

L'échographie corps entier chez le patient critique

Springer

Paris

Berlin

Heidelberg

New York

Hong Kong

Londres

Milan

Tokyo

L'échographie corps entier chez le patient critique

Daniel A. Lichtenstein

Pr. Daniel A. Lichtenstein
Service de Réanimation Médicale
Hôpital Amboise Paré
Assistance Publique-Hôpitaux de Paris
F-92100 Boulogne (Paris-Ouest)
France

ISBN-13 : 978-2-8178-0226-8 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

© Springer-Verlag France, Paris, 2011

Imprimé en France

Springer-Verlag France est membre du groupe Springer Science + Business Media

Cet ouvrage est la traduction enrichie par l'auteur de la version anglaise :

Whole Body Ultrasonography in the Critically Ill

Lichtenstein, Daniel A.

1st Edition, 2010, XX, 326 p. 311 illus., 25 in color., Hardcover

ISBN : 978-3-642-05327-6

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010



Cet ouvrage est soumis au copyright. Tous droits réservés, notamment la reproduction et la représentation, la traduction, la réimpression, l'exposé, la reproduction des illustrations et des tableaux, la transmission par voie d'enregistrement sonore ou visuel, la reproduction par microfilm ou tout autre moyen ainsi que la conservation des banques de données. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant les paiements des droits. Toute représentation, reproduction, contrefaçon ou conservation dans une banque de données par quelque procédé que ce soit est sanctionnée par la loi pénale sur le copyright.

L'utilisation dans cet ouvrage de désignations, dénominations commerciales, marques de fabrique, etc., même sans spécification ne signifie pas que ces termes soient libres de la législation sur les marques de fabrique et la protection des marques et qu'ils puissent être utilisés par chacun.

La maison d'édition décline toute responsabilité quant à l'exactitude des indications de dosage et des modes d'emploi. Dans chaque cas il incombe à l'utilisateur de vérifier les informations données par comparaison à la littérature existante.

Maquette de couverture : Jean-François Montmarché

Mise en page : DESK - 53940 Saint-Berthevin

Avant-propos

À Joëlle

Une nuit de mars 1986. Un jeune interne en réanimation, alors de garde en premier dans un grand hôpital de la banlieue parisienne, pénètre dans le service de radiologie. Tout est calme. Il ouvre la porte de la chambre d'échographie, détache un à un les câbles de connexion de l'échographe et s'en retourne, muni de l'encombrant mais précieux appareil, vers le service de réanimation, lit 1. Le poumon droit, blanc sur une radiographie mal définie, de ce patient soumis à une réanimation laborieuse et peu efficace correspond bien à un épanchement pleural massif, compressif. Un drain est inséré, vidant un abondant liquide, libérant le retour veineux cave, rétablissant l'état circulatoire et ventilatoire. L'appareil est remis à sa place initiale, reconnecté. Cette nuit peut-être naissait dans le service de François Fraisse, de cette façon quasi « clandestine », l'échographie critique.

Ce chemin conduisit l'auteur, dès 1989, dans le service de François Jardin, le premier à avoir enrichi son service de réanimation d'une unité échocardiographique à demeure. De cette opportunité unique de combiner l'idée d'André Dénier, père de l'échographie [1], et celle, non moins révolutionnaire, de François Jardin [2], naissait l'ouvrage qui proposait humblement le champ de l'échographie critique, dès 1992. Détecter promptement une hémorragie intrapéritonéale, un anévrisme aortique fissurant, avoir une idée de la volémie en mesurant la veine cave, ponctionner cette autre veine sous-clavière à vue, voir que cette veine fémorale était thrombosée, chercher dans le nerf optique quelque origine de coma, présenter un modèle simple et salvateur du cœur, la base était réunie dans ses 200 pages.

Bien sûr, à l'époque lointaine où elle fut initiée (1989), cette musique sonnait étrangement à la plupart des oreilles (quoiqu'immédiatement adoptée par nos proches collaborateurs). L'échographie était depuis toujours une technique sophistiquée réservée à deux élites (calculs vésiculaires d'un côté, valvulopathies complexes de l'autre : deux mondes). Notre volume cherchait à transformer cet outil complexe en un instrument clinique, mêlant champs connus mais non exploités avec créations propres portant sur des domaines supposés ne pas exister (le poumon), aboutissant à un usage *adapté au patient en état critique* : une nouvelle discipline. Découvrant les potentiels illimités de la méthode, cherchant en vain un ouvrage réunissant ces usages, nous prîmes l'initiative d'écrire le nôtre. Pourquoi cette lacune dans une science telle que la médecine ? Sans doute parce que deux mondes (soins critiques et imagerie) étaient trop éloignés par leurs traditions, leur philosophie. Notre souhait en écrivant notre ouvrage en 1992 et les éditions suivantes (2002, 2005, 2010) était de partager une expérience unique, simplement venue d'une synthèse de ces deux mondes.

Ainsi, un temps précieux fut perdu parce que non seulement le concept d'utiliser cet outil « complexe » par un non-expert intriguait la communauté, mais surtout parce que l'organe prôné comme prioritaire dans cette approche (le poumon) était précisément réfuté par les experts de l'imagerie. L'auteur

a heureusement débuté très jeune, une bonne idée quand vous proposez un menu différent à la communauté. La gestation usuelle de tout nouveau concept en médecine est longue. Le plaisir de voir, aujourd'hui que ces temps obscurs sont derrière nous, que les esprits sont prêts à accepter ce concept n'en est que plus grand. Cela dit, quelques docteurs pensent que l'échographie critique est un simple copié-collé d'une culture (radiologique) simplement pratiquée aux urgences et non plus en radiologie. Elle est bien plus que ça. Quelques docteurs pensent encore que l'échographie critique a été créée par la technologie laptop. Des chapitres en début et fin d'ouvrage montreront calmement que ce progrès technique n'était en aucune façon utile.

À qui cet ouvrage est-il destiné ?

Nous n'avons jamais désigné quel spécialiste devait tenir la sonde, car l'urgence scientifique était de définir ce qu'on pouvait faire avec cette sonde (poumon, etc.). Dans notre édition de 1992, le radiologue avait un espace, car le temps d'avance qu'il avait permettait une propagation mondiale immédiate. En 2011, le paysage explosif de l'échographie critique semble indiquer qu'il a laissé passer cette opportunité. Par la force des choses, l'échographe est devenu l'outil de l'intensiviste, qui a un besoin 24 heures sur 24 dans un domaine où chaque instant compte, pas le temps pour appeler un spécialiste.

L'idée de confier l'échographie aux mains de non-experts était un défi. Providentiellement, l'échographie critique, telle que façonnée dès 1986, est une discipline simple. Les pages qui suivent visent à démontrer que de simples signes basés sur une simple technique, un simple équipement et une simple philosophie étaient la combinaison gagnante. De simples machines mobiles (présentes dès 1982, parfaites dès 1992) et une distribution différente des cartes (priorité au poumon) permettaient de faire mieux qu'un transfert passif de compétences concernant des anomalies du tractus biliaire ou l'étude des flux Doppler intracardiaques. Une nouvelle discipline naissait.

Points nouveaux dans cette édition 2011, traduction de l'édition anglaise 2010

Chaque chapitre, par rapport aux éditions de 1992, 2002 et 2005, a été complètement réécrit, de façon plus simple, plus compacte. Les situations les plus rares ont été à nouveau sacrifiées au profit du quotidien. Les questions candides posées par les élèves au cours d'innombrables manifestations (cours du CEURE, initiatives mondiales comme le WINFOCUS) ont non seulement toutes reçu une réponse, mais se sont vues intégrées dans le texte, permettant à cet ouvrage de laisser le moins de points possibles dans l'ombre. Nous avons supprimé les propos tenant de la propagande car la question n'est plus de savoir *pourquoi* pratiquer l'échographie critique, mais bien *comment*.

Le lecteur verra quel instrument nous lui conseillons, débutera en douceur par l'abdomen (un champ familier, avec toutefois nos adaptations), puis entrera dans la matière profonde avec le BLUE-protocole. Celui-ci sera initié par son approche veineuse, elle-même précédée d'une application basique, le cathétérisme veineux écho-guidé. À partir de là, onze chapitres sont dédiés au BLUE-protocole, incluant principalement le poumon critique, mais montrant aussi comment, à partir de cet apport, des pans de l'échographie traditionnelle peuvent être simplifiés, tels le cœur (chapitre 22), et surtout la prise en charge hémodynamique d'une instabilité circulatoire (chapitres 23 et 29), considérant un paramètre direct,

sans compter les chapitres sur le matériel idoine et l'abord du patient lourd (chapitres 2, 3 et 30).

Nous aurions pu reprendre le titre de la traduction coréenne de 2008 : *Les 1 001 raisons de développer l'échographie chez le patient critique*. Le titre du présent ouvrage indique plus spécifiquement son contenu holistique, et notamment que le cœur figure bien dans notre approche – depuis 1992.

La traduction française a amené son lot d'améliorations par rapport au texte anglais de 2010 (environ 5 %, un taux mathématique de 21 ans d'expérience comparés à 20).

Ce qui reste inchangé dans cette édition

Nous avons gardé notre objectif de simplicité. Cette approche précieuse a pu être exploitée jusqu'à ses limites sans compromis pour la sécurité du patient. Le livre ne traite que des domaines relevant de la clinique immédiate pour des menaces vitales. La majorité des soucis gynécologiques, les troubles chirurgicaux mineurs, appendicite, etc. ne sont pas traités. Une fois de plus, le lecteur cherchera en vain des images de Doppler.

L'homogénéité et la coordination ont été optimisées. Afin de garder le volume le plus léger possible, et sauf nécessité majeure, *les notions n'ont pas été répétées*. Leur localisation est juste rappelée dans les chapitres suivants. Ainsi, une quantité maximale d'information tient dans un volume minimal. La rédaction par un même auteur était la clé pour atteindre cet objectif.

L'auteur s'excuse d'avance pour de possibles erreurs et omissions, et recevra avec une grande attention les suggestions des collègues qui auront fait l'effort d'ouvrir ce livre. La récente intrusion de l'échographie aux urgences a donné lieu à de nombreuses publications, que l'auteur n'essaie plus de suivre en détail. Ces papiers importants visant à montrer l'intérêt de l'échographie aux urgences, que ce que le radiologue fait d'autres médecins peuvent le faire, après tel nombre fixé d'examen, sont tous bienvenus, mais ne sont pas l'objet de notre ouvrage. Son but est de rester le moins volumineux possible, tout en décrivant juste ce qu'on peut faire avec une sonde.

Pour ceux qui sont intéressés par la recherche

Des 300 pages de ce livre, les auteurs ont eu le temps de publier une part minime (20 publications) dans la littérature internationale à comité de lecture en vingt ans. Ayant calculé qu'avec un article par an, ils n'auraient pas le temps de clore cette tâche, réalisant que les applications figurant dans l'édition 1992 se publient un peu partout (accès veineux, recherche de sang libre chez le traumatisé, nerf optique, sonde gastrique...), les auteurs lucides offrent les dernières applications non encore publiées, afin qu'elles profitent au moins aux patients – et aux auteurs correspondants bien sûr, qui n'auront qu'à piocher au hasard et publier.

Les images

Notre édition de 1992 montrait les images de technologie 1982 (de l'ADR-4000 et sa sonde sectorielle de 3 MHz). Dans nos éditions de 2002 et 2005 apparaissait la technologie 1992 (l'Hitachi EUB-405 et sa sonde microconvexe de 5 MHz). Dans l'édition anglaise de 2010, nous avons gardé les « images de collection » de l'ADR, du reste souvent de qualité supérieure à celle de nombreuses unités laptop récentes, car l'information était amplement suffisante pour sauver des vies. On

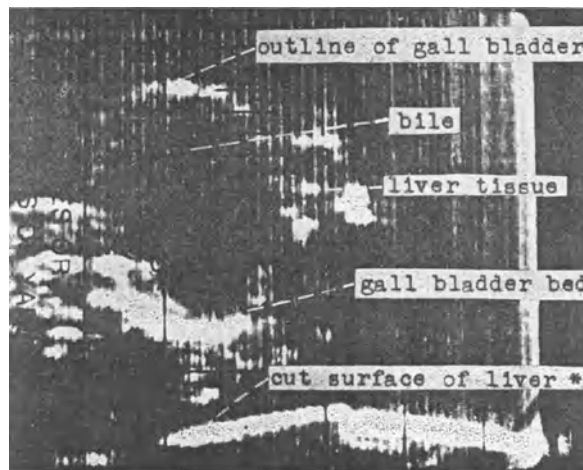
les reconnaît, outre la résolution, par les limites sectorielles comportant une échelle centimétrique.

La figure ci-dessous, tirée de l'article historique de Howry en 1951 [3], est peut-être la première vraie image échographique (sans tenir compte des images de Dussik de 1942, qui se sont avérées être des artefacts sans information, et sans pouvoir inclure l'œuvre de Dénier, car nous ne disposons pas de cliché). La résolution était, on sera d'accord, un peu faible. Le temps réel, acquis grâce à Walter Henry et James Griffith dès 1974, a initié la révolution de l'échographie moderne, parfaite pour sauver des vies depuis 1982.

Pas de DVD dans cet ouvrage ? Nombreux sont ceux qui réclament des images dynamiques pour comprendre l'échographie. Pour l'objet principal de cet ouvrage, le poumon, l'usage du mode TM donne des aspects si caractéristiques que nous pouvons parfaitement fonder des diagnostics solides et considérer cet accessoire comme secondaire. Ceux qui veulent voir des images pulmonaires dynamiques pourront les consulter sur www.ceurf.net.

Vésicule biliaire, coupe transversale. Cette coupe provient de l'article historique de Howry et Bliss (J Lab Clin Med 40: 579-592). On peut comprendre, à partir de cette image, que l'échographie n'ait pas rencontré le succès immédiat mérité, comme la radiographie, le scanner, l'IRM l'ont connu, ce qui fait sans doute que des Académiciens ont omis de reconnaître une telle révolution médicale.

Cette image amène un autre commentaire. Même en utilisant les systèmes pantographiques des années 1970, le son avait la même vitesse qu'aujourd'hui, à savoir 1 540 m/s dans les tissus. Cela signifie qu'un examen de la paroi thoracique aurait pu démontrer les lignes A et B, et sans doute même le signe du bord de mer, outils majeurs de l'échographie pulmonaire. Une visite au musée de l'échographie pourrait réserver des surprises.



Un dernier point

Dans notre édition de 1992, nous voulions souligner notre désir de limiter l'irradiation. De fait, certaines applications de l'échographie auraient pu sembler excessives à l'époque. À présent que les effets nocifs des rayons X sont enfin solidement prouvés [4-6], il apparaît que les collègues qui ont investi le champ de l'échographie ont fait le choix gagnant et ont à présent un temps d'avance.

Références

1. Dénier A (1946) Les ultrasons, leur application au diagnostic. Presse Méd 22: 307-8
2. Jardin F, Farcot JC, Boisante L, *et al.* (1981) Influence of positive end-expiratory pressure on left ventricle performance. New Engl J Med 304: 387-92
3. Howry DH, Bliss R (1952) Ultrasonic visualization of soft tissue structures of the body. J Lab Clin Med 40: 579-92
4. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE (2001) Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. Am J Roentgenol 176: 289-96
5. Berrington de Gonzales A, Darby S (2004) Risk of cancer from diagnostic X-Rays. Lancet 363: 345-51
6. Brenner DJ, Hall EJ (2007) Computed Tomography – an increasing source of radiation exposure. New Engl J Med 357: 2277-84

Remerciements

Nous avons voulu faire tenir cet ouvrage dans le volume le plus fin possible, veillant soigneusement à éviter toute redondance injustifiée. Pour tous ceux qui nous ont aidés dans ce projet de longue haleine, de près ou de loin, une liste exhaustive, allant d'Académiciens à des médecins de terrain, aurait rendu ce livre soudain trop épais, et nous nous en excusons sincèrement. Tous et toutes devraient savoir que nous ne les oublions pas. De nombreux noms figurent à travers le texte, la plupart venant de participants du CEURF, et quelques-uns parmi tous ceux qui ont entouré nos conférences et ateliers, avec leur autorisation. Jeannette, Harry, David, Sidney et Nathalie ont vécu les débuts du projet depuis sa naissance, vers 1989, d'édition en édition. Ils ont vu les graines mises en terre, ils voient les fruits en sortir. Comme ils viennent, nous pensons à Ralph, Aloy, Raffie, Symeng, où nous avons passé tant d'heures de travail. Alain Koiran a apporté sa patte, inattendue mais efficace. Gilbert Mezière, notre habituel co-auteur, a été d'une aide inestimable dans nos derniers articles, et trouvera ici la marque de notre respect indéfectible. Joëlle a été d'un apport précieux au cours de la rédaction même de cette traduction française.

Table des matières

Avant-propos	V
I. Généralités	
1. Notions de base en échographie critique	3
Note préliminaire	3
Étape 1 : comprendre la dimension spatiale	3
Étape 2 : comprendre la composition de l'image	6
Étape 3 : anatomie échographique – L'étape descriptive.....	8
Étape 4 : interprétation de l'image	9
2. Le matériel	11
Une version rapide pour le lecteur pressé	11
Version longue : les 7 prérequis que nous demandons à un appareil destiné à l'échographie critique	12
Comment en pratique se procurer un échographe pour son service.....	17
Quelles solutions pour les services déjà équipés de laptops ?.....	17
Références.....	18
3. Notions d'échographie spécifiques au patient réanimé	19
Limites liées au patient	19
Limites liées au matériel	19
Points forts de l'échographie chez le patient critique.....	19
Conduite d'un examen échographique.....	20
Désinfection du matériel.....	21
Indications à une échographie	21
Références.....	24
II. Analyse organe par organe	
4. Introduction à l'échographie abdominale : aspects normaux	27
Diaphragme	27
Péritoine.....	27
Rachis lombaire	27
Gros vaisseaux	28
Foie.....	28

Vésicule biliaire.....	30
Reins.....	30
Vessie.....	30
Pancréas et région cœliaque.....	30
Rate	31
Anatomie échographique normale d'un patient en réanimation	31
Références.....	31
5. Péritoine.....	33
Diagnostic positif d'épanchement péritonéal.....	33
Diagnostic de nature de l'épanchement	35
Hémopéritoine	36
Péritonite	37
Pneumopéritoine.....	37
Échographie interventionnelle	40
Références.....	40
6. Tube digestif	41
Tube digestif normal : signes statiques.....	41
Tube digestif normal : un signe dynamique fondamental, le péristaltisme	41
Désordres aigus graves.....	44
Intestin : introduction.....	46
Intestin grêle : désordres ischémiques aigus.....	46
Gros intestin : désordres ischémiques aigus	47
Références.....	49
7. Foie	51
Aéroportie.....	51
Abcès hépatique.....	52
Hépatomégalie.....	52
Désordres infectieux diffus	53
Cholestase.....	53
Veines sus-hépatiques	54
Tumeurs hépatiques.....	54
Traumatisme.....	55
Échographie interventionnelle	55
Références.....	55
8. Vésicule biliaire	57
Signes <i>classiques</i> de cholécystite aiguë alithiasique	57
Nos observations de cholécystite aiguë alithiasique	58
Cholécystite subaiguë chronique.....	58
Aspects couramment vus de la vésicule biliaire en réanimation	59
Une entité distinctive : l'épaississement pariétal majeur de la vésicule cardiaque	61
Comment améliorer le diagnostic de cholécystite aiguë alithiasique...	61
Test dynamique à la céruléine et scintigraphie.....	63
Autres aspects pathologiques de la vésicule biliaire	64
Échographie interventionnelle	64
Références.....	65

9. Voies urinaires	67
Parenchyme rénal	67
Dilatation des cavités rénales	69
Vaisseaux rénaux	70
Vessie.....	70
Utérus, ovaires, organes de fertilité	72
Échographie interventionnelle	73
Références.....	73
10. Cibles abdominales variées (rate, surrénales, pancréas, adénopathies...)	75
Rate	75
Surrénales	76
Pancréas	77
Adénomégalies.....	78
Références.....	78
11. Aorte	81
Aorte thoracique.....	81
Dissection de l'aorte thoracique	82
Anévrisme de l'aorte thoracique	83
Anévrisme de l'aorte abdominale	83
Dissection de l'aorte abdominale.....	85
Hématome rétropéritonéal et autres désordres	85
12. Principe d'examen des veines profondes chez le patient critique – Première application : accès veineux central écho-assisté	87
Avant d'entrer dans le vif du sujet : comment nous tenons et mobilisons la sonde pour l'analyse veineuse	87
Premier pas : reconnaître le paquet vasculaire	88
Deuxième pas : distinguer la veine de l'artère.....	89
Troisième pas, avant la ponction : vérifier la patence veineuse	89
Cathétérisme écho-éclairé.....	90
Juste avant le prochain pas (invasif) : comment s'entraîner	91
Veine sous-clavière, aspect normal.....	91
Cathétérisme écho-guidé de la veine sous-clavière	91
En fin de procédure	93
Pourquoi la veine sous-clavière plutôt que la jugulaire interne ?	93
Considérations philosophiques et autres	94
Que faire des autres sites ?	94
Insertion de cathéter central court sous sonographie en extrême urgence.....	94
Références.....	95
13. Principe d'examen des veines profondes chez le patient critique – Seconde application, la thrombose veineuse profonde chez le patient critique : le BLUE-protocol, versant veineux	97
Les dix particularités de l'échographie veineuse dans le BLUE-protocol....	97
Le diagnostic de thrombose veineuse. Étape 1 : la simple observation	98
Le diagnostic de thrombose veineuse. Étape 2 : la manœuvre de compression <i>contrôlée</i>	100
Résultats. Le signe de la dérobadie (<i>Escape sign</i>)	101
Le diagnostic de thrombose veineuse – Points additionnels	101

Par où commence le BLUE-protocol ? Par où finit-il ?	
Technique du bulldozer ou du papillon ?	103
Thrombose jugulaire interne.....	104
Thrombose sous-clavière.....	104
Veine cave supérieure.....	104
Tronc brachio-céphalique gauche	104
Veine cave inférieure	104
Le segment iliaque.....	105
Veine fémorale : les 3/4 supérieurs	106
Veine fémorale basse : le 1/4 inférieur	106
L'approche poplitée chez le patient critique.....	107
Le « problème sural »	107
Résultats	108
Limites de l'échographie chez le patient critique.....	109
Phlébographie, angioscanner, Doppler, ARM... Quel gold standard? ..	109
Quelques principes du BLUE-protocol (versant veineux)	109
Considérations sur le devenir des thromboses jugulaires internes liées aux cathéters	110
Références.....	111
14. Introduction à l'échographie pulmonaire	113
Terminologie de base	113
Technique de base. Les sept principes de l'échographie pulmonaire....	113
Développement du premier principe : simplicité de l'appareil.....	113
Développement du deuxième principe : comprendre le rapport hydro-aérique et l'axe ciel-terre	114
Développement du troisième principe : définir les aires d'investigation.....	114
Développement du quatrième principe : définir la ligne pleurale	118
Développement du cinquième principe : décrire l'artefact qui définit le poumon normal : la ligne A.....	120
Développement du sixième principe : définir le trait dynamique du poumon normal : le glissement pleural.....	121
Développement du septième principe : les désordres aigus graves ont une extension superficielle.....	122
Références.....	122
15. Épanchement pleural	123
Diagnostic positif de l'épanchement pleural.....	123
Évaluation de la quantité d'un épanchement pleural.....	126
Diagnostic de la nature d'un épanchement pleural	127
Pièges apparents.....	129
Échographie interventionnelle : ponction pleurale chez le patient critique	129
Références.....	131
16. Poumon : syndrome alvéolaire	133
Quelque introduction.....	133
Consolidation pulmonaire, notre définition	133
Technique échographique	134
Diagnostic échographique d'une consolidation pulmonaire aiguë.....	134
Autres signes.....	135
Quelques caractérisations d'une consolidation pulmonaire	137

Consolidation pulmonaire et grandes causes de défaillance respiratoire aiguë.....	138
Atélectasie.....	139
Le diaphragme – Désordres phréniques.....	140
Échographie interventionnelle.....	142
Résultats.....	143
Intérêt.....	143
Références.....	143
17. Poumon et syndrome interstitiel.....	145
Une définition préliminaire : que faut-il comprendre par « syndrome interstitiel »?.....	146
Les signes échographiques du syndrome interstitiel.....	146
L'importance clinique du syndrome interstitiel chez le patient en état critique. Applications respiratoires.....	152
Un mot à l'attention des industriels.....	154
Pour conclure, une petite mise au point à propos des fusées pleurales.....	154
Références.....	155
18. Pneumothorax.....	157
Caractéristiques avancées du glissement pleural.....	157
Liste de situations abolissant le glissement pleural.....	161
Diagnostic échographique du pneumothorax – Technique de détection.....	163
Premier signe : abolition du glissement pleural.....	163
Deuxième signe : le signe de la ligne A.....	165
Troisième signe : le point poumon, un signe spécifique de pneumothorax.....	165
Signes additionnels de pneumothorax.....	167
Évaluation et évolution de la taille du pneumothorax.....	168
Une place pour l'étude en Stage 4 ?.....	168
Quelle conduite face à une situation critique quand manque le point poumon ?.....	168
Pièges et limitations.....	169
Le futur de l'échographie.....	171
Références.....	172
19. Applications de base de l'échographie pulmonaire chez le patient en état critique	
1 - Une alternative, au lit, au scanner et autres techniques irradiantes.....	173
L'échographie pulmonaire face aux standards en imagerie traditionnelle chez les patients en état critique.....	173
L'échographie pulmonaire : une discipline simple.....	176
Suggestion pour classifier les artefacts aériques.....	176
Références.....	180
20. Applications basiques de l'échographie pulmonaire chez le patient en état critique	
2 - L'approche échographique d'une défaillance respiratoire aiguë – Le BLUE-protocol.....	181
Le design du BLUE-protocol.....	181
Introduction aux BLUE-profiles.....	182
Les résultats.....	182

Base physiopathologique du BLUE-protocol.....	182
Approche physiopathologique par les signes.....	184
L'arbre décisionnel du BLUE-protocol.....	185
Usage pratique du BLUE-protocol.....	185
Le BLUE-protocol et les causes rares de défaillance respiratoire aiguë	185
Qu'est-ce qui peut changer par l'utilisation du BLUE-protocol.....	187
FAQ. Questions fréquemment posées à propos du BLUE-protocol.....	187
Le futur du BLUE-protocol.....	193
Petite histoire du BLUE-protocol.....	194
Références.....	196

21. Applications de l'échographie pulmonaire chez le patient en état critique

3 - Échographie pulmonaire chez le nouveau-né	197
Échographie pulmonaire chez le nouveau-né :	
une opportunité majeure.....	197
Le design de notre étude. Technique de base.....	197
Aspects de base normaux : signes n° 1, 2 et 3.....	198
Épanchement pleural : signes n° 4 et 5.....	198
Consolidation pulmonaire : signes n° 6 et 7.....	198
Syndrome interstitiel : signe n° 8.....	198
Pneumothorax : signes n° 9 et 10.....	198
Résultats : échographie comparée avec la radiographie au lit.....	198
Démonstration du potentiel de l'échographie pulmonaire à se substituer à la radiographie thoracique au lit en tant que gold standard.....	199
Limitations de l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né.....	201
Sécurité de l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né.....	201
Une retombée critique de l'échographie pulmonaire :	
le contrôle de la volémie chez le nouveau-né.....	202
Échographie critique non pulmonaire en réanimation néonatale.....	202
Tête.....	202
Cou.....	202
Veines.....	202
Cœur.....	202
Diaphragme.....	202
Abdomen.....	202
L'échographie pulmonaire chez le nouveau-né, conclusions.....	203
Références.....	203

22. Cœur. La sonographie cardiaque simplifiée.....

Voies du cœur.....	206
Notions d'anatomie échographique du cœur.....	206
Arrêt cardiaque.....	208
Défaillance ventriculaire gauche.....	209
Défaillance ventriculaire droite.....	209
Embolie pulmonaire.....	210
Tamponnade péricardique.....	211
Choc hypovolémique.....	212
Embolie gazeuse.....	213
Tamponnade gazeuse.....	213
Endocardite.....	213
Thrombose ou tumeur intracavitaire.....	213

Matériels intracavitaires	214
Infarctus myocardique	214
Divers	214
Références.....	215
23. Évaluation hémodynamique de l'insuffisance circulatoire aiguë : cœur simple, poumon, veines	
Notre <i>Limited Investigation</i>	217
Évolution des concepts considérant l'évaluation hémodynamique chez le patient en état critique	217
Comment peut-on déjà simplifier le problème de la prise en charge hémodynamique du patient en état critique	220
Première étape : l'option inotropique. La place de la <i>sonographie cardiaque simplifiée</i>	221
Seconde étape : l'option du remplissage, contrôlé par l'échographie pulmonaire : le FALLS-protocol (<i>Fluid Administration Limited par Lung Sonography</i>)	221
Seconde étape de notre <i>Limited Investigation</i> si le FALLS-protocol ne peut pas être appliqué, l'analyse des veines caves –	
(1) La veine cave inférieure (VCI)	226
Seconde étape, analyse des veines caves –	
(2) La place de la veine cave supérieure.....	228
La place des autres paramètres	228
Utilisation pratique de notre <i>Limited Investigation</i>	229
Cas d'un patient en choc extrêmement sévère : le SESAME-protocol..	231
Pour conclure sur l'intérêt et le futur de notre <i>Limited Investigation</i> (<i>considering hemodynamic therapy</i>)	232
Un peu d'histoire?	232
Références.....	234
24. Tête et cou	237
Sinus maxillaires.....	237
Nerf optique et hypertension intracrânienne (HTIC)	239
Le cerveau	243
Le globe oculaire.....	243
La face	244
Le cou	244
Nuque.....	245
Références.....	246
25. Tissus mous divers	247
Fasciite nécrosante, cellulite gangréneuse, abcès des tissus mous	247
Rhabdomyolyse traumatique.....	247
Hyperthermie maligne.....	248
Hématome profond.....	248
Emphysème pariétal.....	248
Vaisseaux pariétaux.....	249
Désordres artériels aigus.....	249
Artères périphériques et pression artérielle	249
Nerfs périphériques	249
Médiastin.....	250
Malnutrition.....	250
Divers	251

Disques vertébraux.....	251
Références.....	252

III. Applications générales de l'échographie critique

26. L'échographie interventionnelle	255
Insertion de cathéter court sous sonographie en extrême urgence	255
Technique de base pour une procédure écho-guidée	256
Ciblage.....	257
Équipement pour un drainage percutané	258
Domaines non usuels mais critiques de l'échographie interventionnelle.....	259
Précautions générales avant toute ponction.....	260
Alternatives à l'échographie.....	260
Moyens de formation	260
Références.....	261
27. Échographie en réanimation chirurgicale, quelques particularités	263
Issues générales	263
Échographie abdominale postopératoire	263
Échographie thoracique postopératoire	264
Désordres thromboemboliques	264
Réanimations chirurgicales spécialisées : neurochirurgicale et cardiaque.....	264
Références.....	264
28. L'échographie critique en dehors de la réanimation	265
Échographie pour les <i>flying doctors</i>	265
Ambulances médicalisées (SAMU)	266
Échographie critique dans des cadres instables.....	266
Échographie aux urgences.....	267
Échographie en traumatologie.....	268
Échographie au bloc opératoire et autour	269
Autres disciplines médicales habituelles	270
Échographie du monde	270
Échographie dans l'espace.....	271
Tendances futuristes	271
Échographie pour les vétérinaires	271
Références.....	271
29. Étude analytique de situations sévères ou fréquentes chez le patient en état critique	273
Exploration échographique d'une défaillance respiratoire aiguë.....	273
Exploration échographique d'une défaillance circulatoire aiguë	273
Gestion d'un choc extrêmement sévère (arrêt cardiaque imminent) ..	273
Échographie dans l'arrêt cardiaque	276
Choc septique	278
L'embolie pulmonaire: un carrefour	278
SDRA	281
Fièvre en réanimation. Le Fever-protocol.....	281

Autres contributions de l'échographie de routine dans un séjour prolongé en réanimation	282
Abord difficile des voies aériennes, sevrage difficile de patients ventilés	282
Exploration d'une douleur thoracique	283
Définir la cause d'un désordre abdominal.....	283
Exploration d'une déglobulisation aiguë.....	284
Contrôle de la douleur	284
Grossesse et soucis aigus	284
Références.....	285
30. Considérations libres	287
L'échographie critique, pas un simple copié-collé de la culture radiologique.....	287
L'envol tardif de l'échographie critique : une explication ?.....	287
Échographie et lieux communs.....	288
La miniaturisation était-elle un pas nécessaire ?.....	292
Le PUMA : notre réponse au marché du laptop traditionnel	296
L'échographie critique, un outil rehaussant l'examen clinique	297
Le SLAM.....	298
Et quid de <i>US</i> ?.....	300
Références.....	301
31. Un moyen d'apprendre l'échographie critique	303
L'échographie sauvage	304
L'approche dans nos ateliers : comment faire de notre jeune modèle sain une mine de maladies aiguës, comment éviter de faire des misères à nos animaux de laboratoire	305
Références.....	307
32. L'échographie critique, plus qu'une nouvelle technique : aussi une philosophie	309
<i>Glossaire</i>	311
<i>Index</i>	319

I Généralités

Des notions sur les propriétés physiques de l'échographie ne sont pas indispensables à l'utilisateur, comme nous l'écrivions dans nos éditions de 1992, 2002, 2005 et 2010. Si nécessaire, un rappel se trouvera facilement dans tout ouvrage habituel.

En pratique, la maîtrise de l'échographie suit quatre étapes :

1. Comprendre la dimension spatiale.
2. La composition de l'image. Quelles structures sont indiquées par le gris, le blanc, le noir. Quelles images sont réelles, lesquelles sont artefactuelles. Comment intégrer la dimension dynamique.
3. L'étape descriptive intègre les deux premières, permettant la reconnaissance anatomique et la description des structures, normales puis pathologiques.
4. L'étape de l'interprétation : cette étape dépend de la culture que l'opérateur va acquérir.

Note préliminaire

Le matériel idéal est décrit dans le chapitre 2. Un appareil inclut plusieurs boutons et curseurs. Les seules fonctions qui nous semblent vraiment utiles à connaître au début (et même après) sont, dans l'esprit de l'échographie critique :

- le bouton d'allumage ;
- le gain ;
- la profondeur ;
- le mode TM (temps-mouvement, pour objectiver des signes dynamiques, tel le glissement pleural).

La seule utilisation de ces 4 réglages transforme tout appareil complexe en un simple stéthoscope. Nous avons mis un cache sur l'ADR-4000 de 1982 pour parvenir à ce résultat.

Des fonctions moins utiles chez le patient critique sont dans notre expérience les multiples choix de post-traitement (nous utilisons toujours le même), les inversions positif-négatif, les annotations... Un mot doit être dit sur le traitement de l'image. Le mieux à notre avis est l'absence de traitement, en excluant particulièrement des fonctions comme le filtre de bruit dynamique, ce qui est critique pour l'analyse du poumon. Surtout, les filtres qui feraient disparaître les artefacts doivent être éradiqués par tous les moyens (cela reviendrait à tuer l'échographie pulmonaire). Pour un confort visuel, avec l'expérience, on peut adoucir l'image de régions statiques (foie, etc.).

Nous travaillons donc d'habitude en mode naturel. Des propos libres sur les modes sophistiqués sont disponibles dans les chapitres 2 et 30.

Le fait de geler l'image n'est pas un acte insignifiant. D'abord, l'image peut perdre la qualité qu'elle avait en temps réel. Surtout, la philosophie de l'échographie critique est inverse de celle où c'est un opérateur qui fait l'examen, et un lecteur qui l'interprète, au calme, car tout se conçoit en temps réel. L'échographie critique est une discipline dynamique.

Étape 1 : comprendre la dimension spatiale

Contrairement à la radiographie, le scanner ou l'IRM, c'est ici l'opérateur qui crée l'image. Cette faiblesse initiale devient vite une force. L'apprentissage spatial est la première étape, sans nul doute la plus délicate à acquérir. L'opérateur doit comprendre comment localiser les éléments vus sur l'écran. Nous allons les diviser en une partie haute, une basse, une droite, une gauche (fig. 1.1).

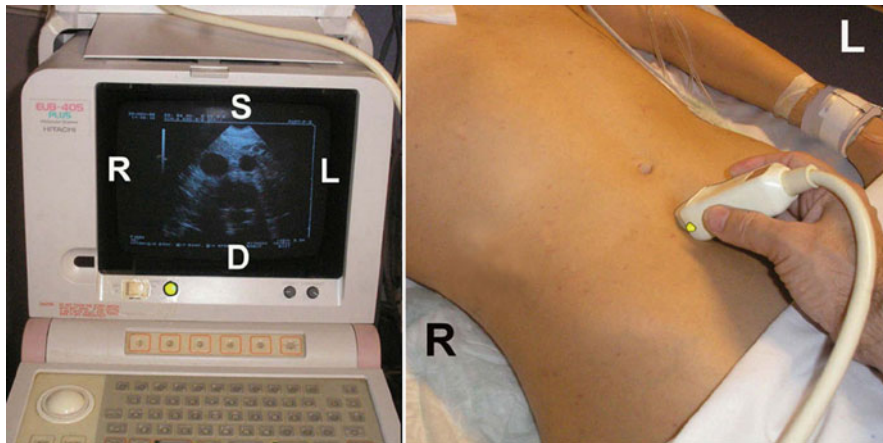


Fig. 1.1 – Les configurations spatiales. La sonde est appliquée transversalement sur l'abdomen. Les structures droites du patient figurent sur la gauche de l'écran (R). Le sommet de l'écran correspond au plan superficiel, c'est-à-dire la peau (S), La partie basse de l'écran aux plans profonds (D). Ceci permet (parmi d'autres

critères) de localiser les vaisseaux sur l'écran comme la veine cave inférieure (près du R) et l'aorte (près du L). Le rachis est plus profond, derrière les vaisseaux, près du D. Noter enfin le repère *jaune* clair sur la sonde, correspondant au bouton vert clair de l'échographe.

La partie supérieure de l'écran représente la zone superficielle. La partie inférieure représente le plan profond. Ce n'est pas une source de problème.

La gauche de l'écran demande une approche plus subtile, car deux éléments indépendants contrôlent sa formation : un repère sur la sonde, un bouton d'inversion droite/gauche sur le clavier. Pour simplifier l'échographie, nous suggérons de fixer une fois pour toutes la fonction d'inversion droite/gauche, de sorte que quand, par exemple, la sonde est posée sur l'abdomen avec le repère sur la droite, les organes droits (foie) occupent la partie gauche de l'écran.

Les conventions ont pour but d'établir des habitudes, permettant une reconnaissance rapide (une radiographie lue à l'envers devient difficile à comprendre, alors que rien n'a été modifié). Pour les coupes transversales, on positionne les organes droits à gauche de l'écran, comme si en fait on examinait le patient (dont les parties droites se reflètent sur la partie droite de notre rétine). Pour les coupes longitudinales, on imagine la tête du patient à gauche de l'image, les pieds à droite. C'est une convention générale en imagerie, seule la cardiologie a décidé une convention inverse. Nous suggérons de donner à l'échographie critique une consistance homogène en suivant la convention traditionnelle, ceci incluant le cœur. Sur une coupe longitudinale foie-rein, le foie occupera ainsi la gauche de l'écran, le rein la droite.

Une coupe échographique peut être transversale, longitudinale, oblique. Au début, l'opérateur s'en tiendra aux coupes longitudinales (quasi exclusives en échographie pulmonaire), et transversales, afin de retrouver des images familières. Avec

l'expérience, il suivra certaines structures obliques dans leur vrai axe (grand et petit axe).

Comment tenir la sonde – Les mouvements élémentaires

Deux mouvements principaux peuvent être décrits (fig. 1.2) :

– le balayage. Exemple, une coupe transversale débutant à l'épigastre et balayant l'abdomen jusqu'au pelvis. La manœuvre de Carmen est un

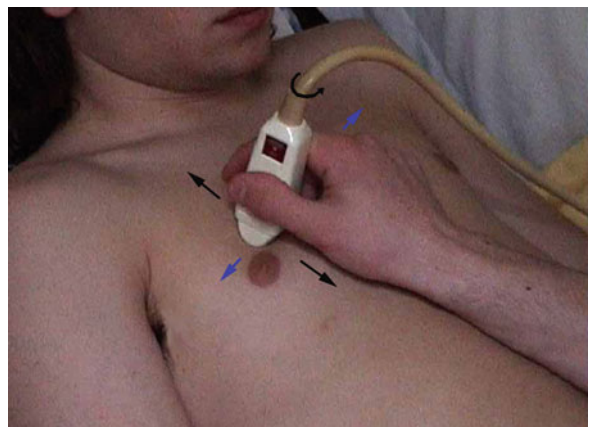


Fig. 1.2 – Tenue de la sonde. La tenant comme un stylo-plume, l'opérateur pourrait rester des heures sans fatigue, avec une image parfaitement stable sur l'écran. De plus, il travaille à pression zéro, un prérequis pour les analyses veineuses et oculaires confortables (pour le médecin et le patient). Cette image présente aussi les mouvements principaux de la sonde dans l'espace. Les flèches bleues indiquent la fondamentale manœuvre de Carmen, les flèches noires le mouvement apparenté au changement de vitesse, et la flèche circulaire la rotation de la sonde sur son axe (les structures transversales deviennent longitudinales et vice-versa).

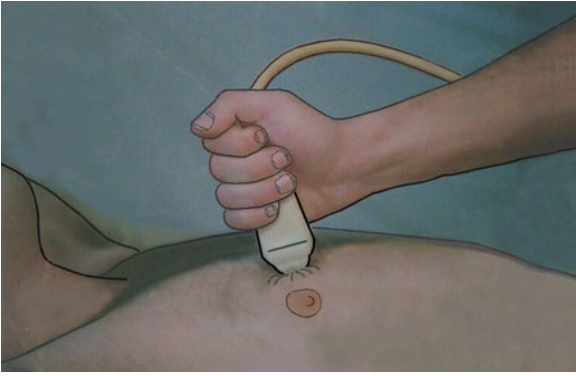


Fig. 1.3 – Exemple de mauvaise prise de la sonde. La pression n'est pas contrôlée. La fatigue va générer des mouvements qui génèrent l'analyse des structures dynamiques (poumon, etc.).

mouvement élémentaire simple mais critique, que nous faisons en permanence. Il s'agit du mouvement précédent, mais réalisé d'une façon presque statique, la sonde restant sur le même point cutané et faisant glisser en fait la peau sur la sous-peau. Cette manœuvre subtile permet instantanément d'améliorer la qualité de l'image, surtout au niveau pulmonaire, mais partout ailleurs. Un paquet vasculaire qui n'apparaissait pas bien sur une coupe statique apparaît de façon évidente grâce à cette manœuvre, qui rend le Doppler inutile, déjà pour la seule localisation du paquet vasculaire. Au niveau pulmonaire, on verra sa grande utilité ;

- la rotation sur l'axe de la sonde (ou encore pivotage, considérant la sonde comme un tournevis). Elle fait passer un vaisseau de son grand axe à son petit axe.

Tous ces mouvements créent des modifications de l'image qui rebutent souvent le débutant. On se promène en effet dans la 3^e dimension. De multiples procédures facilitent cette étape :

- passer du petit axe d'un vaisseau à son grand axe est une manœuvre de base dans cette optique (voir plus bas, la manœuvre d'Anke) ;

- tenir le plus possible la sonde bien perpendiculaire à la paroi rend l'échographie plus nette et donc plus facile. Au niveau pulmonaire, la ligne pleurale apparaît ainsi horizontale sur l'écran (voir chapitre 14) ;

- assimiler le glissement d'une sonde posée en longitudinal dans un sens cranio-caudal à un changement de vitesse (en voiture). Par exemple, une sonde posée sur une côte va glisser de façon à se positionner entre deux côtes (et visualiser pleinement la ligne pleurale).

Quelques mots sur le maintien de la sonde (figs. 1.2 et 1.3). L'échographie critique analyse des

structures vitales, donc en mouvement permanent (poumon, cœur, vaisseaux, tube digestif...). La main de l'opérateur doit être immobile pour mettre en valeur cette dynamique propre au patient.

Nous trouvons important de tenir la sonde (microconvexe) comme un stylo à plume, entre pouce et index, la main bien appliquée contre la paroi du patient. La sonde s'approche de la peau et cesse sa progression dès qu'une image apparaît sur l'écran. Cela permet de travailler à « pression zéro », un point important pour le nerf optique (pour éviter des soucis cardiaques) et les veines (pour éviter une compression intempestive), et pour éviter des douleurs au patient. L'opérateur travaille en outre sans fatigue.

La logique des coupes longitudinales et transversales

Des choix critiques peuvent rendre l'échographie difficile ou facile. Notamment le choix de coupes longitudinales ou transversales, ou pour être correct, de coupes grand axe et petit axe de toute structure ayant ces deux axes (vaisseaux, poumons, intestins, vésicule, reins... La figure 13.1 (p. 98) montre que la majorité des veines sont à peu près parallèles aux grands axes transversal et longitudinal du corps humain. Pour étudier un vaisseau, le choix de coupes grand axe s'assimile à la difficulté du violon, celui de coupes petit axe à la facilité de la guitare (fig. 1.4). Le violon est difficile car la précision est millimétrique. Quand un vaisseau est abordé en coupe petit axe, il est immédiatement visible sur l'écran (ou sinon, la manœuvre de Carmen le rend immédiatement évident). Que le patient (ou la main de l'opérateur) soit strictement immobile ou non, le vaisseau restera au centre du viseur. Une approche grand axe requiert une précision millimétrique, obligeant presque l'opérateur à respirer plus doucement, tel un tireur d'élite. Au niveau du poumon, la pratique de coupes obliques, dans l'axe des côtes, ferait de l'échographie pulmonaire une science experte.

Pour acquérir cette expertise, on s'exercera à passer d'une coupe petit axe à une coupe grand axe (dans cet ordre), utilisant toute structure longue (aorte, veine sous-clavière...). La manœuvre d'Anke est une standardisation du geste qui peut aider les plus jeunes, qui souvent perdent vite leur cible quand ils font pivoter la sonde. La sonde est posée au zénith de la cible, en petit axe. Une petite rotation (10°) est initiée. Elle peut entraîner une dérive minime, qui sera alors corrigée par une minime manœuvre de Carmen, et on s'assure que la sonde

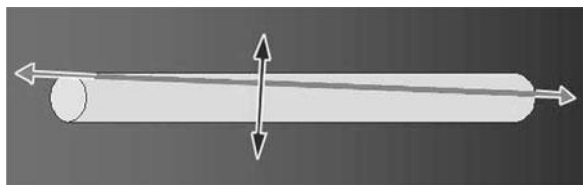


Fig. 1.4 – Coupe grand axe versus petit axe. La figure montre ces deux approches d'une structure tubulaire – avec une légère dérive (2 à 3°). Tandis que la coupe petit axe (flèche *noire*, 3°) est pratiquement insensible à cette dérive, la coupe grand axe (flèche *rouge*, 2°) en est bien plus affectée. D'infimes mouvements à ce moment peuvent faire disparaître la cible, allant jusqu'à simuler pour l'œil novice une manœuvre de compression efficace, et ainsi laisser l'échographie comme une science difficile pour experts.

se retrouve au zénith, sur un objectif un peu plus intermédiaire vers la coupe grand axe. On poursuit ces petites manœuvres, encore 10°, et 10°... En s'approchant de la coupe grand axe, les rotations se feront plus douces, et la manœuvre de Carmen plus généreuse. Bien rester au zénith de la cible. Bien rester au même point (éviter les mouvements type changement de vitesse). Le vaisseau peut ainsi apparaître assez soudainement dans son vrai grand axe. Si l'objectif est perdu, il faut revenir en arrière, afin de le retrouver là où il était (règle de base en aviation). Cette manœuvre d'Anke qui combine deux mouvements peut sembler subtile, mais avec l'expérience, les mouvements deviennent infimes et la vitesse augmente. La manœuvre de Carmen devient ainsi permanente et millimétrique. Quand l'opérateur arrive au grand axe sans effort, il ou elle est devenu(e) échographiste.

La seconde main

L'échographie critique se fait à deux mains. La seconde permet de répartir la pression lors d'exa-

mens abdominaux (voir fig. 11.9, p. 84), d'étudier des segments veineux prétendument incompressibles (voir fig. 13.8, p. 101), de tourner à peine les patients pour l'examen semi-postérieur des poumons, et d'appliquer le produit de contact sur des zones éloignées durant les protocoles rapides.

Étape 2 : comprendre la composition de l'image

Que signifient ces nuances noires, grises et blanches sur l'écran ?

Gain

Le gain influence les tons. Son contrôle permet d'avoir une image interprétable. Un gain trop faible donne des tons noirs masquant l'information, un gain trop élevé des tons blancs saturant l'information (fig. 1.5). On peut jouer sur les gains proximaux et distaux, mais sur notre machine, nous ne touchons qu'au bouton de gain global, et ceci occasionnellement.

La coupe traditionnelle est la vésicule biliaire saine, dont la bile, noire, est la référence pour les liquides, vue sous un foie gris, référence pour les parenchymes. Dans notre pratique, nous utilisons une coupe pulmonaire (fig. 1.5).

Glossaire de base

Une structure anéchogène donne une image noire (à noter, dans les temps pionniers de l'échographie,



Fig. 1.5 – Gains, coupes longitudinales pulmonaires. *Gauche* : le gain est trop bas, l'ensemble est comme sous-exposé et peu interprétable. *Milieu* : même coupe, gain correct. Les tissus mous apparaissent gris, l'ombre des côtes noire,

et la ligne pleurale blanche. Du coup, une ligne A est décelable dans l'espace de Merlin (voir chapitre 14). *Droite* : même coupe, trop de gain. L'image est surexposée, les détails sont saturés.

c'était l'inverse). Une structure échogène donne une image grise, tirant vers le noir ou le blanc selon le cas. Dire qu'une image est hypoéchogène (iso, hyper) revient à avoir défini au préalable une référence (foie traditionnellement).

Le terme de fenêtre acoustique désigne une structure traversée par les ultrasons. Elle permet l'analyse des structures plus profondes. Cette fenêtre peut être physiologique (foie pour l'étude des reins, vessie pour l'utérus) ou pathologique (épanchement pleural permettant l'analyse de l'aorte thoracique).

Le terme « échoscopie » désigne une approche dynamique des signes (mouvements cardiaques, glissement pleural et autres).

Artefacts et images réelles

Les artefacts sont traditionnellement les parents pauvres de l'échographie. Supposés pervertir l'image, ils permettent dans notre cadre des applications salvatrices. Ils sont la base de l'échographie pulmonaire.

Les artefacts sont créés par le principe de propagation des ultrasons, stoppés par l'air et l'os, facilités par les liquides.

On reconnaît un artefact à sa structure géométrique. En règle générale vertical ou horizontal, ou plus précisément convergeant vers la tête de la sonde (sommet de l'image) comme des parallèles ou des méridiens, un artefact est régulier, en ligne droite, totalement différent des structures anatomiques.



Fig. 1.6 – Ombre postérieure (astérisque) générée par un large calcul (flèche blanche) dans la vésicule biliaire. La bile apparaît anéchogène.

Les images réelles ont des contours anatomiques, jamais totalement droits, et peuvent être mesurées (profondeur d'une consolidation, d'un épanchement...).

Une ombre acoustique est une image anéchogène (donc noire), naissant en aval d'une structure osseuse (fig. 1.6), et masquant l'information sous-jacente.

Un écho de réverbération, ou de répétition, est généré par une structure aérienne. Une succession de lignes horizontales (ou légèrement incurvées avec les sondes sectorielles) génère un aspect strié, alternant zones claires et sombres à intervalles réguliers. Ces échos peuvent être larges ou étroits (voir figs 14.7, 17.2 et 18.9). L'information sous-jacente est masquée. À la surface pulmonaire, l'ombre des côtes et les répétitions aériques alternent, ce qui fait qu'en apparence, aucune information ne peut être obtenue au niveau thoracique. Toutefois, une analyse attentive de ces artefacts permet une redéfinition de l'échographie (voir chapitres 14 à 18).

Des tissus échogènes comme la graisse entourant un vaisseau peuvent créer des échos parasites dans la lumière du vaisseau (fantômes). (Voir figs 11.5 et 12.7.) Ces artefacts fantômes suivent les structures brillantes avoisinantes. Ceux-là ne sont pas toujours horizontaux ou verticaux.

Le renforcement postérieur est un artefact populaire, utile pour indiquer la nature fluide d'une masse. L'écho ressort plus clair en arrière des éléments liquidiens, tel ce parenchyme hépatique derrière la vésicule (fig. 1.7). Dans notre pratique quotidienne, nous n'avons presque jamais besoin de ce signe.



Fig. 1.7 – Renforcement postérieur (X) derrière une vésicule (G). Image mal définie prise à dessein, car ce signe est d'intérêt ici, sa nature fluide étant mise en évidence.

Images anatomiques élémentaires

Une approche à partir de la structure anatomique (tableau I.1) :

Tableau I.1 – Images échographiques élémentaires.

	Structure réelle	Artefact
Tonalité noire	Liquide pur	Ombre acoustique
Tonalité grise	Parenchyme Thrombose Consolidation pulmonaire Liquide épais	Renforcement postérieur
Tonalité blanche	Os ou calcul Graisse Valve Interface	Gaz

Un parenchyme (foie, muscle, etc.) est échogène.

Une masse tissulaire pathologique (thrombose, consolidation pulmonaire) est échogène.

Une collection liquidienne pure est anéchogène (avec renforcement acoustique : sang circulant, bile vésiculaire, urine, pleurésie, etc.).

Une collection fluide pathologique peut être échogène : abcès, hématome, bile épaisse, nécrose, etc. Si elle contient des débris ou des gaz bactériens, elle peut être très hétérogène. Des variations dans la forme, un possible renforcement postérieur, la détection de mouvements dans la masse indiquent sa nature liquidienne (lents, veineux – pulsatiles, artériels).

Un gaz donne une interface hyperéchogène suivie d'échos postérieurs de répétition.

La graisse donne des images variables, le plus souvent hyperéchogènes, mais nous resterons brefs. L'huile commerciale est anéchogène, le beurre a une structure échogène.

Un os (ou un calcul large) a une surface hyperéchogène suivie par une ombre acoustique.

Une interface (valves cardiaques, ligne pleurale, coupole phrénique...) apparaît le plus souvent comme un trait hyperéchogène.

Une approche à partir de l'échostructure :

Une image anéchogène peut être :

- un artefact : ombre d'un os, d'un calcul ;
- une image réelle : liquide pur.

Une image échogène peut être :

- un artefact : renforcement postérieur ;
- une image réelle normale ;
- parenchyme ;
- une image réelle pathologique ;

- solide : thrombose, hématome, nécrose ;
- fluide : abcès, sang non circulant, consolidation pulmonaire, bile épaisse.

Une image hyperéchogène peut être :

- un artefact : réverbération d'une structure gazeuse ;
- une structure anatomique : surface d'un os, d'un calcul, d'une bulle, graisse profonde, valve cardiaque, interface.

Notons que les structures hyperéchogènes sont le plus souvent des lignes (structures réelles ou artefacts).

La dimension dynamique

L'échographie critique étudie surtout les organes vitaux (poumons, cœur, vaisseaux, tube digestif...). Un trait commun à toute structure vitale est une dynamique permanente, de la naissance à la mort. Une structure vitale immobile est *mourante*. Le mode temps-mouvement permet d'objectiver la dynamique sur une image. Les chapitres suivants donnent de nombreux exemples. Voir ceux de l'épanchement péritonéal (fig. 5.8), du pneumopéritoine (fig. 15.15), de l'infarctus mésentérique (fig. 6.16), de la thrombose flottante (fig. 13.10), d'un poumon normal (fig. 14.10), d'un épanchement pleural (fig. 15.5), d'une pneumopathie infectieuse (fig. 16.5), d'une atelectasie complète (fig. 16.9) et d'un pneumothorax (fig. 18.7), entre autres.

Étape 3 : anatomie échographique – L'étape descriptive

Une fois les premières étapes acquises, c'est la plus simple, il suffit de décrire en termes appropriés ce qui apparaît sur l'écran.

Comment optimiser la qualité de l'image?

L'expérience joue un rôle majeur, mais certains points la renforcent vite. Le gain correct ne peut être acquis que par la manipulation répétée. Un cœur peut être plus facile à visualiser à travers un parenchyme hépatique (ce qui revient à savoir parfois s'éloigner du creux xyphoïdien). Les gaz digestifs doivent être évités, mais peuvent être déplacés. Le jeune opérateur est souvent déçu par ses premières images, d'autant que son senior reprenant la main obtient nonchalamment d'excellentes images. Eh bien ces différences de qualité sont souvent liées à

de minimes changements d'angulation de la sonde, faits presque instinctivement mais facilement par l'opérateur chevronné. Presque tout est dans la souplesse. Tandis que la main jeune se crispe sur la sonde (un peu comme le joystick d'un premier vol, qui marque son empreinte dans la main, signe d'une intense crispation), celle de l'opérateur aguerri la tient lâchement et la change de position sans crainte. La manœuvre de Carmen est sûrement la plus efficace pour améliorer la qualité de l'image de manière substantielle. Notre critère de sonde bien tenue est le fait qu'une main extérieure peut sans effort la retirer de la main de l'opérateur.

Obstacles à un examen de qualité

Une image échogène est gratifiante car un traitement spécifique peut être entrepris promptement. Le débutant peut ressentir une difficulté devant des images tenant parfois du brouillard. Voici quelques clés pour l'aider.

Les gaz et les os interrompent les ultrasons. C'est un inconvénient de l'échographie que l'on ne retrouve pas en radiographie, scanner ou IRM. Toutefois, les gaz digestifs peuvent ménager entre eux des espaces laissant passer les ultrasons. Ils peuvent aussi se mobiliser, spontanément tels des nuages, ou sous l'action de l'opérateur. La main libre de l'opérateur peut s'étaler et les déplacer en douceur (voir fig. 11.9). Nous prenons l'habitude d'appuyer doucement à l'expiration, de maintenir notre pression à l'inspiration, de la reprendre à l'expiration suivante, etc., ce qui est le moyen le plus pacifique pour obtenir une fenêtre acoustique. Avant de conclure à l'impossibilité d'un examen (abdominal), il faut donc diversifier les approches, savoir attendre, ou savoir agir.

L'air à l'étage pulmonaire est considéré comme un obstacle absolu. Nous verrons que ce dogme est faux.

L'os est un obstacle absolu. Le cerveau adulte ne devrait donc pas être accessible. Nous verrons toutefois que les os fins (sinus maxillaire, omoplate) se

laissent traverser par les ultrasons. Quant à la fonction cérébrale, le nerf optique est l'exemple d'un détournement efficace des obstacles. Petit à petit, l'ultrason étend son domaine au corps entier.

Les organes sous-costaux (foie et rate) peuvent être entièrement cachés par les côtes. Notre sonde universelle passera entre deux côtes, fournissant une vision incomplète certes, mais en général bien adaptée à l'échographie critique.

Le patient obèse est traditionnellement un mauvais candidat. C'est vrai pour l'échographie ambulatoire traditionnelle (analyse des tumeurs, etc.). Paradoxalement, un trait caractéristique de l'échographie critique est que les données les plus cruciales viennent de l'analyse des structures superficielles le plus souvent. Des cas édifiants sont les nerfs optiques, les veines jugulaires ou sous-clavières, les poumons, les ventricules (de plus d'intérêt que les oreillettes), le péricarde, le péritoine (la page 14 du chapitre 2 réprécise ce point)...

Un patient recouvert de larges pansements est d'accès difficile (voir chapitre 23).

Au quotidien, un examen n'apportant rien est très rare. L'échographie répond presque toujours à une question d'une manière ou d'une autre :

1. L'item a été clairement analysé, son caractère pathologique est sans ambiguïté, c'est le cas dans 80-90 % ou plus des cas.
2. Les conditions étaient sous-optimales, il y a un risque d'erreur, ou l'analyse est totalement impossible, ce qui se voit dans 10-20 % ou moins des cas.

Étape 4 : interprétation de l'image

L'opérateur va utiliser son expérience croissante, pour décider de la conduite à tenir devant, par exemple, une paroi vésiculaire mesurée à 9 mm. Avant ce stade, il ou elle aura soigneusement appris à choisir une machine optimale, une sonde idéale, à régler le gain, à localiser la vésicule et à savoir mesurer de façon appropriée.

Si l'on continue d'utiliser des technologies complexes (même avec une hauteur réduite), l'échographie restera cette science complexe qu'elle a toujours été.

Des lecteurs seront surpris de voir décrire ici une technologie 1992. Comme elle est simplement idéale pour l'échographie critique, et toujours fabriquée au moment de cette rédaction, nous décrirons en deux temps pourquoi nous n'avons pas ressenti le besoin de changer cet équipement. Dans le présent chapitre, nous le décrirons seulement. Dans le chapitre 30, nous le comparerons avec les appareils récents sur le marché.

L'échographie critique annonce une nouvelle discipline (que l'on peut provisoirement appeler médecine critique écho-assistée). Si nous la rendons simple, elle sera plus efficacement répandue. Nous allons révéler la vision que nous avons depuis 1992. Le lecteur est bien sûr libre d'acheter la machine de son choix – à une période où l'offre est profuse entre les appareils complexes d'échocardiographie et le marché de l'ultraportable.

Certains collègues sont persuadés que les appareils modernes sont meilleurs que les plus anciens. Si ces machines n'ont pas été pensées pour l'échographie critique, notamment l'organe le plus important (le poumon), ils doivent réviser ce jugement.

Certains collègues sont persuadés que la révolution du « laptop » a été le facteur initiant la révolution de l'échographie critique. L'engouement sans précédent pour ces machines vient d'une légère confusion : une machine de faible hauteur (un laptop) est de grand intérêt pour ceux qui travaillent hors de l'hôpital, mais pas pour ceux qui, majoritaires, travaillent en hôpital. Nous utilisons des machines plus étroites bien longtemps avant.

Une version rapide pour le lecteur pressé

Nous utilisons une machine bien pensée, toujours en vente après son premier lancement en 1992.

Le point que nous apprécions en premier est sa petite largeur : 29 cm (33 cm avec son chariot) permettant au praticien de la faufler entre patient et respirateur, un point critique dans un exercice où chaque centimètre compte.

La qualité d'image vient d'un tube cathodique qui procure une résolution analogique (voir la plupart des figures de cet ouvrage).

Son clavier est plat, son design compact, permettant un nettoyage efficace, un autre point critique entre deux patients.

Cette machine s'allume en 7 secondes, un point crucial autant pour ces patients que pour un usage multiquotidien.

Le chariot est bien pensé, car il épouse étroitement la coque de la machine. Le chariot est une pièce importante, car il est équipé de roues, une technologie qui permet de mobiliser des objets lourds sans effort de lit à lit, de la réanimation aux urgences (notre machine pèse 12 kg).

Nous utilisons cette machine car sa sonde micro-convexe de 5 MHz permet une analyse corps entier et peut être qualifiée d'universelle. Posséder une sonde petite, qui peut être appliquée partout, est un atout sans appel.

Nous apprécions le coût modéré de l'ensemble, qui permet un achat facile par l'hôpital, et donc des vies aisément sauvées, et ce depuis 1992 au moins.

Cette machine a une esthétique avancée, mais ce point particulier est subjectif, contrairement aux 7 points précédents, qui sont scientifiques. Leur interaction intelligente génère un outil harmonieux.

Pour emprunter à minima au marketing, au vu du champ couvert par les 300 pages de ce livre, notre slogan pourrait être : « la médecine de demain avec les outils d'hier ».

Version longue : les 7 prérequis que nous demandons à un appareil destiné à l'échographie critique

Nous allons maintenant entrer davantage dans le détail. L'échographie est réputée difficile, et le restera si nous ne prenons pas soin de considérer 7 points qui la rendent simple.

Premier prérequis de base : une (vraiment) petite taille

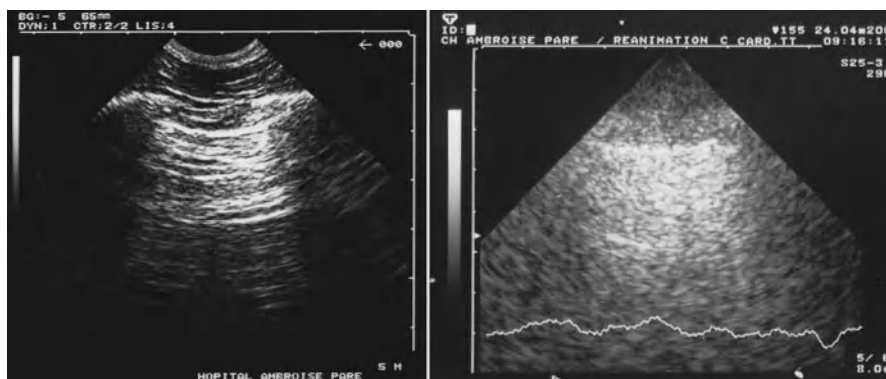
Chaque centimètre est important pour passer entre le patient et le ventilateur, entre deux lits, etc. La dimension importante pour ceux qui bénéficient de plafonds hauts (c'est-à-dire tous ceux qui travaillent en hôpital) est la largeur. Nous invitons le lecteur à mesurer cette dimension (en utilisant l'instrument de la figure 30.2, p. 292). Nous gardons notre machine de 1992 pour ses 29 cm de largeur, 33 cm chariot compris. Pour ceux travaillant hors hôpital, lire plus bas.

Second prérequis de base : une qualité d'image

Les figures de cet ouvrage (qui sont souvent des copies de copies) montrent pourquoi nous respectons la qualité disponible dès 1992. La technologie analogique (tube cathodique) donne cette qualité d'image. Le poids du tube cathodique n'est pas un problème, grâce aux roues du chariot. Des propos au sujet de la qualité des technologies digitales (notamment les premières) figurent au chapitre 30.

La figure 2.1 illustre la définition que nous donnons d'une qualité acceptable.

Fig. 2.1 – Cette figure résume un des grands drames de l'histoire de l'échographie pulmonaire. Les réanimateurs qui avaient l'opportunité de disposer de machines dédiées à l'échocardiographie devaient faire face à cette qualité (*image de droite*) – un facteur efficace pour les décourager de développer l'échographie pulmonaire, notamment.



Troisième prérequis de base : un design compact – pour une asepsie efficace

Nous respectons notre patient, mais nous respectons aussi les suivants. Le nettoyage est un point crucial aux urgences, et encore plus en réanimation. Notre équipement de 1992 a un clavier *plat* – nettoyé efficacement en quelques secondes. Nous ne conseillons pas les machines équipées de nombreux boutons et manettes, pour un usage hospitalier. Le corps lisse de notre machine se laisse aussi, si nécessaire (voir chapitre 3), facilement désinfecter. Ce qui est obligatoire pour tout patient l'est encore plus en réanimation pédiatrique.

Quatrième prérequis de base : un temps d'allumage court

Le temps est une donnée critique chez le patient gravement atteint. L'échographie critique assume un allumage immédiat. Notre technologie 1992 assure cet allumage en 7 secondes. Chaque seconde supplémentaire pose un problème.

Cinquième prérequis de base : un chariot intelligent

Nous estimons important d'avoir un petit appareil : une petite taille permet de déplacer l'unité de lit à lit. Pour ceux qui travaillent à l'hôpital, soit plus de 95 % d'entre nous, le chariot est plus qu'un accessoire. Il rassemble l'échographe proprement dit, la sonde, le produit de contact, le matériel de procédures d'urgence et le désinfectant (et plus) de manière compacte, mettant de plus l'écran et le clavier à hauteur de travail. C'est avec cet ensemble que nous travaillons, ce qui rend les appareils de poche de portée finalement limitée. Le chariot annule l'avantage (s'il y en avait) de la miniaturisation, ce qui n'est pas un problème du reste si le chariot est étroit. Le chariot est armé

d'une technologie redoutable, quoiqu'ancienne : la roue. Cette avancée date d'environ 4 000 ans, née des cultures de Mésopotamie. Grâce aux roues, des matériaux lourds (et encore mieux, notre machine de 12 kg) sont transportés sans effort de lit à lit, de la réanimation aux urgences.

Depuis 1982, l'ADR-4000® est équipé de ces roues, et d'une largeur de 42 cm (fig. 2.2). Ces caractéristiques ont permis aux auteurs de définir l'échographie critique sur site [1]. Comme la résolution de l'ADR-4000 était adaptée à tous les diagnostics d'urgences (nerf optique à part peut-être), nous pouvons affirmer que l'année 1982 a été le point de départ de la révolution de l'échographie critique.

Notre chariot intelligent épouse bien l'appareil et ne consomme pas inutilement de la place latéralement. La figure 2.3 montre comment l'espace est exploité pour fixer les objets de base (sonde, contact, nettoyeur) sur le toit de notre coque.

Un intérêt du chariot est de protéger la machine : le poids efficace et le volume (en hauteur) sont dissuasifs pour ceux qui auraient l'idée de subtiliser l'ensemble.

Ceux qui veulent en savoir plus sur notre système ont rendez-vous avec le concept du PUMA, p. 297 du chapitre 30.

Sixième prérequis de base : l'accès à une sonde universelle, la sonde microconvexe

La sonde est sans doute la part la plus importante de l'échographie critique : l'archet du violon. La culture traditionnelle requiert une sonde par région : une cardiaque phased-array (2,5 MHz) pour le cœur, abdominale (3,5 MHz) pour l'abdomen, vasculaire (7,5 MHz) pour les vaisseaux, et endovaginale (5 MHz) pour le vagin.

Nous n'utilisons aucune de ces sondes.

Toutes sont affaire de spécialistes (cardiologue, radiologue, angiologue, gynécologue). Aucune n'a été pensée pour l'échographie critique. Nous bénéficions depuis 1992 d'une sonde universelle microconvexe capable de répondre immédiatement à tous les problèmes (fig. 2.4). Sa tête a une petite surface unique : 10 × 20 mm, convexe dans un axe et linéaire dans l'autre. De ce fait, elle peut être appliquée sur les nombreuses zones délicates : espaces intercostaux, pour le poumon, mais aussi le creux sus-claviculaire (poumon, veine cave supérieure), sus-sternal (crosse de l'aorte), les zones postérieures du poumon chez le patient ventilé, la veine sous-clavière, le creux poplité, les veines surales, sans oublier... le cœur. Quant aux régions plus



Fig. 2.2 – L'ADR-4000®, fabriqué par ATL : une référence. Cet appareil respectable était moins encombrant que certains laptops actuels : sa largeur était de 42 cm, et il pouvait grâce aux roues être transporté au lit du patient, réalisant la révolution de l'échographie critique depuis 1982. Voir aussi la figure 30.4, p. 294, montrant l'aptitude de cet appareil pour développer l'échographie pulmonaire.

larges (abdomen), elles sont analysées de même et sans compromis (voir figures des chapitres 4-10).

Notre élégante sonde microconvexe est courte : moins de 9 cm. Ceci rend possible l'investigation de zones postérieures chez des patients ventilés, en décubitus dorsal donc, telles que la paroi postérieure du thorax (PLAPS-point, voir p. 116), ou le creux poplité, etc., sans effort. Les sondes usuelles, longues de 12-15 cm, peuvent décourager les opérateurs de faire des analyses routinières des poumons.

La sonde microconvexe tient dans la main comme un stylo. Ceci donne une grande souplesse à la main, qui, si elle se consacre à agripper une sonde large, est parfois crispée. Ceci est important pour favoriser les manœuvres fines (ponction sous échographie).

La fréquence de notre sonde est de 5 MHz mais, plus important, elle procure une qualité d'image suffisante, de 1 à 17 cm. Cette portée unique signifie une analyse satisfaisante d'une veine sous-clavière comme d'une veine cave inférieure. On commence à voir apparaître des sondes microconvexes dans le marché des laptops, une bonne

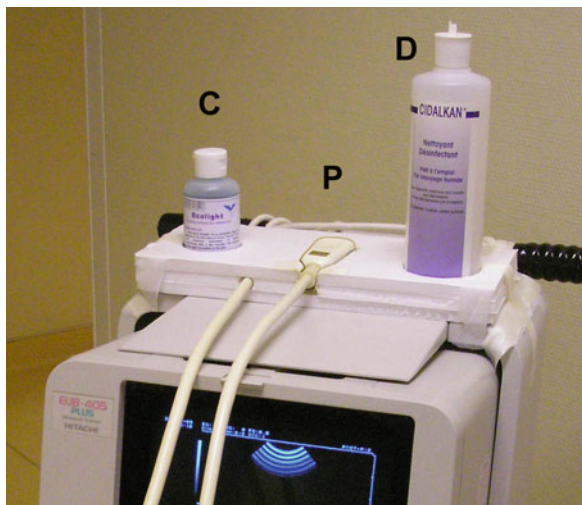


Fig. 2.3 – Gestion optimale de l'espace. Cette figure montre comment le sommet de notre machine analogique intelligente est exploité. Au lieu de devoir installer le matériel sur des dispositifs latéraux encombrants (qui annulent l'avantage de la miniaturisation), nous l'avons situé à des places spécifiques, au sommet. Notre sonde microconvexe (P), notre produit de contact (C) et le produit désinfectant (D) sont immédiatement disponibles. L'espace est optimisé dans la seule dimension intéressante, la hauteur. Ici figurée, la version 2006 d'une technologie 1992 (un peu de pourpre a juste été ajouté sur la coque à des fins esthétiques). Les logettes maintiennent le matériel stable, évitant ces chutes d'objets qui font perdre du temps (désinfecter l'objet tombé, ou, si ce n'est pas fait, traiter les problèmes nosocomiaux qui s'ensuivraient).

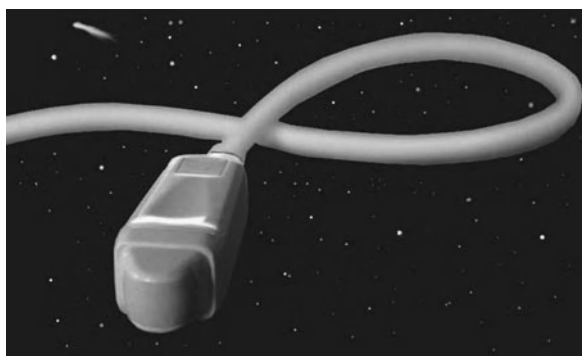


Fig. 2.4 – Notre sonde microconvexe universelle. Elle est légère, a une longueur de 8,5 cm et une surface d'application de 10 × 20 mm. La fréquence est de 5 MHz mais surtout, le champ exploré va de 1 à 17 cm, permettant l'analyse autant superficielle que profonde. Ces traits en font une arme idéale pour un usage universel en contexte critique.

intention, mais elles ont en général une petite portée, 8 à 10 cm, et ne peuvent donc être considérées comme universelles. Certaines ont en outre une médiocre résolution. Rappelons ce trait fondamental de l'échographie critique. La majorité des cibles sont superficielles - le poumon est le meilleur exemple, mais aussi la majorité des veines (dites) profondes, le péritoine (pneumopéritoine), le nerf optique (HTIC). Quant au cœur, ce sont plus les

ventricules que les oreillettes qui attirent notre attention. Chez les patients pléthoriques, l'analyse abdominale profonde (pancréas, etc.) est souvent décevante, même avec les sondes classiques, et ces patients finissent souvent au scanner. Notre choix pour cette sonde unique de 5 MHz a pris en compte ce détail important.

La résolution de notre sonde, proche des sondes abdominales, est très supérieure à celle des sondes cardiaques, phased-array. Les sondes abdominales ont une pauvre ergonomie. Elles sont utiles pour mesurer la taille d'un foie - d'intérêt pour le radiologue - mais ce n'est pas l'outil du réanimateur.

Le poids léger autorise l'analyse du corps entier sans fatigue (nerf optique, sinus maxillaire, canal de Hunter...).

Une réflexion sur les sondes vasculaires est disponible au chapitre 30. Brièvement cependant, vu que nous ne sommes pas linéaires, nous ne les trouvons pas très logiques pour un emploi sur des êtres humains (elles sont sans doute une survivance de l'ère industrielle, prémédicale, de l'échographie). Nous utilisons notre sonde microconvexe pour l'ensemble des vaisseaux profonds.

Peut-on utiliser des sondes linéaires pour les poumons ? C'est une question fréquemment posée. Des vies peuvent certainement être sauvées par leur emploi. L'utilisateur doit juste accepter d'avoir un accès limité aux approches longitudinales (qui rendent l'échographie pulmonaire aisée), des critères limités pour différencier les lignes B des lignes Z, un accès restreint aux structures profondes, le temps consacré à l'achat de la sonde, à son changement et à sa désinfection au cours d'un changement effectué en urgence. Certains avancent que la sonde linéaire rend le glissement pleural plus facile à voir, mais l'usage du mode temps-mouvement annule cet avantage (voir p. 121).

L'usage d'une sonde unique offre plusieurs avantages :

1. C'est un point critique pour réaliser nos protocoles rapides, BLUE-protocol (insuffisance respiratoire aiguë) et FALLS-protocol (insuffisance circulatoire aiguë), l'arrêt cardiaque, et les nombreux usages quotidiens chez le patient critique. Une fois la machine allumée, aucun temps n'est perdu à sélectionner la sonde, à faire des réglages.
2. Cela réduit le coût de l'équipement et permet d'acheter sa machine, c'est-à-dire de sauver des vies, plus facilement.
3. C'est pratiquement obligatoire pour pratiquer une échographie propre. Plus d'une sonde, avec les câbles, est un obstacle à un nettoyage

efficace. Quand l'opérateur sent qu'il doit changer de sonde dans l'urgence, une asepsie logique est impossible à effectuer (voir chapitre 3).

4. Cela favorise la simplicité : une règle d'or de l'échographie critique.

Septième prérequis de base : une technologie simple et intelligente

Cela génère une simplicité d'usage et un coût modéré. Chaque euro épargné sauve des vies supplémentaires.

Le tube cathodique

Voir plus haut notre second critère.

Un point sur le Doppler

Nous n'utilisons pas le Doppler. Cela sera commenté tout au long de cet ouvrage, pour chaque application classique. Des commentaires supplémentaires sont disponibles au chapitre 30. Un problème aigu du Doppler est le coût (il triple le coût d'une simple machine), et ce détail a rendu l'échographie inaccessible à un budget hospitalier traditionnel durant des décennies. Ce point a retardé une révolution qui aurait pu avoir lieu dès 1982 (ADR-4000®).

Notre utilisation de routine est centrée sur des applications salvatrices ou très courantes. L'observation a montré que le Doppler est certes utile, mais pas si souvent dans l'urgence extrême. Nous avons ainsi développé le concept DIAFORA en anglais (pour *Doppler Intermittently Asked From Outside in Rare Applications*, ou en français pour ceux qui préféreraient, l'Échographie demandée par intermittence par un technicien extérieur pour des utilisations rares) afin de bien montrer que nous ne sommes pas fermés au Doppler. Dans notre approche scientifique, nous demandons juste, de temps en temps, un opérateur extérieur pour tenter de régler le problème avec une machine complexe. À noter du reste, dans un peu plus de la moitié des cas, le problème n'est pas tranché (étude en cours).

Nous avons aussi imaginé une alternative simple : une sonde de Doppler continu, couplée à la sonde, pour localiser un vaisseau. Nous n'avons pas trouvé le temps de finaliser ce prototype, preuve sans doute que l'urgence n'est pas si grande.

Filtres

Nous travaillons sur image naturelle. Les filtres sont bons pour les radiologues, leur procurant une image agréable à regarder, mais peuvent être un

obstacle pour l'échographie critique. La profusion de modes récents est sans doute liée à une politique de marketing, voire une adaptation à la pauvre résolution des écrans plats. Nous désactivons régulièrement les filtres de persistance, de bruit dynamique, de sommation, harmoniques, etc., qui empêchent l'analyse en temps réel d'organes vitaux comme les poumons, le cœur, les vaisseaux, le tractus digestif... Les filtres responsables de décalage dans le temps, même infime, ne sont pas compatibles avec l'échographie pulmonaire. Certains modes visent à détruire les artefacts. Cette volonté affichée des fabricants revient à enterrer l'échographie pulmonaire, vivante. De manière générale, nous court-circuitons tous les filtres. L'échographie critique se pratique en image naturelle.

Nous considérons ici les facilités pour les patients pléthoriques. Il faudrait soigneusement analyser ces modes qui prétendent (peut-être à raison) rendre ces patients bien échogènes.

Pour le confort visuel, et avec l'expérience, il peut être agréable d'adoucir l'image, pour l'étude de structures immobiles (foie).

Échographie de contraste

Nous entrons là encore dans un domaine expert. Ce mode est probablement intéressant, bien que non accessible avec notre appareil simple. Nous promettons de nous y intéresser, à la minute où l'ensemble des potentiels d'une échographie simple sera couvert.

La technologie laptop

Elle condamne l'utilisateur à un allumage qui peut durer 2 à 3 minutes, et le risque permanent de blocage système, pour un bénéfice que nous ne percevons pas bien (lire le reste du livre).

Le mode Temps-Mouvement

C'est une fonction importante, idéale pour l'échographie pulmonaire. Il est crucial, et notre machine le fait, que les deux images temps réel et mode M soient alignées, et ce parfaitement sur l'horizontale. Voir figure 2.5, et nos commentaires sur les conséquences sur le diagnostic, dans le chapitre 18, p. 158.

Pour conclure sur ce point technologique

Les progrès les plus sophistiqués seront utiles à certaines spécialités (chirurgie cardiaque...), mais gardons à l'esprit que les ultrasons ne peuvent encore traverser l'air et l'os, ni les pansements.

Ayant mené des ateliers et des missions innombrables auprès de ces machines, nous confirmons, même avec l'usage répété, que ces profusions de technologies ne nous sont pas utiles. L'échographie critique est une histoire simple.

Un mot qui résumera l'ensemble de nos 7 prérequis

Le lecteur attentif aura remarqué que chaque critère interagit avec les autres. Le chariot épouse la machine. La qualité est liée au tube cathodique, qui est rendu léger grâce aux roues, qui rendent le transport aisé, et l'ensemble protège la machine de toute idée de vol. Le tube cathodique crée un toit plat, ce qui soulage l'appareil de ces expansions latérales puisque sonde et produits divers sont disposés sur le sommet. Un mot caractérise cet ensemble : harmonie.

Détails supplémentaires

Produit de couplage

Le gel crée un film de couplage indispensable entre sonde et peau. Depuis les débuts de l'échographie, il confère à la discipline une vision quelque peu poisseuse, entourée de désordre (papiers absorbants gluants)... Le gel non nettoyé sèche sur la sonde, avec parfois quelque poil captif, tout ceci créant un agréable milieu de culture pour

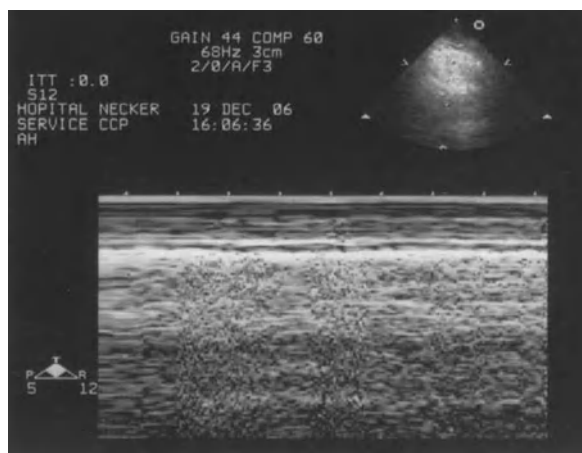


Fig. 2.5 – Exemple de configuration non appropriée pour l'échographie pulmonaire. La qualité de l'image du haut empêche de localiser la ligne pleurale (sonde cardiaque). Comme cette image n'est pas située à la gauche, strictement, de l'image en temps-mouvement, la ligne pleurale ne peut être localisée avec sécurité. L'aspect en « bord de mer » peut être généré par le poumon, mais aussi, chez un patient dyspnéique, par un glissement musculaire (tirage). Voir aussi la figure 18.1 p. 159, qui est une configuration encore plus pernicieuse. Image de glissement pleural chez un nouveau-né en réanimation.

les microbes. Pressé par la main impatiente, le mélange air-gel génère des bruits rappelant ces bruits d'émanation digestive, ce qui n'est jamais approprié en contexte dramatique. Cette image n'est sans doute pas favorable à la dissémination même de la méthode.

Nous avons inventé un substitut au gel. Atoxique, inodore, appliqué sur une compresse spéciale, qui est appliquée sur la zone à étudier, ce produit basé sur des combinaisons équimoléculaires à valeur adiabatique élevée procure une qualité d'image identique au gel. Il s'évapore en quelques minutes, ne laissant aucune trace résiduelle visible sur la peau. Toutes les figures de ce livre ont été obtenues avec ce produit.

Le principal avantage est un gain de temps majeur lors des protocoles rapides : le temps nécessaire pour passer d'une zone (poumon) à une autre (veines surales par exemple) est réduit à moins de trois secondes.

Autre avantage dans les extrêmes urgences (arrêt cardiaque) : notre produit ne gêne pas un éventuel massage cardiaque, car il ne rend pas le thorax glissant¹.

Un avantage et non des moindres, le confort que procure une investigation propre, loin de ce désordre traditionnel (voir fig. 30.1), est un plaisir inaltérable.

Les propriétés adiabatiques de notre produit permettent un réchauffage rapide, ce qui est apprécié par le patient conscient. Ecolight® (nom déposé) est un exemple parmi d'autres montrant que notre vision de l'échographie est faite de simplicité et d'agrément.

Enregistrement des données

Nous enregistrons, depuis 1989, les examens faits en extrême urgence, ce qui permet un examen court, sans nécessité de prendre des photographies, et des données qu'on peut lire plus tard.

Nous vivons à présent dans l'ère digitale, mais la technologie VHS n'était pas un obstacle pour faire d'innombrables enregistrements, et en présenter régulièrement (conférences, etc.). Nous en concluons que le problème du digital *versus* analogique n'est pas très important.

1. Nous remercions Sébastien Perrot qui, lors d'un vol Paris-Taiwan, et bien que non-médecin, avait ouvert nos yeux sur ce point basique.

Le problème de la lumière incidente

L'échographie critique a cette particularité de se pratiquer jour et nuit. La lumière du jour peut éblouir l'écran, et les fabricants ne prévoient pas de parade. Nous avons confectionné des systèmes avec panneaux noirs mats coulissants. Un cylindre noir mat appliqué sur l'écran avec un angle oblique (vers l'œil de l'opérateur) est une autre solution. Par éclairage faible, ce dispositif est retiré et posé sur quelque place de notre PUMA (voir fig. 30.5, qui démontre que la technologie laptop n'est pas indispensable en hôpital).

Comment en pratique se procurer un échographe pour son service

Nous voyons trois approches pratiques.

1. Acheter un appareil neuf. Très peu de noms de marques dominant les congrès d'échographie critique, mais le praticien réalisant que la largeur compte plus que la hauteur trouvera un choix bien plus vaste.
2. Se procurer un appareil d'occasion. Les services de radiologie regorgent de vieux appareils délaissés. Ces « vieilles » machines peuvent sauver des vies, et certaines sont excellentes. À noter que le tube cathodique est un atout question qualité d'image.
3. En voler un. Cette possibilité est une option qui peut être considérée, à présent que des machines ultraminiatures envahissent nos hôpitaux. Ces lignes sont écrites avec une intention sérieuse, celle de rendre nos collègues conscients de ce scénario désolant, et qui s'est déjà produit dans des institutions prestigieuses. Fixer l'appareil solidement sur un chariot est une solution, qui du coup rend futile la miniaturisation (qui était déjà sans intérêt). En conséquence, l'utilisateur bénéficie de tous les inconvénients des appareils laptops, et doit soigneusement chercher quelque avantage, si ce n'est d'être à la mode (voir chapitre 30). *Nous invitons le lecteur à considérer tout le sens de ces propos.*

Quelles solutions pour les services déjà équipés de laptops ?

Ces machines peuvent être utilisées. Toute machine peut fournir certaines informations. Les choses seront juste plus difficiles, à des degrés allant de

légèrement à extrêmement. L'auteur a établi un score, à partir de l'appareil qu'il utilise depuis 1992, avec une note de 0 à 100 pour chaque poste. Ce score a été comparé aux propriétés qu'offre le marché du laptop.

Chaque cm en largeur > 33 cm crée une difficulté supplémentaire (prenez la taille du chariot en compte).

Chaque degré de baisse en résolution éloigne d'une analyse optimale (voir fig. 30.4, p. 294).

Chaque bouton à nettoyer est un souci.

Chaque seconde pour l'allumage au-delà de 7 s crée des barrières.

Chaque mm de surface de la tête de sonde > 10 × 20 mm rend malaisé l'accès à des parties mal exposables.

Chaque cm de longueur de sonde > 8,5 cm rend l'analyse du poumon postérieur plus difficile (voir fig. 13.19, p. 107).

Un large choix de sondes, surtout si la sonde idéale manque, est un obstacle (encombrement, désinfection, coût...).

Chaque euro additionnel au-delà de 15 000 rend l'achat plus laborieux.

Les appareils laptop qui ont simultanément une largeur > 33 cm, une résolution d'image < 100, un nombre de boutons > 5, un temps d'allumage > 7 secondes, une longueur de sonde > 8,5 cm, l'absence de sonde microconvexe idéale dans ses propriétés internes, et un coût > 15 000 €, ne sont pas utilisés par l'auteur.

Temporairement, ceux qui veulent se faire une idée de l'échographie pulmonaire et veineuse faite dans l'esprit du BLUE-protocol (voir chapitre 20) trouveront le meilleur compromis en qualité d'image dans les sondes abdominales, qui ont une pauvre ergonomie. Ils trouveront le meilleur compromis en ergonomie dans les sondes cardiaques, qui ont une pauvre qualité d'image. Ils trouveront la meilleure résolution superficielle en utilisant des sondes linéaires, qui ont une pauvre ergonomie et un champ limité. N'ayant pas repris les propriétés de notre appareil de 1992, les machines modernes n'ont pas diminué la difficulté de l'échographie – qui reste ainsi un champ pour experts.

Bien que pensant que la communauté a perdu une opportunité de découvrir la vraie échographie critique, nous sommes optimistes et imaginons une solution simple (traitée au chapitre 30).

Quelles machines pour ceux qui travaillent en dehors de l'hôpital et dans des espaces confinés ?

Les quelques docteurs qui travaillent dans les avions (hélicoptères, ambulances, vaisseaux spatiaux...) trouveront intérêt aux machines manportables, qui sont ici une révolution absolue, dans ce cadre où chaque centimètre compte dans les trois dimensions. Les machines laptop de 6 kg nous semblent un peu lourdes. Dans notre activité à temps partiel de *flying doctor*, nous utilisons un appareil compact de 1,9 kg créé selon nos besoins, principalement par l'utilisation d'une seule sonde (avec un gain substantiel de taille et de poids depuis l'an 2000). Il mesure 15 × 12,5 × 13 cm (batterie fixée au dos). La qualité d'image est acceptable pour l'échographie pulmonaire. Le tout, avec la sonde, le produit de contact et le matériel de procédures d'urgence, tient dans un sac de 17 × 19 × 26 cm, qui s'ouvre par le haut, un profil idéal, trouvé par providence boulevard Saint-Michel (Paris VI^e, rive gauche).

Des machines ultraportables étaient disponibles depuis longtemps [2, 3]. Nous avons conduit dès 1995 la première expérience mondiale d'une échographie embarquée, pré-hospitalière, dans l'hélicoptère médical couvrant le Paris-Dakar, et utilisant une machine de 3,5 kg [4]. Voir p. 265, chapitre 28.

Sept points importants

1. La dimension importante (pour une mobilisation optimale) est la largeur, pas la hauteur.

2. La technologie du tube cathodique (dont le poids est rendu insignifiant grâce au chariot et aux roues) donne la meilleure qualité d'image.
3. Un clavier plat est rapide et facile à désinfecter.
4. Un temps d'allumage immédiat (7 secondes).
5. Un chariot intelligent n'annule pas les avantages de la miniaturisation.
6. Une même sonde peut explorer le corps entier (une sonde microconvexe de 1-17 cm de profondeur).
7. Le Doppler et d'autres modes sophistiqués (harmoniques, etc.) n'ont pas une utilité majeure dans notre propos (échographie critique).

Références

1. Lichtenstein D, Axler O (1993) Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit, a prospective study of 150 consecutive patients. *Intensive Care Med* 19: 353-5
2. Denys BG, Uretsky BF, Reddy PS, Ruffner RJ (1992) Fast and accurate evaluation of regional left ventricular wall motion with an ultraportable 2D echo device. *Am J Noninvas Cardiol* 6: 81-3
3. Schwartz KQ, Meltzer RS (1988) Experience rounding with a hand-held two-dimensional cardiac ultrasound device. *Am J Cardiol* 62: 157-8
4. Lichtenstein D, Courret JP (1998) Feasibility of ultrasound in the helicopter. *Intensive Care Med* 24: 1119

Le patient de réanimation n'est pas un sujet ambulatoire. Immobilisé en décubitus dorsal, sédaté, ce patient fragile ne peut s'exprimer, maintenir l'apnée, etc. Cette situation n'est en aucune façon une limite à une large utilisation des ultrasons.

Limites liées au patient

Un patient ambulatoire peut être positionné latéralement pour l'étude du foie, ou assis pour analyser une pleurésie, ou jambes pendantes pour une étude veineuse, etc. Le problème du patient en état critique a été rarement abordé dans la littérature. Chez ce patient, un équipement simple est la clé. Les réanimateurs qui pratiquent l'échocardiographie par un large usage de l'abord sous-costal se sont depuis longtemps adaptés.

La douleur est un indice « précieux » en médecine, permettant de suspecter telle maladie. En réanimation, une vésicule biliaire malade ne peut exprimer sa douleur. L'idée de lever la sédation pour faire parler cet organe ne marche pas en pratique. C'est donc l'échographie qui doit parler pour le patient. Il convient donc, outre la maîtrise des données anamnestiques, de bien réaliser l'étape descriptive pour optimiser l'étape interprétative (voir par exemple au chapitre 8).

Limites liées au matériel

Le patient en état critique est entouré de matériaux encombrants (ventilateur, rein artificiel, drainage pleural, etc). Travailler confortablement est une étape nécessaire. C'est pourquoi nous insistons sur l'intérêt d'un appareil étroit (quelle que soit sa hauteur). (Voir chapitre précédent.) Les appareils

de 5 cm de hauteur mais 48 cm de largeur (ou plus avec le chariot) seront difficiles à manipuler.

La barrière est abaissée, les électrodes ne sont pas une gêne car on a formé l'équipe paramédicale à les installer une fois pour toutes sur des zones non stratégiques : épaules, sternum.

L'apnée ne peut être obtenue. Le patient est soit ventilé, soit, s'il ne l'est pas, est fréquemment dyspnéique ou encéphalopathe. Le chapitre 20 montre que l'échographie d'un patient dyspnéique (BLUE-protocol) est parfaitement faisable.

Points forts de l'échographie chez le patient critique

Il est, en un sens, un patient privilégié pour plusieurs raisons.

La sédation facilite toutes les procédures interventionnelles.

Providentiellement, les zones critiques sont antérieures chez le patient ventilé : nerfs optiques, sinus maxillaires, poumons antéro-latéraux, veines profondes, cœur, abdomen, etc. Cela permet d'éviter de tourner le patient. Rarement, des informations postérieures sont requises : partie toute postérieure des poumons, recherche d'une aorte abdominale par voie lombaire... La longueur de notre sonde (9 cm) aide à limiter les manœuvres de retournement.

La ventilation mécanique peut faire apparaître des organes rétro-costaux précédemment non visibles. On peut aussi monter le volume de ventilation pour mieux les observer, si le risque de barotraumatisme est contrôlé.

Une alimentation parentérale prolongée devrait limiter les gaz digestifs. Sinon, développer un système efficace pour éradiquer ces gaz devrait faire un grand pas en avant car ces patients critiques ont presque toujours besoin d'une exploration

Tableau III.I – Faisabilité de l'échographie critique corps entier (de la tête aux pieds et exprimée en pourcentage de cas où l'item était analysable).

Organe	Organe explorable	Exploration optimale	Exploration avec risque d'erreur
Nerf optique	100	94	6
Sinus maxillaire	100	100	0
Veine jugulaire interne	98	95	3
Veine sous-clavière	93	87	6
Surface pulmonaire antérieure	98	98	2
Surface pulmonaire latérale	92	86	6
Péritoine	98	ND	ND
Aorte abdominale	84	51	–
Foie	96	72	22
Vésicule	97	82	14
Rein droit	97	87	10
Rein gauche	100	63	37
Rate	98	75	22
Pancréas	70		
Veines fémorales	98	NA	NA

ND: non disponible.

A été retirée de ce tableau l'exploration obsolète des cavités pleurales par approche abdominale. Le faible taux constaté à la paroi latérale gauche pulmonaire était lié à un nombre élevé de drains pleuraux au cours de l'étude.

abdominale. À ce jour, nous travaillons à une méthode simple, atoxique.

Une surcharge liquidienne est fréquente chez les patients septiques. Ce n'est pas un obstacle, les ultrasons étant bien transmis par les liquides.

La faisabilité de l'échographie varie avec le patient et la région. Il y a une gradation entre les items parfaitement explorés et ceux qui restent inaccessibles. Dans nos murs, toutes zones combinées, une faisabilité globale de 92 % a été observée [1]. L'analyse était jugée optimale dans 71 % des cas. Pancréas et aorte abdominale étaient les organes le plus souvent occultés (tableau III.I). Pour un calcul juste, il faudrait considérer que certaines conditions qui classiquement sont un obstacle à l'analyse rentrent parfaitement dans le cadre de l'échographie critique : pneumopéritoine en premier lieu. Il est toujours utile de pratiquer une échographie. Seul du positif peut en émerger.

Des études faites par des radiologues ont été menées en réanimation. Bien que limitées à l'abdomen et incluant des découvertes sans impact immédiat, elles montrent qu'il était depuis longtemps possible d'amener un appareil en réanimation [2-4]. Notre hôpital est probablement le premier à avoir utilisé cette logistique, menée par le réanimateur lui-même pour un impact thérapeutique immédiat [5]. L'étude princeps a montré

un taux d'utilité directe de 22 % chez des patients consécutifs [5]. Notons que ce taux n'a pas inclus les résultats négatifs (pourtant cruciaux dans la gestion immédiate), les résultats de l'échographie cardiaque, les procédures écho-guidées, les champs non encore validés par des publications princeps (poumons, sinus maxillaires, nerfs optiques...). Dans un tel cas, le taux d'utilité aurait été bien plus proche des 100 %. Il est intéressant de noter que le taux de 22 % de notre article est proche du taux de 31 % de découvertes inattendues faites au décours d'autopsies systématiques de patients de réanimation [6].

Conduite d'un examen échographique

La région d'intérêt est étudiée en premier, avec l'usage de nos protocoles *rapides* (BLUE-protocol chapitre 20, FALLS-protocol chapitre 23, SESAME-protocol et CLOT-protocol chapitre 29). Le temps le permettant, une analyse plus complète est pratiquée. Le tableau III.II suggère un ordre logique d'exploration du tout-venant.

Dans de bonnes conditions, le corps entier peut être analysé en moins de 10 minutes (le BLUE-protocol prend moins de 3 minutes). Rappelons que

l'usage d'une sonde unique et de notre produit de couplage permet des économies de temps substantielles. Enregistrer l'examen offre une autre source de gain de temps. Quand la question est simple (Pneumothorax gauche ? Thrombose fémorale ? Globe vésical ?), quelques secondes sont requises.

Désinfection du matériel

La prévention des infections croisées est un souci majeur en réanimation. L'asepsie dans notre propos est non seulement nécessaire, elle est aussi vraiment aisée à respecter. Quelques réflexes vont rapidement devenir des automatismes. Nous pouvons affirmer avec quelque fierté que nos examens sont conduits avec un esprit proche de celui présidant à la pose d'un cathéter veineux central.

Un appareil intelligent est compact, avec un clavier plat. Les autres configurations rendent la désinfection entre un peu et extrêmement plus compliquée. Une telle machine existe depuis 1982 (ADR-4000).

La philosophie de la sonde unique est importante, et ce livre explique comment y parvenir. L'usage de plus d'une sonde rend les manœuvres extrêmement contraignantes.

Nous allumons l'appareil avant tout contact avec le patient. Nous définissons comme zones « contact » les quelques zones qui seront touchées durant l'examen : sonde, clavier, flacon de produit si l'examen se prolonge (fig. 3.1). Nous définissons comme zones « interdites » toutes les autres parties, et évitons de les toucher sans raison majeure.

En fin d'examen, après avoir recouvert le patient et remonté les barrières, nous laissons la sonde sur le lit (à condition que le patient soit calme), allons laver nos mains, prenons à mains propres le produit de désinfection à demeure sur le toit de l'appareil, et versons le produit sur une compresse non tissée qui assure un travail efficace. Le stock de compresses est situé dans une zone « interdite » de l'appareil. Les lingettes humides traditionnelles ne nous semblent pas une parade sérieuse aux infections. À ce moment, le travail de désinfection est particulièrement simple, car centré sur les zones « contact ».

1. Le clavier plat est désinfecté en quelques secondes.
2. La sonde unique est nettoyée de façon centrifuge, du câble vers la sonde. Puis la sonde propre est remise sur son stand. Le stand est une zone « interdite » cruciale, car son nettoyage efficace

est très contraignant. Notre stand n'a pas besoin d'être désinfecté.

3. Le produit de contact, s'il a été utilisé plus d'une fois, est désinfecté. [Note sophistiquée : le corps de la bouteille (facile à nettoyer) est une zone « contact », le haut (difficile à nettoyer) est une zone « interdite ». De la sorte, une main propre tient la bouteille par le haut, l'autre main nettoie le corps sans aucune faute d'asepsie.]

Il n'est pas si interdit de toucher des zones « interdites » sans nécessité. Poser nonchalamment des mains ayant été en contact avec le patient sur le toit de l'appareil, mettre le produit de contact à même le lit, tenir le désinfectant avec des mains souillées est autorisé, à la stricte condition que l'utilisateur nettoie tout de façon logique et dans les moindres recoins. En suivant les points préconisés, dans l'ordre indiqué, le nettoyage est estimé à 30 secondes, et l'appareil est propre en permanence.

Quel désinfectant versons-nous sur notre compresse ? Nous n'aimons pas les produits destinés aux sols, qui pourraient endommager irréversiblement nos parties subtiles, notamment la silicone de la sonde. Les fabricants ont toujours donné des réponses obscures sur ce point, et il nous a fallu faire notre expérience avec les années. Depuis 1995, nous utilisons un nettoyant désinfectant bactéricide à large spectre, virucide fongicide et efficace sur norovirus, alkylamine à pH amphotère tensioactif neutre, qui n'a créé aucun dommage à notre sonde. Des auteurs ont proposé l'alcool à 70° comme une solution simple et efficace [7], mais une majorité d'auteurs ne suit pas cet avis. Un mélange d'aldéhyde et d'alcool a été recommandé [8], mais il fixerait les protéines.

Le gel est un milieu de culture pour les bactéries. Des procédures contraignantes sont décrites pour retirer toute trace de gel. Certains recommandent malgré tout un simple papier absorbant entre deux patients [9]. En réanimation, cette solution semble légère. Comme nous n'utilisons pas de gel, ce paragraphe peut être oublié.

Indications à une échographie

Nous estimons que l'admission dans un service de réanimation à elle seule constitue un signe de gravité formel. Nous estimons qu'un examen échographique est anodin, et ne peut donc apporter que des points positifs... à l'instar de l'examen physique.

Tableau III.II Compte rendu habituel d'échographie critique corps entier.

Hôpital Ambroise-Paré		Service de réanimation médicale			
Rapport d'ÉCHOGRAPHIE CRITIQUE Urgent / Programmé					
Nom		Jour DATE 2011		Heure	
D. Lichtenstein		Appareil: Hitachi EUB-405 - sonde microconvexe de 5 MHz		Cadre	Jour post-admission
Question clinique :					
Conditions, échogénéicité du patient : correct OU > AUTRE					
Status ventilatoire et position : ventilation mécanique / spontanée Volume tidal PEEP 02 Eupnée/dyspnée Patient non ou					
sédaté non ou curarisé position décubitus dorsal semi-assise fauteuil autre					
Items variés pour recherche prospective (auscultation, description de la radiographie)					
Thorax					
Droit poumon					
– stage 1 :					
– BLUE-point supérieur :					
– glissement pleural culminant : présent aboli					
– artefacts : prédominance A ou B, OU > AUTRE					
– BLUE-point inférieur : mêmes items					
– stage 2 :					
– latéral: fusées OU > AUTRE					
– effusion pleurale :					
– onsolidation :					
– point phrénique : Coupole : eutopique OU > AUTRE. Amplitude xxx mm					
– stage 3 :					
– PLAPS-point : PLAPS (+ détails) OU > AUTRE					
– stage 4 :					
– analyse de l'apex :					
– balayage postérieur complet :					
– texte libre additionnel					
Poumon gauche					
– mêmes items					
Médiastin					
Aorte thoracique (initiale, crosse, descendante) : normal OU > AUTRE					
Artère pulmonaire droite : visible OU > AUTRE					
Veine cave supérieure : visible OU > AUTRE Calibre expiratoire médio-latéral – Collapsus inspiratoire ou non					
Cœur (approche bi-dimensionnelle). Examen aisé OU > AUTRE					
Péricarde : sub-normal OU > AUTRE					
Ventricule gauche : texte libre					
– calibre diastolique – calibre systolique					
– soit : contractilité globale : basse normale exagérée					
– dilatation : absente modérée substantielle					
Ventricule droit : texte libre					
– volume : normal ou élargi					
– paroi libre : fine épaissie OU > AUTRE					
– ontractilité					
Autres éléments : texte libre					
Veines profondes					
Méthode de compression contrôlée, petit axe, bi-dimensionnelle					
Jugulaire interne (dominante : droite ou gauche) : libre OU > AUTRE					
Sous-clavière : libre OU > AUTRE					
VCI : exploration correcte, vaisseau libre OU > AUTRE					
Iliaque : exploration correcte, vaisseau libre OU > AUTRE					
Fémorale commune : libre OU > AUTRE					
Fémorale au point V : libre OU > AUTRE					
Poplitée : libre OU > AUTRE					
Surale : au moins partiellement (%) compressible OU > AUTRE					

Tête

Nerf optique droit (gauche) : Calibre xxx (hM) Micro-bombement : oui/non Sinuosité vérifiée : oui/non
 Sinus maxillaires (tête couchée/d'aplomb) (sonde nasogastrique : oui/non) **Droit (gauche) :** Sinusogramme absent OU présent Si présent : complet OU incomplet

Abdomen

Examen : optimal/sous-optimal (raisons : habitus, gaz, pansements, autres)

Epanchement péritonéal liquidien : absent OU > AUTRE

Pneumopéritoine : absent (glissement présent et/ou splanchnogramme) OU > AUTRE

Estomac : plein vide sonde gastrique visible in situ OU > AUTRE

Intestin grêle : péristaltisme présent ou aboli ou non accessible Parioi : fine OU > AUTRE Calibre : normal OU > AUTRE Contenu : anéchogène ou échogène Domaine non accessible

Côlon : Mêmes items Recherche de niveaux hydro-aériques

Aorte : régulière OU > AUTRE

Veine cave inférieure : Calibre expiratoire à la veine rénale gauche = xxx mm Patence :

Surrénales : analysées OU > AUTRE

Reins : cavités non dilatées OU > AUTRE

Vessie : pleine vide bien drainée Utérus :

Vésicule biliaire : Pas de douleur élective Non élargie (nn x nn mm) Parioi non épaissie (mm) Parioi régulière homogène Contenu anéchogène, ou sludge (%) Pas d'épanchement satellite péritonéal OU ABSENCE DE CES ITEMS

Foie : pas d'anomalie visible aiguë – pas de gaz portal – sur examen complet ou limité OU > AUTRE

Arbre biliaire : fin OU > AUTRE

Rate : taille normale OU > AUTRE Aspect homogène OU > AUTRE

Système porte : pas d'anomalie OU > AUTRE

Pancréas : normal en taille et échostructure OU > AUTRE

Retropéritoine : analysé OU > AUTRE

Autres éléments remarquables notés :

Divers

Rapport musculo-graisseux. Épaisseur du muscle crural droit

SYNTHÈSE

Une synthèse pratique est écrite (si le temps le permet) dans un style permettant à tout médecin, même sans culture échographique, de comprendre les points essentiels tirés de l'examen. Un rappel du geste thérapeutique immédiat effectué au décours de cette échographie est indiqué.

Le style de ce compte rendu a été désigné pour une impression papier rapide, même dans le cadre d'une garde surchargée. Il contient des données pertinentes chez un patient instable, en même temps que des données de routine chez un patient stabilisé. Il s'agit pratiquement d'une « photographie échographique » initiale, utile pour des comparaisons ultérieures.

Il n'est pas nécessaire de tout remplir. L'item « Patient non ou sédaté » peut sembler étrange, mais il est rapide de supprimer les mots adéquats avec le traitement de texte (ou au stylo sur papier déjà imprimé). La locution « OU > AUTRE » (le lien > permet d'un seul double clic de sélectionner et d'effacer ces deux mots), a été créé afin de lever toute ambiguïté sur le fait que l'item a été, ou non, exploré (manque de temps, région sans intérêt, etc). Les données positives comme négatives sont colligées. Des découvertes fortuites, aux conséquences plus lointaines (anévrisme de l'aorte quiescent, par exemple) sont notées pour prise en charge ultérieure.

Une simple intoxication médicamenteuse bénéficie d'une échographie pulmonaire, qui montrera déjà – mieux que la radiographie au lit – une pneumopathie basale d'inhalation. Trop souvent, et même dans des institutions prestigieuses, nous avons vu des patients dits complexes ne pas bénéficier d'une

échographie de routine à l'admission. Leur parcours était compliqué, et l'échographie était parfois finalement indiquée, mais trop tard. Une fois la cascade inflammatoire du sepsis bien lancée, tout devient plus compliqué... un moyen presque naturel de faire perdre de son efficacité à l'échographie.



Fig. 3.1 – Partition bactériologique de notre appareil. Seules les parties cerclées ont besoin d'un contact, et seront désinfectées après usage. On voit ici qu'un clavier plat se désinfecte immédiatement. Une sonde unique peut et doit être désinfectée avant d'être remise sur son stand. Sinon, il faut désinfecter le stand, ce qui est très contraignant. Il est inutile de toucher l'ensemble des parties rayées.

En pratique, nous menons une échographie corps entier à tout entrant dans notre réanimation, et la

répétons autant de fois que nécessaire. Trois étapes se succèdent. À l'admission pour le diagnostic initial. Peu après l'admission pour les procédures (voies veineuses, ponction des sites suspects). Au long cours pour la reconnaissance rapide des complications usuelles (pneumopathie, sinusite, thromboses...).

Références

1. Lichtenstein D, Biderman P, Chironi G, *et al.* (1996) Faisabilité de l'échographie générale d'urgence en réanimation. *Réan Urg* 5: 788
2. Slasky BS, Auerbach D, Skolnick ML (1983) Value of portable real-time ultrasound in the intensive care unit. *Crit Care Med* 11: 160-4
3. Harris RD, Simeone JF, Mueller PR, Butch RJ (1985) Portable ultrasound examinations in intensive care units. *J Ultrasound Med* 4: 463-5
4. Schunk K, Pohan D, Schild H (1992) The clinical relevance of sonography in intensive care units. *Aktuelle Radio* 2: 309-14
5. Lichtenstein D, Axler O (1993) Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit, a prospective study of 150 consecutive patients. *Intensive Care Med* 19: 353-5
6. Combes A, Mokhtari M, Couvelard A, *et al.* (2004) Clinical and autopsy diagnoses in the ICU: a prospective study. *Arch Intern Med* 164: 389-92
7. O'Doherty AJ, Murphy PG, Curran RA (1989) Risk of *Staphylococcus aureus* transmission during ultrasound investigation. *J Ultrasound Med* 8: 619-21
8. Pouillard F, Vilgrain V, Sinègre M, *et al.* (1995) Peut-on simplifier le nettoyage et la désinfection des sondes d'échographie ? *J Radiol* 76: 217-8
9. Muradali D, Gold WL, Phillips A, Wilson S (1995) Can ultrasound probes and coupling gel be a source of nosocomial infection in patients undergoing sonography? *Am J Röntgenol* 164: 1521-4

II Analyse organe par organe

L'« échographie générale » fut assimilée à l'« échographie abdominale » durant des décennies. C'est une petite partie de l'échographie critique, mais nous débuterons par ce domaine car il est classique, en ne donnant au jeune utilisateur que des éléments utiles à la compréhension de phénomènes critiques.

À l'opposé de l'échographie pulmonaire – un champ simple ne concernant qu'un organe –, l'abdomen est un lieu complexe, concentrant de nombreux organes. Ceci requiert une certaine expérience doublée d'une bonne connaissance en anatomie. Une suggestion d'analyse séquentielle est disponible p. 22 (tableau III.II).

Les figures suivantes ont été obtenues avec une sonde microconvexe de 5 MHz et une sonde sectorielle de 3,0 MHz.



Fig. 4.1 – Rate et rein gauche sur une coupe longitudinale. Noter la coupole rénale gauche (flèches) juste au-dessus de la rate (S). Le rein (K) est localisé dans la concavité splénique. Comme dans la figure 4.8, l'interface entre rate et rein est totalement distincte de la coupole. Les structures localisées au-dessus de la coupole ne peuvent être interprétées, elles peuvent être des artefacts fantômes de la rate aussi bien que des consolidations pulmonaires. Cette route n'est pas adéquate pour l'échographie pulmonaire.

Diaphragme

C'est un muscle vital qui sépare l'abdomen du thorax. Son analyse serait complexe, de par sa forme et ses relations avec des organes aérés (poumon, tube digestif), mais deux approches sont possibles.

1. Il était traditionnellement étudié par sonde abdominale au cours d'examen abdominaux à travers foie ou rate, sonde inclinée vers la tête du patient. L'hémi-diaphragme et les lignes pleurales formaient une large bande, hyperéchogène, curvilinéaire à concavité inférieure, couvrant le foie et la rate, et descendant à l'inspiration (fig. 4.1).
2. Avec une sonde microconvexe, l'analyse intercostale donne une vision du diaphragme totalement indirecte mais pleinement fonctionnelle, d'intérêt clinique. Ce sujet sera détaillé dans les chapitres 14 à 19.

Péritoine

La cavité péritonéale est normalement virtuelle, mais la ligne péritonéale est localisée précisément grâce à la dynamique du glissement péritonéal (fig. 4.2).

Rachis lombaire

C'est un repère important, reconnu sur une coupe transversale comme une large image (autour de 4 cm chez l'adulte) profonde, concave en arrière, arrêtant les ultrasons, avec deux gros vaisseaux flanquant son bord antérieur (fig. 4.3).

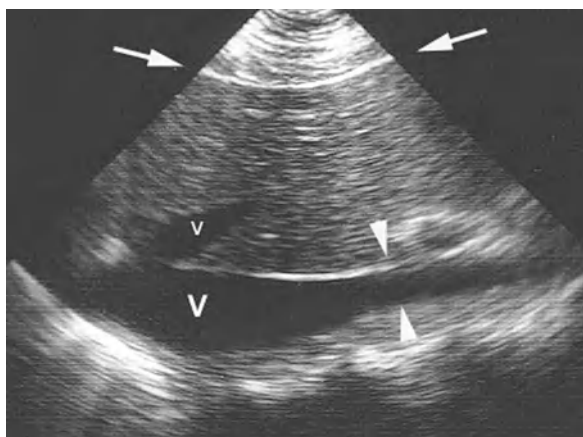


Fig. 4.2 – Veine cave inférieure (V), vue longitudinale. Noter le renflement (au V), fréquemment vu. Ce n'est pas là que nous mesurons son calibre, mais bien plus bas (tête de flèche). Notons aussi la veine hépatique médiane (v), à ne pas confondre avec la VCI. Les flèches indiquent la ligne péritonéale.

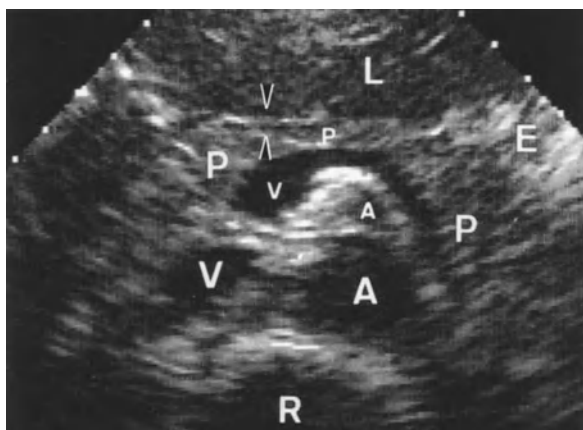


Fig. 4.3 – Pancréas, coupe transversale. De l'arrière à l'avant, on identifie le rachis (R), puis l'aorte (A) et la veine cave inférieure (V), puis la veine rénale gauche, puis l'artère mésentérique supérieure (a). Juste devant, la veine splénique (v) avec sa forme en virgule. La veine splénique forme la limite postérieure du pancréas, à présent localisé. Sa tête (P) est en contact avec la veine cave inférieure. L'isthme et le corps (p) sont en continuité avec la tête. Devant le pancréas, l'arrière cavité des épiploons, virtuelle (flèches), l'estomac (E) et le lobe gauche du foie (L) sont soulignés. Ces structures sont rarement toutes présentes sur une même coupe.

Gros vaisseaux

L'aorte abdominale descend sur la face antérieure du rachis, sur la gauche. Le calibre est régulier. Tronc cœliaque et artère mésentérique supérieure naissent de sa paroi antérieure (fig. 4.4), détails qu'on peut oublier dans notre propos.

La veine cave inférieure monte sur la face antérieure du rachis, à droite de l'aorte, puis passe en arrière du foie (fig. 4.2) et finit dans l'oreillette



Fig. 4.4 – Aorte abdominale. Coupe longitudinale, avec l'origine du tronc cœliaque (flèche) et l'artère mésentérique supérieure (flèches).

droite (fig. 4.5). Elle reçoit les veines rénales et les trois veines sus-hépatiques, juste avant l'entrée dans l'oreillette. Ses parois sont rarement parallèles, les mouvements observés sont amples ou nuls (mais sans saccade systolique). Chez de nombreux patients, elle peut être comprimée.

Avec tous ces points, aorte et veine cave inférieure ne peuvent être confondues.



Fig. 4.5 – Foie et veines sus-hépatiques. coupe oblique dans le plan des trois veines sus-hépatiques (v), qui confluent dans la veine cave inférieure (V), un peu avant son abouchement dans l'oreillette droite (H). Bien que réputées sans paroi visible, elles peuvent, comme la veine droite ici, être séparées du foie par une fine bande échogène.

Foie

Il peut être étudié par coupes longitudinales et transversales. Son anatomie est complexe à décrire, avec un lobe droit occupant tout l'hypochondre droit, et un lobe gauche plus petit, s'étendant vers l'épigastre. Les radiologues utilisent des coupes précises. La segmentation hépatique n'est pas utile



Fig. 4.6 – Bifurcation portale. Coupe quasi transversale (un peu oblique en haut et à gauche). Cette coupe montre la branche droite (R) pointant vers la droite, et la branche gauche (L), pointant aussi vers la droite. Les parois veineuses sont épaisses et hyperéchogènes. Les voies biliaires intrahépatiques sont antérieures à la bifurcation portale, et sont normalement à peine visibles (flèches). Voici une des rares figures de ce livre ayant un intérêt clinique modéré chez le patient critique.

au réanimateur. *Nous suggérons au débutant de ne pas investir trop d'énergie dans l'étude du foie, des voies biliaires et des structures portales, tant que d'autres domaines critiques (poumons, veines, cœur simple) ne sont pas maîtrisés.*

Plusieurs vaisseaux traversent le foie. Par des coupes plus ou moins transversales, de la tête aux pieds, on décrit :

- les trois veines sus-hépatiques, qui convergent vers la veine cave inférieure (fig. 4.5) ;
- la bifurcation de la veine porte (fig. 4.6) ;
- la veine porte, qui a atteint la partie inférieure du foie, par une route oblique à droite en montant (fig. 4.7).

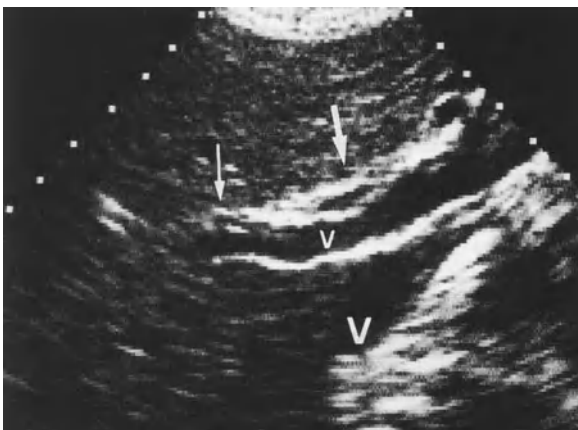


Fig. 4.7 – Veine porte, grand axe. La voie biliaire principale (flèche épaisse) et l'artère hépatique (flèche fine) passent en avant de la veine porte. La veine cave inférieure (V) passe derrière.

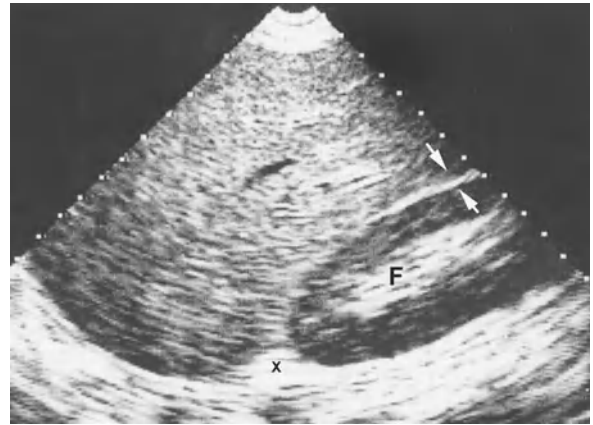


Fig. 4.8 – Foie et rein droit. Coupe longitudinale. Le rein a une taille normale dans son grand axe, des bords réguliers, une aire périphérique légèrement hypoéchogène, une aire interne échogène (F). L'interface (flèches) entre foie et rein (espace de Morrison) ne sera pas confondue avec le diaphragme. La technique de l'échographie pulmonaire, décrite p. 113-122, rend la confusion impossible. Noter pour les experts la loge surrénalienne (X).

- les voies biliaires intrahépatiques se détectent juste en avant de la bifurcation portale, parallèles à elle, très fines (fig. 4.6) ;

- la voie biliaire principale chemine devant la veine porte. Son calibre normal est inférieur à 4 mm* (7 mm pour certains) (fig. 4.7) ;

- la veine porte naît de l'union de la veine splénique, horizontale, venant de la rate (fig. 4.3), et de la veine mésentérique supérieure, visible en avant de l'aorte (voir fig. 6.17, p. 47).

Sur des coupes longitudinales, le foie est visible, de droite à gauche, devant le rein droit (fig. 4.8), puis la vésicule (fig. 4.9), la veine cave inférieure (fig. 4.2 VCI) et l'aorte (fig. 4.4).



Fig. 4.9 – La vésicule biliaire (G). Elle est habituellement située sous le foie et a une forme familière en poire. Elle est vue ici dans son grand axe, a des parois fines, une dimension normale et un contenu anéchogène.

Vésicule biliaire

Elle est située sous le foie droit, avec une forme familière en poire (fig. 4.9). On peut la trouver dans l'hypocondre droit, mais aussi dans de nombreuses places non régulières, creux épigastrique, fosse iliaque droite... ou encore dans le thorax entre deux côtes. Pour éviter de grosses confusions (kystes rénaux, duodénum normal, anévrisme aortique, etc.), la vésicule est détectée de façon imparable si l'on localise d'abord la branche droite du tronc porte, d'où naît en bas une ligne hyperéchogène, qui elle mène à la vésicule, ou du moins à la loge vésiculaire.

Les dimensions habituelles chez un adulte réanimé sont d'environ 50 mm dans le grand axe et 25-30 mm dans le petit axe. Le contenu est anéchogène. La paroi est mesurée par une coupe transversale de préférence, en privilégiant la paroi proximale, pour éviter les artefacts de tangence. Elle mesure en principe moins de 3 mm.

Reins

Le rein droit est localisé derrière et sous le foie droit. De la périphérie au centre, on peut décrire une zone grise puis blanche, puis noire. La zone grise correspond au parenchyme, avec des pyramides (médullaire) un peu moins échogènes que le cortex, sans grand intérêt dans le cadre de l'échographie critique. La zone blanche est centrale, riche en graisse et en interfaces. Les petites formations noires à peine visibles au centre de cette zone blanche sont dues aux calices, au pyélon, aux vaisseaux (fig. 4.8).

Juste sous la rate (fig. 4.1), le rein gauche est moins facile d'accès que le droit.

Au-dessus de chaque rein, la glande surrénale est normalement non identifiée dans sa graisse, de forme conique (fig. 4.8).

Au-dessous, le muscle psoas est reconnu, avec un aspect strié. Il descend, vertical, du rachis à l'aile iliaque.

Vessie

Vide, elle ne peut être détectée. Semi-pleine, elle donne une image liquidienne médiane au-dessus du pubis, de section plutôt carrée en coupe transversale (fig. 4.10) et piriforme en coupe longitudinale.



Fig. 4.10 – Vessie normale. Coupe transversale au-dessus du pubis. Sa forme un peu concave, presque carrée, indique une réplétion modérée.

Pleine, elle devient ronde. Le calibre usuel latéro-latéral d'une vessie pleine chez l'adulte est de 7 à 10 cm, avec sans doute de larges variations.

Pancréas et région coeliale

Nous suggérons fortement au débutant de ne pas investir trop d'énergie dans l'étude du pancréas, tant que d'autres domaines critiques (poumons, veines, cœur simple) ne sont pas maîtrisés. Le pancréas, avec le plexus coeliale, est une des régions les plus intriquées. Les vaisseaux avoisinants permettent sa localisation, avec, de l'arrière vers l'avant sur une coupe transversale, ces dix structures (fig. 4.3) :

1. Le rachis, large (4-5 cm*), arc échogène concave en arrière.
2. La veine cave inférieure à droite, l'aorte à gauche.
3. La veine rénale gauche, orientée horizontalement entre aorte et artère mésentérique supérieure.
4. L'artère mésentérique supérieure en petit axe, aisément localisée car entourée de graisse hyperéchogène.
5. La veine splénique, horizontale en virgule avec une terminaison large à droite, où elle reçoit la veine mésentérique supérieure. L'ensemble donne la veine porte.
6. Le pancréas est alors reconnu devant la veine splénique. La tête du pancréas est devant la veine cave inférieure. L'isthme et le corps sont parallèles à la veine splénique.

7. Le canal pancréatique principal (Wirsung) est visible dans la glande (quand l'équipement est de qualité), dans son grand axe.
8. L'arrière-cavité des épiploons, virtuelle.
9. La portion horizontale de l'estomac, encore plus en avant.
10. Le foie gauche.

Les dimensions maximales d'un pancréas normal* sont de 35 mm à la tête, 25 mm à l'isthme et 30 mm au corps [1]. Le tronc coélique est localisé sur un plan supérieur, donnant l'artère splénique allant à gauche, l'artère hépatique allant à droite, allant s'appliquer contre le tronc porte, sur sa face antérieure.

Tous ces détails sont rarement d'intérêt au médecin de première ligne.

Rate

Chez un patient en décubitus dorsal, il faut la chercher assez postérieurement. La technique est celle

de la détection du PLAPS-point gauche – décrite p. 116 – et visant juste plus bas.

Localisée sous la coupole gauche, la rate a une forme familière convexe/concave, et est homogène (fig. 4.1).

Anatomie échographique normale d'un patient en réanimation

Aux descriptions précédentes, il faut juste ajouter la sonde gastrique (voir fig. 6.8, p. 43), la sonde urinaire (voir fig. 9.12, p. 70), les cathéters veineux centraux (voir fig. 12.5, p. 89) et la sonde d'intubation (voir fig. 24.11, p. 245).

Référence

1. Weill FS (1985) Pathologie pancréatique. In: Weill FS (Ed) L'ultrasonographie en pathologie digestive. Vigot, Paris, p. 345-75

* Valeurs chez l'adulte.

La détection d'un épanchement péritonéal ou d'un pneumopéritoine est d'une grande importance chez un patient instable. Le péritoine tapisse la majeure partie du tractus digestif et des organes abdominaux. L'abdomen est une zone dont l'analyse est traditionnellement conditionnée par les gaz. Or, la simple analyse de ces gaz peut mener à une laparotomie en urgence. Nous traitons l'abdomen avant le poumon pour des raisons didactiques, mais nous emprunterons, pour la sémiologie des artefacts aériques, à la terminologie pulmonaire (lignes A, B...) en ajoutant le préfixe G pour *Guts* (anses digestives en anglais).

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour investiguer le péritoine.

Diagnostic positif d'épanchement péritonéal

La recherche de sang libre est une application si basique qu'elle symbolise pour beaucoup l'échographie en tant qu'outil de l'urgentiste.

L'épanchement donne des signes caractéristiques.

1. L'aspect transsonore ne peut être retenu comme critère diagnostique, à notre avis, puisque les collections les plus graves sont échogènes (sang, pus...).
2. La localisation. Elle peut être diffuse chez un patient en décubitus dorsal. Les radiologues ont décrit cinq sites, qui ont été repris par des chirurgiens. À notre avis, c'est une application typique de l'échographie pour sonographistes (c'est-à-dire bac + 3), à qui l'on demande des coupes très standardisées afin de permettre au radiologue de faire son rapport au calme. L'échographie faite à deux (un réalisateur, un lecteur) n'est *pas* l'échographie critique. Nous avons certes entendu parler de ces cinq sites, mais il ne nous semble pas bien compliqué de balayer l'abdomen, une région pas si étendue (par rapport

notamment au poumon). Ceci étant dit, nous allons décrire ces sites usuels (fig. 5.1).

La localisation du diaphragme permet d'éviter toute confusion avec un épanchement pleural (fig. 5.2). Voir chapitre 14 p. 116 pour des détails basiques.

On cherche l'effusion :

- autour du foie. On peut explorer les derniers espaces intercostaux, où l'aspect est caractéristique (fig. 5.3). Nous soulignons d'emblée cette localisation très haute ;
- autour de la rate : mêmes commentaires (fig. 5.4) ;

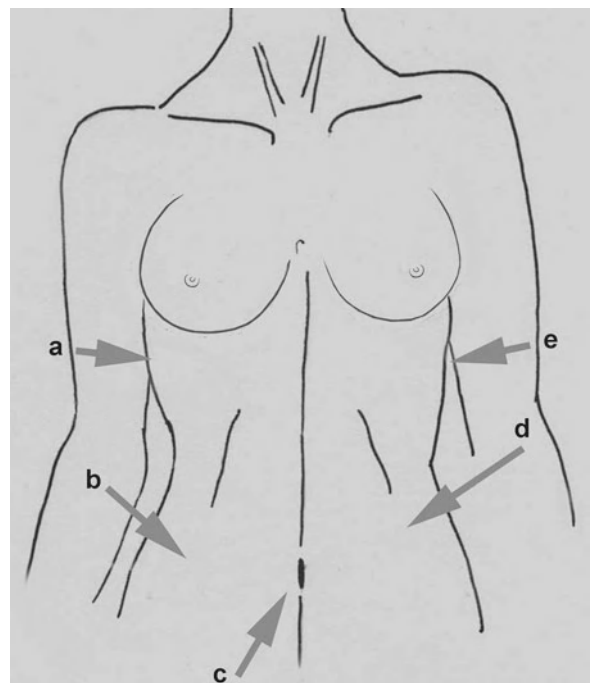


Fig. 5.1 – Les 5 sites classiques de recherche traditionnelle d'épanchement péritonéal : (a) hypochondre droit, (b) flanc droit, (c) pelvis, (d) flanc gauche, (e) hypochondre gauche. Noter que nous avons placé les flèches A and E en plein thorax et non pas sous les côtes.

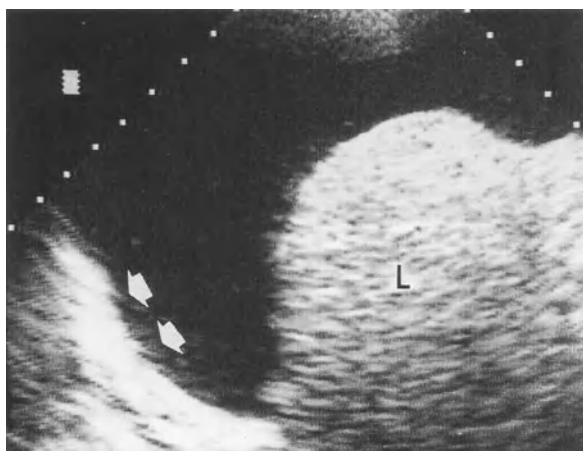


Fig. 5.2 – Épanchement volumineux supra-hépatique, coupe longitudinale. La coupole (flèche) est séparée du foie (L) par l'effusion, un signe d'épanchement péritonéal. Le ton anéchogène suggère le transsudat.

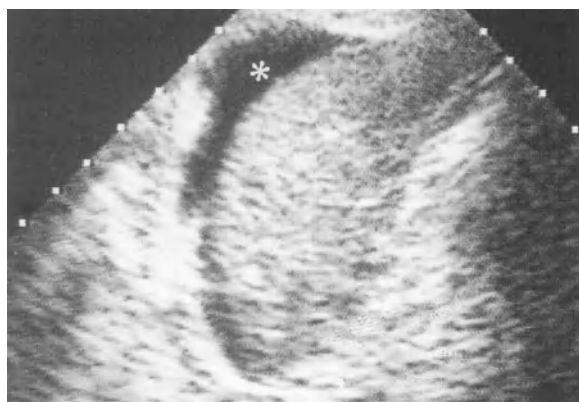


Fig. 5.4 – Épanchement périssplénique (astérisque), clairement identifié quoique minime. La forme lunaire, entre rate et diaphragme, est un équivalent à minima du signe de l'aile de chauve-souris. Coupe longitudinale.



Fig. 5.3 – Minime effusion pré-hépatique (flèches noires), en coupes intercostales. Elle est ici anéchogène. Son épaisseur varie avec le cycle respiratoire, dessinant une sinuséide. On peut parfaitement ponctionner un tel épanchement, à cet endroit. Cette figure indique aussi la loge surrénalienne (flèches blanches) pour le chapitre 10.

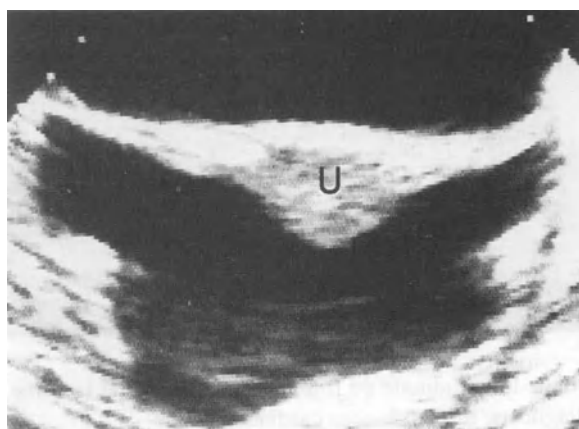


Fig. 5.5 – Cet épanchement pelvien substantiel isole l'utérus (U) et le ligament rond. Coupe transversale supra-pubique.

- aux flancs ;
- dans le pelvis (poche de Douglas) (fig. 5.5, et voir fig. 9.13, p. 71).

La poche de Morrison est une zone familière, mais que nous trouvons redondante dans le cadre d'une analyse libérale.

3. La forme est caractéristique. La collection est convexe en dehors et concave en dedans, car elle entoure les organes péritonisés : foie, vésicule, vessie, tube digestif, etc. (fig. 5.6). Pour ce signe basique, nous suggérons le terme de signe de l'aile de chauve-souris (fig. 5.7) – à ne

pas confondre avec le signe de la chauve-souris, base de l'échographie pulmonaire (voir chapitres 14-19). À l'inverse, les fluides encapsulés (vésicule, vessie, kyste rénal, liquide digestif, etc.) ont des limites partout convexes. Une image fluide avec limites convexes ne peut correspondre à du liquide péritonéal libre. Un balayage montre qu'un épanchement péritonéal est une structure ouverte, tandis qu'un fluide encapsulé donne une forme fermée (l'image apparaît puis disparaît au cours du balayage).

Commentaire spécial : Dans le pelvis, sur une coupe transversale lue hâtivement, un épanchement péritonéal pourrait simuler une vessie mi-pleine, avec sections un peu carrées (voir fig. 9.13, p. 71). Le fluide se collecte dans la poche de Douglas, qui ne peut générer d'aile de chauve-souris. On se sort



Fig. 5.6 – Épanchement péritonéal substantiel. Illustration du signe de l'aile de chauve-souris (voir fig. 5.7). L'effusion permet une analyse fine des anses : mur ici fin et régulier, sans villosités (donc de type iléal), contenu échogène et homogène.



Fig. 5.7 – Le signe de l'aile de chauve-souris, illustré à partir de la figure 5.6 : chaque bord est concave en dedans. Signe d'intérêt majeur quand l'épanchement est échogène.

aisément de ce piège très modeste par un balayage transversal avec manœuvre large de Carmen, qui vérifie simplement si le toit se ferme (vessie) ou s'ouvre (liquide péritonéal).

4. Aspects dynamiques. Nous verrons au chapitre 15 qu'un épanchement pleural donne le signe dit de la sinusoïde, lié au changement de volume pulmonaire. Au niveau abdominal, il n'y a pas de poumon, mais la sonde peut exercer (si c'est indolore) une pression qui résulte en une diminution de l'épaisseur de l'épanchement, par étalement. Un terme suggestif pour cet aspect est le signe de la sinusoïde induite (fig. 5.8). Des anses

dansant dans l'épanchement sont un équivalent de ce signe.

La sensibilité est haute pour détecter des épanchements même minimes [1]. Une effusion substantielle va remplir toute la cavité péritonéale et souligner les organes. L'analyse des anses digestives devient aisée.

Des effusions périhépatiques peuvent être distinguées d'effusions pleurales si l'approche intercostale est utilisée, détectant en premier le diaphragme (fig. 5.2 et voir fig. 15.4 p. 125). Si la route sous-costale a été utilisée, la notion que seul un épanchement pleural peut aller derrière la veine cave inférieure fonctionne (voir fig. 15.1 p. 123).

Enfin, l'échographie élimine rapidement ce que l'examen physique aurait pu prendre pour un épanchement. Elle nous permet régulièrement d'éviter d'insérer une aiguille dans un agglomérat d'anses pleines de liquide, un piège subtil de l'examen physique (fig. 5.9).

Diagnostic de nature de l'épanchement

En réanimation, l'épanchement péritonéal est fréquent (38 % dans nos séries initiales). L'aspect anéchogène indique généralement le transsudat, mais se voit dans des cas d'exsudat et d'hémopéritoine. Obstacle au retour veineux (ventilation mécanique, défaillance cardiaque droite), fuite capillaire, hypertension portale sont des causes de transsudat. La plupart de ces étiologies ont des aspects échographiques caractéristiques. Des épanchements séreux multiples (pleural, péricardique, péritonéal) indiquent souvent une balance hydrique positive, ne nécessitant pas en principe de ponction exploratrice, mais nous avons une politique plus directe avec ces patients complexes (voir ci-après).

L'effusion peut contenir une multitude d'échos, remuant doucement comme en apesanteur au rythme de la respiration : le signe du plancton (voir fig. 15.10 p. 128). Ce ne peut être le fait d'un transsudat, mais d'une péritonite, d'un hémopéritoine, d'une ascite hémorragique... (fig. 5.10). Des septations indiquent l'inflammation, généralement une péritonite (fig. 5.11). Nous savons bien que ces septations ne sont pas visibles au scanner.

Notre politique de ponction libérale chez le patient critique, même pour les épanchements transsonores, dès que le tableau n'est pas parfaitement expliqué, se justifie par le rapport bénéfice/

Fig. 5.8 – Signe de la sinusoiide induite. *Gauche*, suspicion d'épanchement péritonéal, malgré l'aspect échogène. *Droite*, mode temps-mouvement, indiquant que l'image n'est pas solide.

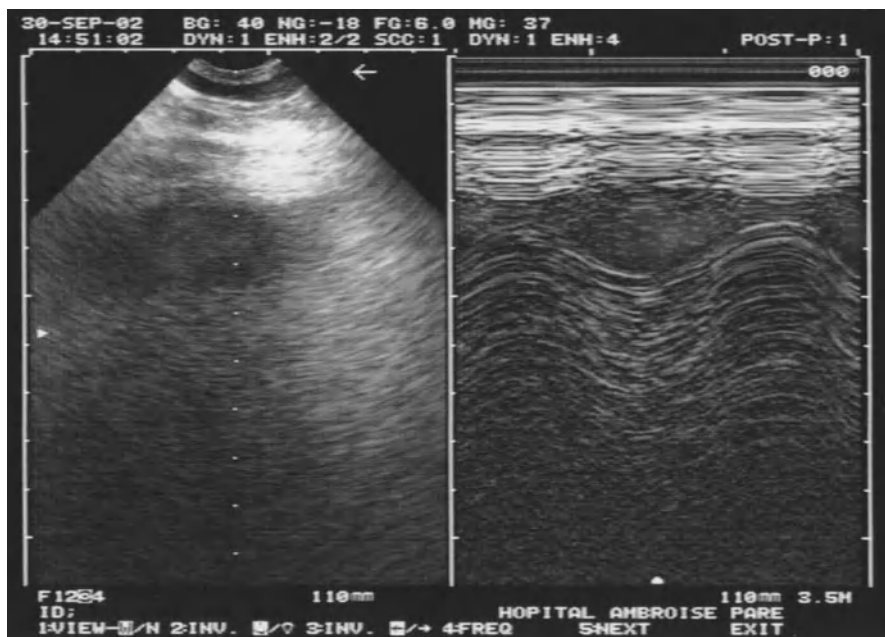


Fig. 5.9 – Un piège subtil. Ce patient avait une matité de la fosse iliaque gauche. Une échographie a permis d'éviter la ponction, qui eût pu être non productive, voire... sanglante. Elle montre l'absence d'épanchement péritonéal et l'agglomérat d'anses (*l*) au contenu totalement liquidien.

risque inégalable qu'offre cette médecine visuelle (voir chapitre 26).

Hémopéritoine

Cette simple application permet le diagnostic rapide de saignement chez le patient traumatisé, la femme fécondée, etc. Notre appareil est opérationnel en 7 secondes, pendant lesquelles la sonde et le produit de contact sont manipulés. C'est un *protocole rapide*.



Fig. 5.10 – Hémopéritoine traumatique. Sur une coupe longitudinale de l'hypocondre gauche, cette masse qui entoure l'estomac (*E*) ressemble à une belle rate. Cette image invalide paisiblement la pratique répandue où un sonographe pratique l'examen, et un radiologue le lit à froid, car il est impossible sur cette image de voir qu'il s'agit d'un hémopéritoine, avec signe du plancton au sein de la masse, et détection, plus en arrière, d'une vraie rate (du reste fracturée chez ce patient).

Quelques secondes de plus sont nécessaires pour trouver l'épanchement par un balayage libéral (nous n'utilisons pas les sites traditionnels). Détecter un liquide libre est une urgence extrême, générant une nouvelle hiérarchie des rôles, comme nous l'avions



Fig. 5.11 – Péritonite. Cette effusion contient de multiples septations (usuellement jamais vues au scanner). Péritonite à pneumocoque.

souligné dès 1992 [2]. Trois types peuvent être décrits :

- image anéchogène ;
- signe du plancton (fig. 5.10), suggestif de sang libre ;
- masse échogène hétérogène par caillottage rapide. Cet aspect bloque l'opérateur qui utilise une approche traditionnelle (qui définit l'épanchement comme une image transsonore). L'épanchement caillotté peut être mêlé aux nombreuses structures abdominales (anses digestives, épiploon...) (voir fig. 9.19 p. 73). La figure 29.3 (p. 277) prouve que le sang peut devenir échogène en quelques secondes. Le signe de l'aile de chauve-souris est le moyen le plus efficace pour sortir de cet apparent problème. Dans des cas subtils, le caillottage se fait en couches successives, créant l'illusion d'anses. Ce piège est très souvent évité par l'utilisation de coupes intercostales (abdominales), car un sérum surnageant est très souvent présent en zones culminantes, et il n'y a plus qu'à insérer une aiguille pour immédiatement prouver l'hémorragie.

Une coupe providentielle peut démontrer le site de saignement, montrant une image de rupture parenchymateuse, et même à l'occasion de tourbillon systolique autour d'une aorte anévrysmale rompue, mais il ne faut pas y compter. C'est l'heure d'une laparotomie d'extrême urgence.

En contexte traumatique, l'échographie a remplacé le lavage péritonéal [3]. Elle permet d'accélérer la laparotomie chez les traumatisés du tronc [4].

Nous consacrons un simple paragraphe à cette application salvatrice, c'est-à-dire pas plus que dans notre édition de 1992, pour laisser la place

aux multiples autres applications dans l'espace de ce livre. Nous sommes par ailleurs heureux de voir que ce petit paragraphe avait inspiré des équipes qui surent montrer que des champs traditionnellement couverts par des technicien(ne)s pouvaient aussi l'être par des docteurs [5].

Note : quelques termes de l'édition anglaise sont restés intraduisibles, mais la signification n'est pas altérée.

Péritoine

Elle peut compliquer le cours de tout séjour en réanimation. L'examen physique est difficile chez ces patients sédatisés. Les radiographies génèrent en général une irradiation inutile.

Chez tout patient présentant un problème aigu, la détection d'un épanchement péritonéal est une piste. Un épanchement minime est plus suspect qu'un épanchement large, usuellement vu en cas de cirrhose, de surcharge hydrique. Les effusions échogènes, les septations multiples suggèrent la péritonite (fig. 5.11). La présence de gaz dans la collection [6] semble rare. Notre politique de ponction libérale clarifie régulièrement des situations complexes chez de tels patients. La détection d'un pneumopéritoine permet aussi le diagnostic (voir section suivante). Des pseudo-membranes entourant les viscères génèrent des couches échogènes avec épaississement apparent des parois. L'analyse du tractus digestif est riche en information (voir chapitre 6). Des parois épaissies, un péristaltisme aboli sont des anomalies menant très souvent à la laparotomie.

Comme d'habitude, l'échographie donne un temps d'avance, avant que les signes cliniques ne deviennent trop évidents.

Pneumopéritoine

Le potentiel de l'échographie à détecter le pneumopéritoine est rarement exploité. La barrière aérique avec ombre acoustique, visible sous le foie, dans la poche de Morrison, déjà décrite [7], est insuffisante. Les gaz étant légion dans cette région, nous proposons des signes plus standardisés.

Nous reprenons point par point la sémiologie du pneumothorax (voir chapitre 18), car la logique est la même [8]. Nous appliquons donc notre sonde dans une direction Ciel-Terre chez un patient en

décubitus dorsal. Le gaz libre se collecte sur une zone très accessible.

Signes préliminaires normaux à décrire

1. Le glissement péritonéal est le terme que nous suggérons pour cette dynamique du feuillet viscéral du péritoine qui bouge avec la respiration contre un feuillet pariétal immobile (fig. 5.12).
2. Le splanchnogramme est un terme que nous suggérons pour toute structure anatomique détectée sous la ligne péritonéale. Ce peut être le foie, une anse digestive, une graisse mésentérique. Il peut être appelé hépatogramme, iléogramme, stéatogramme (voir figs 5.2 à 5.10). Un splanchnogramme indique clairement qu'aucune interposition gazeuse n'est présente entre le péritoine pariétal et l'organe visualisé. Ne pas confondre *splanchnique* (d'un viscère) avec *splénique* (de la rate).
3. Aérogramme. Ce terme se référera à toute structure qui donnera des artefacts. La ligne G (G pour *guts*) est un label suggéré pour tous ces artefacts naissant des gaz abdominaux. Ils peuvent être décrits avec la même précision que les artefacts thoraciques. Nous décrivons donc les lignes de répétition horizontales de la ligne péritonéale comme les lignes A pulmonaires, les lignes en queue de comète verticales bien définies et longues (etc.) comme les lignes B, les

lignes en queue de comète mal définies et courtes (etc.) comme les lignes Z. Pour bien éviter toute confusion avec des lignes naissant du thorax (voir fig. 19.4, p. 78), nous ajouterons le préfixe « G ». Les artefacts abdominaux seront ainsi appelés lignes GA, GB et GZ.

Signes de pneumopéritoine (fig. 5.13)

Ils peuvent, comme pour le pneumothorax, être organisés dans un arbre décisionnel.

1. Abolition du glissement péritonéal (fig. 5.14). Ce signe est observé dans la plupart des cas de pneumopéritoine libre. Les patients avec une histoire abdominale (adhérences) ou avec une (quasi) absence de dynamique diaphragmatique auront eux aussi un glissement aboli. Ce signe se retrouve ainsi chez 8 % des patients n'ayant pas de pneumopéritoine (au scanner).

La visualisation d'un glissement conservé en zone culminante permet d'éliminer, au lit, le diagnostic de pneumopéritoine.

2. Aérogramme (soit absence de splanchnogramme). Seuls des artefacts naissent de la ligne péritonéale. Ce signe est constant en regard du pneumopéritoine. C'est aussi un signe usuel chez un patient météorisé, et des signes plus avancés sont nécessaires. Un splanchnogramme est un signe précieux pour

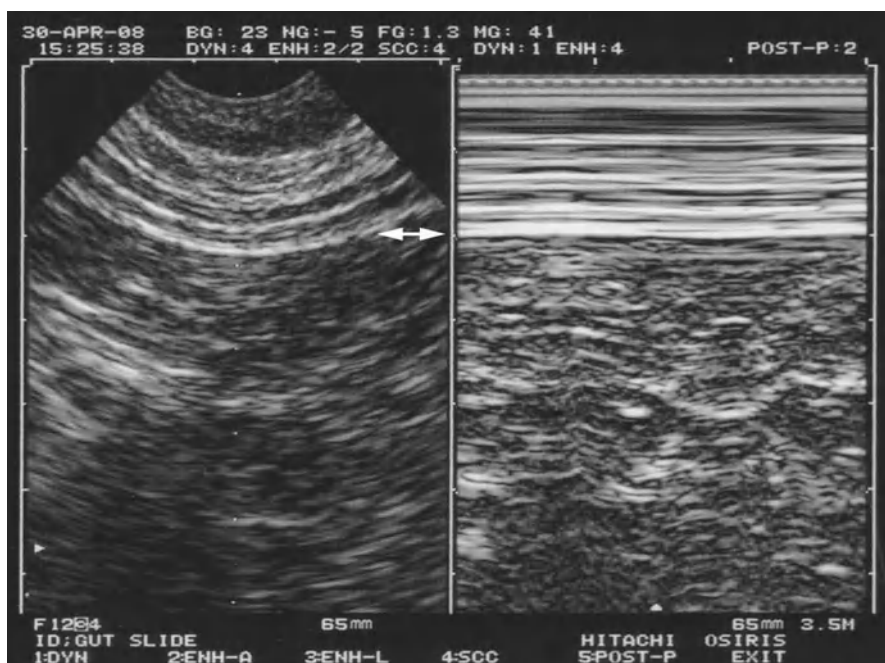


Fig. 5.12 – Glissement péritonéal. Aspect sablé sous la ligne péritonéale, aspect strié régulier au-dessus. Cet aspect rappelle le signe du bord de mer de la sémiologie pulmonaire. Flèche : niveau de la ligne péritonéale.

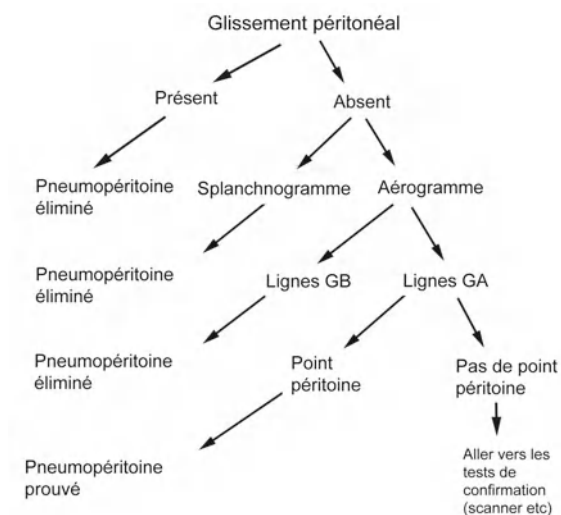


Fig. 5.13 – Arbre décisionnel pour le diagnostic de pneumopéritoine.

éliminer le pneumopéritoine dans les cas où le glissement péritonéal est aboli.

3. Absence de lignes GB. Dans nos observations de pneumopéritoine, des lignes GB ne sont jamais vues. Des lignes GA (ou GZ, même signification) sont exclusivement observées, et sont donc un signe sensible de pneumopéritoine. Le principe de la ligne A est détaillé au chapitre 18.

4. Le « point péritoine ». Ce signe est l'exact équivalent du point poumon, traité au chapitre 18.

Il a une sensibilité de 50 % et est totalement spécifique.

5. Autres signes. De nombreux autres signes pourraient être ajoutés. Les changements posturaux influent sur la sémiologie, mais nous n'aimons pas tourner ces patients fragiles et choqués.

Pièges prévisibles

Le glissement peut être plus ou moins ample. La péritonite peut donner un glissement très faible par simple hypopnée antalgique.

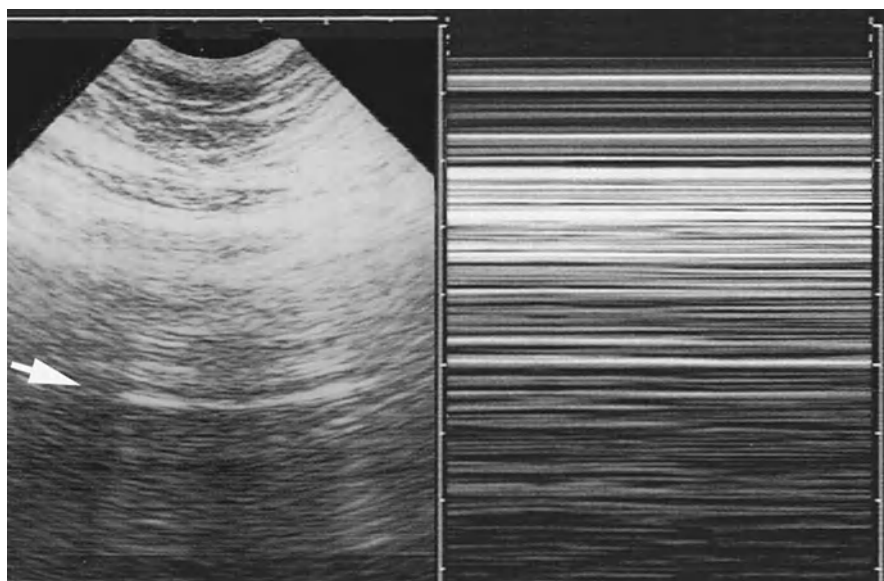
Un estomac distendu va venir contre la paroi antérieure, rendant le glissement dur à détecter et susceptible de générer des lignes GA. De fait, la localisation fiable d'un estomac à un autre endroit, dilaté ou non, sera précieuse.

Une forme minimale avec seulement quelques bulles devrait donner un échec diagnostique mais nous attendons notre premier cas pour conclure.

Avantage de l'échographie

Dans les désordres abdominaux aigus, l'échographie peut depuis plusieurs décennies remplacer les radiographies de coupes, toujours délicates chez ces patients fatigués, choqués, ou ventilés. À présent, même face au scanner, l'échographie permet le plus souvent la réponse, avec l'avantage sans appel d'éviter le transport au scanner (voir chapitre 19).

Fig. 5.14 – Pneumopéritoine. Gauche (temps-réel) : barrière aérienne massive avec artefacts de répétition horizontaux (ligne « GA », flèche). Droite (temps-mouvement) : ce mode objective l'absence complète de glissement.



Échographie interventionnelle

Devant tout épanchement péritonéal non parfaitement expliqué, nous pratiquons la ponction échographique assistée. Avec cette médecine visuelle, le rapport bénéfice/risque est sans appel. Ceci est d'un apport précieux chez ces patients complexes, et nous trouvons cette attitude plus sûre que le risque de réfléchir autour d'une table au sujet d'un épanchement certes transsonore, mais chez un patient dont le cours nous échappe. Cette politique nous donne régulièrement raison (taux réel en cours d'étude).

Nous utilisons presque toujours une aiguille verte de 21 Gauge. L'échographie a l'avantage majeur d'autoriser la ponction dans des zones non autorisées. Ponctionner en fosse iliaque droite avec le cæcum en vue, près de l'ombilic avec les

vaisseaux épigastriques identifiés (fig. 5.15), même entre deux côtes basses, est routinier chez nous. La procédure est simple : la ponction est faite juste après localisation échographique (sauf si les cibles à éviter ont une proximité millimétrique), et n'est donc pas écho-guidée (voir chapitre 26). Pourquoi compliquer un geste aussi simple ?

Exceptionnellement, la ponction de petits épanchements localisés dans le pelvis chez des patients âgés a été en échec. Possiblement, le péritoine pariétal lâche serait refoulé par l'aiguille. Dans ce cas, persister à enfoncer l'aiguille plus que de raison serait délétère pour les organes plus profonds. Ici, une procédure écho-guidée peut être requise, mais même elle peut rester délicate.



Fig. 5.15 – Les vaisseaux épigastriques. Une coupe transverse para-ombilicale doublée d'une manœuvre de Carmen montre que ces deux éléments sont des tubules (flèches). Noter l'épanchement péritonéal en profondeur.

Références

1. Ferrucci JT, Vansonnenberg E (1981) Intra-abdominal abscess. *JAMA* 246: 2728-33
2. Lichtenstein D (1992) *General ultrasound in the critically ill*. First Ed. Springer, Paris, pp. 27-8
3. Rose JS, Levitt MA, Porter J *et al.* (2001) Does the presence of ultrasound really affect computed tomographic scan use? A prospective randomized trial of ultrasound in trauma. *J Trauma* 51: 545-50
4. Melniker LA, Leibner E, McKenney MG, *et al.* (2006) Randomized controlled clinical trial of point-of-care, limited ultrasonography for trauma in the emergency department: the first sonography outcomes assessment program trial. *Ann Emerg Med* 48: 227-35
5. Rozycki GS, Ochsner MG, Feliciano DV, *et al.* (1998) Early detection of hemoperitoneum by ultrasound examination of the right upper quadrant: a multicenter study. *J Trauma* 45:878-83
6. Taboury J (1989) *Échographie abdominale*. Masson, Paris, p. 246-9
7. Gombergh R (1985) *Atlas illustré des indications classiques et nouvelles de l'échographie*. Polaroid, Paris
8. Lichtenstein D, Mezière G, Courret JP (2002) Le glissement péritonéal, un signe échographique de pneumopéritoine. *Réanimation* 11 [Suppl 3]: 165

Le tube digestif est un organe vital. Son analyse échographique n'était pas coutumière, car les gaz étaient considérés comme une gêne (fig. 6.1). Pourtant, presque chaque segment de ce tractus peut être concerné par un désordre légal. Il est pratiquement toujours possible de mettre en évidence au moins une petite portion des 7 m de la portion abdominale.

L'analyse du pneumopéritoine au chapitre 5 a montré que les gaz intra- ou extra-digestifs ont des présentations distinctes. Nous verrons, comme toujours en échographie critique, les signes statiques (artefacts, parois) puis les signes dynamiques, d'importance majeure.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cette investigation.



Fig. 6.1 – Lignes U. La sonde est appliquée sur un abdomen riche en gaz. Ces gaz stoppent la progression des ultrasons et masquent toute structure sous-jacente. Noter toutefois qu'on peut décrire ces images comme des U inversés – d'où le label suggéré. Aspect d'anses coliques.

Tube digestif normal : signes statiques

En l'absence de barrière aérique, le tube digestif peut être analysé. L'épaisseur pariétale, à peu près constante de l'estomac au côlon, varie de 2 à 4 mm [1].

Devant une barrière gazeuse, le tube digestif peut quand même être analysé, par l'information fournie par les artefacts notamment. Voir la description des lignes GA, GB, GZ au chapitre 5, p. 38. Les lignes U sont un exemple d'artefacts aériques (fig. 6.1). Les artefacts en queue de comète étroits, bien définis, longs, rappelant les lignes B pulmonaires (voir fig. 17.2, p. 147) sont sans doute liés à des villosités jéjunales.

Tube digestif normal : un signe dynamique fondamental, le péristaltisme

Le péristaltisme digestif est un signe majeur. Organe vital, le tube digestif est animé d'un mouvement permanent, comme les poumons, le cœur, les vaisseaux (fig. 6.2).

Le péristaltisme génère une dynamique alternant contractions et dilatations [2]. Un péristaltisme s'objectifie en quelques secondes. C'est l'aspect du sujet normal. Une observation prolongée (une minute) peut être nécessaire pour affirmer l'abolition du péristaltisme.

Le péristaltisme peut être vu dès l'estomac (antre au moins) jusqu'à l'iléon, mais ne semble pas visible, sauf erreur d'observation, au niveau colique.

De nombreuses situations ne sont pas en mesure d'abolir le péristaltisme :

- la ventilation mécanique associée aux morphino-mimétiques, autres sédatifs et mêmes curares ;
- un épanchement péritonéal même massif n'est pas une condition abolissant en soi le péristaltisme ;
- une récente laparotomie, même ayant porté sur le tube digestif. Nous avons observé un

Fig. 6.2 – Péristaltisme.
Gauche, observation temps réel d'une anse (M) au sein d'un épanchement péritonéal. *Droite*, temps-mouvement. Ces lignes obliques (flèche) démontrent un péristaltisme actif. Cette simple figure invalide par ailleurs le dogme selon lequel l'épanchement péritonéal par lui-même inhiberait le péristaltisme.



péristaltisme du grêle clairement présent 24 heures après une colectomie.

Même quand le tube digestif est rempli de gaz, le péristaltisme peut rester visible, sous forme d'une dynamique caractéristique, qu'on pourrait appeler le signe échographique du péristaltisme gazeux (fort concurrencé alors par une simple auscultation).

Œsophage

L'œsophage cervical descend derrière la trachée, mais peut être visible discrètement à sa gauche (voir fig. 24.11, p. 245).

L'œsophage thoracique supérieur, dont la visibilité par approche externe dépend de la fenêtre acoustique cardiaque, est reconnu comme une structure tubulaire aplatie passant dans l'angle entre cœur et aorte descendante (fig. 6.3).

Chez le patient critique, la sonde gastrique mais surtout son ombre acoustique franche crée un repère qui permet la localisation de l'œsophage. Le ballon œsophagien d'une sonde de Blakemore peut être vu derrière l'oreillette gauche (fig. 6.4).

L'œsophage pénètre l'abdomen juste devant l'aorte (fig. 6.5).

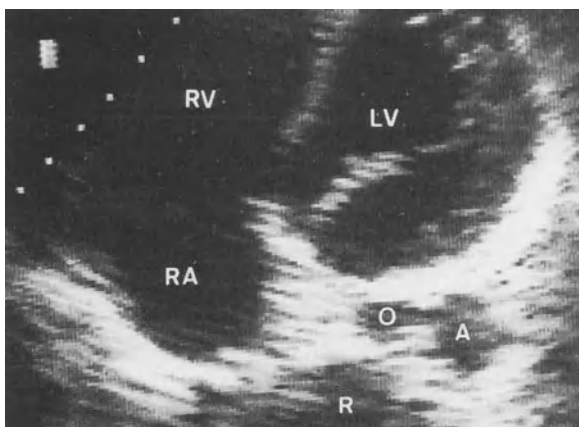


Fig. 6.3 – Œsophage thoracique. Coupe para-apicale cardiaque, transverse. L'œsophage (O) est entouré du rachis (R), l'oreillette droite (RA), le ventricule gauche (LV) et l'aorte descendante (A).

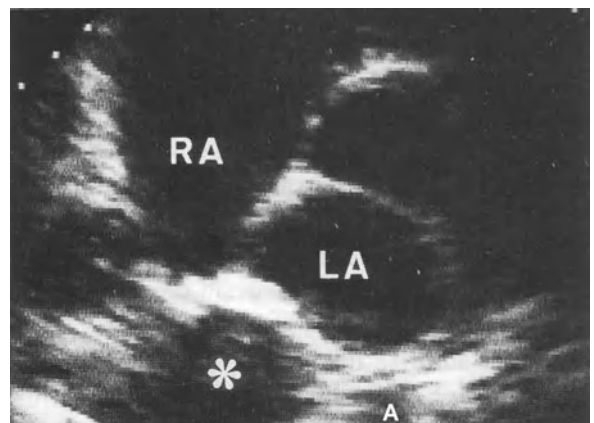


Fig. 6.4 – Sonde de Blakemore. Le ballon œsophagien gonflé (astérisque) refoule la paroi postérieure de l'oreillette gauche (LA).

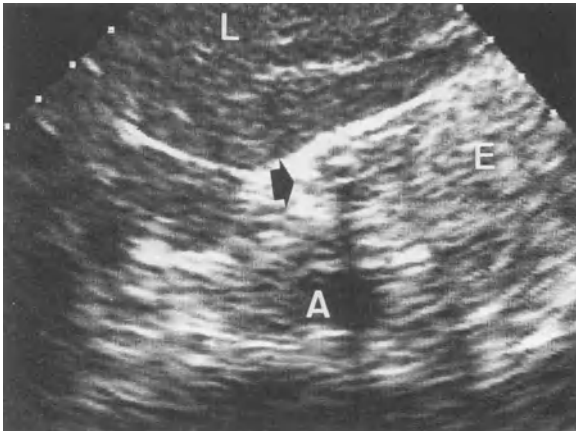


Fig. 6.5 – Œsophage abdominal. On le voit (flèche) devant l'aorte (A), derrière le lobe hépatique gauche (L) et se continuant dans l'estomac (E). Noter l'ombre postérieure franche naissant du tube gastrique (flèche), un repère efficace. Coupe épigastrique transversale.



Fig. 6.7 – Comment nous cherchons la portion verticale de l'estomac à travers la rate. Noter de gauche à droite une partie du poumon (avec artefact pulmonaire), un foie hypertrophique stéatosique (échostructure claire), la rate et l'estomac (ici distendu). Coupe longitudinale du point phrénique gauche.

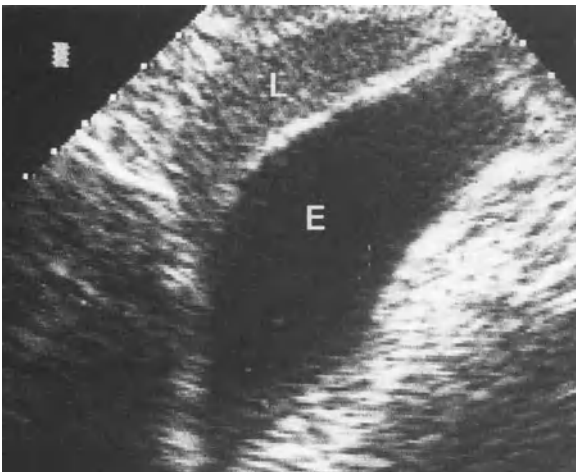


Fig. 6.6 – Portion verticale de l'estomac (E), soulignée par un contenu fluide anéchogène. Coupe longitudinale. L, lobe gauche hépatique – hypertrophié.

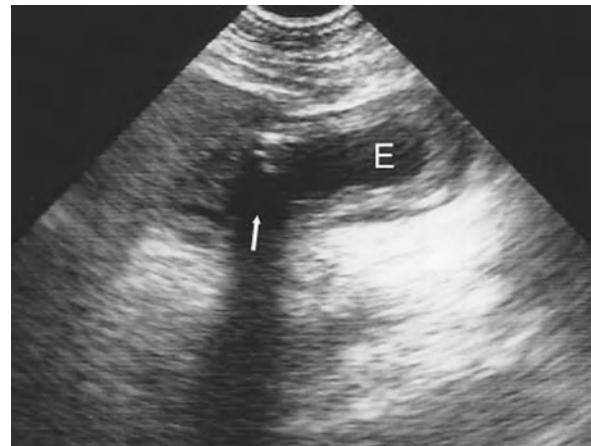


Fig. 6.8 – Sonde nasogastrique – d'emblée détectée par son ombre acoustique (flèche) plus que par le tube. Portion horizontale de l'estomac (E), juste sous le foie. Noter avec quelle précision on peut mesurer l'épaisseur pariétale. Contenu transsonore. Coupe épigastrique longitudinale.

Estomac

Sa portion verticale (fundus) passe entre foie et rate (fig. 6.6). On la voit mieux par abord très latéral, dans la concavité de la rate (fig. 6.7).

Sa portion horizontale (antre), analysée par approche épigastrique en coupe longitudinale, est arrondie ou ovoïde, sa taille étant fonction de son état plein ou vide (fig. 6.8).

Duodénum

Ce n'est pas un segment pour le débutant. Le bulbe duodénal suit le sphincter pylorique. Le second

duodénum descend verticalement et entoure la tête pancréatique. Nous en parlons pour mettre à l'esprit que des séquestrations liquidiennes duodénales ne doivent pas être prises pour des masses pathologiques (vésicule, veine cave, aorte...). Le troisième duodénum passe entre aorte et artère mésentérique supérieure.

Intestin grêle

On peut presque toujours étudier au moins quelques anses. Le jéjunum est reconnu par ses villosités (fig. 6.9). L'iléon a une structure tubulaire lisse (voir fig. 5.6, p. 35). Voir plus bas (occlusion



Fig. 6.9 – Anse jéjunale dilatée. La paroi, parfaitement soulignée entre épanchement péritonéal et contenu fluide, est fine. Le liquide est ici hypoéchogène. Le calibre de cette anse est de 30 mm. Les villosités jéjunales sont visibles (signe du squelette de poisson). Occlusion du grêle. Coupe transverse de la région pelvienne.

intestinale) d'autres signes de grêle. L'observation montre que les conditions sévères affectant le tube digestif retentissent sur son ensemble. Ainsi, l'analyse d'un seul segment peut être riche d'informations. Sont accessibles :

1. Le péristaltisme (voir *supra*).
2. Le calibre. Il est normalement de 11-13 mm.
3. L'épaisseur pariétale. Elle est de 2 à 4 mm [1]. Cette mesure est facilitée quand une phase liquidienne est présente de part et d'autre, comme un épanchement péritonéal, fréquent dans ces désordres critiques, et un contenu liquidien (fig. 6.9).
4. Le contenu : peut être échogène (voir fig. 5.6, p. 35) ou hypoéchogène (fig. 6.9). L'intérêt de cette distinction est en cours d'investigation.

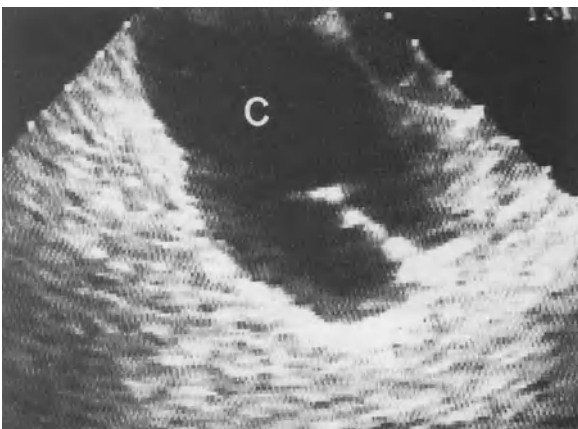


Fig. 6.10 – Le cœcum (C) en coupe longitudinale. La séquestration liquidienne le rend aisé à identifier. Autant de liquide vu de façon diffuse chez un patient en choc signe pratiquement le diagnostic de participation hypovolémique, déjà.

Côlon

C'est une structure tubulaire avec haustrations visibles (figs 6.10 et 6.11), sans péristaltisme identifiable. Le côlon ascendant et le côlon descendant sont des structures verticales passant par les flancs. Le côlon transverse est horizontal passant par la région épigastrique, distinct de l'estomac.

Rectum

Nous n'avons toujours pas trouvé d'indication pour une échographie à ce niveau.

Désordres aigus graves

Œsophage

Avant de voir les rares urgences œsophagiennes, citons une application utile dans l'extrême urgence : la reconnaissance d'une intubation œsophagienne. (Voir fig. 24.11, p. 245.)

La rupture œsophagienne est souvent diagnostiquée avec un retard qui aggrave son pronostic déjà lourd. L'échographie peut casser ce cercle vicieux. Un examen de routine devant tout drame thoraco-abdominal montrera d'emblée un de ces éléments : pneumothorax, emphysème cervical sous-cutané (voir fig. 18.14, p. 169), épanchement pleural, de type complexe (mélange initial de gaz et liquide

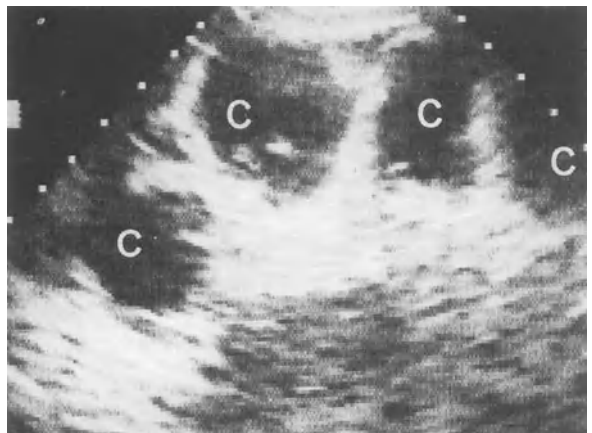


Fig. 6.11 – Côlon descendant et ses haustrations. Images rondes, ici anéchogènes, empilées le long du flanc gauche sur une coupe longitudinale (C). Une légère manœuvre de Carmen montre que ces structures communiquent. Patient en choc hypovolémique.

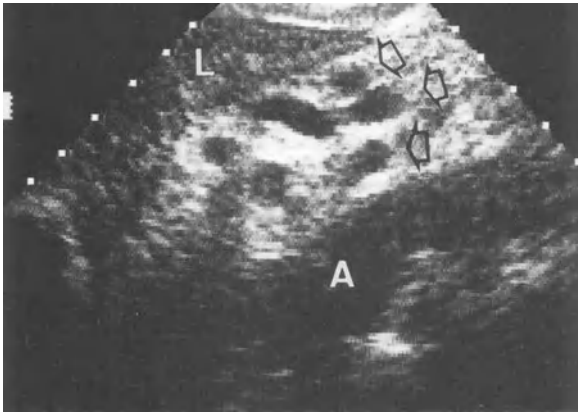


Fig. 6.12 – Varices œsophagiennes. Sur cette coupe longitudinale, plusieurs images tubulaires anéchogènes sont visibles sous le foie. La manœuvre de Carmen montre qu’elles communiquent le long du petit épiploon (flèches). Varices coronaires stomachiques (L, foie ; A, aorte).

digestif), invitant à une ponction rapide, qui ramènera un liquide vite purulent.

Dans l’hémorragie digestive, l’échographie ne remplace pas la fibroscopie, mais la liste de ses avantages figure dans le chapitre 29 qui détaille une conduite à tenir. Devant une hémorragie, la détection de varices œsophagiennes fournit un argument immédiat en faveur de l’hypertension portale, cause ou non de l’hémorragie. Elles donnent des structures anéchogènes tubulaires le long de la petite courbure gastrique notamment (fig. 6.12). D’autres signes d’hypertension sont classiques (voir chapitre 7).



Fig. 6.13 – Sonde de Blakemore, ballon gastrique. Cette structure arciforme qui pourrait mimer une ligne « U » arrête les échos (flèche). En échoscopie, on peut le voir mobilisé quand une traction est exercée sur le tube, et il épouse la grosse tubérosité (but de cette sonde). Coupe épigastrique transversale. L, foie.

Une sonde de Blakemore-Linton peut être insérée par guidage échographique quand le morphotype est favorable (sinon, l’opérateur a le loisir de procéder classiquement, attendant la radiographie). La position intragastrique de la sonde, avant gonflement, est vue par la marque de son ombre acoustique franche. Le ballon gastrique peut alors être gonflé. Il forme une image arciforme hyperéchogène, convexe vers la sonde, qui arrête les échos en arrière. La sonde est alors retirée. Quand le ballon est arrêté par le dôme gastrique (son but même), on peut encore le visualiser (voie trans-splénique) (fig. 6.13). Le ballon œsophagien peut alors être gonflé. Il forme une image arrondie visible en lieu de l’œsophage, derrière l’oreillette gauche (fig. 6.4).

Estomac et duodénum

Détecter un estomac vide prend quelques secondes et peut éviter les six heures traditionnelles de jeûne préopératoire. Trouver un résidu gastrique lors d’une alimentation entérale est aussi rapide.

La dilatation gastrique aiguë est une cause de trouble abdominal aigu, et c’est une cause rare (mais aisée à voir d’emblée) de dyspnée aiguë.

Une rétention liquidienne gastrique donne une collection massive avec multiples particules échogènes, comme en apesanteur, et souvent un niveau hydro-aérique (fig. 6.14). Cet aspect est souvent pris au début pour un abcès splénique, mais la rate sera vue plus en arrière. Quant à une stase gastrique sur estomac ectopique, elle sera facilement prise pour un épanchement pleural par un débutant qui ne cherchera pas le signe de la ligne pulmonaire (voir p. 124).

Une stase gastrique peut être associée à l’ulcère bulbaire [3].

Le positionnement correct d’un tube d’alimentation dans la lumière gastrique peut se voir par le cône d’ombre franc généré (fig. 6.8). On voit bien la fin du tube quand elle se situe dans l’antrum.

L’ulcère gastroduodéal relève de la fibroscopie, mais donne une irrégularité de la paroi, qui est épaissie. La stase gastrique peut orienter [3]. Un pneumopéritoine (traité au chapitre 5), une collection visible en dehors du duodénum sont aussi évocateurs [4].

L’estomac est une fenêtre acoustique pour explorer le pancréas. On peut exploiter ce potentiel en emplissant l’estomac de fluide, avec léger décubitus droit pour chasser les bulles d’air vers le fundus [5].

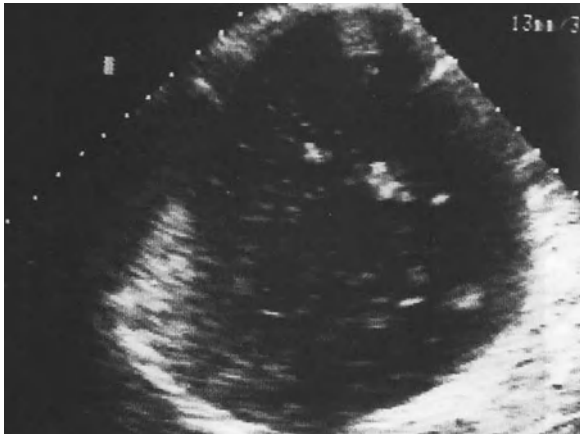


Fig. 6.14 – Dilatation gastrique aiguë. Stase liquidienne majeure. Le contenu est hétérogène avec particules alimentaires hyperéchogènes. Coupe épigastrique transversale. Patient en dyspnée aiguë – amendée par la vidange gastrique – cause rare mais écho-décelable de dyspnée aiguë.



Fig. 6.15 – Parois digestives épaissies. Trois anses sont visibles en petit axe. L'épaississement pariétal est substantiel, bien mesurable entre épanchement péritonéal et contenu liquidien.

Un estomac replet peut enfin être localisé dans le but, certes hypothétique, de mener une gastrostomie percutanée au lit sous guidage échographique.

Des intoxications caustiques occasionnent un œdème diffus le long du tube digestif, avec paroi épaissie et hypoéchogène. Cet aspect, une éventuelle complication (épanchement pleural, péritonéal) peuvent faire partie du suivi.

Intestin : introduction

L'échographie va jouer un rôle de premier plan par rapport aux radiographies, et même à la coloscopie et au scanner. Deux points d'impact sont accessibles chez le patient critique.

1) Abolition du péristaltisme. Voir la description plus haut. L'observation a montré une haute corrélation entre un péristaltisme aboli et la présence d'un drame abdominal, type infarctus mésentérique ou perforation digestive. La présence d'un péristaltisme est dans ce cadre un signe rassurant. Dans une série de 20 patients considérés pour chirurgie d'urgence, dont 7 avaient effectivement une urgence opératoire, le péristaltisme était aboli dans ces 7 cas, et la spécificité du signe était de 77 % [6]. En conséquence, ce signe présente un intérêt de débrouillage certain.

2) Épaississement pariétal (fig. 6.15). On l'observe dans de nombreuses situations sévères. Même en cas de désordre focal, une large partie du

tube digestif présente le signe, providentiellement quand l'accès aux anses est limité.

Intestin grêle : désordres ischémiques aigus

Nous avons groupé des désordres tels qu'ischémie mésentérique, infarctus mésentérique, et nécrose mésentérique. Les causes classiques sont une occlusion artérielle, ou veineuse, ou sans doute plus souvent dans nos murs, un bas débit. On sait que ce diagnostic est difficile, et que le délai est un facteur aggravant [7]. La radiographie peut montrer des gaz pathologiques (aéroportie, pneumatose intestinale). La tonométrie a été tentée. La sonographie-Duplex serait intéressante dans les obstructions artérielles, mais ne remplacerait pas l'artériographie. On a même proposé la laparotomie au lit, exploratrice, mais cet examen limité à l'extérieur ne peut juger, sans ouverture, d'une atteinte muqueuse. La coloscopie est utile pour les localisations coliques. Le scanner, outre ses inconvénients classiques (voir p. 174 du chapitre 19), apporte son lot de faux négatifs.

Dans ce contexte difficile, on ne voit pas pourquoi on se passerait de l'échographie basique. Nos observations montrent en général une abolition complète et diffuse du péristaltisme. La sensibilité de ce seul signe est 87 %, la spécificité de 75 % dans une population non sélectionnée et 88 % dans une population sélectionnée pour suspicion clinique [6]. Un petit pourcentage de patients réanimatoires

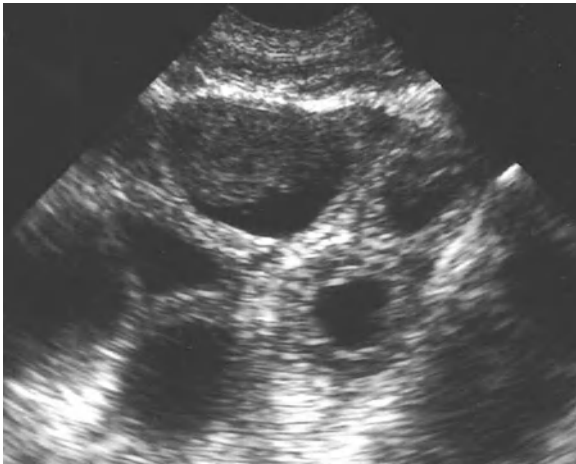


Fig. 6.16 – Infarctus mésentérique. Épaississement de la paroi (observable sur une large partie du grêle). L’abolition du péristaltisme est frappante au niveau de cet organe vital, qui devrait bouger en permanence. Coupe pelvienne.

(12 %) sans atteinte digestive présentent une abolition du péristaltisme. L’épaississement pariétal n’est retrouvé que chez 50 % de nos patients atteints d’ischémie, et il est modéré, de 5 à 7 mm (fig. 6.16). Un épanchement péritonéal est présent dans la moitié des cas. L’aéroportie est rare mais quasi spécifique (voir figs 7.2 et 7.3, p. 52).

La littérature décrit des anses dilatées, une abolition du péristaltisme, une paroi très fine (1 ou 2 mm) dans les causes artérielles, et épaisse dans les causes veineuses [8, 9]. Dans les cas vus

tardivement, des microbulles pariétales, un épanchement péritonéal, une aéroportie, un abcès hépatique, une thrombose veineuse mésentérique ont été décrits [10, 11].

La veine mésentérique supérieure est souvent accessible (fig. 6.17). Une compression peut se faire (chez le patient non algique) grâce au mur du rachis, permettant une appréciation sans Doppler (voir chapitre 12).

Le Doppler pourrait trouver une place s’il montre des signes de perfusion altérée [12, 13]. Nous attendons de collecter assez de cas pour statuer si ces signes sont redondants ou non avec les autres.

Gros intestin : désordres ischémiques aigus

En cas d’ischémie ou nécrose colique, le péristaltisme grêlique apparaît presque toujours aboli. Nous voyons souvent une paroi colique épaissie (fig. 6.18).

Colite pseudo-membraneuse

Le but est de sélectionner les demandes de colonoscopie. Les signes échographiques, insuffisamment décrits dans la littérature [14], montrent un épaississement marqué de la paroi colique, un collapsus endoluminal, une fréquente ascite hémorragique. Nos rares observations ont aussi montré des images en débris flottant dans un fluide endoluminal, signe évoquant une dissection pariétale.



Fig. 6.17 – La veine mésentérique supérieure (V). Les jeunes opérateurs la prennent souvent pour une veine cave inférieure, qui ne passe pas devant l’aorte, mais à sa droite (A). La bonne qualité de l’image rend possible l’étude du contenu veineux, ici anéchogène. Une manœuvre de compression comprime complètement la lumière. Coupe longitudinale.



Fig. 6.18 – Ischémie colique. Section petit axe du côlon descendant. La lumière est virtuelle, mais la paroi peut bien être mesurée, ici à 7 mm.

Occlusion intestinale

Ce diagnostic faisait appel aux radiographies d'abdomen, avec les problèmes des patients allongés. Pour une irradiation supplémentaire, le scanner a remplacé la radiographie. L'échographie est une alternative rapide, montrant :

1. Une dilatation des anses [15].

Un jéjunum dilaté a un aspect caractéristique (fig. 6.9). Pour distinguer un iléon dilaté d'un côlon normal, la meilleure piste est de considérer que le côlon est un cadre entourant l'intestin grêle. Des anses centrales, toutes du même calibre, sont un excellent signe d'iléon.

2. Un niveau hydro-aérique

Deux manœuvres sont possibles :

– le signe du remous. La sonde étant doucement appliquée au zénith de l'abdomen d'un patient en décubitus dorsal, un aspect gazeux sera observé. Une petite pression (si non douloureuse) est appliquée avec la sonde et surtout la main libre (voir fig. 11.9, p. 84). Quand la pression chasse la collection gazeuse, une collection fluide apparaît immédiatement. À ce niveau de pression, de petits mouvements appliqués au bord du lit vont créer des remous, lesquels génèrent un aspect caractéristique : succession soudaine de phases fluides et gazeuses (fig. 6.19). Ce signe ne nécessite pas de longue explication ;

– cette manœuvre (sans nom) : la sonde est appliquée transversalement sur la paroi antérieure de l'abdomen (pointant donc vers le sol), puis est glissée vers la gauche, de sorte qu'elle se trouve parallèle au sol. La gauche de l'écran regarde ainsi la

paroi antérieure de l'abdomen, la droite de l'écran la paroi latérale. De sorte, la phase gazeuse est à gauche de l'image, la phase liquide à droite, ce qui fait que l'interface gaz/liquide est au milieu de l'écran, du sommet vers le bas. Si à présent, la sonde est déplacée encore plus latéralement (donc vers le postérieur), l'ultrason atteindra d'abord la phase liquide, avant d'être stoppé par la phase gazeuse. On verra ainsi, « par en bas », le niveau hydro-aérique, trait plus ou plus ondulé du fait du remous permanent (fig. 6.20).

Une fois le diagnostic fait, l'échographie temps réel précise des détails dynamiques que ni radiographie ni scanner ne peuvent montrer : l'absence totale de mouvement dans l'iléus paralytique, des mouvements de va-et-vient inefficaces dans les obstacles.

Un épanchement péritonéal est possible – son analyse (ponction) peut être instructive.

Séquestration fluide digestive

Chez un patient choqué, la détection de séquestration liquidienne intra-intestinale (figs 6.6, 6.10 et 6.14) assume immédiatement un mécanisme hypovolémique causé par des désordres digestifs. Un balayage permet d'évaluer la masse liquidienne, qui peut atteindre plusieurs litres.

Comme l'échographie peut détecter un méléna sous la forme aspécifique mais sensible d'une masse liquidienne dans le tube digestif, on peut considérer cet examen comme le plus précoce à détecter une hémorragie, avant l'apparition de signes cliniques ou biologiques (fig. 6.21).

Fig. 6.19 – Occlusion avec niveau hydro-aérique. Démonstration du signe du remous par le mode temps-mouvement. *Gauche*, temps réel : barrière aérique à la gauche, image fluide à la droite de l'écran. *Droite*, temps-mouvement : le niveau hydro-aérique a été doucement remué et le remous créé est la source de ces changements soudains, entre transmission hydrique et barrière aérique, exactement là où est le niveau.

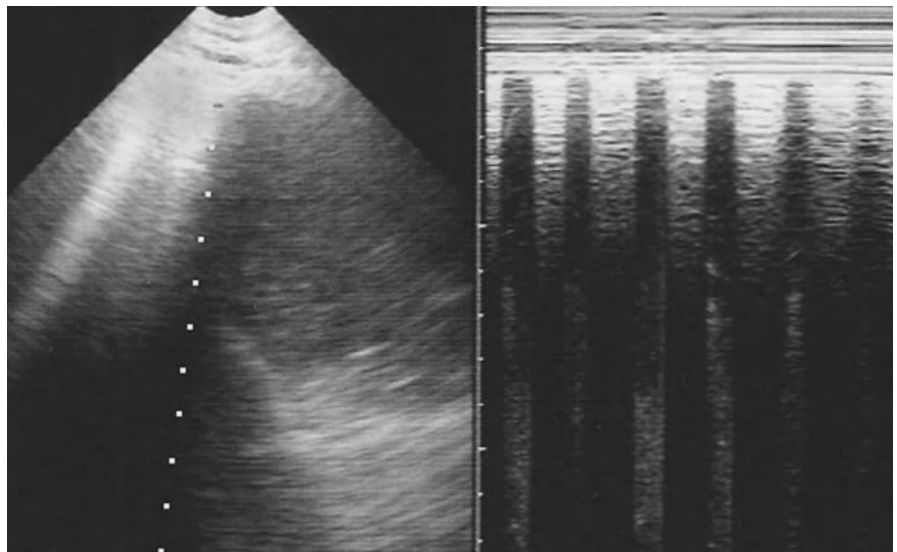
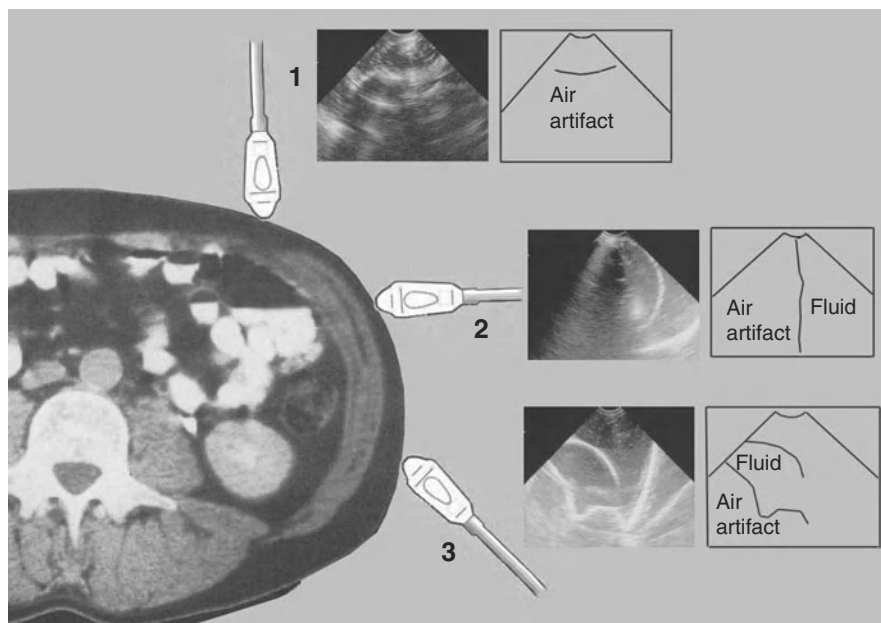


Fig. 6.20 – Occlusion avec niveau hydro-aérique. La sonde n° 1 est verticale. Le gaz stoppe les ultrasons, avec ligne horizontale sur l'écran. La sonde n° 2 est posée à l'horizontale du niveau hydro-aérique. À droite de l'image, du liquide. À gauche de l'image, l'analyse est délicate, car les artefacts aériques sont tangentiels. La sonde n° 3 atteint le niveau hydro-aérique par le bas. Elle inscrit ainsi le liquide d'abord, puis l'artefact aérique. Cette ligne artefactuelle est oblique, car les ultrasons droits atteignent cette ligne plus tôt que les ultrasons gauches. L'interface hydro-aérique a une dynamique permanente, caractéristique d'un niveau hydro-aérique, une variante du signe du remous.



Divers

La mucite se rencontre chez des patients oncologiques. Quelques observations ont montré un épaississement pariétal et un péristaltisme aboli.

L'appendicite et de nombreuses semi-urgences ne sont pas du champ de cet ouvrage. Une appendicite compliquée de péritonite entre en revanche dans notre cadre (voir Péritonite). L'invagination intestinale aiguë donne des signes suggestifs à

l'occasion [16]. Parmi quelques signes de volvulus du grêle, l'artère mésentérique supérieure peut être vue à droite de la veine (« *whirlpool sign* »).



Fig. 6.21 – Méléna. Le contenu de cette portion du grêle, soulignée par l'ascite (BWS : *bat wing sign*), est hypoéchogène, indiquant du liquide. Il n'est pas incorrect de dire que cet aspect liquidien, vu de façon routinière chez un patient dont le premier épisode d'hémorragie venait d'être jugulé, était le premier signe d'une hémorragie digestive, précédant tous les autres signes.

Références

- Schmutz GR, Valette JP (1994) Échographie et endosonographie du tube digestif et de la cavité abdominale. Vigot, Paris, p. 16
- Weill F (1985) L'ultrasonographie en pathologie digestive. Vigot, Paris, p. 455-56
- Tuncel E (1990) Ultrasonic features of duodenal ulcer. *Gastrointest Radiol* 15: 207-10
- Deutsch JP, Aivaleklis A, Taboury J, et al. (1991) Échotomographie et perforations d'ulcères gastroduodénaux. *Rev Im Med* 3: 587-90
- Smithius RHM and Op den Orth JO (1989) Gastric fluid detected by sonography in fasting patients: relation to duodenal ulcer disease and gastric-outlet obstruction. *Am J Roentgenol* 153: 731-3
- Lichtenstein D, Mirolo C, Mezière G (2001) [Abolition of GI tract peristalsis, an ultrasound sign of mesenteric infarction]. *Réanimation* 10 [Suppl] 1: 203
- Benjamin E, Oropello JM, Iberti TJ (1993) Acute mesenteric ischemia: pathophysiology, diagnosis and treatment. *Disease-a-Month, Mosby, Vol 39, n° 3: 129-212*
- Fleischer AC, Muhletaler CA, James AE (1981) Sonographic assessment of the bowel wall. *Am J Roentgenol* 136: 887-91
- Taboury J (1989) Échographie abdominale. Masson, Paris, p. 253-5
- Porcel A, Taboury J, Aboulker CH, et al. (1985) Aéroportie et infarctus mésentérique: intérêt de l'échographie. *Ann Radiol* 28: 615-7
- Kennedy J, Cathy L, Holt RN, Richard R (1987) The significance of portal vein gas in necrotizing enterocolitis. *Am Surg* 53: 231-4
- Teefey SA, Roarke MC, Brink JA, et al. (1996) Bowel wall thickening: differentiation of inflammation from ischemia

- with color Doppler and duplex ultrasonography. *Radiology* 198: 547-51
13. Danse EM, Van Beers BE, Goffette P, *et al.* (1996) Acute intestinal ischemia due to occlusion of the superior mesenteric artery: detection with Doppler sonography. *J Ultrasound Med* 15: 323-6
 14. Downey DE, Wilson SR (1991) Pseudomembranous colitis: sonographic features. *Radiology* 180: 61-4
 15. Mittelstaedt C (1987) *Abdominal Ultrasound*. Churchill Livingstone, New York
 16. Kairam N, Kaiafis C, *et al.* (2009) Diagnosis of pediatric intussusception by an emergency physician-performed bedside ultrasound: a case report. *Pediatric Emergency Care* 25: 177-80

Le plus volumineux des organes pleins répond à la définition de l'échographie critique, pas tant en termes de fréquence (les urgences vitales extrêmes relevant de l'échographie sont rares) mais d'impact immédiat (aéroportie).

Quelques vues du foie suffisent pour documenter des pathologies diffuses, et les coupes intercostales partielles, peu acceptables en radiologie, peuvent ici parfaitement répondre à certains problèmes critiques.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cette investigation, spécialement pour les coupes intercostales. Nous n'avons pas besoin des sondes abdominales. Leur intérêt semble être de pouvoir faire des mesures du foie, ce qui est d'intérêt pour le radiologue mais moins pour le réanimateur. Notons que la mesure du foie, qui n'entre pas encore dans le cadre de l'échographie critique, fait de l'échographie une science experte. À supposer qu'à la lumière de certains travaux (en cours), on ait intérêt à connaître cette taille pour la gestion et le suivi de patients critiques, notre sonde peut le réaliser aussi bien.

Aéroportie

Ce diagnostic est sans doute le grand intérêt de l'analyse hépatique chez un patient en choc, car il permet instantanément d'évoquer l'infarctus mésentérique. On sait que la reconnaissance d'une aéroportie requiert une chirurgie immédiate [1, 2], mais que le pronostic est alors sombre [3]. Toutefois, ces notions sont de l'ère pré-échographique. Dans notre expérience, l'échographie a un temps d'avance sur la radiographie, et rend encore utile une chirurgie d'extrême urgence.

L'aéroportie a été décrite, chez l'adulte, dans le volvulus, la colite ulcéreuse, les abcès abdominaux, toutes causes de chirurgie en urgence [3].

Nous considérons deux signes d'aéroportie :

– *aéroportie statique*. Nous suggérons ce terme pour des images punctiformes hyperéchogènes (elles n'ont pas d'ombre acoustique) disséminées dans le foie et usuellement périphériques. L'aspect évoque finalement une consolidation pulmonaire avec bronchogrammes aériques (fig. 7.1) ;

– *aéroportie dynamique*. Nous suggérons ce terme pour la détection de particules hyperéchogènes entraînées dans le flux de la veine porte (fig. 7.2). Une subtilité est accessible : constater que ces particules viennent de la veine mésentérique supérieure et pas de la veine splénique signe leur origine intestinale. Un flux particulière spontanément visible (possibles agrégations plaquettaires ou cellulaires) se voit chez certains patients, mais il est gris et non blanc, et surtout il est visible dans d'autres territoires veineux.

La seule confusion peut venir de l'aérobilie, qui elle aussi donne de nombreuses opacités aériques.

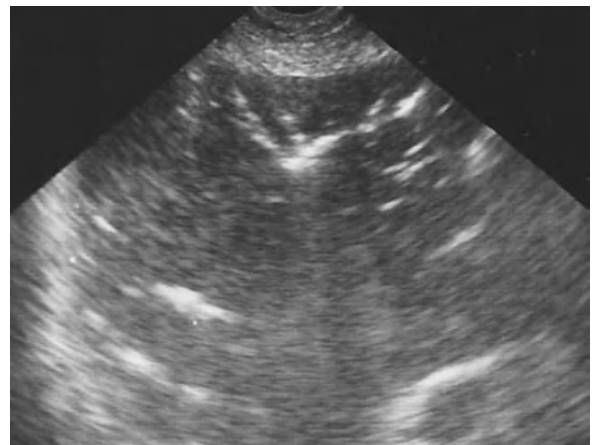


Fig. 7.1 – Infarctus mésentérique et aéroportie statique. Nombreuses opacités punctiformes hyperéchogènes, sans ombre acoustique, dans le foie. Cette patiente a survécu (sans doute grâce à ce diagnostic obtenu immédiatement).

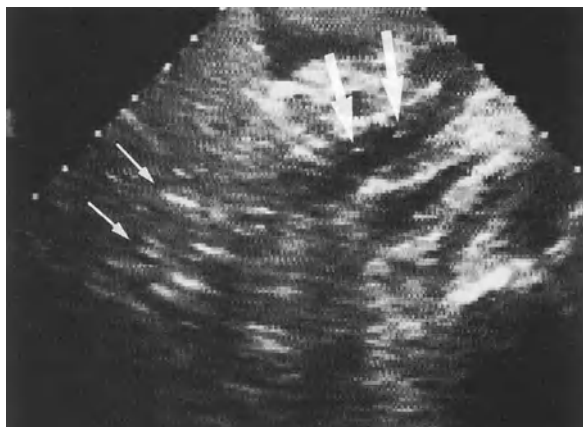


Fig. 7.2 – Infarctus mésentérique et aéroportie dynamique. Un flux visible avec particules hyperéchogènes (*larges flèches*) est observable dans le tronc porte. Une aéroportie statique peut être observée (*petites flèches*). Coupe oblique de l'hypochondre droit, dans le grand axe du tronc porte (*larges flèches*).

La différence peut être subtile : l'aérobilie est plus centrale que périphérique. L'aérobilie est attendue après chirurgie biliaire. Elle peut être due à un iléus biliaire. La loi de Grotowski peut être élégamment utilisée pour régler ce problème. Un choc septique requiert souvent la laparotomie. L'aérobilie est rare. Une aérobilie sans histoire biliaire (facile à détecter par la cicatrice chirurgicale) est encore plus rare. Dans ces conditions, du gaz dans le foie signe presque toujours l'aéroportie. Des quelques patients chez qui serait porté le diagnostic d'aéroportie par erreur, et qui en théorie seront opérés, il faut retirer ceux chez qui la laparotomie s'avérera utile, trouvant la cause réelle du sepsis. Le taux de morbidité suivant une laparotomie blanche est faible. Tous ces facteurs se multipliant, bien plus de patients seront sauvés par une laparotomie prompt que ceux souffrant de complications d'une laparotomie non indiquée. Telle est la loi de Grotowski.

Abcès hépatique

L'échographie est un moyen pacifique de diagnostic, évitant de surcroît la douleur à l'ébranlement, signe classique. À noter que la douleur est souvent masquée chez le patient encéphalopathe ou choqué, d'où l'intérêt d'un examen de routine à l'admission de tout patient grave.

L'abcès donne une image arrondie dans l'échostructure hépatique régulière (fig. 7.3). Il est



Fig. 7.3 – Abcès hépatique. Masse arrondie hypoéchogène avec, en temps réel, une mouvance interne lente, traduisant la nature de liquide épais. Le drainage percutané écho-guidé (voir fig. 26.3, p. 259) a retiré 1,150 cc de pus (*Streptococcus milleri*).

habituellement hypoéchogène hétérogène. On observe parfois un signe caractéristique de collection épaisse, un mouvement interne lent, rythmé par la respiration. C'est l'inertie du pus, un équivalent du signe du plancton discuté au chapitre 5. Dans nos observations, il prouve la nature fluide de la collection (avec ou sans renforcement postérieur). De petites images hyperéchogènes indiquent des gaz bactériens.

Il est de bonne règle d'éliminer le kyste hydatique avant toute ponction d'une masse liquidienne hépatique, ce qui peut être délicat dans les formes compliquées, suppurées, quand le kyste devient hétérogène et échogène (fig. 7.4).

Hépatomégalie

Certains experts peuvent évaluer le poids de chaque lobe. D'autres trouvent qu'une vue subjective est suffisante [4]. La cause d'une hépatomégalie se voit habituellement sur l'écran : un élargissement homogène avec grosses veines sus-hépatiques vient généralement d'une défaillance cardiaque droite (fig. 7.5). Abcès et tumeurs seront usuellement détectés. La cirrhose donne un foie irrégulier, nodulaire, avec dysmorphie liée à l'hypertrophie d'un lobe et l'atrophie de l'autre,

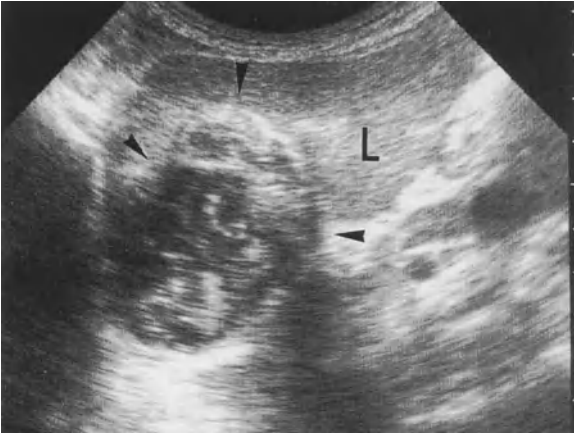


Fig. 7.4 – Kyste hydatidique du foie. L'aspect hétérogène (têtes de flèches) indique une complication, ici une suppuration, confirmée à la laparotomie de cet homme de 45 ans venu pour choc septique. Coupe longitudinale hépatique. L, foie.



Fig. 7.5 – Foie cardiaque dans le cadre d'une défaillance cardiaque droite. Dilatation des trois veines hépatiques, donnant sur une veine cave inférieure (V) aussi dilatée. Notez que cette coupe est loin du point idéal où nous pensons que le calibre de la veine cave inférieure devrait être mesuré (voir figs 4.2 et 23.4). Coupe épigastrique quasi transversale.

avec dureté de l'ensemble (pas d'assouplissement à la compression), et signes trahissant l'hypertension portale : tronc porte dilaté, varices œsophagiennes (voir fig. 6.1, p. 41), veine ombilicale reperméabilisée, splénomégalie (voir fig. 10.6, p. 76), ascite et autres. Nous conseillons d'appeler à froid le radiologue, qui connaît bien ces signes de cirrhose.

Nous ne dépenserons pas d'espace pour décrire la stéatose hépatique. Des lecteurs intéressés se reporteront à la figure 6.7, p. 43.

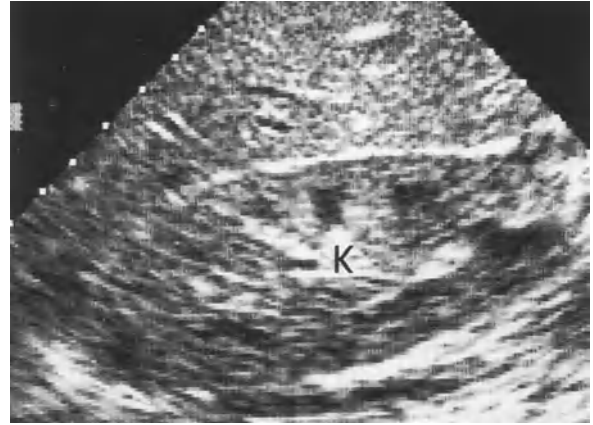


Fig. 7.6 – Miliaire tuberculeuse diffuse. Sur cette coupe longitudinale de foie et de rein (K), il est dur de détecter des anomalies flagrantes. Le temps réel a certes montré que le parenchyme hépatique était le siège d'une fine granulation diffuse, mais on peut considérer ce signe comme subtil.

Désordres infectieux diffus

La miliaire hépatique tuberculeuse peut être délicate à mettre en évidence (fig. 7.6). En cas de forte suspicion clinique, une biopsie hépatique à chaud devrait fournir la confirmation.

Cholestase

Chez un patient ventilé, c'est une situation fréquente. L'échographie est un moyen pratique de vérifier les voies biliaires au lit. Toutefois, dans nos observations, anecdotes à part, la cause d'une cholestase est toujours médicale : sepsis, interactions médicamenteuses, gêne au retour veineux... De fait, nous attendons toujours notre premier cas de cause chirurgicale de cholestase d'un patient admis en réanimation médicale pour une raison initiale médicale. En conséquence, nous conseillons au non-radiologue de s'investir d'abord dans des cibles prioritaires (poumons, etc.) et d'appeler le radiologue, de jour, pour ces suspicions.

Ceci dit, les voies biliaires intrahépatiques cheminent devant la bifurcation portale (fig. 7.7) et la voie biliaire principale devant le tronc porte (fig. 7.8). Le calibre maximal du cholédoque serait de 7 mm pour certains (jusqu'à 12 mm en cas d'ancienne cholécystectomie), mais 4 mm pour d'autres [5]. Un cholédoque dilaté est sinueux et ne peut être aligné sur une image seule. Un calcul du cholédoque, jusqu'à l'enclavement massif, peut être difficile à affirmer, pouvant ne pas donner d'ombre postérieure [6].



Fig. 7.7 – Dilatation des voies biliaires intrahépatiques. Les vaisseaux biliaires (X) sont visibles devant la bifurcation portale (V), créant cette image de double canal.

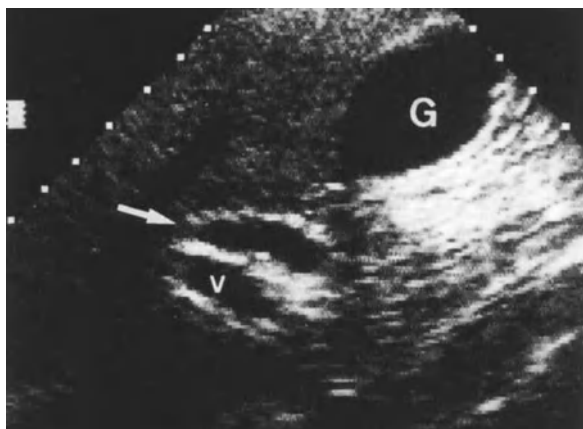


Fig. 7.8 – Dilatation du cholédoque. Devant le tronc porte (V), la voie biliaire principale (flèche) est dilatée (9 mm). Coupe oblique de la région épigastrique. G, vésicule.

Veines sus-hépatiques

L'échographie est une méthode non invasive pour les documenter [7]. Il faut voir avec quelle facilité on les met en évidence, anéchogènes dans le tissu hépatique (fig. 7.5). Elles peuvent même se laisser comprimer avec notre sonde de petite surface (attention à la douleur chez des patients vus pour douleurs abdominales). Chez le patient de réanimation, la défaillance ventriculaire droite, fréquente, ou une politique large de remplissage, fréquente, les rend encore plus aisées à détecter. Dans la thrombose des veines sus-hépatiques (syndrome de Budd-Chiari), les veines sont emplies de matériel échogène, et peuvent sembler filiformes, voire



Fig. 7.9 – Éléments hyperéchogènes dans la veine sus-hépatique médiane (flèches), fortement mobiles en temps réel. Air piégé dans le système veineux sus-hépatique. Coupe épigastrique quasi transverse acquise au moyen d'un Ausonics 2000 (une machine disponible en 1992, large de 39 cm, portable, quoique de résolution limitée).

isoéchogènes au foie. L'inclusion d'autres signes (taille de certains segments) nous éloignerait de la discipline simple qu'est l'échographie critique, et dans l'urgence extrême, on peut s'en sortir autrement.

Le syndrome de Budd-Chiari est une cause *rare* de douleur abdominale aiguë, du moins dans nos institutions. Les causes fréquentes se voient généralement. La détection de veines non anéchogènes chez un patient *réellement suspect* de thrombose des veines sus-hépatiques va rendre l'examen contributif. La décision d'équiper un service avec le Doppler pour cette seule indication condamnerait l'utilisateur à n'exploiter ce potentiel que très rarement. Si la suspicion est forte, une logistique DIAFORA (demande d'un examen écho-Doppler traditionnel avec appareil et opérateur externes) sera envisagée.

Chez le patient critique, on peut parfois observer des gaz dans les veines sus-hépatiques (fig. 7.9). Il s'agit sans doute de piégeage de bulles venant des perfusions, à l'occasion d'une fuite tricuspide, fréquente chez le patient ventilé.

Tumeurs hépatiques

Les métastases, qui peuvent être de découverte fortuite, sont parfois une notion à prendre en compte. De multiples images disséminées isoéchogènes, ou hyperéchogènes entourées de liséré sombre, ou encore hypoéchogènes, peuvent être vues (fig. 7.10). Les autres tumeurs ne nécessitent

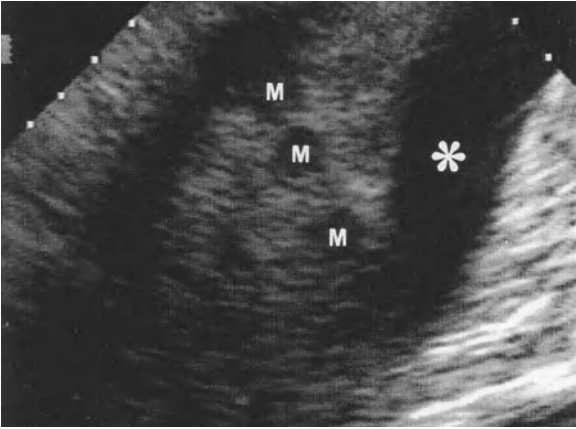


Fig. 7.10 – Métastases hépatiques. Masses hypoéchogènes, disséminées dans le foie, entouré d'un épanchement péritonéal (astérisque).

pas de reconnaissance dans l'urgence extrême (image ronde, régulière, anéchogène du kyste biliaire, image hétérogène au sein d'un foie cirrhotique évocatrice de carcinome). Ces tumeurs et autres (adénome, hyperplasie nodulaire focale, angiome, stéatose hétérogène, etc.) sont parfaitement maîtrisées par les spécialistes de l'imagerie, et décrites en détails dans des ouvrages de référence [4, 8, 9].

Traumatisme

Des signes directs de contusion hépatique peuvent être détectés dans des cas favorables (voir fig. 28.4, p. 269).

Échographie interventionnelle

Nous aspirons avec succès de temps en temps des abcès hépatiques avec le matériel décrit chapitre 26. Les localisations trop profondes ou trop près du dôme peuvent causer des problèmes techniques.

Biopsie hépatique percutanée ou transjugulaire

Les biopsies hépatiques ne se font pas en réanimation. Il est toutefois possible de gérer cette procédure au lit. On peut imaginer une utilité certaine pour documenter à chaud une hépatite fulminante, une tuberculose, ou encore faire un diagnostic de malignité si le traitement peut en être affecté. En général, les troubles de l'hémostase commandent une biopsie par voie transjugulaire, qui implique le transport dans un centre spécialisé. Cet acte au lit sous échographie offrirait trois avantages : un cathétérisme immédiat de la veine jugulaire interne (voir chapitre 12), le guidage vers le foie, et le guidage vers une veine sus-hépatique. Comme l'échographie fonctionne dans les trois dimensions, les accidents hémorragiques qui surviennent sous radioscopie (une discipline à seulement deux dimensions) pourraient être clairement diminués.

Références

1. Lee CS, Kuo YC, Peng SM *et al.* (1993) Sonographic detection of hepatic portal venous gas associated with suppurative cholangitis. *J Clin Ultrasound* 21: 331-4
2. Traverso LW (1981) Is hepatic portal venous gas an indication for exploratory laparotomy? *Arch Surg* 116: 936-8
3. Liebman PR, Patten MT, Manny J (1978) Hepatic portal venous gas in adults. *Ann Surg* 187: 281-7
4. Menu Y (1986) Hépatomégalies. In: Nahum H, Menu Y (eds) *Imagerie du foie et des voies biliaires*. Flammarion, Paris, p. 86-96
5. Berk RN, Cooperberg PL, Gold RP, *et al.* (1982) Radiography of the bile ducts. A symposium on the use of new modalities for diagnosis and treatment. *Radiology* 145: 1-9
6. Weill F (1985) *L'ultrasonographie en pathologie digestive*. Vigot, Paris
7. Menu Y, Alison D, Lorphelin JM, *et al.* (1985) Budd-Chiari syndrome, ultrasonic evaluation. *Radiology* 157: 761-4
8. Taboury J (1989) *Échographie abdominale*. Masson, Paris
9. Weill F (1985) *L'ultrasonographie en pathologie digestive*. Vigot, Paris, p. 455-6

La vésicule biliaire est étudiée au moyen de l'échographie depuis 1951 (voir la figure de la p. VIII). La cholécystite aiguë alithiasique est une complication traditionnelle et une cible classique de l'échographie en réanimation. Nous conservons l'opinion que nous avons dans nos éditions précédentes, basée sur l'histologie finale comme référence. D'abord, ce trouble semble toujours exceptionnel en réanimation médicale et touche surtout quelques patients de réanimation chirurgicale. Ensuite, si l'échographie peut précisément décrire des données, leur interprétation reste un art subtil. En fait, la vésicule biliaire peut présenter une large variété de visages, du normal au pathologique, en passant par le pittoresque (figs 8.1 et 8.2). Une vésicule biliaire strictement normale en réanimation est peu fréquente (voir fig. 4.9 p. 29). Les variations de volume, épaisseur pariétale, contenu, forme et entourage créent d'innombrables combinaisons. Certaines sont des variantes de la normale, certaines sont pathologiques sans nécessiter de geste urgent, d'autres commandent une chirurgie d'urgence.

En comparant nos observations menées dans notre réanimation médicale et dans une réanimation chirurgicale recrutant de la traumatologie lourde et de la chirurgie vasculaire lourde, nous avons trouvé sauf omission un cas de cholécystite aiguë alithiasique tous les 500 jours de présence médicale chez les patients médicaux, et 23 jours pour les patients chirurgicaux, soit une fréquence 20 fois différente.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cette investigation.

Signes classiques de cholécystite aiguë alithiasique

La cholécystite aiguë alithiasique se verrait dans 5 à 15 % des cas de cholécystite aiguë et 47 % des



Fig. 8.1 – Une vésicule pittoresque. L'élégance n'est pas interdite au niveau d'un organe aussi critique. Une simple plicature suffit à lui conférer ce charme discret.



Fig. 8.2 – Dans cette autre vésicule, un sludge très irrégulier (chez un patient asymptomatique) semble représenter un coyotte recroquevillé.

cholécystites postopératoires [1]. Le diagnostic est suggéré par un syndrome infectieux et des signes locaux chez des patients exposés [2]. Seule

l'histologie fournit le diagnostic définitif, un signe de base étant l'infiltration pariétale par les neutrophiles. Les aspects échographiques associent classiquement :

- taille : vésicule biliaire élargie, avec un calibre grand axe supérieur à 90 mm, un calibre petit axe supérieur à 50 mm ;
- paroi : épaissement supérieur à 3 mm ;
- contenu : sludge (sédiment échogène, compact, dépendant) ;
- environs : collection liquidienne périvésiculaire ;
- signe de Murphy : douleur à la palpation en regard de la vésicule biliaire. L'échographie localise précisément la vésicule biliaire, rendant ce signe plus contributif.

La sensibilité de l'échographie est faible (67 %) pour certains [3], haute (90 %-95 %) pour d'autres [4, 5]. La combinaison d'une distension, d'un épaissement et d'un sludge fait baisser la sensibilité et monter la spécificité [2].

Nos observations de cholécystite aiguë alithiasique

La cholécystite aiguë alithiasique semble plus spécifique à la réanimation chirurgicale. Elle semble compliquer surtout les traumatismes majeurs et les chirurgies vasculaires majeures. Bien que l'échographie puisse localiser la vésicule biliaire et finement

documenter les phénomènes décrits plus haut, nous suspectons que ces signes, pris ensemble ou non, soient difficiles à interpréter. Nos observations de cholécystite aiguë alithiasique histologiquement prouvées ont montré (fig. 8.3) :

- taille : en moyenne, la vésicule biliaire mesurait 103 mm de grand axe (range, 65-150 mm) et 40 mm de calibre (range, 29-55 mm) ;
- paroi : la paroi était toujours modérément épaissie, en moyenne 4,6 mm (minimum observé, 3,0 mm ; maximum, 6,2 mm) ;
- contenu : le sludge était présent dans 90 % des cas ;
- environs : nous avons observé un épanchement localisé dans 12 % des cas ;
- signe de Murphy : nous avons observé un signe de Murphy clair dans 8 % des cas.

Le problème commence quand nous considérons en parallèle un désordre rencontré à la lecture des comptes rendus d'histologie : la cholécystite subaiguë chronique. Ce désordre fréquent va soulever de vrais problèmes diagnostiques.

Cholécystite subaiguë chronique

La définition de ce désordre ne requérant pas la chirurgie en urgence est histologique. En fait, ni l'échographie ni même les données péri-opératoires ne peuvent la distinguer de la cholécystite aiguë alithiasique (fig. 8.4). Près de la moitié de nos

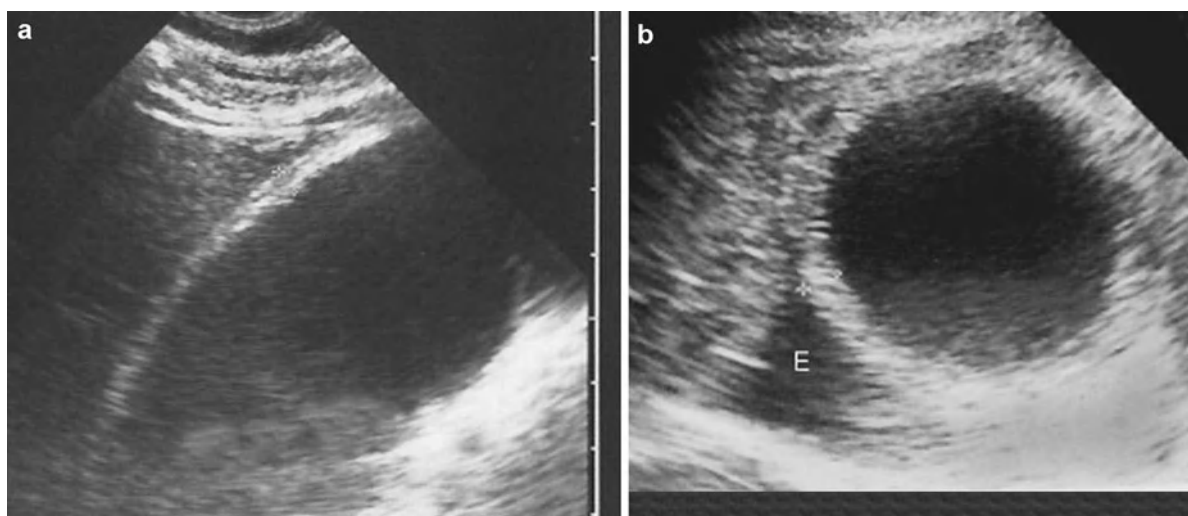


Fig. 8.3 – Cholécystite aiguë alithiasique, preuve histologique à l'appui. Épaississement homogène de la paroi (4 mm), calibre de 30 mm, sludge dépendant. Chez ce patient sédaté et sans plainte mais avec tableau fébrile

après chirurgie majeure de l'aorte, cet aspect était suspect. **a** Coupe grand axe. **b** Coupe petit axe, avec petit épanchement péritonéal (E).

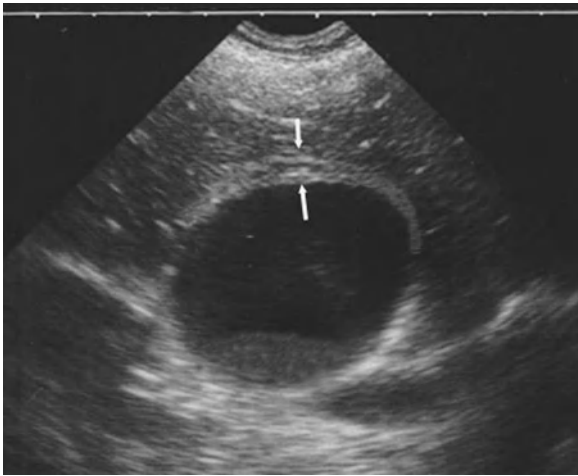


Fig. 8.4 – Cholécystite. Cette vésicule a une paroi épaissie à 5,5-mm, homogène, un fond de sludge, un aspect peu différent de la figure 8.3. À la coupe histologique : cholécystite subaiguë chronique.

Tableau VIII.I – Cholécystite aiguë alithiasique versus cholécystite subaiguë chronique.

	Cholécystite aiguë alithiasique	Cholécystite subaiguë chronique
Épaississement pariétal	4,6 mm (3,0-6,2)	4,5 mm (3,0-7)
Grand axe	103 mm (65-150)	105 mm (84-160)
Petit axe	40 mm (29-55)	37 mm (23-56)
Sludge	90 %	66 %
Effusion péritonéale localisée	12 %	0
Signe de Murphy échographique	8 %	10 %

Valeurs extrêmes entre parenthèses.

patients opérés pour suspicion de cholécystite aiguë alithiasique avaient une cholécystite subaiguë chronique. Dans nos observations, le grand axe était de 105 mm en moyenne (range, 84-160 mm), le calibre moyen 37 mm (range, 23-56 mm), l'épaississement pariétal moyen, 4,5 mm (range, 3,0-7,0 mm), le sludge était présent dans 66 % des cas, le signe de Murphy dans 10 % des cas.

Ces données sont superposables à celles vues dans la cholécystite aiguë alithiasique (tableau VIII.I). La conséquence est que ce désordre est opéré avec la même fréquence, et qu'en plus de la laparotomie inutile, le vrai désordre demeure non diagnostiqué. Ainsi, nombreuses sont les vésicules biliaires décrites aiguës voire gangreneuses et qui se retrouvent simple cholécystite subaiguë chronique une fois sous le microscope.

Aspects couramment vus de la vésicule biliaire en réanimation

Chez nos patients critiques sans problème rajouté (à notre connaissance), la majorité des vésicules biliaires sont élargies et contiennent du sludge. L'épaississement pariétal est fréquent. Une forme majeure de cet épaississement sera vue plus loin. L'épanchement péritonéal est routinier chez le patient critique. Voyons le détail.

Volume

Il peut varier entre distension et vacuité complète. Pour détecter une vésicule vide, se reporter à la note technique de la page 30 (fig. 8.5). Une vésicule vide signifie qu'elle peut se contracter et est donc fonctionnelle – à moins qu'elle ne soit perforée. Une vésicule distendue est la règle sous alimentation parentérale et morphiniques (fig. 8.6). La lumière peut être virtuelle et la paroi épaissie (fig. 8.7). D'autres détails sont accessibles dans les ouvrages d'échographie générale [6, 7].

Épaississement pariétal

La paroi normale mesure entre 1,5 et 3 mm. Avec les unités modernes (c'est-à-dire depuis 1992), la résolution permet de considérer 3 mm comme une limite. La mesure est aisée quand la paroi est soulignée entre un épanchement péritonéal et la bile (fig. 8.8), difficile quand la paroi se continue avec



Fig. 8.5 – Vésicule vide. Cette image discrète devrait être reconnue pour éviter tout diagnostic erroné.



Fig. 8.6 – Vésicule élargie. Le volume est de 100 × 40 mm, la paroi de 3,6 mm (un peu épaissie), il y a un sludge estimé à 40 %. L'aspect est fréquent en réanimation. Cette dame admise pour SDRA (sur pneumopathie d'inhalation) a entièrement récupéré, et cette vésicule n'a jamais fait parler d'elle.



Fig. 8.8 – La paroi de cette vésicule est parfaitement soulignée entre bile (G) et ascite. Sa finesse invalide la pensée traditionnelle selon laquelle l'ascite cause en elle-même un épaississement de paroi.



Fig. 8.7 – La lumière de cette vésicule est virtuelle, réduite à une ligne de vacuité hyperéchogène, avec une paroi fort épaissie, à 12 mm. La laparotomie et l'anatomopathologie ont révélé un simple œdème de la vésicule chez ce patient en choc septique avec atteinte pulmonaire majeure.

un parenchyme hépatique iso-échogène, rendant une mesure précise illusoire.

Nous trouvons très souvent une paroi épaissie (fig. 8.6). Elle peut être dédoublée. Un aspect strié est décrit comme signe de cholécystite aiguë alithiasique [8], mais le suivi de tels patients dans nos murs ne confirme pas cette impression.

Traditionnellement, une paroi épaissie est pratiquement équivalente à une cholécystite aiguë alithiasique. L'expérience montre la très faible spécificité de ce signe. La liste classique des causes inclut ascite, hépatite, hypoalbuminémie, et « insuffisance cardiaque », un terme plutôt vague [9]. Nous préférons le terme de défaillance cardiaque droite (voir section plus bas sur la « vésicule cardiaque »).

L'observation montre qu'en cas d'ascite, malgré la croyance répandue, la paroi peut rester fine (voir fig. 8.8). L'épanchement péritonéal n'est donc pas, en soi, une cause d'épaississement.

Sludge

Il est pratiquement toujours présent chez le patient critique, puisque la vésicule biliaire n'a pas un travail physiologique. Le sludge peut être homogène (fig. 8.6) ou hétérogène, contenant des points hyperéchogènes (possibles microlithiasies incluses dans la boue?). L'interface entre sludge et bile surnageante peut être régulière (fig. 8.6) ou déchiquetée (fig. 8.2). Quand le sludge est massif, il peut donner un aspect de vésicule iso-échogène au foie – une hépatisation de la vésicule biliaire, en quelque sorte (fig. 8.9). Le sludge peut être en boule. Il apparaît parfois dès l'admission, souvent en cours de réanimation, et peut disparaître totalement.

Épanchement péritonéal périphérique

Un épanchement localisé est rarement retrouvé dans la cholécystite aiguë alithiasique.

Signe échographique de Murphy

Ce signe populaire est rarement contributif chez ces patients sédatisés, choqués ou encéphalopathes.

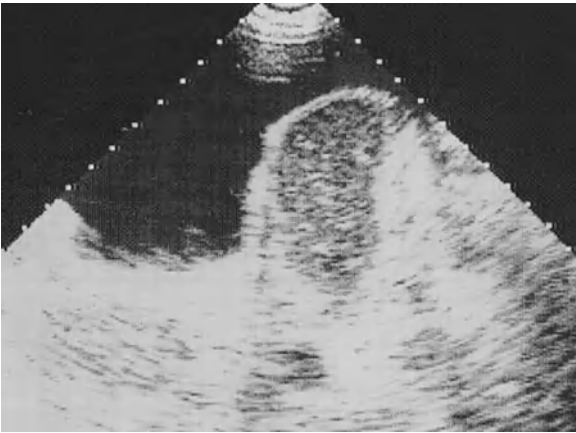


Fig. 8.9 – Sludge complet. Cette vésicule, flottant au sein d'un épanchement péritonéal massif, contient une lumière totalement échogène. Patient asymptomatique.



Fig. 8.10 – Vésicule cardiaque. La paroi est extrêmement élargie, à plus de 20 mm. La lumière est étroite (maximum 12 mm), sans doute parce que la paroi prend une place conséquente. Ce patient avait une défaillance cardiaque droite aiguë. L'histologie a révélé un simple œdème pariétal.

Une entité distinctive : l'épaississement pariétal majeur de la vésicule cardiaque

Nous observons régulièrement des vésicules biliaires avec ce trait remarquable d'un épaississement pariétal majeur, plus de 7 mm, jusqu'à 20 mm (fig. 8.10). Cet aspect se trouve chez les patients atteints de cœur pulmonaire aigu, tels asthme ou poussée aiguë de BPCO, pneumopathie, SDRA, embolie pulmonaire, fuite tricuspide aiguë aussi, dans les formes sévères. On trouve ce type de population plus souvent en réanimation médicale, d'où possiblement un taux élevé observé. Il n'y a pas de signe local chez ces patients sédatisés. La cavité de la vésicule peut être petite du fait possible de la place prise par la paroi au détriment de la cavité. Quand l'évolution le permet, on peut observer la régression complète de cet épaississement (fig 8.11). Sur un large nombre observé, une douzaine d'observations a pu bénéficier d'une histologie, qui toujours a montré un œdème pariétal « simple », parfois des signes de cholécystite subaiguë chronique, mais pas encore de cholécystite aiguë alithiasique.

Nous suggérons le terme de « vésicule cardiaque » pour cette observation fréquente de paroi très épaissie, par analogie avec le foie cardiaque, le cœur pulmonaire... On peut assumer que la vésicule cardiaque :

- est la manifestation de phénomènes congestifs visibles à un endroit accessible (comme la rétine pour évaluer les artères) ;
- est fréquente, et sans doute occulte si elle est un fait transitoire.

Il y a un intérêt clinique à la reconnaissance d'une vésicule cardiaque. La détection d'un épaississement au-delà de 7 mm chez un patient admis en réanimation médicale, et présentant des symptômes qui pourraient évoquer la cholécystite aiguë alithiasique (fièvre, douleur, troubles circulatoires) devrait inciter à la recherche d'une *autre cause* pour expliquer les symptômes. Une laparotomie est à risque d'être inutile et la vraie cause continue d'évoluer. Voici un scénario non rare. Le patient revient de la salle opératoire apyrétique (possible hypothermie postopératoire), et quand la fièvre réapparaît, c'est une nouvelle complication qui est évoquée. La radiographie du jour révèle la pneumopathie déjà écho-visible la veille.

Comment améliorer le diagnostic de cholécystite aiguë alithiasique

L'échographie nous paraît performante pour décrire la vésicule biliaire, mais peu pour dépister l'urgence chirurgicale.

Terrain

Il semble avisé d'évoquer la cholécystite aiguë alithiasique chez des patients bien définis. Une chirurgie majeure vasculaire (aorte) est trouvée dans la moitié de nos cas, un traumatisme majeur dans un quart. D'autres terrains sont sûrement à définir, sur des méthodologies correctes.

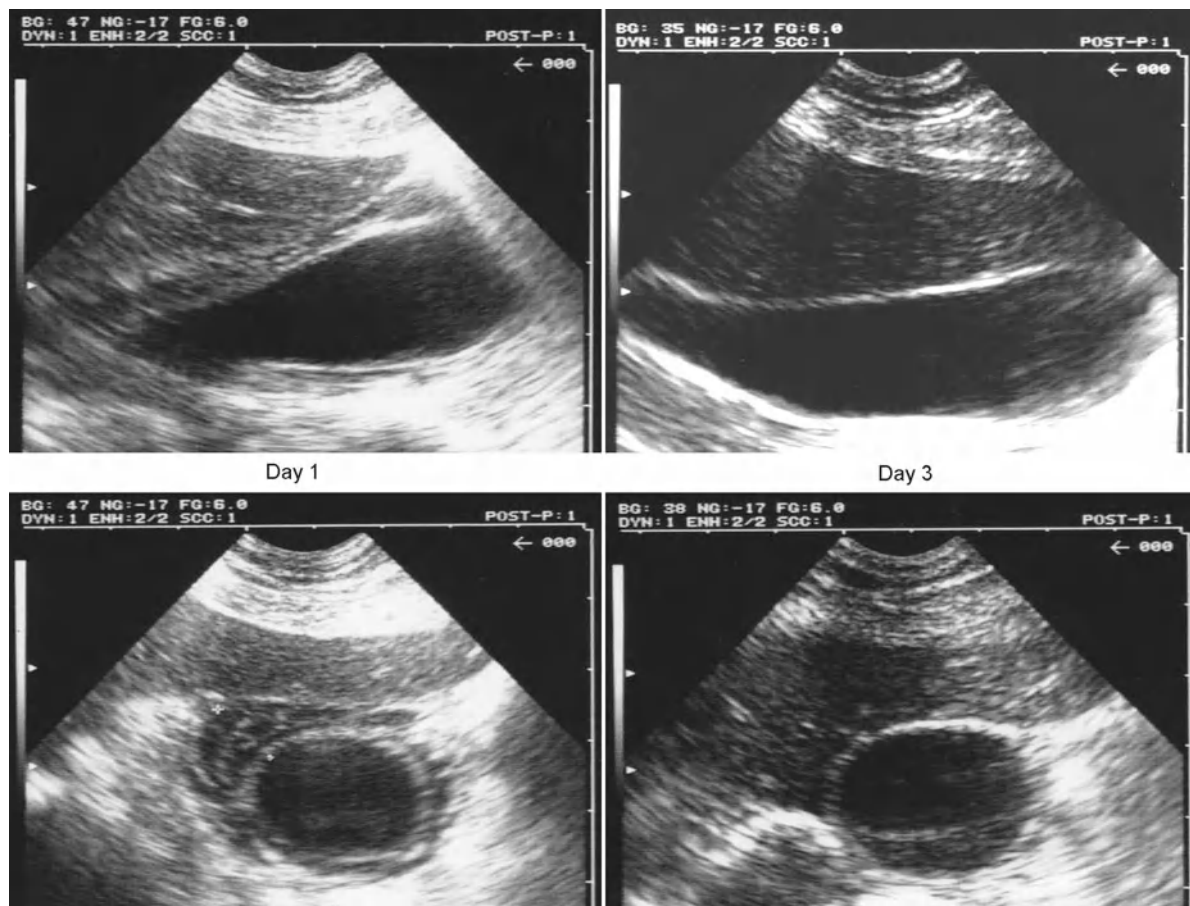


Fig. 8.11 – Évolution d'une « vésicule cardiaque » chez un patient avec défaillance respiratoire aiguë. À gauche, sections de la vésicule à l'admission. À droite, même section trois jours après. Une analyse intermédiaire aurait peut-être montré un délai plus court pour cette normalisation.

Certains signes échographiques

Une paroi très épaissie est probablement trop épaissie (voir Vésicule cardiaque).

La détection d'ulcérations pariétales devrait être valable, mais nos investigations restent trop limitées. Des lambeaux détachés de la paroi, flottant dans la lumière (fig. 8.12) sont certainement à prendre en compte. Cet aspect est décrit comme un signe de cholécystite gangreneuse [10].

Des gaz intrapariétaux devraient se voir dans la cholécystite emphysémateuse. Nous n'avons pas encore eu le privilège de cette rencontre. Un gaz pariétal devrait donner une image punctiforme hyperéchogène, qui ne devrait pas être confondue avec un calcul cholestérolique contenu dans un sinus de Rokitansky-Aschoff dans le cadre pittoresque, mais de peu d'intérêt pour nous, de l'adénomyomatose vésiculaire.

Une perforation pariétale. Une paroi très fine se conçoit bien dans les stades pré-perforatifs, mais nous attendons toujours notre premier cas. Un épaississement pariétal homogène rend l'état pré-perforatif peu vraisemblable. Rappelons qu'une petite taille vésiculaire peut être le fait d'une vésicule fonctionnelle, ou d'une perforation.

Une bile épaisse (sludge) plus échogène qu'habituellement (voir plus bas au sujet de la ponction de bile).

Doppler

S'il pouvait bien distinguer entre paroi oedémateuse et ischémique, il présenterait un intérêt. Nous attendons donc avec intérêt la preuve de son utilité. Dans la supposition d'une utilité réelle, le degré d'urgence laisse le temps pour la logistique

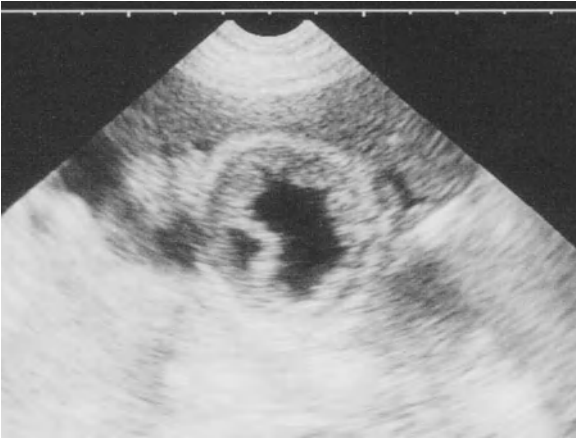


Fig. 8.12 – La vésicule de ce patient admis un mois plus tôt pour exacerbation de maladie respiratoire chronique, et présentant ces jours un tableau abdominal aigu, avait cette paroi particulièrement festonnée avec possibles débris flottants. Ce patient est ensuite transféré dans un autre centre, où l'aggravation des signes abdominaux fait pratiquer, un mois plus tard, une laparotomie, qui retire une vésicule (dont l'anatomopathologie décrira une cholécystite chronique) ainsi qu'un sigmoïde perforé. L'évolution restera compliquée et s'achèvera le mois suivant. Si l'on se tient au compte rendu d'histologie, il faut accepter que cette vésicule soit sans potentiel pathologique.

DIAFORA (Doppler Intermittently Asked From Outside : Rare Applications).

Scanner

Il ne montrera pas la région mieux qu'une bonne échographie. La figure 8.13 donne l'opportunité de démontrer que la résolution focale de l'échographie est supérieure à celle du scanner. La mesure de sa paroi est ainsi plus précise à l'échographie [11]. On

retrouve ce potentiel en de nombreuses régions (voir fig. 19.1 et 19.2, p. 175).

Test dynamique à la céruléine et scintigraphie

Ces tests semblent de faible valeur [10]. Nous craignons que la céruléine, ou tout corps gras faisant contracter la vésicule, ne soit douloureux chez un patient critique.

Aspiration écho-guidée de bile vésiculaire

Cette procédure est simple dans notre expérience. Une aiguille de 21 Gauge est suffisante. La vésicule biliaire devrait être abordée à travers une zone hépatique où ne passe pas un gros vaisseau. Les fuites biliaires semblent résulter de ponctions transpéritonéales. La bile dépendante, sans doute plus riche que le surnageant, est aspirée de préférence. Comme la bile est parfois épaisse, l'aspiration doit être patiente. La bile vésiculaire chez le patient de réanimation est vert sombre ou brun sombre, filante. Le sludge aspiré apparaît noir goudron. Il semble logique de retirer suffisamment de bile pour diminuer le volume, donc la pression intravésiculaire. Toutefois, si l'équipe compte poser un drainage percutané, la vésicule doit garder un volume minimal. Quand l'aiguille est retirée, une compression manuelle est appliquée, d'autant prolongée qu'il y a des troubles de l'hémostase. Un hématome sous-capsulaire peut ainsi être évité. Un contrôle à une heure et 6 heures cherche une collection périvésiculaire.

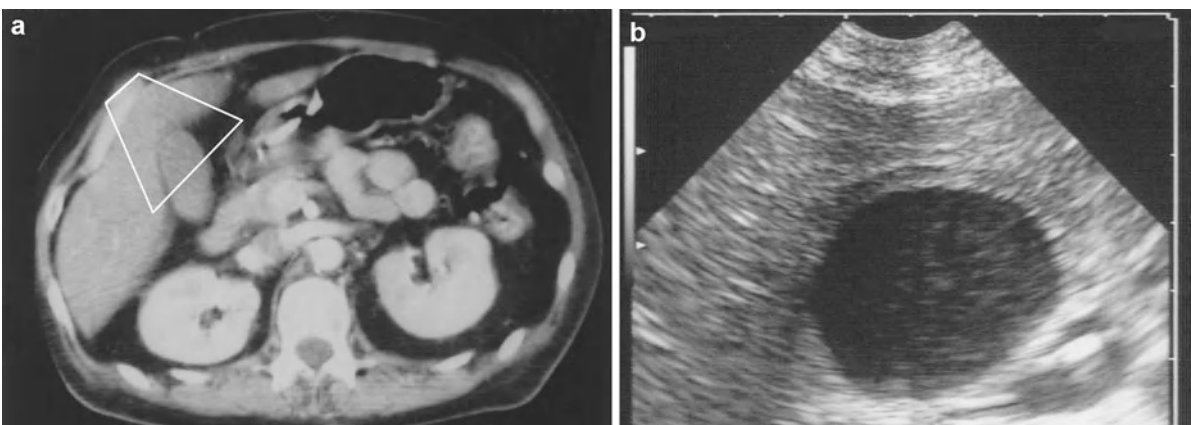


Fig. 8.13 – Il est aisé de démontrer la supériorité de l'échographie (b) sur le scanner (a) en ce qui concerne la résolution spatiale. La région échographiée est à peu près celle cerclée en blanc sur l'image de gauche. La paroi de la vésicule

est bien difficile à apprécier au scanner – mais parfaitement mesurable à l'échographie.



Fig. 8.14 – Cholécystite aiguë purulente. Des zones dépendantes (partie basse de l'image) ne sont pas typiques de sludge car elles sont plutôt échogènes, et n'évoquent pas des calculs, car il manque l'ombre postérieure. Des membranes se détachant de la paroi sont possiblement visibles en haut de l'image. Une ponction guidée par l'échographie est aussitôt menée, ramenant un pus typiquement anaérobie, menant le patient d'emblée au bloc opératoire.

Le risque de la ponction vésiculaire, sans doute non nul, doit être comparé avec celui de laisser évoluer une cholécystite. Sur 25 procédures pratiquées comme décrit, nous n'avons pas vu de complication.

La technique est simple et semble sûre. Est-elle utile ? Oui pour certains [12], quand la preuve d'une infection est apportée, soit dans 66 % des cas [13]. D'autres [14] s'interrogent sur la sensibilité de cette procédure, pratiquement toujours menée chez des patients sous antibiotiques. Pour certains, des leucocytes dans la bile indiqueraient la cholécystite [14]. La plus importante restriction vient de ce que la cholécystite aiguë alithiasique est plus un processus ischémique qu'infectieux [15]. Par manque de cas à ce jour, nous ne pouvons dire si la procédure est contributive ou non.

Dans notre pratique, quand la suspicion est élevée, chez un patient admis pour choc, la ponction est envisagée. Elle a déjà ramené du pus franc, dans des cas où le sludge apparaissait plus échogène qu'habituellement (fig. 8.14). Ce genre de situation accélérerait bien sûr la prise en charge chirurgicale.

Autres aspects pathologiques de la vésicule biliaire

Loge de cholécystectomie

Une infection de la loge est fréquemment suspectée (fig. 8.15). L'aspiration écho-guidée est une



Fig. 8.15 – Hématoème de la loge vésiculaire. Aspect hétérogène, souvent retrouvé après cholécystectomie.

procédure raisonnable, qui distinguera le pus d'un vieux sang stérile.

Cholécystite aiguë calculeuse

Ce désordre est rarement d'intérêt pour le réanimateur. Le calcul donne une image arrondie arciforme hyperéchogène dépendante avec cône d'ombre franc (voir fig. 1.6, p. 7). Les petits calculs sont les plus aptes à se mobiliser et à causer des obstructions. L'association de calcul biliaire, paroi épaissie et signe de Murphy échographique a une valeur prédictive positive de 95 %, et l'absence de ces trois signes une valeur prédictive négative de 98 % [16]. Cette maladie occasionne rarement des problèmes diagnostiques.

Cholécystite aiguë « alithiasique » survenant sur vésicule calculeuse

Les calculs biliaires sont fréquents chez le tout-venant. Mais alors, comment devra-t-on appeler la cholécystite aiguë de réanimation (dite alithiasique), si elle survient alors que des calculs préexistent, quiescents ?

Échographie interventionnelle

L'aspiration diagnostique a été discutée dans une section précédente.

Nous dirons quelques mots de la cholécystostomie percutanée, une alternative à la chirurgie [17, 18]. Des auteurs trouvent cette technique aisée

et sûre [14, 17], avec des taux faibles de morbidité [19] et des taux nuls de mortalité. La technique est proche de celle décrite pour l'aspiration [20]. Des kits existent. L'idée est de diminuer la pression en amont d'un obstacle bas. La technique s'est montrée efficace chez des patients en sepsis sans cause évidente [14]. D'autres voix pensent qu'une paroi fragilisée peut se perforer facilement du fait d'un geste percutané [15]. Nous nous y joignons, ajoutant deux arguments. D'une part, la méthode nous prive de la preuve histologique, et nous rend aveugles quant à l'interprétation de l'évolution. Ensuite, la maladie étant plus ischémique qu'infectieuse, laisser en place une paroi ischémique peut sembler discutable.

D'un point de vue méthodologique, dans une population avec suspicion clinique et échographique de cholécystite aiguë alithiasique, on devrait comparer la progression des patients traités de cette façon avec celle de patients non traités. Une telle étude incluerait le risque de laisser évoluer une authentique cholécystite aiguë [21], issue éthique certaine. Notons simplement que ce détail méthodologique est absent de travaux pourtant publiés [14].

Références

- Cooperberg PL and Gibney RG (1987) Imaging of the gallbladder, state of the art. *Radiology* 163: 605-13
- Bodin L and Rouby JJ (1995) Diagnostic et traitement des cholécystites aiguës alithiasiques en réanimation chirurgicale. *ACTUAR* 27 : 57-64
- Shuman WP, Rogers JV, Rudd TG, *et al.* (1984) Low sensitivity of sonography and cholescintigraphy in acalculous cholecystitis. *Am J Roentgenol* 142: 531-7
- Mirvis SE, Vainright JR, Nelson AW, *et al.* (1986) The diagnosis of acute acalculous cholecystitis: a comparison of sonography, scintigraphy and CT. *Am J Roentgenol* 147: 1171-9
- Van Gansbeke D, Matos C, Askenasi R, *et al.* (1989) Échographie abdominale en urgence, apport et limites. Réanimation et Médecine d'Urgence. Expansion Scientifique Française, Paris, p. 36-53
- Nahum H, Menu Y (1986) Imagerie du foie et des voies biliaires. Flammarion, Paris
- Weill F (1985) L'ultrasonographie en pathologie digestive. Vigot, Paris
- Teefey SA, Baron RL, Bigler SA (1991) Sonography of the gallbladder: significance of striated thickening of the gallbladder wall. *Am J Roentgenol* 156: 945-7
- Slaer WJ, Leopold GR, Scheible FW (1981) Sonography of the thickened gallbladder wall: a non-specific finding. *Am J Roentgenol* 136: 337-9
- Chagnon S, Laugareil P, Blery M (1988) Aspect échographique de la lithiasie biliaire et de ses complications locales. *Feuilles de Radiologie* 28: 415-23
- Bodin L, Rouby JJ, Langlois P, *et al.* (1986) Cholécystites aiguës alithiasiques en réanimation. Étude randomisée comparant 2 méthodes thérapeutiques : chirurgie et ponction drainage percutanée sous contrôle échographique. In: Viars P (ed) *Actualités en Anesthésie-Réanimation*. Arnette, Paris, p. 157-67
- McGahan JP, Walter JP (1985) Diagnostic percutaneous aspiration of the gallbladder. *Radiology* 155: 619-22
- Sicot C (1992) Les cholestases intra-hépatiques aiguës chez les malades de réanimation. *Réan Urg* 1: 578-83
- Lee MJ, Saini S, Brink JA, Hahn PF, *et al.* (1991) Treatment of critically ill patients with sepsis of unknown cause: value of percutaneous cholecystostomy. *Am J Roentgenol* 156: 1163-6
- Langlois P, Bodin L, Bousquet JC, *et al.* (1986) Les cholécystites aiguës non lithiasiques post-agressives. Apport de l'échographie au diagnostic et au traitement dans 50 cas. *Gastroenterol Clin Biol* 10:238-43
- Ralls PW, Colletti PM, Lapin SA, *et al.* (1985) Real-time sonography in suspected acute cholecystitis. *Radiology* 155: 767-71
- Vogelzang RL, Nemcek Jr AA (1988) Percutaneous cholecystostomy: diagnostic and therapeutic efficacy. *Radiology* 168: 29-34
- Picus D (1995) Percutaneous gallbladder intervention. *Eur Radiol* 5 [Suppl]: S180
- Malone DE (1990) Interventional radiologic alternatives to cholecystostomy. *Radiol Clin North Am* 28: 1145-56
- Roche A, Cauquil P, Houlle D (1986) Radiologie interventionnelle des voies biliaires. In: Duvauferrier R, Ramee A, Guibert JL (eds) *Radiologie et échographie interventionnelles*, tome 2. Axone, MontPELLIER, p. 457-94
- Johnson LB (1987) The importance of early diagnosis of acute acalculous cholecystitis. *Surg Gynecol Obstet* 164: 197-203

Leur étude mêle des désordres mécaniques, hémodynamiques et infectieux. L'aspect normal des reins et de la vessie sont décrits au chapitre 4.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cette investigation.

Parenchyme rénal

Le diagnostic d'insuffisance rénale aiguë est biologique. Un grand intérêt de l'échographie est d'éliminer un obstacle [1]. Les signes échographiques donnent usuellement des informations redondantes, comme nous le verrons rapidement. L'atteinte aiguë est suggérée par la taille normale ou augmentée du rein (fig. 9.1). L'atteinte chronique donne de petits reins au parenchyme aminci et aux bords irréguliers (fig. 9.2). On peut décrire une dédifférenciation. Le parenchyme peut ressembler au sinus (dédifférenciation parenchymo-centrale), ou les pyramides et colonnes du parenchyme peuvent se confondre (dédifférenciation cortico-médullaire). En cas de rhabdomyolyse sévère avec atteinte rénale aiguë, les reins peuvent apparaître élargis et totalement dédifférenciés. Le syndrome hémolytique et urémique donnerait des reins petits hyperéchogènes. Ces signes ne changent pas la décision basée sur d'autres outils et ne sont donc pas du domaine de l'échographie critique. Le Doppler peut être utilisé pour calculer les résistances rénales, mais avec les mêmes remarques, selon diverses sources non publiées.

La pyélonéphrite aiguë est habituellement peu accessible à l'échographie, mais des formes sévères peuvent être reconnues d'emblée, comme cette pyélonéphrite hémorragique reconnue sur échographie de routine avec élargissement massif et totale dédifférenciation (fig. 9.3).

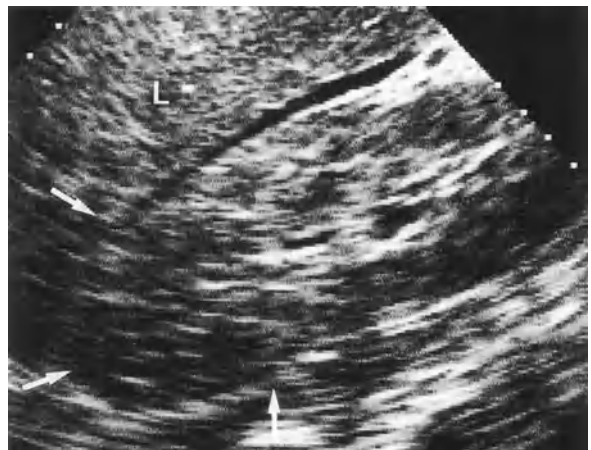


Fig. 9.1 – Insuffisance rénale aiguë. Le rein a un aspect homogène échogène de dédifférenciation complète. Rein et foie (L) ont la même échostructure, le rein étant à peine souligné (flèches). Cette coupe est longitudinale, comme la majorité des suivantes.



Fig. 9.2 – Insuffisance rénale chronique. Petite taille (flèches), parenchyme élimé et bords irréguliers.

La candidose parenchymateuse peut donner des signes suggestifs (fig. 9.4). La rare pyélonéphrite emphysémateuse devrait présenter des bulles gazeuses dans le parenchyme.



Fig. 9.3 – Pyonéphrite. Ce rein est franchement élargi (14 cm de grand axe, *flèches blanches*, la flèche supérieure, à gauche de l'écran, extrapole le pôle supérieur du rein) et la périphérie est très élargie (*têtes de flèches*), sans différenciation. Cette femme de 52 ans en choc, admise pour sepsis sévère, avait une pyonéphrite aiguë hémorragique. Chaque rein pesait près de 500 grammes et contenait de multiples zones de pus, nécrose et hémorragie.



Fig. 9.4 – Candidose urinaire. Aspect hyperéchogène des pyramides (*flèches*).

Un traumatisme rénal est présenté au chapitre 28.

Quand le rein a été greffé, l'échographie joue un rôle important pour détecter des complications chirurgicales, liées à abcès, hématome, lymphocèle, urinome... que la ponction écho-guidée différenciera. Une sténose anastomotique de l'uretère, un œdème peuvent causer une dilatation des cavités pyélo-calicielles. La sténose de l'artère rénale est une indication du Doppler, rare complication pouvant bénéficier de la logistique DIAFORA. Les complications médicales (rejet aigu ou chronique, toxicité de la ciclosporine, néphrite tubulo-interstitielle)



Fig. 9.5 – Kyste rénal (*astérisque*). Le pôle inférieur du rein semble interrompu, avec une limite déchiquetée. Ce kyste est régulier, transsonore. Cet aspect, mis ici du fait de sa fréquence, ne doit pas déconcerter.



Fig. 9.6 – Polykystose rénale. Les kystes ont une topographie périphérique et bien sûr ne communiquent pas entre eux.

semblent plus du domaine de la biopsie [2], mais des approches échographiques semblent intéressantes [3].

Le kyste rénal est très fréquent. Certains prétendent qu'il est une des rares causes de maladie induite par l'échographie, considérant que dans les temps pionniers, de nombreux patients passèrent au bloc au vu de ces masses découvertes par l'échographie. Au vu de sa fréquence, nous insérons un aspect caractéristique (fig. 9.5) et un cas de polykystose (fig. 9.6). Ces masses ne communiquent pas lors de la manœuvre de Carmen et ne seront donc confondues ni avec une dilatation des cavités, ni avec une vésicule ou autres désordres. Seul le kyste isolé et central (appelé para-pyélique) peut poser un problème pour le débutant.

Dilatation des cavités rénales

Face à des troubles quotidiens (chute de la diurèse, etc.), l'éventualité d'un obstacle urinaire est levée en quelques secondes, presque plus vite qu'elle n'est évoquée. En cas de dilatation, les trois calices et le pyélon, normalement à peine visibles, deviennent plus visibles, transsonores en cas d'urine pure. Le point à voir est que toutes ces cavités communiquent entre elles (fig. 9.7). Dans l'obstacle aigu, la dilatation est modérée (mais la pression est élevée), et les calices gardent leur concavité. Une dilatation massive, des calices en boule traduisent des obstacles chroniques (fig. 9.8). L'uretère (fig. 9.9) est souvent caché par les structures abdominales.



Fig. 9.7 – Dilatation discrète des cavités. Le pyélon est un peu plus dilaté. La fin des calices est concave (flèches), signe usuel d'obstruction encore aiguë. Les trois groupes sont alignés par cette coupe longitudinale.



Fig. 9.8 – Hydronéphrose. Dilatation majeure des cavités rénales droites. Notez le renflement terminal, témoin d'une dilatation chronique. Sur cette seule coupe transversale, on ne voit pas encore la rétention d'urines purulentes chez ce patient en choc septique (voir fig. 9.11).

Une dilatation des cavités rénales est rarement mais régulièrement rencontrée dans notre expérience. Sur un collectif de 400 admissions consécutives en réanimation, 2 % des patients avaient ce trouble – souvent associé à un sepsis urinaire, avec ou sans douleurs, chez ces patients en choc. On a retrouvé des hématomes, des calculs bloquants, des caillots obstructifs, même une sonde urinaire obstruée... (fig. 9.10). Une hydronéphrose (fig. 9.8) compliquée de pyonéphrose (fig. 9.11) a été aisément diagnostiquée.

Une dilatation sans obstacle est exceptionnelle, venant d'infections chroniques, ou d'un pyélon ampullaire, variante du normal pour certains qui trouvent une fréquence de 8 % de la population [4], signe pathologique pour d'autres [5].



Fig. 9.9 – Uretère. Sur cette coupe longitudinale du flanc droit, on voit l'uretère dilaté (U), la veine cave inférieure (V) et l'aorte abdominale (A). Vue privilégiée, l'uretère étant habituellement masqué par les gaz.



Fig. 9.10 – Globe vésical – dont la particularité est de survenir en dépit d'une sonde vésicale – obstruée en l'occurrence. Ballon et terminaison de la sonde sont bien visibles. Coupe longitudinale suprapubienne.

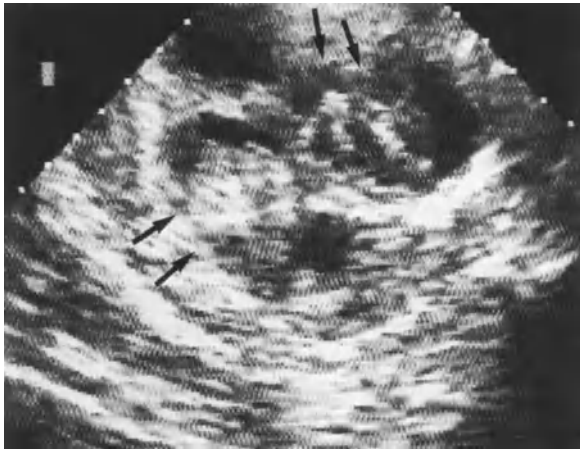


Fig. 9.11 – Pyonéphrose. Suite de la figure 9.8. Dans les cavités dilatées de ce rein d'hydronéphrose, on observe un matériel échogène hétérogène (flèches), qui ondulait librement en temps réel. On peut à présent poser le diagnostic de choc septique avec infection urinaire sur hydronéphrose.

Des échos dépendants au sein de cavités dilatées sont caractéristiques de pyonéphrose [6].

L'obstacle urinaire sans dilatation est classique mais semble une rareté. Une complaisance locale effondrée (fibrose rétro-péritonéale) est une cause, et des examens poussés sont indiqués [7-9]. Une hypovolémie majeure pourrait être un facteur associé.

Vaisseaux rénaux

Nous conseillons aux lecteurs avancés de s'habituer à détecter les veines rénales, surtout la gauche, qui traverse l'abdomen du rein gauche à la veine cave inférieure. Cette veine est utilisée comme repère pour mesurer la veine cave inférieure à un niveau standardisé et éloigné du renflement précardiaque. D'autres utilisations adaptées à l'urgence extrême sont en cours d'étude.

Vessie

La technique utilise une approche plongeante, au-dessus du pubis. La sonde microconvexe est plus maniable qu'une sonde abdominale (fig. 9.12). Une vessie sondée est vide. Le ballon de la sonde est détecté, structure arrondie semblant perdue dans le pelvis, mais toujours médiane (fig. 9.12).

Le globe vésical est une invitation pour le praticien à se mettre à cette médecine visuelle (fig. 9.10).



Fig. 9.12 – Vessie sondée. Haut : pour trouver une vessie dans le pelvis, nous appliquons la sonde presque parallèle à la paroi abdominale, pointant en arrière et en bas. Les sondes abdominales sont parfois trop encombrantes. Ce genre d'inclinaison est aussi utilisé pour l'analyse sous-costale du cœur.

Bas : sur cette coupe suprapubienne transversale, on peut voir une structure ronde, médiane, le ballon de la sonde. Cette vessie, correctement drainée, a un volume virtuel.

La sonde détecte une masse anéchogène arrondie, médiane, proche de la paroi antérieure, de 10 cm ou plus de section en coupe transversale. Inutile pour les fins cliniciens, l'échographie est inestimable pour avoir un temps d'avance chez le patient obèse, par exemple. Une vessie sondée mais non vide n'est pas chose banale (fig. 9.10). Ce peut être le début d'une obstruction et il faut monitorer le volume piégé. Il est souvent arrivé dans les temps aveugles de la réanimation que le patient développe une « anurie », faisant déclencher les investigations habituelles (Swan-Ganz, etc.) avant que le globe ne devienne clinique. Chez tout patient critique, le balayage pelvien ne rajoute que quelques secondes

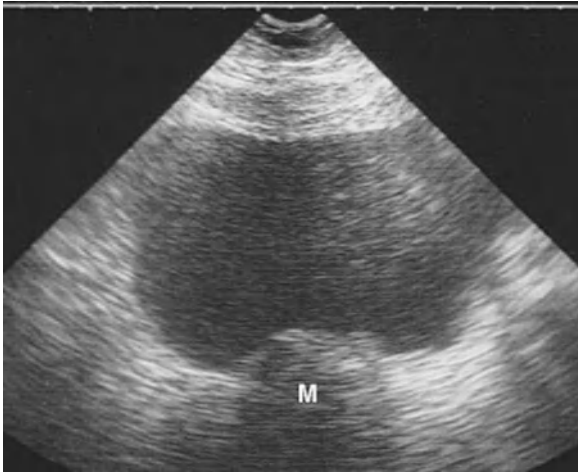


Fig. 9.13 – Sur une coupe transversale suprapubienne, cette image de type liquidien, médiane, à sections carrées, pourrait ressembler à une vessie, l'image tissulaire (*M*) tenant lieu de prostate. Il s'agit ici d'un épanchement péritonéal, dans la poche de Douglas. L'image *M* est sans doute une anse. Un balayage dynamique vers le haut écarte ce risque d'erreur. L'image présente s'ouvrira vers le haut, avec signe de l'aile de chauve-souris. La vessie, elle, sera identifiée plus bas.

à notre routine. Il n'y a pas vraiment de piège. L'épanchement péritonéal emplissant le cul-de-sac de Douglas sera identifié par le balayage (fig. 9.13) (voir commentaire de la page 34 au chapitre 5).

Dans le pelvis féminin, l'association d'un épanchement péritonéal avec une vessie pleine donne une image complexe, ressemblant si l'on veut à une tête de dragon thaïlandais (fig. 9.14).

Chez un patient anurique, une échographie quotidienne surveillera le retour de la diurèse.



Fig. 9.14 – Signe du dragon thaï. Cette image (coupe suprapubienne transversale) pourrait intriguer, avec cet aspect en tête de dragon. C'est l'association d'une vessie pleine chez une jeune femme et d'un épanchement péritonéal. La vessie est l'image ronde en haut, les yeux et la bouche grimaçante sont formés par l'épanchement, le nez par utérus et ligaments larges, et les dents par des éléments nageant dans l'épanchement – un hémopéritoine ici.

Cette politique évitera le port prolongé d'une sonde urinaire inutile.

Quand le contenu est échogène, dépendant, on évoque un caillot ou une pyurie (fig. 9.15). Un calcul donne une image dépendante avec ombre postérieure.

Une prostate élargie peut être détectée au passage (fig. 9.16).

Ceux qui veulent connaître le volume urinaire approximatif assimileront la vessie à une sphère, prendront la dimension la plus facile (largeur transversale en coupe transversale) et utiliseront

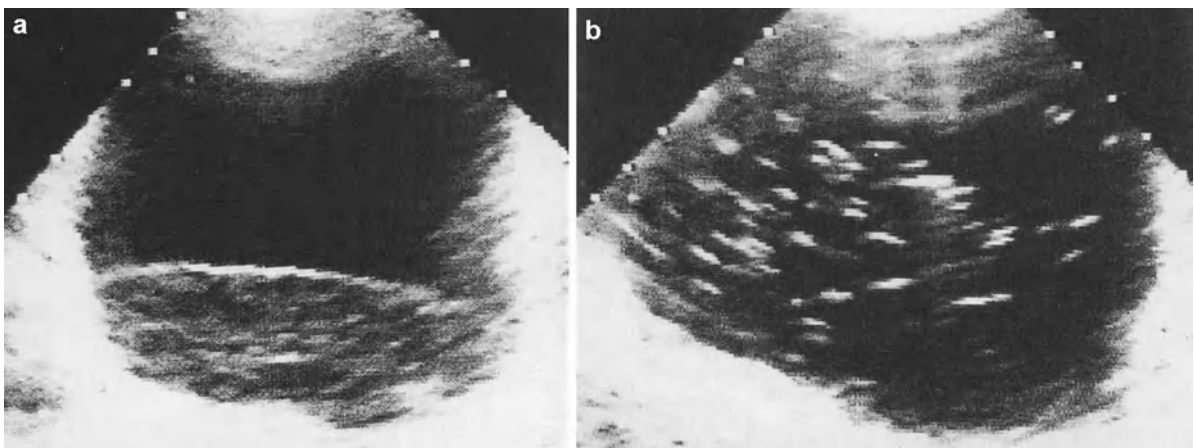


Fig. 9.15 – Pyurie. Coupe transversale de vessie. **a** : deux éléments peuvent être distingués dans cette vessie, séparés par une ligne artificielle : sédiment dépendant échogène, zone non dépendante transsonore. C'est un aspect de

pyurie. **b** : autre aspect de pyurie, avec de multiples éléments hyperéchogènes nageant comme en apesanteur, probables gaz bactériens (les urines avaient macroscopiquement un aspect homogène, voir figure 19.2 p. 176).



Fig. 9.16 – Adénome prostatique. Masse médiane régulière dans la lumière vésicale. Ce peut être la cause d'une insuffisance rénale aiguë obstructive. Noter la pauvre résolution de l'image (sonde cardiaque).



Fig. 9.17 – Utérus vide. Grand axe derrière la vessie. La ligne de vacuité (flèche) bien visible dans le muscle utérin traduit une absence de grossesse (intra-utérine).

la formule du volume d'une sphère. Très approximativement, une largeur de 5 cm correspond à 100 mL, une largeur de 6 cm à 175 mL, une largeur de 7 cm à 250 mL, une largeur de 8 cm à 425 mL. Nous invitons la communauté à se méfier des appareils dédiés à cet usage. À peine moins onéreux que l'appareil que nous préconisons pour une analyse corps entier, ils peuvent prendre des anses coliques, des kystes ovariens, etc., pour de l'urine, et donner un résultat très précis, mais faux.

Utérus, ovaires, organes de fertilité

Nous aimons jeter un regard de routine à l'utérus (fig. 9.17 et voir fig. 5.5, p. 34). Tout désordre aigu, dont thoracique, chez une femme enceinte, pointe sur le problème des radiations ionisantes que la majorité des tests infligent [10]. Quand une grossesse est détectée (fig. 9.18), le lecteur se référera au chapitre 29, dont une section montre comment faire dans ce cas. Pour voir un utérus en urgence, nous ne pouvons attendre la réplétion vésicale, et une vue partielle mais contributive est suffisante. Sinon, ou si la voie antérieure est barrée (pansements extensifs), plutôt que de nous équiper de l'encombrante sonde endovaginale, nous posons la sonde microconvexe sur le périnée, voire même à l'entrée du vagin, enrobée d'un gant d'examen simple. Cette approche sans doute non académique détectera promptement une hémorragie péritonéale par exemple.

La grossesse extra-utérine est un domaine subtil, d'intérêt pour le spécialiste. Elle montre à



Fig. 9.18 – Tel un chat tourné sur le dos, tête à droite de l'image, et semblant nous observer, un embryon est visible dans cet utérus. Voici une invitation à limiter fortement les radiations ionisantes, ce que l'échographie corps entier permet généralement.

l'intensiviste une image univoque, l'hémopéritoine. L'échographie critique n'exige pas de nous de dire quelle est la trompe malade, ceci sera fait au cours de la laparotomie immédiatement ordonnée. Une victoire de l'échographie est de dépister très tôt ces états, pour donner au chirurgien le temps d'intervenir, et de tenter de sauver la trompe. Si nous avons eu à faire à des chirurgiens hésitants, qui exigeaient une échographie faite dans les règles de l'art, par le spécialiste, dans ces cas, une prompt ponction abdominale, ramenant un sang franc, était un argument suffisant pour les ramener à l'évidence d'une hémorragie péritonéale. Le sang

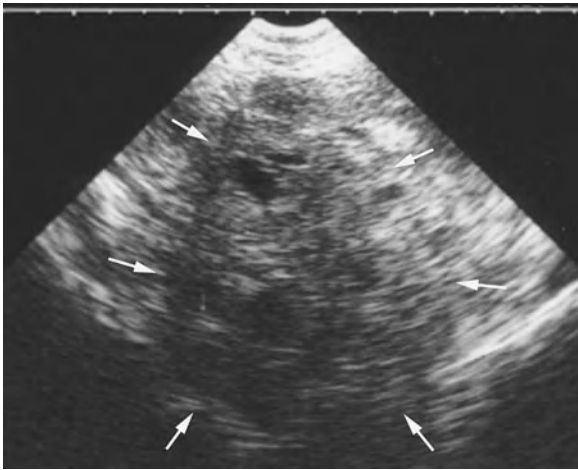


Fig. 9.19 – Grossesse extra-utérine. Cette coupe transversale de la poche de Douglas chez une jeune femme en choc indique immédiatement le diagnostic – montrant une masse écho-gène (flèches), témoin d'un caillottage massif. Comparer avec un épanchement anécho-gène sur la même incidence, sur la figure 9.13. La manœuvre de Carmen était plus démonstrative que cette image statique, prise dans l'extrême urgence. Il n'est pas demandé à l'intensiviste de retrouver le site précis de la grossesse. La reconnaissance dans ce contexte d'un épanchement péritonéal (ici sang caillotté) requiert une chirurgie immédiate, salvatrice.

pelvien peut être écho-gène dès le premier examen (fig. 9.19).

L'endométrite donne un œdème diffus du parenchyme [11]. La pyomérite donne une image liquidienne endo-utérine. Des images de gaz (images hyperécho-gènes punctiformes) seront parfois visibles dans des sepsis pelviens sévères [11].

Les urgentistes verront souvent des femmes enceintes inquiètes, et parfois des grossesses molaires, apoplexies utérines et autres qui ne seront pas développés dans ce livre, qui veut rester aussi fin que possible. Consulter tout manuel d'échographie d'urgence. Très succinctement, une femme enceinte a, précocement, un sac gestationnel à la place de la ligne de vacuité, contenant un peu plus tard un embryon, aux battements cardiaques visibles, et un sac vitellin (structure ronde, transsonore).

Chez l'homme jeune, les urgences menacent plus la fertilité que la vie. Ceci est évoqué au chapitre 28.

Échographie interventionnelle

Néphrostomie percutanée

On peut lever un obstacle urinaire au lit. La mortalité de la néphrostomie percutanée (0,2 %) est

inférieure à celle de la chirurgie [4]. Les complications incluent hémorragie et infection, et doivent être comparées aux avantages. Le rein est abordé par une voie postéro-latérale qui évite côlon et plèvre. L'aiguille est insérée vers les cavités dilatées. L'urine est récupérée pour analyse. Un guide est introduit dans le corps de l'aiguille. Un cathéter de drainage est monté sur le guide, après quelques coups de dilatateur. Il a été possible par cette voie de soulager une patiente en choc septique, de traiter l'insuffisance circulatoire, et d'amener la patiente stabilisée au bloc pour une prise en charge conventionnelle.

Cathétérisme sus-pubien

L'échographie offre un monitoring visuel. Un site de pénétration plus crânial que classiquement décrit peut limiter le risque de sepsis de l'espace prévesical. Les interpositions digestives sont vues. En leur absence, l'opérateur n'a pas besoin d'attendre les heures nécessaires à une réplétion massive de la vessie.

Références

1. Resnick MJ, Rifkin MD (1991) Ultrasonography of the urinary tract. Williams and Wilkins, Baltimore
2. Cauquil P, Hiesse C, Say C, *et al.* (1989) Imagerie de la transplantation rénale. Feuilles de Radiologie 29: 469-80
3. Scholbach T, Girelli E, Scholbach J (2005) Dynamic tissue perfusion measurement: a novel tool in follow-up of renal transplants. Transplantation 79: 1711-6
4. Finas B, Mercatello A, Tognet E, *et al.* (1991) Stratégies d'explorations radiologiques dans l'insuffisance rénale aiguë. In: Goulon M (ed) Réanimation et Médecine d'Urgence. Expansion Scientifique Française, Paris, p. 153-74
5. Laval-Jeantet M (1991) La détection de maladies graves par échographie systématique chez le généraliste. Presse Med 20: 979-80
6. Subramanyan BR, Raghavendra BN, Bosniak MA *et al.* (1983) Sonography of pyelonephrosis: a prospective study. Am J Roentgenol 140: 991-3
7. Goldfarb CR, Onseng F, Chokshi V (1987) Nondilated obstructive uropathy. Radiology 162: 879
8. Maillet PJ, Pelle-Francoz D, Laville M, *et al.* (1986) Nondilated obstructive acute renal failure: diagnostic procedures and therapeutic management. Radiology 160: 659-62
9. Charasse C, Camus C, Darnault P, *et al.* (1991) Acute nondilated anuric obstructive nephropathy on echography: difficult diagnosis in the intensive care unit. Intensive Care Med 17: 387-91
10. Felten ML, Mercier FJ, Benhamou D (1999) Development of acute and chronic respiratory diseases during pregnancy. Rev Pneumol Clin 55: 325-34
11. Ardaens Y, Guérin B, Coquel Ph (1990) Échographie pelvienne en gynécologie. Masson, Paris

Quelques organes disparates sont regroupés dans ce chapitre, tous dans le domaine de notre sonde microconvexe de 5 MHz.

Rate

Une rupture splénique génère un hémopéritoine, plus utile à détecter que la rupture elle-même. L'abcès splénique, parfois cliniquement discret, montre typiquement une masse hypoéchogène dans le parenchyme (fig. 10.1). Rarement, l'abcès est isoéchogène, et seul un liséré hypoéchogène, inconstant, permet le diagnostic (fig. 10.2). Rarement, seul un élargissement global est détectable (fig. 10.3). Une suppuration hémorragique accompagnant une péritonite stercorale peut donner une rate élargie hétérogène avec zones sombres liquidiennes et zones claires causées par les gaz microbiens (fig. 10.4). Dans la tuberculose miliaire fulminante, la rate peut être juste un peu hétérogène, proche de la normale (fig. 10.5).

Certains académiciens pensent que le diagnostic de splénomégalie est clinique. Ils ont raison, mais les patients difficiles, pléthoriques, ou simplement algiques, doivent aussi avoir leur chance. La rate normale est souvent partiellement cachée par l'air pulmonaire et digestif. Une splénomégalie écarte ces interpositions et devient plus accessible (fig. 10.6). Elle crée même une fenêtre acoustique permettant d'analyser reins, estomac, aorte, surrénales...

On peut décrire des épanchements péri-spléniques (voir fig. 5.4, p. 34), des ruptures traumatiques de rate (image anfractueuse, hématome capsulaire), des infarctus spléniques (image hypoéchogène pyramidale) (fig. 10.7). Au quotidien, il importe de localiser la rate avant ponction pleurale (voir fig. 15.3, p. 125).

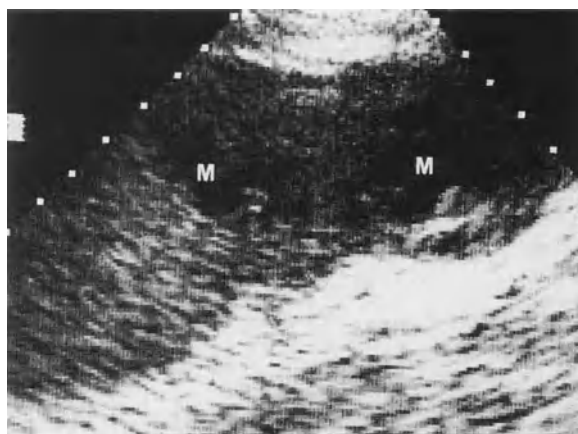


Fig. 10.1 – Abcès splénique. Images hypoéchogènes (M) au sein d'une rate élargie. La ponction écho-guidée a ramené un pus à staphylocoque chez cet homme de 48 ans victime d'une endocardite.



Fig. 10.2 – Abcès splénique. Celui-ci est isoéchogène à la rate, avec juste une fine bande périphérique. Choc septique chez une femme de 68 ans, un mois après une chirurgie abdominale à froid – et sans signe clinique orientant vers la rate.



Fig. 10.3 – Abscès splénique. Cette rate était considérée homogène à l'échographie, alors que le scanner a révélé l'abcès. Chez ces patients difficiles, pléthoriques, etc., la mauvaise qualité de l'image doit être reconnue par l'opérateur afin de pondérer la conclusion et de mener à des tests plus élaborés.



Fig. 10.5 – Miliaire splénique. La rate a des dimensions normales et une échostructure quasi normale, à part de petites zones discrètement hypoéchogènes (M). Un œil expérimenté – ou ici une relecture – pouvait montrer un aspect finement granuleux du parenchyme. La miliaire tuberculeuse diffuse ayant atteint ce jeune homme avec choc septique a été diagnostiquée à l'autopsie. Coupe longitudinale. K, rein gauche.



Fig. 10.4 – Splénomégalie hypoéchogène et hétérogène chez cet homme de 70 ans en choc septique. La chirurgie révélera une péritonite stercorale avec suppuration hémorragique de la rate.



Fig. 10.6 – Splénomégalie. Cette rate homogène de 16 cm (S) couvre le rein. Coupe longitudinale de l'hypocondre gauche.

La rupture de l'artère splénique, certes rare, est un diagnostic pour débutant, car la détection de l'hémopéritoine déclenche la chirurgie immédiate chez un patient avec choc et douleurs.

On peut envisager une échographie interventionnelle. Le drainage percutané de rate est une alternative à la chirurgie [1-3]. La mortalité d'un abcès, spontanément de 100 %, et de 7,8 % après chirurgie [4], tombe à 2,4 % après procédure percutanée [3]. Des auteurs proposent une simple aspiration à l'aiguille 18 Gauge en première ligne, plus ou moins injection *in situ* d'antibiotique [3]. Avec une

aiguille de 21 Gauge, nous avons pu diagnostiquer des abcès à staphylocoque (fig. 10.1) et les aspirer dans la foulée (fig. 10.8), sans complication hémorragique ni infectieuse sur un effectif restreint.

Surrénales

Leur analyse dans le choc septique est une application en cours d'évaluation. La décision de donner des corticoïdes en phase aiguë est un domaine

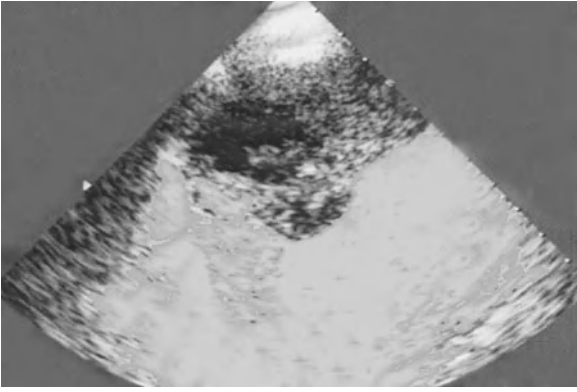


Fig. 10.7 – Infarctus splénique. Image hypoéchogène grossièrement pyramidale à base périphérique. La qualité d'image est typique d'un appareil d'échocardiographie classique avec sonde cardiaque phased array.

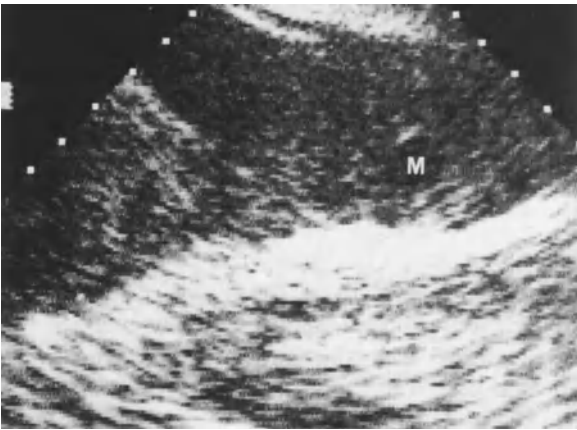


Fig. 10.8 – Suite de la fig. 10.1 après évacuation de l'abcès. Réduction significative de la cible.

controversé. On pourrait mettre les équipes en accord en fournissant un argument par l'imagerie pour déclencher ou non ce traitement lourd. Détecter des anomalies compatibles avec un œdème, une hémorragie, une nécrose surrénalienne, serait, sous couvert de validation, une indication à s'investir dans ce champ certes pointu. Entourée de graisse, la glande n'est pas directement visible, mais la loge surrénalienne est clairement délimitée (voir fig. 4.8, p. 29 ou fig. 5.3, p. 34). Les signes échographiques de l'insuffisance surrénalienne aiguë semblent peu décrits dans la littérature, faisant état de masse échogène dans des cas de nécrose hémorragique [5, 6].

On peut détecter une masse telle un phéochromocytome dans le cadre d'une crise hypertensive grave.

Pancréas

Nous déconseillons d'investir trop d'énergie sur cet organe, tant que l'opérateur n'a pas maîtrisé des cibles prioritaires (poumon, veines, cœur basique...), et plutôt d'appeler l'expert régulier en imagerie. Quand on ne peut pas bénéficier 24 heures sur 24 de cet expert, des notions seront utiles. Le champ de notre sonde, allant jusqu'à 17 cm, met presque toujours cet organe rétropéritonéal à notre portée. Le pancréas est bien localisé par les repères vasculaires (voir fig. 4.3, p. 28), à condition que les gaz ne gênent pas [7]. On peut les mobiliser si le patient n'en souffre pas, remplir l'estomac pour créer une fenêtre acoustique, et alors observer l'organe, ses connexions biliaires, le canal de Wirsung (fig. 10.9).

La pancréatite aiguë est un champ familier du radiologue [8]. Le pancréas est usuellement augmenté de taille, hypoéchogène hétérogène. Des images de collection mal définie (coulées de nécrose) peuvent se voir dans l'espace péri-pancréatique (fig. 10.10) ou à distance. Rarement, l'examen est normal [9]. Le scanner est habituellement indiqué en première ligne, permettant en outre d'établir des scores (Balthazar, Ranson...), de détecter un calcul biliaire. L'échographie est précieuse pour monitorer le patient après un scanner initial. Des examens itératifs montreront la formation de collections, et répondront à la question familière de la nécrose ou de la surinfection (fig. 10.11). Il faut pour cela ne pas avoir d'interposition digestive ou vasculaire, et éliminer un faux anévrisme, suspect par exemple en cas d'image arrondie connectée au voisinage de l'artère mésentérique supérieure (voir chapitre 25,



Fig. 10.9 – Pancréas normal. Sur cette coupe épigastrique transversale, le parenchyme est bien identifié, homogène avec un canal de Wirsung (canal pancréatique principal) bien défini (flèches) – signe de bonne qualité de la machine – et la confluence des veines portale et mésentérique supérieure (V).

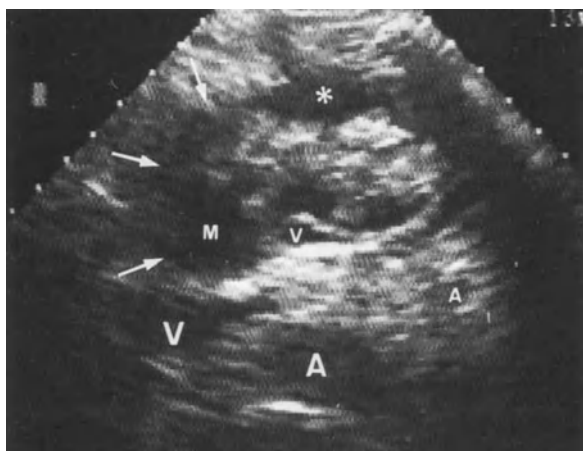


Fig. 10.10 – Pancréatite aiguë nécrotico-hémorragique en coupe transversale. La tête et le corps du pancréas sont élargis (flèches) et hétérogènes. Des collections hypoéchogènes peuvent être distinguées dans la tête (M), et devant le corps dans l'espace pancréatique (astérisque). A, aorte ; a, artère mésentérique supérieure ; V, veine cave inférieure, v, veine splénique.

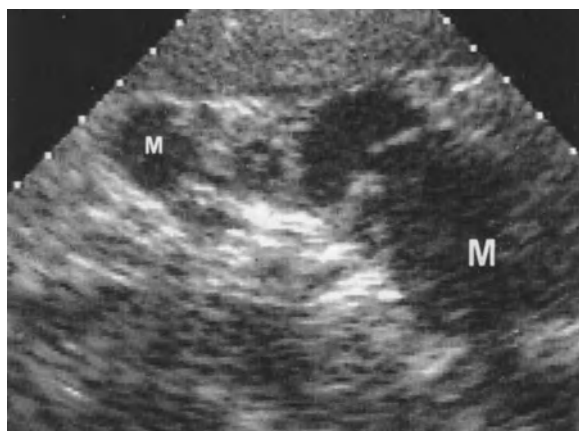


Fig. 10.11 – Pancréatite aiguë nécrotico-hémorragique, coupe transversale. Le pancréas n'a pu être identifié que par les repères vasculaires (non figurés sur cette coupe). Nombreuses collections hypoéchogènes le long de la tête (m) et du corps (M).

p. 249, et chapitre 26, p. 260). Une évacuation nécessite un drain large pouvant évacuer les débris. Des auteurs recommandent la chirurgie pour les collections centrales, les procédures percutanées pour les périphériques [10]. La thrombose veineuse (splénique, mésentérique supérieure) peut être accessible (voir fig. 6.17, p. 47).

Le pseudokyste pancréatique produit une image arrondie bien définie, à la paroi fine, transsonore (des échos internes suggéreraient la surinfection).

Un mot sur le scanner, qui n'est pas toujours une baguette magique. Cette histoire a eu lieu durant ce siècle, en région parisienne. Un homme de 45 ans sans antécédent était arrivé aux urgences pour une douleur abdominale intéressante. Le scanner, demandé d'emblée, avait montré une pancréatite aiguë de grade E. Tout dans l'histoire était clair, de l'hémoglobine un peu basse (normal pour une pancréatite hémorragique), les enzymes peu élevés (indiquant précisément une forme très grave avec sidération glandulaire), la détérioration clinique d'heure en heure (c'est attendu dans le cas d'une pancréatite aiguë grave). Tout avait une explication académique claire, jusqu'au moment où l'état clinique commandait une laparotomie de raison, faite alors dans un climat de grande instabilité, mais heureusement à heure ouvrable. Le seul élément qui manquait au dossier était une simple échographie, qui aurait pu être faite dès les urgences, aurait montré un épanchement (que le scanner voyait bien, mais rattachait académiquement à la pancréatite, et le piège infernal se refermait subtilement

sur le patient), que l'intensiviste aurait ponctionné d'emblée dans un tel contexte. Trouvant un sang pur, il aurait de suite appelé le chirurgien qui, lui, aurait promptement décelé la rupture d'anévrisme de l'artère splénique. Une telle histoire n'est pas rare, car tous ces diagnostics certes rares individuellement ont le point commun de générer une insuffisance aiguë menant le patient au réanimateur. Nous voyons entre une à deux fois par mois de telles histoires, « de chasse » certes, mais immédiatement déminées par une politique d'échographie libérale. Voir notre note de bas de page 273 au chapitre 29.

Adénomégalies

Le diagnostic est aisé : masse(s) tissulaire(s) ronde(s) ou ovale(s), le long d'axes vasculaires (voir fig. 12.3, p. 88). Elles peuvent créer des obstructions aiguës (respiratoires, biliaires...). Elles font aussi partie de ces nombreuses anomalies que l'examen note précocement, dans le cadre d'une prise en charge à froid (anévrisme aortique, image hépatique suspecte...).

Références

1. Berkman WA, Harris SA Jr, Bernardino ME (1983) Non-surgical drainage of splenic abscess. *Am J Roentgenol* 141: 395-7

2. Lerner RM, Spataro RF (1984) Splenic abscess: percutaneous drainage. *Radiology* 153: 643-7
3. Schwerk WB, Görg C, Görg K, Restrepo I (1994) Ultrasound-guided percutaneous drainage of pyogenic splenic abscesses. *J Clin Ultrasound* 22: 161-6
4. Nelken N, Ignatius J, Skinner M, Christensen N (1987) Changing clinical spectrum of splenic abscess: a multicenter study and review of the literature. *Am J Surg* 154: 27-34
5. Enriquez G, Lucaya J, Dominguez P, Aso C (1990) Sonographic diagnosis of adrenal hemorrhage in patients with fulminant meningococcal septicemia. *Acta Paediatr Scand* 79: 1255-8
6. Mittelstaedt CA, Volberg FM, Merten DF, Brill PW (1979) The sonographic diagnosis of neonatal adrenal hemorrhage. *Radiology* 131: 453-7
7. Silverstein W, Isckoff MB, Hill MC, Barkin J (1981) Diagnostic imaging of acute pancreatitis: prospective study using computed tomography and sonography. *Am J Roentgenol* 137: 497
8. Freeny P, Lawson TL (1982) *Imaging of the pancreas*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York
9. Lawson TL (1978) Sensitivity of pancreatic ultrasonography in the detection of pancreatic disease. *Radiology* 128: 733
10. Lee MJ, Rattner DW, Legemate DA, *et al.* (1992) Acute complicated pancreatitis: redefining the role of interventional radiology. *Radiology* 183: 171-4

L'anévrisme aortique est une bombe à retardement qui a fait d'innombrables victimes dans les couloirs des urgences durant des décennies, et en fait encore sur la route du scanner, à l'occasion. Il était possible de déminer en quelques instants ces bombes dès 1982 au moins, en imposant des examens de routine à tout drame thoraco-abdominal. D'excellents appareils parfaitement mobiles et peu encombrants étaient alors disponibles.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz avec sa portée utile de 17 cm donne les meilleures conditions pour étudier l'aorte thoracique, et abdominale, ainsi que le rétropéritoine, chez la plupart des patients vus dans nos institutions.

Aorte thoracique

L'ergonomie et la résolution de notre sonde sont parfaites pour optimiser l'analyse sus-claviculaire et sus-sternale, et devraient faire diminuer la demande d'approches plus lourdes (ETO, scanner, IRM). Clairement, l'exposition correcte de l'aorte n'est pas acquise dans 100 % des cas, mais pour tous ceux qui ont un morphotype favorable, de précieuses minutes seront gagnées.

L'aorte thoracique est visualisée de façon variable :

- l'aorte initiale est usuellement visible par voie parasternale gauche (fig. 11.1) ;
- l'aorte ascendante est parfois visible par voie sus-claviculaire (fig. 11.2) ;
- la crosse aortique et les trois troncs supra-aortiques sont parfois bien visibles par la voie sus-sternale (fig. 11.3). Toute augmentation de volume pathologique augmente la fenêtre acoustique, et donc le taux de succès de notre approche ;

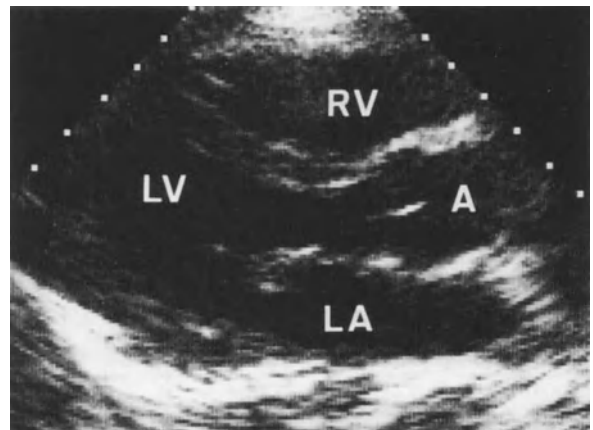


Fig. 11.1 – Aorte initiale. Coupe grand axe cardiaque parasternale. L'aorte (A) est vue entre oreillette gauche (LA) et ventricule droit (RV). LV, ventricule gauche. Cette coupe suit les conventions de l'imagerie cardiaque, pour une fois (tête du patient imaginée à droite de l'écran).

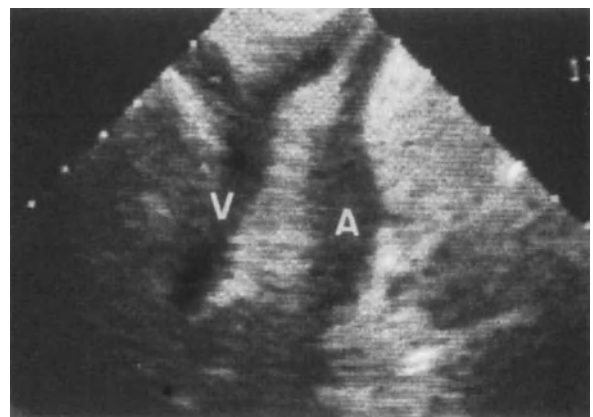


Fig. 11.2 – Aorte ascendante (A), en dedans de la veine cave supérieure (V). Approche droite sus-claviculaire. On peut voir l'origine du tronc artériel brachio-céphalique.



Fig. 11.3 – Crosse aortique. Elle est bien exposée chez cette jeune femme au morphotype favorable (approche sus-sternale, sonde microconvexe). L'origine des troncs supra-aortiques (flèches) et une section transverse de l'artère pulmonaire droite (PA) sont exposées en détail.



Fig. 11.5 – Aorte terminale, section longitudinale. Flèches, origine des artères iliaques. Ce type d'image peut remplacer des modalités invasives comme scanner et angiographie dans les grandes urgences. L'écho hyperéchogène linéaire vu dans la lumière aortique est typique d'un fantôme : il est géométrique, droit et immobile (il est lié à l'environnement clair).

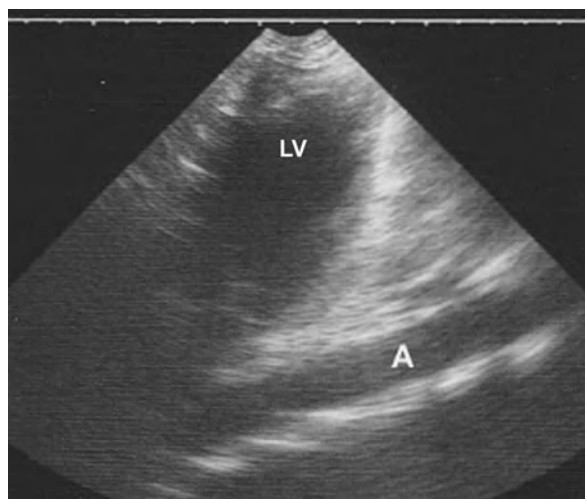


Fig. 11.4 – Aorte thoracique descendante. Elle est exposée sur 12 cm sur cette coupe qui exploite la fenêtre cardiaque (coupe apicale ou pseudo-apicale). LV, ventricule gauche.

– l'isthme aortique est habituellement mal accessible : une limite chez le patient traumatisé, car ce segment est stratégique ;

– l'aorte descendante est visible sur plusieurs centimètres, derrière le cœur, par une coupe pseudo-apicale (fig. 11.4). Une approche postérieure est futile si le poumon s'interpose. Toutefois, un épanchement pleural (hémithorax lié à un anévrisme) va créer une fenêtre acoustique salutaire (voir fig. 15.10, p. 128).

L'aorte abdominale est alors suivie par voie abdominale jusqu'à sa bifurcation (fig. 11.5).

Dissection de l'aorte thoracique

Ce drame peut se présenter de façon atypique, ce qui fait que tout médecin peut de temps à autre y être confronté. Un examen de routine de ces tableaux mal cadrés peut immédiatement rectifier le diagnostic.

Une approche simple est possible, avec les restrictions émises plus haut. Nous observons les signes suivants :

- une lumière aortique élargie (fig. 11.6) ;
- un voile intimal, reconnu ainsi :
 - structure échogène au sein d'une lumière anéchogène ;
 - structure jamais parfaitement rectiligne (comme le ferait un artefact de tangence), mais de type anatomique ;
 - une dynamique relative dans le vaisseau. Cette relativité peut s'imprimer en temps-mouvement dans les cas favorables, mais peut être simplement visualisée en temps réel ;
- un hémopéricarde fréquent (fig. 11.7).

Quand ces signes sont tous présents, le diagnostic est clair au point qu'il devient parfois risqué de transporter de tels patients pour confirmation. Il est probable que dans quelques décennies, le chirurgien manipulera l'échographe et opérera au vu de ce seul examen.

La figure 11.5 montre un cas d'artefact fantôme qui pourrait simuler un voile intimal pour le très jeune opérateur.



Fig. 11.6 – Dissection de l'aorte thoracique. Douleur intense chez une femme de 77 ans. La coupe sus-sternale démontre une lumière aortique élargie (45 mm) avec une image interne irrégulière, non artefactuelle (ni horizontale ni verticale ni parallèle aux structures externes fortement échogènes), et mobile, indiquant un voile intimal (flèche). De telles images sont bien plus caractéristiques en temps réel que sur cette coupe (mais voir fig. 11.16).

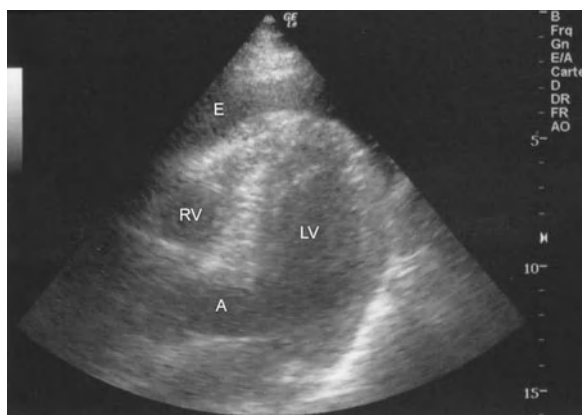


Fig. 11.7 – Hémopéricarde (E). Aspect compliquant la dissection aortique. Noter la structure échogène (c'est du sang). La petite taille du ventricule droit laisse à penser que l'épanchement tamponne. Cette figure est une des rares à être représentée plus d'une fois dans ce livre, car des conditions aussi accessibles à un diagnostic immédiat et aussi accessibles à une thérapeutique immédiate efficace sont la définition même de l'échographie critique.

Anévrisme de l'aorte thoracique

Il donne lieu à une masse médiastinale large, accessible à une sonde microconvexe. Les parois de l'aorte ont en général un aspect sacciforme. La lumière peut montrer une thrombose massive donnant le change avec une masse tissulaire (fig. 11.8). Toutefois, cette masse contient une lumière centrale, systolique, avec une périphérie stratifiée. On peut

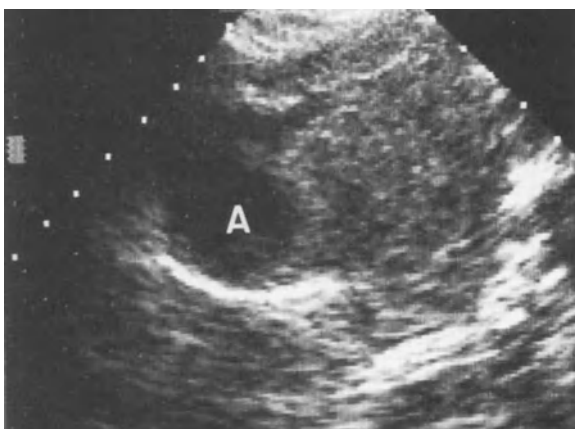


Fig. 11.8 – Anévrisme de l'aorte thoracique. Coupe sus-sternale chez un patient choqué avec douleur. Noter la thrombose substantielle, aux couches régulières. A, lumière circulante de l'aorte.

voir les couches les plus internes (donc les plus récentes) encore mobiles, refoulées vers la périphérie par les systoles.

Les vaisseaux supra-aortiques peuvent être plus ou moins suivis, mais le débouché, en réanimation déjà médicale, est faible (voir chapitre 25).

Anévrisme de l'aorte abdominale

La recherche d'une fissuration anévrismale est routinière devant toute douleur abdominale. L'analyse du calibre aortique ne devrait soulever aucune difficulté chez les patients dépourvus de gaz. Pour les autres, on peut tenter de diminuer ces barrières gazeuses antérieures par une pression, à condition qu'elle soit très légère, ne créant pas de douleur ni de risque fissuraire accru. Une main de l'opérateur tient la sonde microconvexe, et l'autre s'étale sur la paroi abdominale pour étaler la pression (fig. 11.9). Voir p. 9 comment chasser les gaz en douceur. Si la barrière résiste à une approche douce, nous n'insistons pas et tentons une approche translombar (fig. 11.10 et fig. 11.11).

Nous savons que l'approche longitudinale est prônée par certains, mais l'approche transversale a l'avantage de localiser d'emblée l'aorte. La manœuvre de Carmen rend tout plus évident, et offre l'équivalent de coupes longitudinales. Le diagnostic est habituellement basique, montrant un calibre élargi (fig. 11.12), avec perte de parallélisme des parois,



Fig. 11.9 – La main libre est étalée sur l'abdomen et la sonde microconvexe appliquée comme indiqué. La main libre contrôle doucement la pression, et fait dans le même temps le travail clinique de palpation.

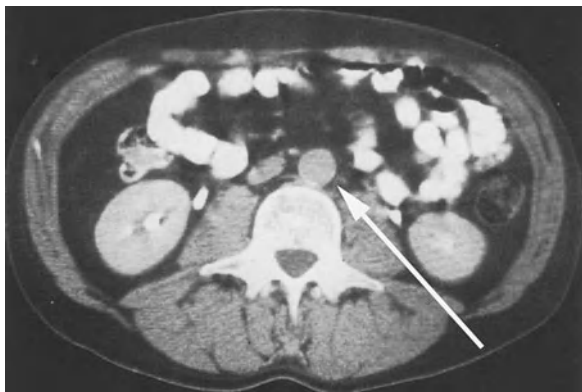


Fig. 11.10 – Scanner abdominal, montrant que dans ce cas d'interpositions gazeuses antérieures, une approche trans-lombaire est licite pour analyser l'aorte abdominale (flèche), avec une sonde courte.

plus fusiforme que sacciforme (fig. 11.13). On parle d'anévrisme à partir de 3 cm.

Quand les conditions locales sont favorables, l'échographie permet, comme le scanner, une bonne vue d'ensemble de la lumière, de la thrombose, de l'épaisseur pariétale (augmentée en cas d'inflammation) et des vaisseaux collatéraux principaux. En cas de fuite, une collection est vue dans l'espace rétro-péritonéal gauche (fig. 11.14). Des observations très fortuites ont montré une zone précise de tourbillon, dans la collection péri-aortique, systolique. Le siège de la fissure était localisé à l'évidence, et l'extrême urgence de l'opération également démontrée.



Fig. 11.11 – Approche trans-lombaire de l'aorte. La sonde est placée au niveau de la flèche de la fig. 11.10 (en fait à travers le rein, K). De fins mouvements permettent d'exposer l'aorte (A), contre le rachis (R). E, estomac. Noter en bas de cette figure de multiples artefacts en neige, appelés lignes K, dus à des interférences sectorielles non supprimées.

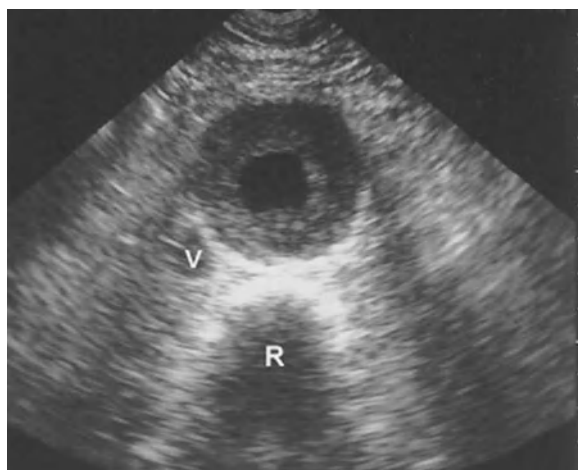


Fig. 11.12 – Anévrisme aortique. Coupe transversale épigastrique. L'aorte est reconnue par sa localisation antérieure au rachis (R), à gauche de la veine cave inférieure (V). Un élargissement substantiel de calibre (5 cm) est immédiatement noté. Une thrombose large, régulière, dans l'anévrisme, génère une lumière quasi normale (un piège classique de l'aortographie, qui sous-estimait la taille de l'anévrisme).

Des découvertes d'anévrisme débutant peuvent se voir et doivent indiquer des investigations à froid. Une aorte infiltrée (bords irréguliers, calcifications diffuses) montre que ce patient a un potentiel augmenté d'avoir un dommage artériel à l'origine de son admission.



Fig. 11.13 – Anévrisme aortique. Cette coupe montre une extension de 10 cm de l'anévrisme montré en figure 11.12.

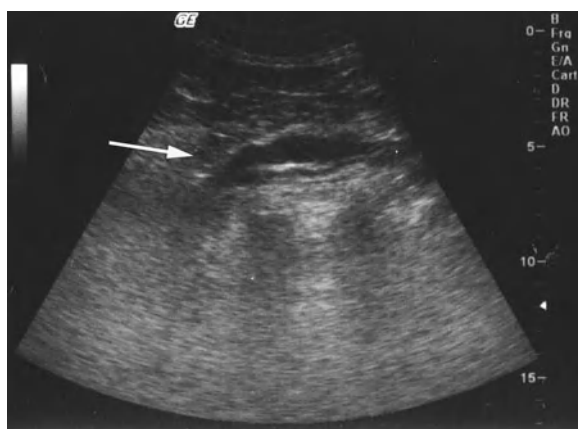


Fig. 11.15 – Dissection aortique. Coupe longitudinale épigastrique chez un patient avec douleur thoraco-abdominale. Dans la lumière de l'aorte abdominale (flèche), un long voile intimal est clairement visualisé, avec signe statique caractéristique (forme sinueuse). Voir fig. 11.16 pour la description dynamique.



Fig. 11.14 – Hématome rétropéritoneal. Patient âgé en choc avec douleur abdominale. Volumineuse masse grossièrement arrondie, avec contact antérieur (coupe transversale, sur le flanc gauche). L'aspect échogène hétérogène indique un caillotage précoce.



Fig. 11.16 – Dissection aortique, suite de la figure 11.15. Mode temps-mouvement d'une coupe transversale de l'aorte abdominale. A et C sont les parois proximale et distale de l'aorte. B est le voile intimal. La dynamique relative de B par rapport aux parois A et C est caractéristique, démontrée même sur cette image gelée.

Dissection de l'aorte abdominale

Cette dissection (ou l'extension d'une dissection thoracique) augmente le calibre du vaisseau, avec un voile intimal séparant les deux canaux. Le voile intimal est reconnu comme au niveau thoracique (lire plus haut) :

- structure échogène au sein d'une lumière anéchogène (fig. 11.15) ;
- structure jamais parfaitement rectiligne, comme le ferait un artefact de tangence, mais de type anatomique (voir fig. 13.7, p. 100) ;

– une dynamique relative dans le vaisseau est caractéristique (fig. 11.16).

Quand l'aorte peut être suivie jusqu'à sa bifurcation, la disparition progressive d'un des canaux est notée (fig. 11.17).

Hématome rétropéritonéal et autres désordres

La masse est habituellement volumineuse, hétérogène. On voit parfois une phase dépendante échogène (caillotage) et une masse non dépendante



Fig. 11.17 – Dissection aortique. Dans la lumière aortique, le voile intimal est visualisé (flèche) en coupe transversale. Son mouvement intrinsèque est visible en temps réel.

transsonore (sérum). Les dépôts de fibrine peuvent créer des septations (fig. 11.14). Voir un épanchement péritonéal de type sanguin est possible, par contiguïté.

Un abord postérieur translombaire est logique, mais ces hématomes sont souvent extensifs et viennent alors en contact avec la paroi antérieure (cliniquement bien détectables). Un hématome pariétal, dont le traitement diffère, se distingue notamment par les angles de raccords, opposés.

La ponction écho-guidée est généralement faisable, quand une surinfection est suspectée.

Le rétropneumopéritoine devrait en théorie donner un aspect caractéristique, car la bande gazeuse devrait stopper les ultrasons.

Les sondes vasculaires ne sont pas totalement adaptées à l'évaluation vasculaire chez les patients critiques.

Nous laissons à présent l'abdomen pour une cible critique chez tout patient lourd : le réseau veineux. Les principales applications sont :

- l'aide au cathétérisme veineux (le présent chapitre) ;
- le diagnostic de l'embolie pulmonaire (chapitre 13) ;
- l'évaluation hémodynamique chez le patient critique (chapitre 23).

Nous ouvrons ce vaste domaine par un petit chapitre consacré à l'accès veineux afin de donner plus d'homogénéité aux chapitres suivants, du chapitre 13 au chapitre 23, en connexion directe avec le BLUE-protocole et ses extensions. Dans ce chapitre, l'intensiviste verra comment vérifier la patence veineuse, afin de ne pas effectuer de procédure futile. Notre approche du patient critique comporte dix points techniques qui l'opposent à l'approche veineuse traditionnelle. Le chapitre 13, dédié au BLUE-protocole, les reprendra en détail, mais il faut connaître à ce stade les sept premières.

1. Nous n'utilisons pas les sondes vasculaires traditionnelles. Elles condamnent l'opérateur aux seules veines superficielles et aux seules régions linéaires. Notre sonde microconvexe donne l'information appropriée tout le long du corps, veines incluses.
2. Nous ne nous limitons pas aux sites cervicaux et fémoraux.
3. Pour la détection du paquet vasculaire, nous privilégions la coupe petit axe (voir fig. 1.4, p. 6).
4. Nous n'utilisons pas le Doppler.
5. Nous n'utilisons pas systématiquement la manœuvre de compression.
6. Nous ne pratiquons pas de compression aveugle. Quand nous la jugeons nécessaire, elle se fait en douceur.
7. Nous utilisons le signe de la dérobade (il ne figure pas dans les ouvrages à notre connaissance).

8. Nous n'utilisons pas d'abord postérieur chez un patient critique, en décubitus dorsal.
9. Nous n'utilisons pas le gel. Notre produit de contact permet un gain de temps majeur dans ces explorations corps entier.
10. Nous n'appelons pas, sauf cas particulier, le spécialiste de l'imagerie qui ne peut, dans la logique de l'échographie critique, tenir un rôle 24 heures sur 24 au sein de la réanimation.

D'intérêt limité pour qui maîtrise l'abord veineux en aveugle, ce chapitre sera précieux pour ceux qui recherchent la sécurité et le confort maximaux pour leurs patients critiques, surtout les cas difficiles, visant le zéro faute. Ceux qui ont rencontré des difficultés ou des incidents lourds apprécieront ce chapitre. L'échographie économise aussi en temps et en matériel. Nous allons montrer comment chercher une veine dans un but de cathétérisme en nous concentrant sur la veine sous-clavière. Puis nous exposerons la méthode de visée dans le grand axe, que nous utilisons depuis 1989 et avons prônée en 1992 comme approche standardisée chez le patient critique [1]. Nous suspectons que la même tradition qui a réfuté le poumon dans la cour de l'échographie s'est aussi imposée au niveau veineux chez le patient critique.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour l'accès veineux central.

Avant d'entrer dans le vif du sujet : comment nous tenons et mobilisons la sonde pour l'analyse veineuse

C'est si important que nous débutons par ces quelques conseils.

1. Nous appliquons la sonde sur la peau tel un stylo-plume, c'est-à-dire avec juste la pression nécessaire pour avoir une image à l'écran (voir fig. 1.2). Une pression même modérée peut

comprimer une veine jugulaire interne jusqu'à la rendre non visible. Rappelons qu'une main extérieure doit pouvoir retirer la sonde de la main de l'opérateur sans effort.

2. Nous utilisons une sonde microconvexe. Elle peut être appliquée partout, ceci incluant des aires non linéaires (sous-clavière, cave supérieure...) et les troncs profonds (cave inférieure). Les sondes linéaires sont appropriées pour *certaines* veines (fémorale, jugulaire), et dans *certaines* coupes selon le territoire (grand axe ou bien petit axe). Dit plus durement, nous estimons que les sondes vasculaires ne sont pas aptes à l'analyse des vaisseaux de nos patients (insuffisance veineuse chronique non considérée).
3. Visant à faire de l'échographie une discipline simple, nous gardons la sonde perpendiculaire à la paroi, exactement au-dessus de la région d'intérêt (évitant ces approches obliques, récurrentes). Voir fig. 1.2, ne pas voir la fig. 12.8.
4. La manœuvre de Carmen est un mouvement permanent que nous exerçons. À la première application de la sonde, le paquet vasculaire peut ne pas être évident à voir. La manœuvre de Carmen (balayage doux décrit au chapitre 1, p. 4) rend la détection immédiate. Puis nous restons immobile sur la cible.

Premier pas : reconnaître le paquet vasculaire

Chaque veine (à part raretés saphènes ou cérébrales) est accompagnée d'une artère (figs 12.1



Fig. 12.1 – Veine jugulaire interne droite, aspect normal en coupe petit axe. La veine est située en dehors de l'artère (A), a une forme un peu arrondie (mais pas complètement), un calibre de 13 × 20 mm, et une lumière transsonore. Noter le nerf vague dans l'angle entre veine et artère, lui aussi accessible à notre sonde microconvexe.

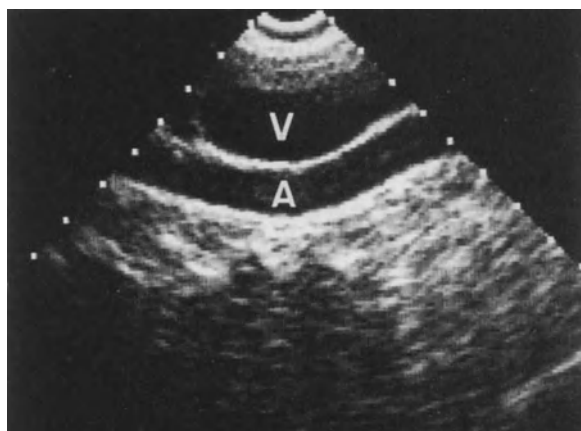


Fig. 12.2 – Veine jugulaire interne droite (V) en grand axe, coupe longitudinale du cou. Sur cette coupe, la veine est antérieure à l'artère (A), une variante possible.

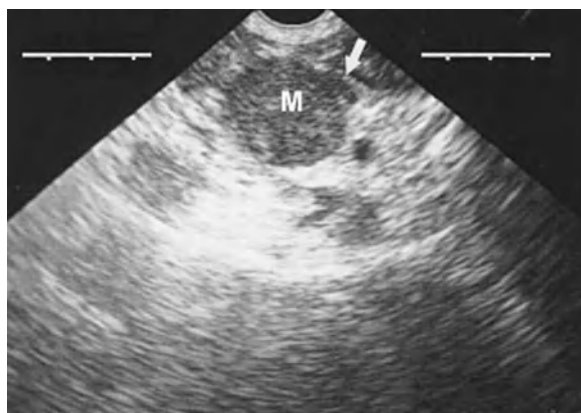


Fig. 12.3 – Adénopathie. Coupe transversale du cou. Une masse d'allure tissulaire (M) est détectée en dehors de l'artère, ovoidale à la manœuvre de Carmen. Une thrombose veineuse aurait sur cette seule coupe le même aspect. La flèche désigne la veine jugulaire interne refoulée et aplatie.

et 12.2). Contrairement aux coupes grand axe, les coupes petit axe (avec minime manœuvre de Carmen au besoin) montrent immédiatement le paquet, rendant facile l'échographie critique. Nous cherchons des structures tubulaires, qui donc n'ont pas de fin, contrairement aux kystes, hématomes et adénopathies (fig. 12.3). Le Doppler n'est pas obligatoire pour cette simple distinction. Les muscles (le sterno-cléido-mastoidien pour la veine jugulaire interne) sont des structures plates, non tubulaires, persillées, etc., ne présentant jamais de difficulté diagnostique.

Deuxième pas : distinguer la veine de l'artère

Voici neuf critères, seuls quelques-uns sont habituellement suffisants pour une distinction immédiate.

1. Une artère est parfaitement ronde en petit axe (les anévrismes locaux sont des raretés). Une veine est un peu ou franchement ovale, parfois triangulaire, parfois plate – exceptionnellement bien ronde.
2. Les parois d'une artère en grand axe sont toujours parallèles. Celles d'une veine, quasiment jamais.
3. La veine est plus large que l'artère, en règle générale (le secteur veineux contient les 2/3 du sang).
4. L'artère montre des impulsions systoliques, alors que les mouvements de la veine, soit nuls, soit amples, sont plutôt réglés par la respiration.
5. La lumière veineuse peut contenir des valvules (fig. 12.4), la paroi artérielle des calcifications.
6. La localisation anatomique.
7. Un flux spontané peut parfois être observé dans une veine (jamais dans une artère).
8. Des images pathologiques visibles dans une veine (thrombose) ne sont pas vues dans une artère.
9. La manœuvre dynamique montre qu'une petite pression est suffisante pour comprimer une veine, alors qu'une artère a besoin d'une pression égale à la pression artérielle pour se collaber. Comme on le voit ici encore, on peut se passer du Doppler.



Fig. 12.4 – Veine fémorale commune, coupe grand axe. La flèche désigne une valvule.

Troisième pas, avant la ponction : vérifier la patence veineuse

Ce temps crucial comporte deux étapes.

L'étape statique

La sonde est appliquée sur la veine et l'opérateur observe simplement.

Aspects statiques

L'observation est la base de notre approche. Au niveau de certaines veines comme la jugulaire interne, l'environnement fait que, quand la veine est anéchogène, elle est libre. Une thrombose locale se verra toujours, à un tel point que nous suggérons réellement l'échographie comme gold standard, déjà à ce niveau. *Noir* signifie *libre*. Aux niveaux sous-clavier et fémoral, l'aspect est plutôt gris-noir. Une thrombose se verra de façon moins évidente, mais l'échogénicité plus tissulaire, les contours irréguliers (comme un cumulus) avec différence nette entre thrombose et lumière circulante font généralement le diagnostic. Les *artefacts fantômes* visibles parfois sont plutôt linéaires, tels des cirrus. Ils sont inertes, c'est-à-dire ne se mobilisent pas avec les autres structures quand la sonde est mobilisée. Voir fig. 11.5, p. 82 et fig. 13.7 p. 100. Il est possible de chercher une asymétrie de calibre entre droite et gauche, de confirmer la présence d'un cathéter (fig. 12.5).



Fig. 12.5 – Cathéter dans la lumière veineuse jugulaire interne. L'aspect hyperéchogène de ces deux lignes parallèles est caractéristique. On distingue la route transcutanée. Technologie 1982.

Aspects dynamiques

Cette étape montre la variation de calibre respiratoire : collapsus inspiratoire des veines sous-clavières ou jugulaires du patient non ventilé, ou leur élargissement inspiratoire chez le patient ventilé sédaté. Cette étape montre l'aspect flottant d'une thrombose veineuse, de façon si caractéristique qu'ici encore, l'échographie devrait être gold standard.

L'étape dynamique : la manœuvre de compression contrôlée

C'est une technique populaire au niveau des membres inférieurs (fig. 12.6, et voir fig. 13.8 et texte correspondant). Ce que nous appelons compression *contrôlée* comporte deux idées. La première comprend le fait de ne pas comprimer quand une analyse statique a détecté un thrombus flagrant, car elle a répondu à la question clinique. La compression n'est plus d'actualité. La seconde est de comprimer, si cela est décidé, d'une façon modérée, et ce pour les 4 raisons suivantes :

1. Une pression modérée est plus que suffisante pour comprimer une veine normale.
2. Une pression forte peut comprimer un thrombus frais et faire conclure à un test normal.
3. Une forte pression peut déloger une thrombose [2].
4. Une forte pression peut comprimer une artère chez un patient à la pression artérielle faible.

L'échographie doit rester une procédure sûre. Nous estimons avisé (et suffisant) de limiter la pression à la valeur raisonnable de 0,5-1 kg/cm². Cette notion basique sera rappelée au chapitre 13.

Nous comprimons très en douceur, sonde vraiment à l'aplomb de la veine. Si la veine initie un collapsus, nous augmentons légèrement la pression, jusqu'à obtenir pour la plus faible pression

le collapsus complet de la veine. La paroi distale semble se rapprocher de la paroi proximale qui reste en place, puis les deux parois claquent l'une contre l'autre. Le collapsus doit normalement être complet.

Nous n'utilisons pas le Doppler, pratique partagée par quelques autres sur le papier [3, 4] et de nombreux autres sur le terrain. L'examen est rendu difficile par l'emphysème sous-cutané, les pansements trop généreux, une trachéotomie, un collier cervical, une forte hypovolémie.

La thrombose veineuse est décrite au chapitre 13.

Cathétérisme écho-éclairé

Cette procédure permet de choisir le meilleur site. Il est prouvé depuis 1994 que les larges veines sont plus aisées à ponctionner que les petites [5]. La conclusion de ce modeste travail avait à l'époque suscité certains sourires, mais le débouché pratique était simple, et accessible : une application parmi 100 pour justifier l'achat d'un échographe simple dans chaque service de réanimation – dès 1994 voire 1982.

L'asymétrie (définie comme au moins le double de la surface, mais elle peut être massive) est la règle au niveau jugulaire interne : 62 % des cas, et au bénéfice de la droite dans seulement 68 % des cas [6]. La même étude a montré que 23 % des veines jugulaires internes avaient à l'admission en réanimation une section en petit axe inférieure à 0,4 cm² (en décubitus dorsal). L'usage systématique du côté droit (à l'aveugle) initiera donc des difficultés dans 1/4 des cas. La posture de Trendelenbourg n'augmente que modérément le calibre.

Une vue rapide de la veine avant ponction évite des expériences douloureuses :

- une thrombose ;

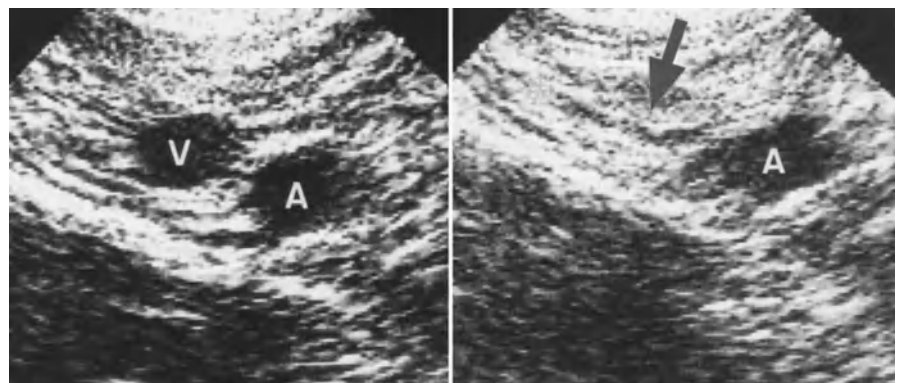


Fig. 12.6 – Manœuvre de compression. L'image de gauche montre comment le paquet sous-clavier apparaît immédiatement sur une coupe longitudinale thoracique sous la clavicule, soit une coupe petit axe du paquet (V, veine, A, artère). Image de droite : collapsus complet de la veine quand une pression est exercée (tête de flèche).

– la localisation aberrante par rapport à l'artère, qui se verrait dans 8,5 % des cas à l'étage jugulaire interne [7] ;

– un collapsus inspiratoire. Il n'est pas besoin d'études poussées pour prédire que cet état crée les conditions de l'embolie gazeuse. On ne le voit que chez le patient non ventilé ou mal sédaté. Chez le patient bien sédaté, le calibre inspiratoire augmente, et le sang veineux sort lors de la déconnexion du matériel. La veine sous-clavière a la réputation d'avoir des dimensions constantes même chez le patient hypovolémique, mais l'échographie a démontré le contraire (déjà pour la moitié distale de la veine) ;

– un collapsus permanent. La veine demeure non visible, aspect fréquent à la veine jugulaire interne, nécessitant des manœuvres subtiles pour la faire apparaître. Plus simple que la manœuvre de Trendelenbourg ou de Valsalva, l'application d'un doigt juste au-dessus de la clavicule, dans son axe, coupe le retour veineux et c'est là que la veine apparaît, en général d'un calibre infime (moins de 3 mm), aspect n'incitant pas à la ponction, même sous échographie.

Dessiner un repère cutané là où est la veine jugulaire interne, éteindre l'échographe et insérer l'aiguille selon le repère est possible. Toutefois, cette méthode n'est valable que si la veine est large – finalement le genre de veine qu'on cathétérise aisément à l'aveugle [5]. Quant à la veine sous-clavière, cette manœuvre est hasardeuse, car une petite erreur d'angulation mène à l'échec, cette veine étant plus petite et profonde. Malgré cette pauvre méthodologie, des études ont pourtant conclu que l'échographie n'était pas utile dans ce cadre, ce qui était à notre avis bien hâtif [8].

Juste avant le prochain pas (invasif) : comment s'entraîner

Notre méthode qui permet de simuler des parenchymes à coût quasi nul et notre approche préférée, axiale, sont décrites au chapitre 26. Nous pensons que tout médecin qui sait écrire peut utiliser cette approche.

Veine sous-clavière, aspect normal

La sonde est posée en longitudinal sous la clavicule, ce qui détecte le petit axe du vaisseau (fig. 12.6). Très proche de la veine se trouve la surface pulmonaire,

ligne hyperéchogène animée d'une dynamique propre, le glissement pleural, entourée de côtes, suivie d'artefacts aériques (voir chapitres 14 à 21). La portion externe est plus facile à exposer et à comprimer. Notre protocole simple permet de collaber facilement une veine non thrombosée (fig. 12.6), par une douce pression sous la clavicule alors que la main libre de l'opérateur exerce une pression au-dessus (une variante de la « main du Doppler », voir chapitre 13, p. 101). La portion proximale de la veine, vers le sternum, ne peut être comprimée. Une sonde microconvexe est idéale, car nous sommes ici sur une des régions les moins linéaires du corps.

Cathétérisme écho-guidé de la veine sous-clavière

L'insertion aveugle d'un cathéter jugulaire interne ou sous-clavier échoue dans 10-19 % des cas, avec complications dans 5-11 % des cas [9]. Ce taux augmente avec le degré de l'urgence, jusqu'à 38 % en cas d'arrêt cardiaque [10]. Ironiquement, tant que la procédure n'est pas achevée, bien que tout proche, le médecin est incapable de traiter le patient.

D'après notre expérience et depuis 1989, le seul inconvénient du cathétérisme écho-guidé est dans... sa simplicité. Pouvoir contrôler toute veine en quelques instants chez tout patient (cachectique, pléthorique...) est une raison licite de doter un service de réanimation de l'échographie légère. Les avantages de l'échographie sont depuis



Fig. 12.7 – Veine sous-clavière droite, grand axe. Coupe transversale du thorax. Cette veine est libre. Son calibre large la rend idéale pour un cathétérisme. Image habituelle obtenue avec notre sonde microconvexe. Noter la surface pulmonaire proche (flèche).

récemment illustrés [11, 12], et les publications se multiplient, mais la musique est la même. Nous devons toutefois adapter cette musique à présent déjà traditionnelle.

Comment procédons-nous à la base ?

Grand axe ou petit axe ?

Des détails de base de toute procédure interventionnelle sont disponibles au chapitre 26. L'asepsie est rigoureuse (un simple gant n'est pas acceptable). La sonde, l'aiguille et l'écran doivent être dans le même axe visuel (fig. 12.8). La sonde a identifié le paquet vasculaire en petit axe, s'est alignée sur la veine sur son grand axe. Depuis notre approche empirique (avant même de savoir que l'échographie était utilisée dans ce cadre), nous utilisons cet abord



Fig. 12.8 – L'intérêt de cette figure est de montrer que la sonde, l'aiguille et l'écran sont dans le même champ de vision. Sur ce cliché (fait pour nos besoins), l'inclinaison de la sonde n'est pas un exemple à suivre pour pratiquer une échographie simple. La figure 12.10 fournit des détails supplémentaires.



Fig. 12.9 – Cathétérisme sous-clavier. Le corps de l'aiguille (flèches noires) est visible à travers les tissus superficiels. Le bout de l'aiguille a atteint la paroi veineuse (flèche blanche).

grand axe. Il permet de voir l'aiguille dans toute sa longueur (fig. 12.9), donc l'ensemble des zones transpercées (et non pas un point, qui n'indique pas où est la pointe, tranchante, de l'aiguille). L'abord petit axe, qui semble populaire de nos jours, est peut-être une adaptation forcée, du fait de l'usage de sondes linéaires encombrantes, qui restreignent l'utilisateur à la voie jugulaire. En abord grand axe, l'artère a été localisée comme hors du champ, et ne peut pas être sur la route de l'aiguille, par essence, quand l'aiguille est insérée dans le plan de la sonde. Un problème écarté.

Un conseil sophistiqué : une fois le viseur stabilisé sur la veine, nous aimons nous éloigner de l'artère de 1 à 2 mm, pas plus. Le principe de cette petite manœuvre est de sécuriser le geste au point que le médecin puisse prendre sa retraite sans avoir jamais touché une artère.

La sonde est à présent tangentielle à la peau (90°), dans le grand axe veineux, et l'aiguille vise le repère de la sonde, à un point de pénétration situé à



Fig. 12.10 – Cette simple figure fournit neuf informations.

La main droite tient une sonde microconvexe, idéale pour les zones non linéaires (veine sous-clavière). Noter l'espace disponible du fait de la petite empreinte de cette sonde.

La sonde est appliquée tranquillement, avec une pression minimale, tenue par une main bien posée sur le thorax.

La sonde est posée tangentielle au thorax (90°) juste en face de la région d'intérêt.

La sonde expose la veine dans son grand axe.

La main gauche tient l'aiguille, tranquillement, sans crispation car le vide dans la seringue n'est pas requis.

L'aiguille est appliquée à 45° sur le thorax.

Environ 2 cm séparent l'aiguille du bord de la sonde (jusqu'à 1 cm est correct).

L'aiguille vise tranquillement le repère sur la sonde (noter ce repère intelligent, facile à localiser).

Il n'y a pas de système sophistiqué liant l'aiguille à la sonde.

Pour ne pas alourdir ce cliché (fait en procédure fictive), la seringue ne figure pas, et le matériel stérile n'est pas installé.

1-2 cm de la sonde, avec un angle de 45° (fig. 12.10). Ces angles et distances permettent des procédures standardisées. Ponctionner la sous-clavière loin de la ligne médiane permet au guide de prendre naturellement la courbe vers la veine cave supérieure sans remonter en jugulaire interne. Cette procédure devrait aussi sauf erreur réduire le risque de syndrome de la pince sous-clavière.

Comment nous tenons l'aiguille : un détail basique

Dans les méthodes aveugles, les opérateurs doivent faire le vide, ce qui mobilise leurs deux mains. Avec l'échographie, une main est mobilisée à tenir la sonde, ce qui n'est pas un problème. L'aiguille est tenue tel un stylo et pénètre sous guidage visuel. Pas besoin de vide, pas besoin d'être à plusieurs.

Que voyons-nous ?

Nous voyons habituellement l'aiguille pénétrer les tissus, atteindre la paroi proximale de la veine, pousser cette paroi puis pénétrer la veine. Souvent, les deux parois sont collées l'une contre l'autre, et donc transpercées simultanément par l'aiguille (on voit ainsi bien ce qui se passe lors des procédures aveugles). S'il y avait avantage à ne pas transfixier (ce qui reste à démontrer), une avancée vive et modérée de l'aiguille au contact de la paroi proximale éviterait la transfixion.

L'aiguille n'est pas bien visualisée dans son trajet pré-veineux dans environ 15-20 % des cas. Cette situation, qui fait couler beaucoup d'encre, et d'argent (voir p. 261 du chap. 26), n'est aucunement un problème, si l'on garde bien l'aiguille dans l'axe de la sonde, un jeu d'enfant. On finira par voir le bout de l'aiguille, touchant et déprimant la paroi proximale.

Le phénomène de l'huître est un fait rare (deux cas), rencontré à chaque fois chez des jeunes femmes non sédentaires : suite à une difficulté initiale (non liée à l'échographie : mauvaise progression du guide, obligeant à reprendre le geste), la veine n'est plus visible, et la procédure est en échec. Un hématome local (quelques cc suffiraient) ou un vasospasme seraient l'explication.

En fin de procédure

L'échographie vérifie l'absence d'un bien improbable pneumothorax, ce qui supprime une indication de la radiographie de contrôle (voir chapitre 18). Si la

question demandée à la radiographie est la remontée en jugulaire, l'échographie a aussi répondu à cette question, car nous vérifions ce point en cours de procédure (voir fig. 26.5, p. 261). Si la question est de localiser la fin du cathéter par rapport aux cavités droites, la réponse vient du bon sens : insérer une longueur raisonnable de ligne. Injecter des bulles de matériel échogène peut aussi répondre, mais ce geste à notre avis complique une affaire simple. La malposition du cathéter dans un petit vaisseau (veine mammaire interne) est anecdotique, et de toute façon, le faible reflux obtenu lors de l'aspiration est un excellent signe faisant suspecter ce cas. Pour toutes ces raisons, nous reportons la radiographie de contrôle, ou la cumulons avec un autre besoin. D'autres équipes s'en tiennent à l'échographie [13].

Le guidage échographique dans la veine sous-clavière est mentionné, rarement [14], et encore plus rarement en réanimation.

Pourquoi la veine sous-clavière plutôt que la jugulaire interne ?

Nous observons comme une tendance planétaire cette réticence envers l'abord sous-clavier, que nous avons du mal à comprendre. Nous disposons pourtant d'une médecine visuelle. L'ergonomie inadaptée des sondes dites vasculaires est probablement la réponse.

L'accès sous-clavier est un site élégant pour éviter les infections [15]. Les complications infectieuses à distance aussi sont diminuées [16]. Le risque de ponction artérielle ou pulmonaire est invalidé par le contrôle visuel du geste. Ceux qui veulent garder l'axe sous-clavier pour hémodialyse ont une intention louable, mais en termes de nombre de patients et de rapport bénéfice/risque, cette attitude est-elle si valable ? Notons dans ce débat ouvert que l'usage de l'échographie est certainement bon pour la paroi veineuse, qui ne souffre que d'une seule perforation en général.

Il semble que la thrombose liée au cathéter soit bien plus fréquente en territoire jugulaire interne que sous-clavier. Une explication partielle serait un débit plus important en sous-clavier.

Les contre-indications classiques (hémostasie défaillante, poumon controlatéral défaillant, obésité, cyphoscoliose, fracture claviculaire, etc.) disparaissent si un contrôle visuel est exercé. L'abord sous-clavier favorise le confort du patient,

qui au final bénéficie de tous les avantages de la voie sous-clavière, sans en subir les risques.

Dans une étude de 50 procédures menées en sous-clavier chez des patients ventilés consécutifs, donc non sélectionnés (incluant donc des contre-indications classiques, notamment 13 patients dont la distance peau-veine était supérieure à 30 mm, habituellement récusés pour obésité), étude que nous n'aurons jamais le temps de soumettre dans la grande littérature, nous avons eu un taux de succès complet [17]. Dans 72 % des cas, le succès (défini comme un reflux franc de sang veineux) était obtenu en moins de 20 secondes, et dans 16 % en moins d'une minute. Douze pour cent des cas étaient considérés comme longs, sans toutefois dépasser les cinq minutes.

Considérations philosophiques et autres

La pratique de la ponction écho-guidée ne peut aider à progresser avec les méthodes aveugles, les repères étant différents. Une question essentielle se pose : devons-nous oublier ces méthodes aveugles ? Nous serions condamnés à une dépendance vis-à-vis de la machine, qui peut être indisponible. Mais comment sélectionner les patients qui de temps en temps bénéficieront de la méthode aveugle sera une issue éthique sans solution (ou au moins, assurons-nous alors que la veine est belle à... l'échographie).

D'innombrables systèmes ont été créés pour compliquer la procédure. Un servo-contrôle fixé sur la sonde nous semble plus réducteur que libérateur, car il empêche une adaptation en cours de procédure et alourdit l'asepsie. Des constructeurs habiles ont créé des machines dédiées à cet usage. Elles sont généralement de qualité limitée, mais restent d'un coût (relativement) si élevé qu'on aurait pu mettre un peu plus et avoir une vraie machine, corps entier... Des solutions avec Doppler foisonnent aussi pour guider la procédure, mais nous ne voyons pas ce qu'on gagne par rapport à la visualisation directe – un avis partagé [18].

Quand faut-il procéder au cathétérisme écho-guidé ? Nous répondons : dès que le médecin veut éviter tout risque à un patient donné, veut gagner du temps pour pouvoir en consacrer au temps actif de la prise en charge, etc. (confort du patient) soit finalement chaque fois. En ce qui concerne le contrôle des coûts, l'échographie générerait une économie en matériel de 40 % [19].

Que faire des autres sites ?

La voie jugulaire interne, si populaire donc [20], peut être utilisée par ceux qui le désirent, les règles sont les mêmes. Il faudra alors savoir affronter les chutes de cheveux, les sécrétions nasales, les larmes, les sécrétions buccales, des miasmes venant des oreilles, des coulées d'une trachéostomie, liste à laquelle il faut ajouter le détachement du pansement transparent lié aux sudations.

Au niveau fémoral, l'échographie est valable si le pouls manque et qu'aucun autre site n'est disponible, car ce site est le plus exposé au risque bactérien (fig. 12.4 et fig. 12.11).

Quant aux veines périphériques mais non superficielles, abord certes moins spectaculaire que celui des voies centrales, elles peuvent être détectées par l'échographie, avec notre matériel associé à une petite épaisseur de tofu (voir fig. 26.5, p. 261).

Insertion de cathéter central court sous sonographie en extrême urgence

Le terme dans l'édition anglaise est ELSISCEC (*emergency life-saving insertion of short central endovenous catheter*). Ceci est repris au chapitre 26. Nous insérons un cathéter multi-usage de 60 mm et de 16 Gauge dans un tronc veineux central (voir fig. 26.1, p. 256). C'est une alternative certes non académique mais salvatrice au cathétérisme central traditionnel (impensable dans l'urgence extrême)



Fig. 12.11 – Vaisseaux fémoraux communs. Coupe petit axe au pli de l'aîne. La séparation entre veine (V) et artère (A) est effacée par un artefact de tangence, d'où cet aspect en cacahuète. Nous avons entendu parler d'un signe de la tête de Mickey Mouse dans cette région, potentiellement d'intérêt pour de très jeunes étudiants. Pour ceux et celles intéressé/es par le blocage nerveux, le nerf fémoral (N) figure sur ce cliché.

et au spectaculaire accès trans-osseux, certes intéressant. Cette méthode peut se faire, même dans l'urgence, sans faute d'asepsie, à condition d'avoir travaillé la technique à froid. Il s'agit donc d'un protocole, dont l'abréviation (ICCSSEU) a été réduite, pour la rapidité, sous le nom de protocole-X (lire p. 255).

Cinq points pour conclure

1. Les sondes vasculaires ne sont pas totalement adaptées pour l'accès veineux central.
2. Le label « vasculaire », attaché aux sondes linéaires, pourrait faire penser le contraire.
3. Une sonde vasculaire prévient en général du cathétérisme sous-clavier.
4. Une sonde vasculaire, large, sera introduite avec difficulté dans une gaine stérile étroite.
5. Notre sonde microconvexe peut être appliquée sur toute veine, fournir une information clinique et permettre son cathétérisme visuel.

Références

1. Lichtenstein D (1992) Troncs veineux centraux. In: *L'échographie générale en réanimation*. Springer, Paris, Berlin, p. 77-84
2. Perlin SJ (1992) Pulmonary embolism during compression ultrasound of the lower extremity. *Radiology* 184: 165-6
3. Cronan JJ (1993) Venous thromboembolic disease: the role of ultrasound, state of the art. *Radiology* 186: 619-30
4. Lensing AW, Prandoni P, Brandjes D, *et al.* (1989) Detection of deep-vein thrombosis by real-time B-mode ultrasonography. *N Engl J Med* 320: 342-5
5. Lichtenstein D (1994) Relevance of ultrasound in predicting the ease of central venous line insertions. *Eur J Emerg Med* 7: 46
6. Lichtenstein D, Saifi R, Augarde R, *et al.* (2001) The internal jugular veins are asymmetric. Usefulness of ultrasound before catheterization. *Intensive Care Med* 27: 301-5
7. Denys BG, Uretsky BF (1991) Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med* 19: 1516-9
8. Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, *et al.* (1994) Complications and failures of subclavian vein catheterization. *N Engl J Med* 331: 1735-8
9. Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H, *et al.* (1986) Central vein catheterization, failure and complication rates by 3 percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 146: 259-61
10. Skolnick ML (1994) The role of sonography in the placement and management of jugular and subclavian central venous catheters. *Am J Roentgenol* 163: 291-5
11. Denys BG, Uretsky BF, Reddy PS, *et al.* (1991) An ultrasound method for safe and rapid central venous access. *N Engl J Med* 21: 566
12. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG (1996) Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. *Crit Care Med* 24: 2053-8
13. Maury E, Guglielminotti J, Alzieu M, *et al.* (2001) Ultrasonic examination: an alternative to chest radiography after central venous catheter insertion? *Am J Respir Crit Care Med* 164: 403-5
14. Nolsoe C, Nielsen L, Karstrup S, Lauritsen K (1989) Ultrasonically guided subclavian vein catheterization. *Acta Radiol* 30: 108-9
15. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, *et al.* (2001) Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients. A randomized controlled trial. *J Am Med Ass* 286: 700-7
16. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, *et al.* (2006). Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 10(6): R162.
17. Lichtenstein D, Saifi R, Mezière G, Pipien I (2000) Cathétérisme écho-guidé de la veine sous-clavière en réanimation. *Réan Urg [Suppl 9]* 2: 184
18. Yonei A, Yokota K, Yamashita S, Sari A (1988) Ultrasound-guided catheterization of the subclavian vein, *J Clin Ultrasound* 16: 499-501
19. Thompson DR, Gualtieri E, Deppe S, Sipperly ME (1994) Greater success in subclavian vein cannulation using ultrasound for inexperienced operators. *Crit Care Med* 22: A189
20. Slama M, Novara A, Safavian A, *et al.* (1997) Improvement of internal jugular vein cannulation using an ultrasound-guided technique. *Intensive Care Med* 23: 916-9

Principe d'examen des veines profondes chez le patient critique

Seconde application, la thrombose veineuse profonde chez le patient critique : le BLUE-protocol, versant veineux

Chapitre 13

Un chapitre long – mais une procédure qui peut être menée en quelques minutes une fois maîtrisée.

La thrombose veineuse profonde chez le patient grave n'est pas celle qui est classiquement vue aux urgences ni dans le cadre de l'insuffisance veineuse chronique. La logique de l'approche, qui définit le BLUE-protocol, est totalement opposée. La réanimation nous prive de gold standard au lit du patient, et nous n'avons pu soumettre notre expérience. Toutefois, nous expliquons ici pourquoi nous pensons que c'est précisément l'échographie qui devrait être ce gold standard (et non pas le Doppler ou la phlébographie). Il nous est difficile de comparer nos observations avec d'autres études, mêmes favorables à l'échographie, car elles ont utilisé des sondes vasculaires, le Doppler, une analyse limitée entre aine et genou, et des patients non critiques [1].

Nous faisons face ici au problème de l'embolie pulmonaire, donc à l'insuffisance des données cliniques [2, 3], du risque d'un diagnostic non fait (40 % de mortalité), du risque des outils usuels [4], et du risque des thérapeutiques usuelles – 11 % de saignement majeur et un risque léthal entre 0,7 % et 1,8 % [5-7]. Désireux de ne pas être surpris par cette maladie polymorphe, nous examinons en routine le réseau veineux de tout entrant. Ce test nous permet, de temps en temps, de clarifier une situation qui semblait complexe (habituellement des tableaux simulant un choc septique).

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est idéale pour la recherche de thrombose veineuse profonde à tous les étages, spécialement les axes sous-claviers, iliaques, suraux. Dans le BLUE-protocol, une telle sonde est précieuse, car elle se promène du poumon aux veines sans délai.

Les dix particularités de l'échographie veineuse dans le BLUE-protocol

Le BLUE-Protocol (section veineuse) se base sur dix points qui sont en totale opposition avec les approches traditionnelles. Nous les répertions à dessein.

1. Nous n'utilisons pas de sonde vasculaire. Ces sondes, au profil linéaire, condamnent l'utilisateur à n'étudier que des zones linéaires, et seulement superficielles. Nous utilisons une seule sonde, microconvexe, appropriée pour le corps entier – permettant un gain substantiel de temps, et de coût. Elle étudie les veines sous-clavières (dans tous les axes), la veine cave supérieure, la veine cave inférieure, les veines surales...
2. Nous n'utilisons pas de coupes grand axe (voir fig. 1.4, p. 6), plus délicates que les coupes petit axe. Elles requièrent une immobilité et une précision certes gérables pour un point (cathétérisme) mais difficilement pour une analyse du corps entier. Lors de la compression, une petite erreur d'angulation fait sortir la veine du plan, simulant une compressibilité correcte pour le débutant. Une coupe petit axe montre la veine d'emblée, et cette veine ne peut fuir de l'image sous compression par effet sortie de plan. La manœuvre de Carmen rend l'approche réellement aisée.
3. Nous n'utilisons pas le Doppler – même sur des sites réputés non compressibles.
4. Nous n'utilisons pas la compression – pas systématiquement.
5. Quand la compression est décidée, nous utilisons la force minimale requise.
6. Nous utilisons un signe personnel : le signe de la dérobade.
7. Nous ne limitons pas notre protocole aux veines fémorales et poplitées, non relevants chez nos patients graves. Si l'embolie est massive, la thrombose veineuse résiduelle est petite. Une attention particulière est portée aux axes suraux. Comme l'ensemble du système veineux est accessible (fig. 13.1), les axes supérieurs sont inclus, si nécessaire.
8. Nous n'utilisons pas les approches postérieures habituelles. Nos patients sont critiques

et ne peuvent être facilement tournés sur le ventre. Notre sonde microconvexe permet l'abord purement antérieur de ces patients et va là où les sondes vasculaires ont du mal (veines surales, poplitées...).

9. Nous n'utilisons pas le gel. Notre produit de contact permet un gain de temps quand il faut explorer l'ensemble du système (et un confort accru pour tous).
10. Nous n'appelons pas, sauf cas rares, le spécialiste de l'imagerie. L'organisation actuelle des structures fait qu'il lui est difficile d'être présent 24 heures sur 24, sur la scène de la réanimation ou de l'urgence extrême. Les cultures peuvent différer en matière de compréhension et gestion de l'urgence extrême.

Suivre ces 10 points permet de faire, comme nous le proposons depuis 1992, un protocole *rapide*. Trois minutes sont requises une fois la méthode maîtrisée. La recherche de thrombose veineuse, partie intégrale du BLUE-protocol, est ordonnée chaque fois qu'un patient en défaillance respiratoire aiguë présente à l'échographie une surface pulmonaire antérieure normale. Le risque de décès étant majeur, la recherche de l'embolie

est prioritaire devant celle de BPCO décompensée, asthme, pneumopathie.

Comment appliquer la sonde microconvexe, reconnaître la veine, apprécier sa patence ont été vus au chapitre 12.

Le diagnostic de thrombose veineuse.

Étape 1 : la simple observation

L'échographie simple est un outil si performant que nous pensons qu'il devrait être le gold standard. L'étape de simple observation est en effet diagnostique dès qu'elle permet de voir une lumière veineuse remplie d'un matériel échogène, d'allure tissulaire. Ses limites externes sont anatomiques quand elle n'est pas occlusive : un peu arrondies comme un cumulus (fig. 13.2), régulières (fig. 13.3). Subocclusive, elle laisse persister un pertuis circulant (fig. 13.4). Occlusive, elle moule la lumière veineuse (fig. 13.5). L'opérateur doit apprécier que les conditions locales sont favorables. Le milieu environnant au niveau jugulaire interne crée les meilleures conditions visuelles. Une lumière noire est une lumière libre. Une thrombose se voit toujours. La compression n'apporte pas d'élément supplémentaire. Les autres veines ont des conditions variables, fonction des gaz digestifs, de la graisse... En général, sous l'aîne, l'échogénicité de la lumière veineuse est plus chargée, rendant la visualisation directe du thrombus moins évidente.

Chez un patient en ventilation spontanée, dyspnéique de surcroît, l'absence de mouvement au niveau d'une veine sous-clavière, jugulaire

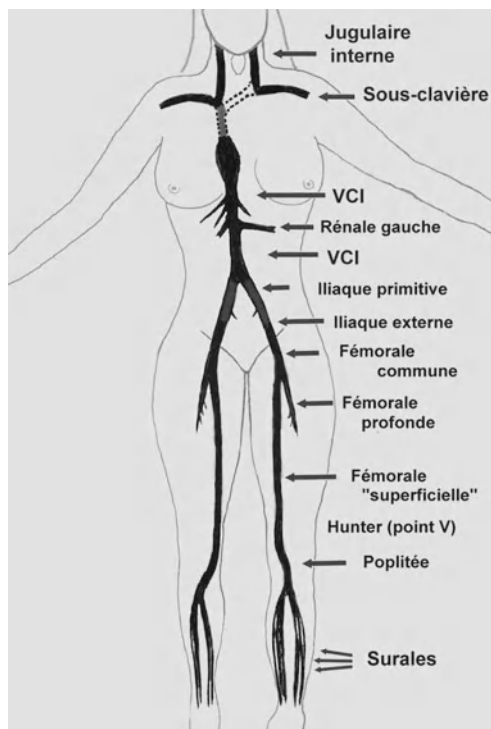


Fig. 13.1 – Le réseau veineux. Cette figure montre les axes veineux profonds accessibles à l'échographie. En gris, les axes inconstamment exposés (veine cave supérieure, veines iliaques primitives).



Fig. 13.2 – Thrombose veineuse. Thrombose typique de la veine jugulaire interne, développée sur cathéter. Il est visible au sein de la thrombose, son ombre postérieure est nette (flèches).

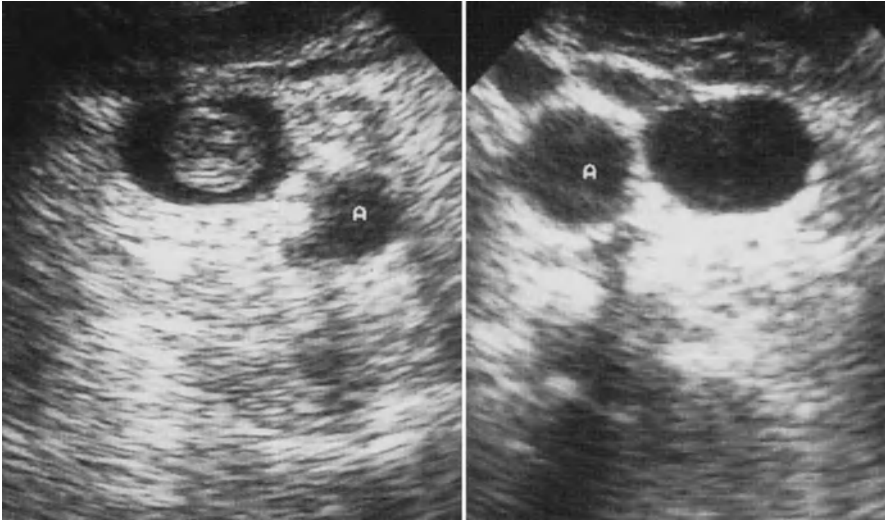


Fig. 13.3 – Thrombose flagrante de la veine jugulaire interne, et aspect comparatif. Cette figure est la copie d'une copie (original non retrouvé), mais malgré la dégradation, elle montre ce qu'il est possible de voir, au lit du patient, depuis 1992 voire 1982. Tout praticien utilisant un matériel donnant ce type

d'image ou mieux reconnaîtra qu'il est temps de considérer l'échographie en temps réel comme un gold standard, face à ce type d'image sans équivoque. À noter que cette thrombose était flottante en temps réel.

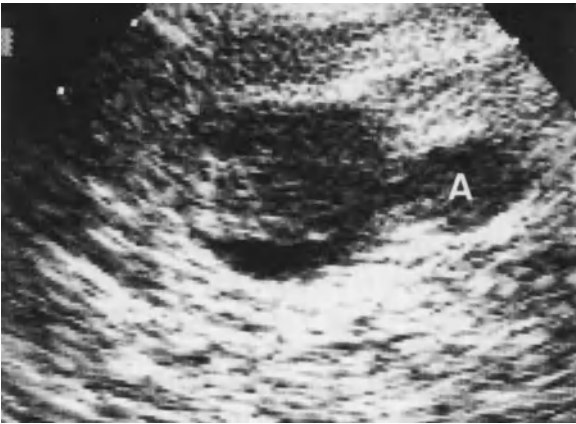


Fig. 13.4 – Thrombose subocclusive. Image échogène indiquant une thrombose jugulaire interne. La lumière libre est réduite à un canal transsonore en quartier de lune. Une légère compression affaîsserait la lumière libre, une compression un peu plus appuyée initierait un signe de la dérobage. Section petit axe du cou (A, artère).

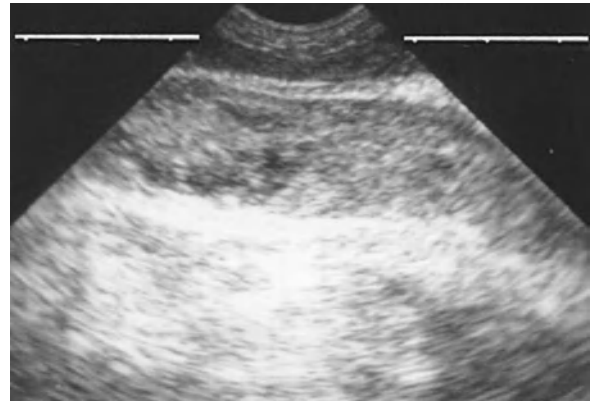


Fig. 13.5 – Thrombose occlusive jugulaire interne. Coupe grand axe. On peut mesurer une extension d'au moins 6 cm.

interne, cave inférieure, est un élément de plus, si nécessaire, pour indiquer la thrombose – occlusive (fig. 13.6). Il n'y a pratiquement pas de piège. Les artefacts fantômes (fig. 13.7) sont liés aux tissus avoisinants. Un fantôme a une forme régulière, géométrique, horizontale, verticale, ou parfois dans l'axe d'une structure très échogène, comme dans la figure 13.7. Le fantôme est fin, strié, évoquant le cirrus (et non pas le cumulus). Si le doute persiste, une compression douce aboutit tranquillement

au collapsus complet de la veine, et on verra le fantôme quitter doucement la lumière veineuse, sans signe de la dérobage (voir plus loin). Ce n'est pas un vrai problème, pas besoin de détecteur de fantôme sophistiqué. La tumeur endoveineuse devrait simuler une thrombose. Outre sa rareté, nous assumons que la mise sous anticoagulants de telles images ne devrait pas être une grosse erreur, au vu du risque de thrombose surajoutée qu'on peut imaginer.

Fig. 13.6 – Thrombose occlusive de la veine sous-clavière, petit axe. La veine est incompressible. L'image de droite, en temps-mouvement, détecte un signe sensible d'occlusion : une absence totale de dynamique respiratoire de la veine.

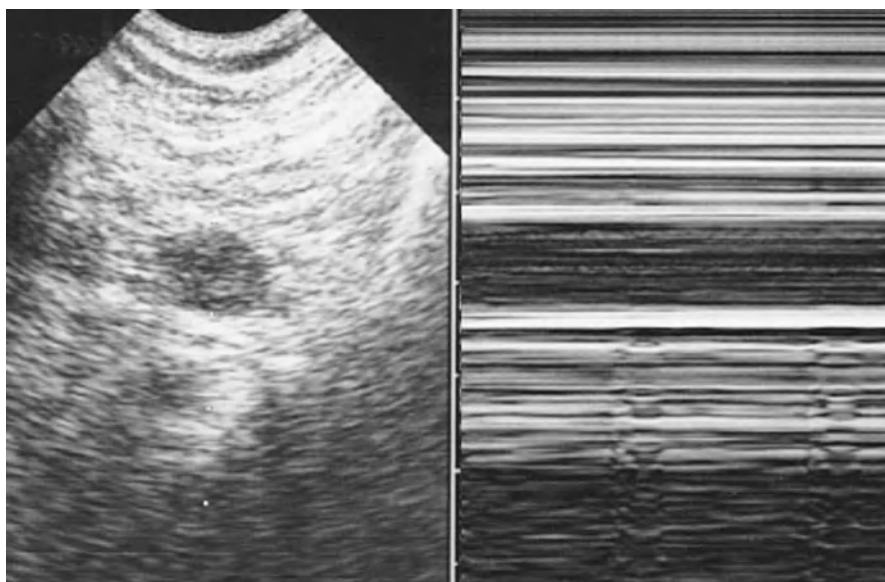


Fig. 13.7 – Artefact fantôme. Cette image échogène, dans la lumière de la veine jugulaire interne gauche, est hyperéchogène et régulière. Une pression modérée de la sonde chassera l'image hors de la lumière veineuse et collabera totalement cette veine libre. Artère carotide interne (A) à la gauche de la veine. Noter la course oblique de cet artefact (créé par des structures fortement réfléchissantes alentour).

Le diagnostic de thrombose veineuse.

Étape 2 : la manœuvre de compression contrôlée

Elle ne devrait être faite que si l'étape 1 n'a pas répondu à la question. Avec le profil idéal de la sonde microconvexe, on peut faire cette manœuvre à tout niveau (voir fig. 12.6). Il est souvent écrit que la non-compressibilité d'une veine est un signe de thrombose, mais il faudrait préciser sous quelle intensité.

Nous n'aimons pas assister à ces examens où, à peine la veine localisée, elle est aussitôt comprimée, vite (comme si l'opérateur avait peur qu'elle ne s'enfuit) et sans contrôle de la force. Nous prenons deux secondes pour vérifier l'état statique, puis nous comprimons. En termes militaires, c'est un temps large pour identifier l'ennemi avant de tirer, ce qui évite les dégâts collatéraux. Certes, aux membres inférieurs sous l'aîne, l'étape statique est moins contributive, et le petit calibre des veines surales permet peu la visualisation directe de la thrombose. Les thromboses flottantes se voient aux segments iliaques ou cave, mais rarement sous l'aîne.

La compression devrait être doucement appliquée pour les quatre raisons de base exposées p. 90 du chapitre 12. Nous rappelons les conséquences d'une compression non contrôlée.

1. Adaptée à la faible pression physiologique du système veineux, une pression légère est plus que suffisante pour collaber une veine libre.
2. Une forte compression peut écraser un thrombus frais, et faire conclure à un test normal.
3. Une forte compression peut déloger le thrombus. Une douleur thoracique en cours de compression fémorale est un bon signe confirmant l'embolie pulmonaire, certes.
4. Une forte compression peut collaber une artère, d'autant que la pression artérielle est basse. Pour que l'échographie reste une méthode pacifique, nous conseillons de limiter la pression à 0,5-1 kg/cm².



Fig. 13.8 – La « main du Doppler » et le point V. Cette figure montre comment la partie basse de la veine fémorale est efficacement étudiée par une compression à deux mains, rendant le Doppler non nécessaire. La sonde microconvexe a la forme idéale pour une compression focalisée, efficace. Voir comment elle peut être appliquée partout. Noter comment la main tient calmement la sonde, tout

en se fixant solidement contre la cuisse. À droite, l'image échographique (coupe transversale de cuisse près du genou). Le fémur génère une ombre franche (*étoile*). Les vaisseaux fémoraux sont visibles en dedans du fémur (*flèches*). La veine est-elle l'élément interne ou externe, la compression le dira.

Technique

La compression est faite avec la sonde quand il y a un appui osseux sous-jacent, et à deux mains en l'absence d'os. L'os est présent derrière les veines jugulaire interne, cave inférieure, iliaque (souvent), les 3/4 supérieurs de la fémorale superficielle, la poplitée. L'os est absent derrière la veine sous-clavière, le 1/4 inférieur de la fémorale superficielle, les veines surales. Prenons le 1/4 inférieur de la veine fémorale, au niveau du canal de Hunter, un segment classiquement réputé non compressible. Cette croyance a fait le bonheur des vendeurs de Doppler. Considérant que nous avons deux mains, nous allons utiliser notre main inoccupée comme point de contre-pression, et la positionnons à l'antipode de la sonde. Soudainement, la veine fémorale au canal de Hunter devient facilement compressible (fig. 13.8). Prière de lire plus bas la section « Veine fémorale basse ». Au niveau sous-clavier, notre petite sonde est placée sous la clavicule, la main libre au-dessus. Au niveau sural, la main libre empaume le mollet. Main libre et main de la sonde se rejoignent.

Résultats. Le signe de la dérobadie (*Escape sign*)

L'association d'une absence de compressibilité *sous pression contrôlée* et du signe de la dérobadie constituent un signe spécifique de thrombose veineuse dans nos observations.

Le signe de la dérobadie est subtil mais permet à l'opérateur de contrôler le système veineux. Au

lieu de voir la paroi veineuse distale se déplacer vers la paroi proximale, l'opérateur voit, sous sa compression, les deux parois garder la même distance l'une de l'autre, alors que les tissus avoisinants sont repoussés sous l'action de la compression. Cela signifie que la pression exercée par le docteur est suffisante pour mobiliser la veine (par rapport aux tissus mous) mais pas pour initier un collapsus veineux. La pression veineuse devient supérieure à celle des tissus mous. La veine thrombosée, semblant échapper au capteur, se comporte comme une saucisse (ou un boudin, terme plus idoine). Le signe de la dérobadie apparaît dès une faible compression. Avec l'expérience, cette étape suffit. Une compression additionnelle va certes accroître et confirmer le signe de la dérobadie, mais en augmentant la pression veineuse, et par là le risque de délogement. Quand l'occlusion est partielle (fig. 13.4), une très légère compression va affaiblir la lumière circulante, et une compression plus forte va initier le signe de la dérobadie.

Le signe de la dérobadie est d'utilité aux niveaux fémoro-poplités, rarement supérieurs (jugulaire), où l'observation sans compression est suffisante.

Le diagnostic de thrombose veineuse – Points additionnels

La thrombose peut être partiellement (fig. 13.4) ou totalement occlusive (fig. 13.5), extensive (fig. 13.5), flottante (fig. 13.9). Chez le patient critique, détecter une thrombose étendue a un intérêt pronostique. Détecter une thrombose

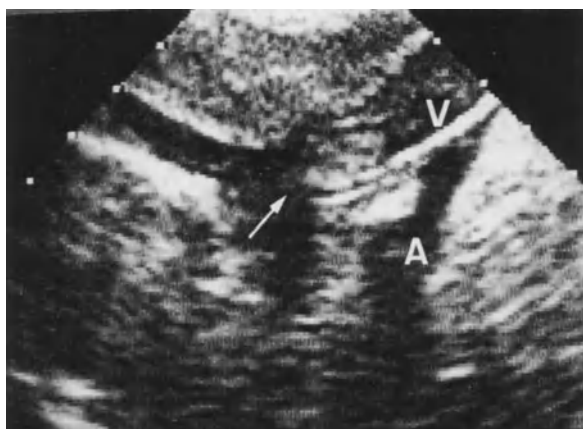


Fig. 13.9 – Thrombose flottante de haut degré. Veine jugulaire interne (V) en coupe grand axe, sonde appliquée sur la fosse sus-claviculaire. Une thrombose est détectée. La flèche désigne son pôle caudal, juste au confluent de Pirogoff. En temps réel, cette thrombose avait une dynamique inquiétante, attirée vers l'aval à chaque diastole. Mauvaise évolution. ADR-4000 de 1982. A, vaisseaux artériels.

minime (signe du miasme) a un intérêt diagnostique majeur.

L'élargissement de la lumière est un signe intéressant mais mineur [8, 9].

Thrombose flottante. Mieux que tout autre test, dont la phlébographie, l'échographie fournit cette indication, et devrait devenir le gold standard (fig. 13.10). Le thrombus a parfois des mouvements rythmés par l'activité cardiaque, semblant comme

aspiré vers les cavités droites à chaque diastole (observations de thromboses jugulaires). Il s'agit d'un signe requérant à l'évidence une thérapeutique agressive.

Thrombose débutante. Entre sang et caillot, il y a une étape brève où la veine peut sans doute être totalement compressible. C'est ce geste que l'étape 1 tente de supprimer, quand la masse en transformation est déjà visible au niveau jugulaire (lire à propos du CLOT-protocol, p. 280 chapitre 29). Une image diaphane peut être observée, partiellement adhérente à la paroi, partiellement mobile, comme dansante (fig. 13.11). Généralement, un ou deux jours après, la thrombose est patente.

Thrombophlébite. On observe, rarement, une thrombose non pas grise (aspect tissulaire) mais blanche, au niveau jugulaire. Cela signifie manifestement la présence massive de gaz bactériens (fig. 13.12). Une paroi visible, épaissie, conforte alors le diagnostic de thrombophlébite. La thrombose jugulaire a été colonisée à partir de la solution de continuité cutanée. Comment prouver l'infection ? Très simplement. De même que les médecins ont ponctionné des veines à l'aveugle durant des décennies, on peut parfaitement ponctionner à vue de telles thromboses, aspirer du matériel, et isoler le microbe. Comme un tel geste se décide collégialement, notre expérience est limitée, mais on peut s'appuyer sur des travaux disponibles [10].

Fig. 13.10 – Thrombose iliaque flottante (M). Le caractère flottant est démontré par le mode temps-mouvement, à droite : ondulations sinusoïdes caractéristiques (flèches). Si la compression d'une telle structure est tentée, on peut estimer une embolie d'un volume d'au moins $7 \times 7 \times 40$ mm.



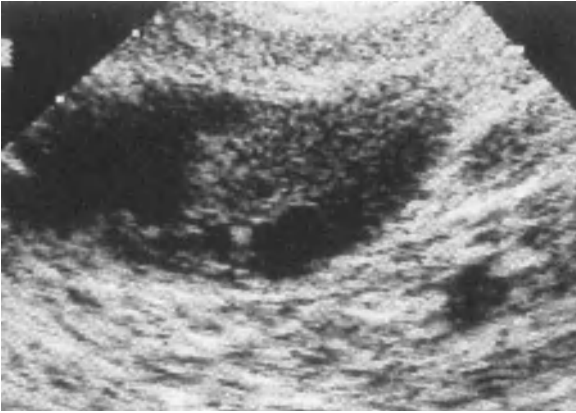


Fig. 13.11 – Thrombose débutante. Des images diaphanes, adhérentes à la paroi, flottent librement dans la lumière de cette veine jugulaire interne. Cet aspect est la première étape d'une thrombose veineuse.



Fig. 13.12 – Thrombophlébite suppurative. Thrombose complète de la veine jugulaire interne droite, coupe transversale. Noter le contenu très échogène, et la paroi épaissie. Nous assumons qu'une telle thrombose est compressible, car sans doute fraîche et encore molle, mais nous nous abstenons de cette manœuvre.

Thrombose bilatérale. Le diagnostic de thrombose se base aussi sur l'unilatéralité des signes, qui est un argument de plus. Exceptionnellement, la thrombose est symétrique, ce qui peut dérouter le jeune observateur.

Par où commence le BLUE-protocol ? Par où finit-il ? Technique du bulldozer ou du papillon ?

L'étendue du réseau veineux peut rebuter le novice, qui ne sait où poser la sonde. Le BLUE-protocol veut rendre les choses simples.

1. La technique du bulldozer est une analyse sans subtilité, de la tête aux pieds par exemple, soit les veines jugulaires puis sous-clavières puis caves puis iliaques puis fémorales puis poplitées puis surales. Cette technique est rapide, autour de trois minutes. Elle a le mérite de dispenser de penser trop, mais n'interdit toutefois pas la subtilité : si la veine cave inférieure est mal vue, l'opérateur ne perdra pas de temps et sautera au segment suivant. S'il le faut, il reviendra à la veine cave, utilisera des manœuvres additionnelles, etc.

2. La technique du papillon : encore plus rapide, elle est en cours de soumission. Basée sur un grand nombre de cas d'embolie pulmonaire massive, elle postule que dès le moment où une thrombose veineuse est détectée, quelle que soit la taille, le BLUE-protocol est achevé. L'opérateur est libre et bienvenu de compléter l'analyse veineuse, mais ceci est fait hors protocole, et ne change pas la décision thérapeutique immédiate. L'observation indique qu'il faut commencer par les axes inférieurs. Elle indique qu'il ne faut pas dépenser trop d'énergie dans l'étape ilio-cave, car si le patient est grave, c'est qu'il a déjà embolisé cette région. Elle indique que débiter par la veine fémorale commune permet en quelques secondes, quand la détection est positive, ce qui est le cas d'un quart des patients, de conclure le BLUE-protocol. Quand ce point est négatif, nous allons au point fémoral inférieur (point V, voir plus bas), qui confirme encore environ un quart des patients restants. Ces deux points sont d'accès facile, et c'est donc en moins d'une minute que le BLUE-protocol est conclu, avec sanction thérapeutique immédiate, chez près de la moitié des patients souffrant d'embolie massive grave (détails dans le chapitre 20). Quand le point V est libre, on passe à l'étape surale, qui sélectionne près de la moitié des patients restants, d'où l'intérêt extrême de s'intéresser à ce segment. Quand point fémoral commun, point V, points suraux sont libres, la répartition des thromboses est la suivante : environ 2 % sont jugulaires internes, 2 % sous-clavières, 1 % poplitées, 1 % fémorales suspendues, et aucune thrombose n'est vue en ilio-cave. Environ 20 % des patients ayant une embolie massive prouvée n'ont pas de thrombose détectée, dans les conditions du BLUE-protocol.

Chez le patient ventilé, pour SDRA par exemple, les priorités sont différentes, puisqu'on examinera d'abord les régions sous-jacentes aux points de cathétérisme. Voir l'esprit du CLOT-protocol au chapitre 29, p. 280.

Thrombose jugulaire interne

Ici, l'étape 1 est habituellement suffisante (figs 13.3 et 13.4).

Un examen de routine de cette région a montré un très large taux de thrombose, usuellement suite à des tentatives de cathétérisme (fig. 13.2). Rarement, la thrombose survient spontanément. De rares études suggèrent une occurrence de 70 % [11, 12]. Encore moins d'études ont évalué le risque d'embolie pulmonaire et d'embols septiques [11]. L'embolie pulmonaire venant de territoires supérieurs est estimée comme un problème non existant pour certains (discussions de couloirs). Pour d'autres, elle répond de 10-12 % des cas [13, 14]. Malheureusement dans ces deux cas, la méthodologie n'est pas optimale. Nous avons la preuve que de telles thromboses finissent par emboliser.

Thrombose sous-clavière

Cette localisation (fig. 13.6) nécessite généralement une compression à deux mains. Elle semble bien plus rare que la thrombose jugulaire (voir plus loin).

Veine cave supérieure

Notre sonde microconvexe (et selon nos essais, elle et seulement elle) a l'ergonomie et la qualité d'image suffisantes pour exposer ce tronc (voir fig. 23.8, p. 228), au lit du patient, sans invasion, dans au moins 3/4 des cas. On voit l'artère pulmonaire passer en arrière, l'aorte ascendante en dedans, le poumon en dehors (le poumon gêne parfois l'exposition de la veine).

On ne peut exercer de compression ici. Le Doppler serait intéressant, mais avant de l'utiliser, signalons d'abord que les thromboses isolées de ce segment sont exceptionnelles (hors patients oncologiques dont la localisation cave supérieure est en général connue avant l'accident aigu). Ensuite, des signes indirects sont précieux : le collapsus inspiratoire d'une veine jugulaire et/ou sous-clavière, en respiration spontanée, indique une bonne perméabilité d'aval [15, 16]. Le sniff test (inspiration soudaine par le nez) [15], qui devrait potentialiser ces dynamiques, est peu réaliste chez nos patients fatigués (et nous nous méfions des manœuvres brutales chez tout patient lourd).

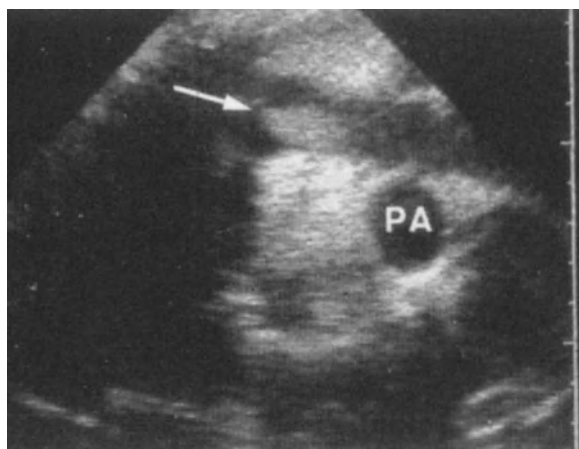


Fig. 13.13 – Thrombose de la veine cave supérieure. Coupe longitudinale parasternale droite, passant par une atelectasie du poumon droit. On détecte le thrombus (flèche) dans la lumière veineuse. Il flotte librement en temps réel. La seule chose à faire en dehors d'un traitement médical direct, est de positionner le patient en décubitus latéral droit en espérant qu'en cas d'embolie, le thrombus ira préférentiellement de ce côté. PA, branche droite de l'artère pulmonaire. Un observateur oisif pourrait mener une observation prolongée pour finalement voir le détachement de cette thrombose, qu'il verrait quelques instants plus tard passer fugacement par cette branche droite (si le patient a cette chance) de l'artère pulmonaire.

Une atelectasie complète droite rend le médiastin analysable, et une thrombose flottante, cave supérieure, peut alors être affirmée (fig. 13.13).

En réanimation, ceux qui ont l'échographie transœsophagienne pourront l'utiliser pour documenter ce segment, mais nous répondons le plus souvent à la question par voie externe.

Nous reverrons ce segment au chapitre 23, qui s'ouvre sur l'évaluation hémodynamique d'un patient critique.

Tronc brachio-céphalique gauche

Toujours avec notre sonde microconvexe, on pourra parfois l'exposer par voie sus-sternale. Seule l'analyse statique sera possible, c'est un des rares segments non compressibles. Comme la thrombose limitée à ce segment elle aussi est exceptionnelle, même si le Doppler peut apporter un supplément, on s'attachera à chercher avant des signes directs ou indirects (signe de la valvule libre, etc.).

Veine cave inférieure

Drainant la moitié du sang systémique, ce segment est stratégique. Un chapitre entier lui était consacré dans l'édition 1992, que nous dispatchons à

présent entre ce chapitre pour la thrombose, et le chapitre 23 pour l'évaluation hémodynamique.

Ce segment débute au zénith de l'ombilic et se termine au zénith du creux xyphoïdien (voir fig. 4.2 p. 28). Nous utilisons deux mains en routine, l'une étalant la pression sur la paroi abdominale (voir fig. 11.9 p. 84). Les gaz éventuels sont chassés en douceur par pressions progressives. Ne pas faire de mal au patient ni à la sonde par une pression excessive. Quand les conditions sont correctes, le segment apparaît transsonore, excellent signe de patence alors. Un flux de particules échogènes est parfois détecté, sans doute des agglomérats de cellules sanguines (fig. 13.14). Ce flux peut être vu,

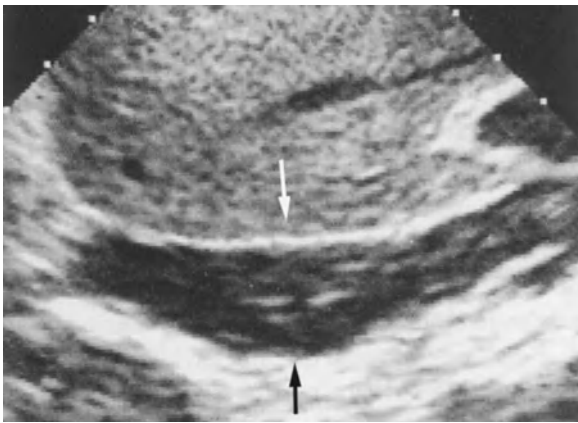


Fig. 13.14 – Veine cave inférieure. Coupe longitudinale. Un flux échogène se dirige vers les cavités droites. Noter le renflement à la fin de la veine (flèches), une variante fréquente de la normale (profil en sabre). Noter qu'une mesure du calibre à ce niveau donnerait une information erronée de la pression veineuse centrale (un autre paramètre imparfait).



Fig. 13.15 – Thrombose massive de la veine cave inférieure. Coupe transversale de la région ombilicale. Devant le rachis (R) et à droite de l'aorte (A), la lumière de la veine cave est emplie d'un matériel échogène. Ce thrombus récent est encore mou. Une compression pourrait collaber la veine, mais délogerait certainement cette thrombose. Jeune homme avec traumatisme multiple.

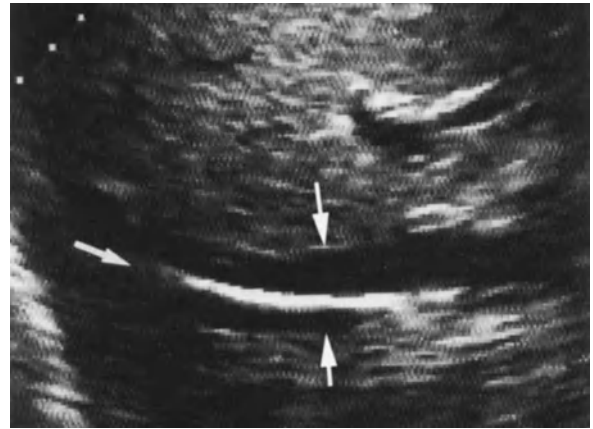


Fig. 13.16 – Cathéter (flèche) dans la lumière de la veine cave inférieure.

hésitant à l'inspiration voire refoulé vers l'amont, permettant une analyse de flux sans Doppler.

Les signes de thrombose sont sans particularité (fig. 13.15), si ce n'est le caractère flottant et extensif, plus fréquent ici sans doute du fait de la large taille du segment. Obstacles extrinsèques et corps étrangers (cathéter, filtre cave) peuvent être analysés (fig. 13.16).

Une manœuvre de compression contre le rachis est techniquement faisable chez les morphotypes favorables, en l'absence formelle d'image de thrombose. Cette manœuvre n'affecte pas la pression artérielle sanglante, du fait sans doute de dérivations immédiates par le système azygos.

Le segment iliaque

Il est d'analyse aléatoire. Défavorisé par certains morphotypes, les gaz et les sondes abdominales volumineuses, il est explorable par notre sonde microconvexe. La manœuvre de Carmen est efficace pour faire aussitôt apparaître le paquet vasculaire parmi les multiples anses (qui ne sont pas doubles, pas rectilignes, ont un péristaltisme, sont larges, en bref ne seront pas confondues). Un épanchement péritonéal isole le paquet vasculaire des anses digestives (fig. 13.17). La compression peut être efficace sur un segment plus ou moins long, plus souvent le segment externe que primitif (fig. 13.18). Ce segment, large, permet à la thrombose d'être flottante (fig. 13.10).

Nous utilisons la technique de la veine cave inférieure (voir fig. 11.9). Manœuvres de Valsalva, sniff test ne sont pas utilisées chez nos patients.

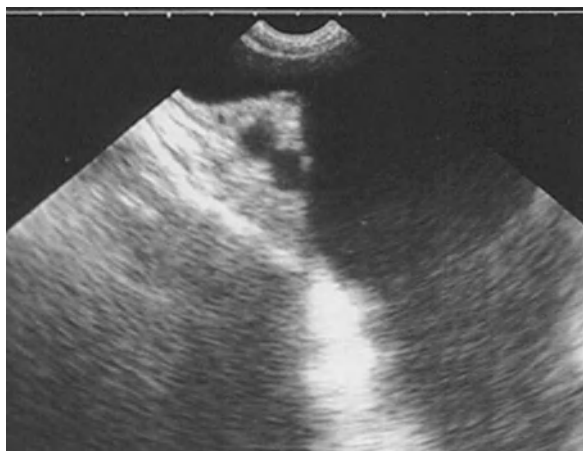


Fig. 13.17 – À travers un épanchement péritonéal, ce paquet vasculaire iliaque droit est bien exposé.



Fig. 13.18 – Thrombose iliaque externe gauche. Sur cette coupe petit axe, un peu au-dessus du pli inguinal, la veine est élargie par un matériel échogène, hétérogène, occlusif. Ce seul aspect ne nécessite pas de compression, le diagnostic est acquis. À droite de l'image, un cathéter artériel (deux petites lignes parallèles hyperéchogènes).

La thrombose iliaque isolée est réputée exceptionnelle chez le patient médical, plus fréquente en contexte obstétrical et traumatologique [2, 17]. En cas de cathétérisme fémoral, voir le CLOT-protocol, p. 280. Dans la population du BLUE-protocol, la non-visualisation du segment primitif reste un problème de portée modérée. Le Doppler aurait donc un faible intérêt (rappelons que les gaz arrêtent aussi les ondes Doppler). Quand la question est critique, le scanner, ou l'exceptionnelle phlébo-graphie, peuvent être envisagés.

Veine fémorale : les 3/4 supérieurs

La veine fémorale commune siège en dedans du poulx fémoral. La figure 12.11 détaille quelques traits. La veine fémorale profonde quitte vite ce segment, va vers le fémur. La veine fémorale superficielle, terme confondant (c'est bien sûr une veine profonde) descend en dedans du fémur jusqu'au genou. Sa duplication est une rareté.

La thrombose fémorale, sujet familier, serait impliquée dans 95 % des cas [17] et est réputée extensive [18]. Toutefois, le cas du patient critique avec embolie massive ne semble pas détaillé dans les études. Dans le BLUE-protocol, nous n'attendons pas de tels chiffres. L'approche statique est parfois contributive, avec aspect échogène hétérogène franc (fig. 13.18). On ne voit presque jamais d'aspect flottant. La compression reste le geste essentiel. Au problème de la longue taille de ce segment, et au pourquoi des études visant à des protocoles simplifiés sur le seul point fémoral commun, nous répondons d'une part que le BLUE-protocol reste simple et ajoute juste un point plus bas (voir section suivante), et que, même hors protocole, avec notre approche petit axe, le vaisseau peut rapidement être analysé en plusieurs points (tous les 3-4 cm).

Veine fémorale basse : le 1/4 inférieur

Cette zone stratégique mérite un arrêt. Sa réputation d'être non compressible est un des arguments qui favorise l'essor du Doppler. Nous allons voir qu'il n'en est rien. La « main du Doppler » est un outil toujours disponible, gratuit, permettant de diagnostiquer la thrombose veineuse au canal de Hunter, en moins de 10 secondes (fig. 13.8). Il faut juste trouver le « point V », ce point précis où une légère contre-pression par la main libre (même juste un doigt) rend une veine (normale) complètement et aisément compressible. Un entraînement bref est suffisant pour vite trouver le point V. Le terme « *Doppler's hand* » vient malicieusement de nos amis Marcio and Bianca Rodriguez, de Porto Alegre.

La main du Doppler montre que l'échographie critique se pratique en permanence à deux mains, comme un examen physique. Avec Ecolight, notre produit de couplage propre, l'opérateur n'a pas les mains enduites de ce gel gluant.



Fig. 13.19 – Veine poplitée. Coupe transversale postérieure du creux poplité, montrant la veine (V) et l'artère (A). Patient ventilé.

L'approche poplitée chez le patient critique

Tout l'esprit de l'échographie critique peut être apprécié ici, car l'analyse poplitée chez un patient grave, ventilé, est d'autant plus délicate que la sonde est longue. Les 8 cm de longueur de notre sonde microconvexe règlent le problème (fig. 13.19). Il y a juste à légèrement lever le genou. Pour que l'échographie reste facile, on peut d'abord poser la sonde en antérieur, le repère regardant à droite. La sonde fait le tour vers le creux poplité sans changement, et une fois en arrière, son repère regardera à gauche.

Le « problème sural »

La communauté semble avoir rejeté ce segment. Le BLUE-protocol considère le diagnostic de thrombose veineuse comme crucial (permettant le diagnostic d'embolie avec une sensibilité de 81 % et une spécificité de 99 %, voir chapitre 20), a constaté que ce sont 20 % des patients atteints d'embolie pulmonaire massive qui, positifs seulement sur ce segment, se verront pris en charge correctement en quelques minutes. Le monde sural est-il si compliqué ? Il y a deux veines par artère, il y a trois artères par jambe, soit 12 veines, petites et au cheminement tortueux, soit de quoi en apparence rebuter un opérateur non averti. Nous l'invitons à lire la section « Technique ». Le BLUE-protocol va simplifier ce pan de la médecine.

Indication

Ce segment est analysé si le point fémoral commun et le point V sont libres.

Technique

La technique traditionnelle suppose une approche postérieure chez un patient sur le ventre – non applicable chez le patient critique. Notre sonde microconvexe est idéale pour un abord *antérieur*, entre les deux os. Elle est appliquée *transversalement*. Tibia et péroné sont d'emblée repérés. Tendue entre les deux os, la membrane interosseuse est une ligne hyperéchogène, un repère aisé. Nous allons délibérément pour simplifier, occulter le groupe tibial antérieur, acceptant le concept comme quoi ce segment est peu ou pas emboligène. En arrière de la membrane se trouve un muscle à la section rectangulaire, le jambier postérieur. Plaqués juste en arrière de ce muscle sont les vaisseaux profonds. Groupe tibial postérieur en dedans, péronier en dehors (fig. 13.20). La manœuvre de Carmen (voir chapitre 2, p. 4) est le temps qui rend la localisation veineuse aisée. Elle permet de repérer les sections vasculaires, qui ont la particularité d'être petites ou très petites ici. Cependant, de petites, sous compression, elles passent à l'état d'invisibles,

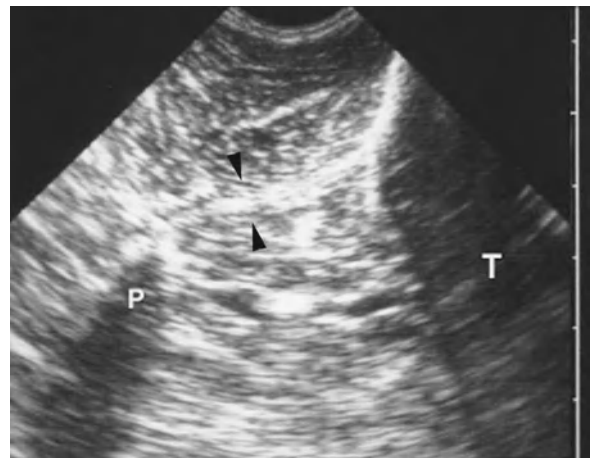


Fig. 13.20 – Veines surales. Coupe transversale droite, approche antérieure. La membrane interosseuse est tendue entre les deux os (têtes de flèches). En arrière de la membrane, un muscle grossièrement rectangulaire (le tibia postérieur). Plaqués contre sa paroi postérieure, les vaisseaux tibiaux postérieurs (près du T) et péroniers (près du P). Chaque groupe contient une artère et deux veines, plus ou moins confluentes avant compression. T, ombre du tibia. P, ombre du péroné.

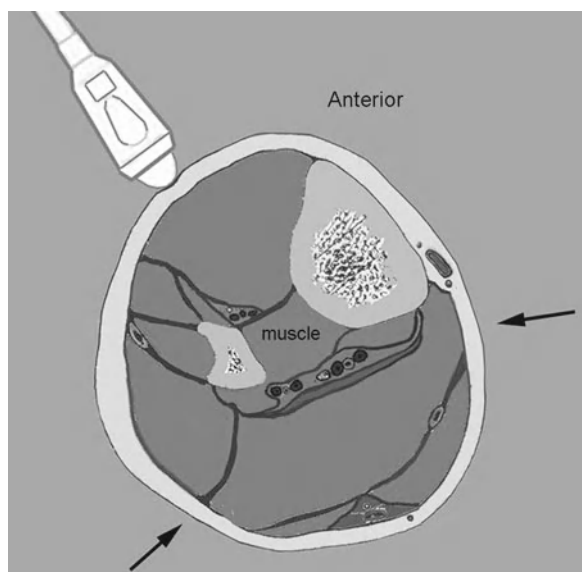


Fig. 13.21 – Anatomie de l'aire surale. Cette coupe, inspirée du Rouvières (Masson, Paris, 1974) est utilisée pour montrer les localisations des groupes vasculaires en arrière du muscle jambier postérieur. On voit les repères essentiels : les deux os, la membrane, le muscle. Les flèches montrent comment une petite sonde peut aborder aussi la jambe latéralement avec un contre-appui osseux intéressant.

en l'absence de thrombose. L'œil doit chercher, sur les 6 cibles, 4 cibles s'éteindre, et deux seules demeurer : les artères. En cas de doute, une compression un peu appuyée va rendre ces artères pulsatiles, et enlever tout doute. La vue des deux paquets jointifs peut donner l'impression de deux cacahuètes tribulaires, côte à côte (et jusqu'à simuler un vaisseau unique vu en coupe longitudinale). L'aspect de ces 6 tubules dont 4 s'éteignent et 2 s'allument sous compression est un signe si caractéristique qu'il faudrait lui donner un nom. La compression se fait avec la main du Doppler (main libre de l'opérateur), qui empaupe le mollet, face à la sonde. Quand les veines sont très petites, les astuces sont multiples pour les reconnaître. Installer un garrot au genou est tout à fait jouable, il augmentera le calibre des veines surales. La manœuvre de Mocelin (Ceurfer brésilien) déjà utilisée pour localiser la ligne pleurale dans les cas très difficiles, peut s'avérer précieuse : voir des structures mal définies mais constater leur disparition sous compression signifie que ce sont des veines – libres de surcroît. Quand tout reste difficile, ce qui est possible, rarement, on essaie des approches latérales, c'est-à-dire juste derrière le tibia, utilisant le péroné comme contre-appui et vice-



Fig. 13.22 – Thrombose surale. Sur cette coupe transversale antérieure, une image est visible, à l'endroit d'une veine tibiale postérieure. La structure est tubulaire au balayage, élargie, non compressible, unilatérale. Les lettres inscrites dans les ombres des os (*T* : tibia, *P* : péroné) ont été positionnées au niveau des veines.

versa (fig. 13.21). On peut avoir la surprise d'avoir des images convaincantes. Ici encore, nous n'avons pas fait usage du Doppler. Citons un travail qui, avec abord postérieur et chez des patients non critiques, mais sans Doppler, a obtenu une sensibilité de 85 % [19].

Résultats

Globalement, trois schémas sont possibles.

1. Les groupes veineux sont identifiés. Ils sont compressibles. La compression sur un point se fait en quelques secondes. La possibilité d'une thrombose décroît avec le nombre de points, mais leur multiplication aboutirait à un examen long, et futile, car il est délicat d'affirmer qu'il n'y a pas une thrombose très localisée, mal placée. Deux points d'analyse nous semblent raisonnables.
2. Une structure tubulaire grise, grosse (suggestif si ≥ 5 mm), mais surtout non compressible avec signe de la dérobade, est identifiée (fig. 13.22). La thrombose surale est quasi certaine.
3. Les groupes vasculaires ne sont pas identifiés. On ne peut dire si le milieu est involué, si les thromboses sont isoéchogènes, aucune conclusion solide n'est possible. Comme nous n'avons pas de gold standard (la phlébographie ne se fait plus, les radiologues n'explorent pas ces segments en réanimation), nous ne pouvons aller plus loin sur ces cas.

Intérêt pronostique de l'analyse surale

C'est un problème mineur car les thromboses surales n'embolisent pas [20-24]. Les cas fatals d'embolie ne viennent pas de thromboses surales isolées [26-28]. Nous sommes rassurés sur le fait qu'aucun docteur ne se souciera d'une thrombose surale isolée chez un patient sans trouble respiratoire, persuadés que même si elle venait à emboliser, elle ne créerait au pire qu'une douleur thoracique. Lire l'importante section du chapitre 29, p. 279.

On peut encore minimiser le problème de la thrombose surale non détectée chez le patient de réanimation (c'est-à-dire pas vraiment l'esprit du BLUE-protocol). Une telle thrombose s'étend à la veine fémorale dans 20 % des cas, et cette extension précède toujours l'embolisation [25]. Considérant ce point important, nous pouvons simplement monitorer le point V toutes les 24 ou 36 heures, ce qui ne prend que quelques secondes. C'est ce que nous avons nommé le V-protocol. Si une thrombose est détectée, alors il est temps de traiter le patient.

Limites de l'échographie chez le patient critique

Les pansements, des cathéters, la corde de trachéotomie, le matériel orthopédique (plâtres), l'abondance de gaz digestifs, l'obésité sont des obstacles difficiles à contourner. L'hypovolémie rend difficile la détection des petites veines. Les thromboses chroniques seraient isoéchogènes aux tissus environnants [23]. La compression peut être douloureuse chez le patient traumatisé.

Phlébographie, angioscanner, Doppler, ARM... Quel gold standard?

L'échographie veineuse est un champ validé [32] mais l'approche du BLUE-protocol peut créer de nouvelles perspectives.

Phlébographie

Certes, procurant un document objectif, elle semble tomber en désuétude, et nous raccourcirons nos commentaires précédents. Il faut avoir à l'esprit que la phlébographie (comme du reste la radiographie thoracique au lit) transgresse une

règle d'or de la radiologie : tout avoir en deux plans perpendiculaires. Mais voir un patient bénéficier d'incidences face/profil sur un tel examen n'est pas près de se voir. Des thromboses non tangentielles seront donc d'analyse aléatoire. Des segments ne sont pas opacifiés (veines fémorales profondes, etc.). Des divergences d'interprétation ont été colligées, de 10 à 35 % [29], ce qui est logique au vu de la difficulté d'interpréter sur un seul plan. Ce point est ennuyeux si l'on sait que 20 % [30] à 30 % [31] des phlébographies sont classées normales dans l'embolie. La phlébographie implique un transport, une irradiation, une injection d'iode, avec possible mobilisation d'une thrombose instable.

Doppler

Sur les nombreuses raisons officielles de pratiquer le Doppler, peu résistent à l'analyse. Connaître la direction d'un flux ? Nous devinons que le sang veineux retourne au cœur. Sa vitesse [30] ? Nous ne voyons pas le débouché immédiat. La reconnaissance du paquet vasculaire, de la veine ? Nous avons assez d'arguments temps réel. Voir l'extension de la thrombose [1] ? Le temps réel le fait aussi bien. Renforcer le diagnostic de non-compressibilité ? Ce serait reconnaître que la non-compressibilité est insuffisante. S'il y a désagrément, quel test faudra-t-il croire ? Pour d'autres issues du Doppler, voir p. 290 du chapitre 30. Le Doppler peut être d'intérêt si la compression est douloureuse.

Angio-scanner, RMA

C'est une sorte de solution. À part le manque d'élégance de telles méthodes (détaillées au chapitre 19), elles ne sont pas aisément applicables aux patients critiques.

Quelques principes du BLUE-protocol (versant veineux)

L'approche du BLUE-protocol a cette particularité qu'elle peut être appliquée aux urgences, chez des patients ambulatoires, en cabinet privé, et même en réanimation, sans aucune adaptation. L'ambiance seule change, mais la technique est la même. Regrouper toutes ces situations en quelques lignes contribue à la création d'un ouvrage peu épais.

Aborder le réseau veineux peut rebuter le jeune intensiviste, car ce réseau parcourt le corps entier, avec des particularités pour chaque segment. Nous espérons vaincre ces réticences, au vu de l'agrément que procure la maîtrise de ce domaine. Nous pensons qu'un auto-apprentissage, en suivant une veine vers l'amont et l'aval jusqu'à rencontrer des auto-limites, et les vaincre, en douceur, sera un bon moyen.

Que penser de la gestion d'un patient non critique, suspect d'embolie non massive, avec un examen veineux négatif ? Le BLUE-protocol, et cet ouvrage, ne prend soin que de patients critiques, et pour faire un livre homogène, cette situation sera étudiée à part, au chapitre 29, p. 279.

Que penser des protocoles veineux simplifiés ? Nous avons entendu parler de protocoles 4 points (nous dirions en fait « 2 points », puisqu'il est poli d'analyser les deux membres inférieurs de nos patients). Ils se développent dans les services d'urgence, où le problème est l'engorgement chronique. Dans ce cadre, ces protocoles sont une providence. Chez le patient critique, ils ne marcheront pas. Si de plus, sous réserve d'une bonne compréhension, leur valeur prédictive négative n'est pas de 100 % mais de 96 %, comment réagiront les 4 % de patients qui rentreront à domicile ?

Considérations sur le devenir des thromboses jugulaires internes liées aux cathéters

Nos observations (non publiées) semblent montrer une mortalité élevée chez ces patients, mais un biais est possible (peut-être les patients les plus graves sont ceux qui développent des thromboses). La mort étant un événement fréquent en réanimation, on pourrait étudier chaque facteur, y compris celui-ci. Nous postulons que ces thromboses créent, chez nos patients réanimés au long cours, de petites embolies, sans doute occultes, mais dont la répétition peut aboutir certes pas à une mort subite, mais plutôt à une hospitalisation prolongée, un sevrage problématique, voire des pneumopathies nosocomiales (ou étiquetées telles). Telle des banderilles plantées sur le dos du taureau, ces petites agressions répétées fatigueront nos patients, en attendant l'estocade finale, pour ainsi dire.

Nos thromboses jugulaires ne sont-elles pas toutes, plus ou moins, surinfectées ? Dans ce cas, ces épisodes de fièvre inexplicable, ou de pneumopathies étiquetées nosocomiales, pourraient, en partie, être expliqués ?

Un cathéter est souvent entouré de thrombose. Que faire quand il est temps de retirer le cathéter ? Nous déconseillons aux opérateurs sensibles de pratiquer une ETO pour voir ce qui se passe dans le médiastin au cours de telles ablations.

Quand un patient est désédaté, vient un moment où il respire par lui-même, créant une brutale inversion des pressions. Qu'en est-il de la sécurité de cette « première respiration » quand il existe une thrombose jusque-là flottante mais maintenue par la pression positive ?

Un traitement de ces thromboses aurait-il des effets plus bénéfiques que néfastes ?

Nous avons une réponse hypothétique mais pratique à toutes ces questions : favoriser la voie sous-clavière, qui semble bien moins thrombogène, et éviterait tous ces problèmes potentiels. Lire p. 93 du chapitre 12.

Dix points critiques

1. La recherche d'une thrombose veineuse profonde dans l'extrême urgence est une raison d'être du BLUE-protocol.
2. Seul le matériel décrit (notre petit appareil, simple, allumage immédiat, une même sonde pour les poumons et les veines) permet de pratiquer un BLUE-protocol en trois minutes, veines incluses.
3. Notre sonde unique multi-usage est sans doute l'outil le plus précieux, qui peut explorer chaque segment.
4. Des protocoles simples peuvent être décrits pour tout segment, y compris poplité, sural, cave supérieur.
5. La simple analyse du contenu veineux est souvent suffisante.
6. La compression doit être faite s'il n'y a pas de thrombose visible, et avec une pression minimale.
7. Le Doppler n'est pas obligatoire.
8. Faire progresser son territoire de connaissances pas à pas est la clé pour aller vers une approche corps entier.
9. Les thromboses veineuses étendues sont aisément détectées, jusqu'au moment soudain où elles ne le sont plus. Quand une embolie pulmonaire massive est suspectée, il faut chercher la thrombose (quasi spécifique dans le BLUE-protocol) dans des régions distales, surales.
10. L'échographie simple devrait être reconnue comme un gold standard.

Références

1. Vogel P, Laing FC, Jeffrey Jr RB, Wing VW (1987) Deep venous thrombosis of the lower extremity: ultrasound evaluation. *Radiology* 163: 747-51
2. Haeger K (1969) Problems of acute deep vein thrombosis: the interpretation of signs and symptoms. *Angiology* 20: 219-23
3. Kakkar VV (1975) Deep venous thrombosis: detection and prevention. *Circulation* 51: 8-12
4. Stein PD, Athanasoulis C, Alavi A, *et al.* (1992) Complications and validity of pulmonary angiography in acute pulmonary embolism. *Circulation* 85: 462-8
5. Levine MN, Hirsh J, Landefeld S, Raskob G (1992) Hemorrhagic complications of anticoagulant therapy. *Chest* 102 [Suppl]: 352S-363S
6. Mant M, O'Brien B, Thong KL, *et al.* (1977) Haemorrhagic complications of heparin therapy. *Lancet* 1(8022): 1133-5
7. Hampton AA, Sherertz RJ (1988) Vascular-access infection in hospitalized patients. *Surg Clin North Am* 68: 57-71
8. Murphy TP, Cronan JJ (1990) Evaluation of deep venous thrombosis: a prospective evaluation with ultrasound. *Radiology* 177: 543-8
9. Mantoni M (1989) Diagnosis of deep venous thrombosis by duplex sonography. *Acta Radiol* 30: 575-9
10. Ricome JL, Thomas H, Bertrand D, *et al.* (1990) Echographie avec ponction pour le diagnostic des thromboses jugulaires sur cathéter. *Réan Soins Intens Med Urg* 6: 532
11. Chastre J, Cornud F, Bouchama A, *et al.* (1982) Thrombosis as a complication of pulmonary-artery catheterization via the internal jugular vein. *New Engl J Med* 306: 278-80
12. Yagi K, Kawakami M, Sugimoto T (1988) A clinical study of thrombus formation associated with central venous catheterization. *Nippon Geka Gakkai Zasshi* 89: 1943-9
13. Horattas MC, Wright DJ, Fenton AH, *et al.* (1988) Changing concepts of deep venous thrombosis of the upper extremity: report of a series and review of the literature. *Surgery* 104: 561-7
14. Monreal M, Lazo E, Ruiz J, *et al.* (1991) Upper-extremity deep venous thrombosis and pulmonary embolism: a prospective study. *Chest* 99: 280-3
15. Gooding GAW, Hightower DR, Moore EH, *et al.* (1986) Obstruction of the superior vena cava or subclavian veins: sonographic diagnosis. *Radiology* 159: 663-5
16. Grenier P (1988) Imagerie thoracique de l'adulte. Flammarion, Paris
17. Rose SC, Zwiebel JZ, Miller FJ (1994) Distribution of acute lower extremity deep venous thrombosis in symptomatic and asymptomatic patients: imaging implications. *J Ultrasound Med* 13: 243-50
18. Markel A, Manzo RA, Bergelin RO, Strandness DE (1992) Pattern and distribution of thrombi in acute venous thrombosis. *Arch Surg* 127: 305-9
19. Yucel EK, Fisher JS, Egglin TK, *et al.* (1991) Isolated calf venous thrombosis: diagnosis with compression ultrasound. *Radiology* 179: 443-6
20. Alpert JS, Smith R, Carlson J, *et al.* (1976) Mortality in patients treated for pulmonary embolism. *JAMA* 236: 1477-80
21. Moser KM, LeMoine JR (1981) Is embolic risk conditioned by location of deep venous thrombosis? *Ann Intern Med* 94: 439-44
22. Appelman PT, De Jong TE, Lampmann LE (1987) Deep venous thrombosis of the leg: ultrasound findings. *Radiology* 163: 743-6
23. Cronan JJ, Dorfman GS, Grusmark J (1988) Lower-extremity deep venous thrombosis: further experience with and refinements of ultrasound assessment. *Radiology* 168: 101-7
24. Meibers DJ, Baldrige ED, Ruoff BA, *et al.* (1988) The significance of calf muscle venous thrombosis. *J Vasc Surg* 12: 143-9
25. Philbrick JT, Becker DM (1988) Calf deep venous thrombosis: a wolf in sheep's clothing? *Arch Intern Med* 148: 2131-8
26. Browse NL, Thomas ML (1974) Source of non-lethal pulmonary emboli. *Lancet* 1: 258-9
27. De Weese JA (1978) Ilio-femoral venous thrombectomy. In: Bergan JJ, Yao ST (eds) *Venous problems*. Mosby Year Book, St. Louis, p. 423-33
28. Mavor GE, Galloway JMD (1969) Iliofemoral venous thrombosis: pathological considerations and surgical management. *Br J Surg* 56: 45-59
29. Couson F, Bounameaux C, Didier D, *et al.* (1993) Influence of variability of interpretation of contrast venography for screening of postoperative deep venous thrombosis on the results of the thromboprophylactic study. *Thromb Haemost* 70: 573-5
30. Cronan JJ (1993) Venous thromboembolic disease: the role of ultrasound, state of the art. *Radiology* 186: 619-30
31. Hull RD, Hirsh J, Carter CJ, *et al.* (1983) Pulmonary angiography, ventilation lung scanning and venography for clinically suspected pulmonary embolism with abnormal perfusion lung scan. *Ann Intern Med* 98: 891-9
32. Lensing AW, Prandoni P, Brandjes D, *et al.* (1989) Detection of deep-vein thrombosis by real-time B-mode ultrasonography. *N Engl J Med* 320: 342-5

Les chapitres précédents ont traité de cibles traditionnelles (avec de petits ajustements personnels). Nous traitons à présent de l'organe vital n° 1, suivant un ordre logique car le précédent chapitre a introduit le BLUE-protocole. Un peu négligé du fait sans doute de sa richesse en air (l'air, qui arrête les ultrasons), le poumon ne figure pas dans la tradition de l'échographe. Or, le poumon est la base même de l'échographie critique qui lui donne tout son sens. Les ultrasons sont habiles et peuvent traverser l'os (voir fig. 29.5, p. 281). Bien compris, ils sauront aussi traverser l'air, livrant les secrets de cette « zone interdite », avec le diagnostic d'une majorité de désordres aigus qui toucheront le poumon.

La petite histoire de l'échographie pulmonaire pourrait faire l'objet de tout un livre. Celui-ci restera aussi technique que possible. Nous allons introduire le sujet doucement par ce chapitre qui décrit la technique de base d'un examen normal, nous poursuivrons par un champ encore un peu familier, l'épanchement pleural, avant de rentrer dans le vif.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est idéale pour l'investigation pulmonaire.

Terminologie de base

Les mots, locutions, abréviations, etc. ont pour but de faciliter une communication rapide. L'échographie pulmonaire était un champ libre, boudé par les spécialistes de l'imagerie, et toute une terminologie devait être créée. Ce langage a été basé sur une logique maximale, évitant les confusions autant que possible. Toute langue contient des imperfections. En français, le terme « plus » désigne une chose et son contraire. Les termes lignes A, lignes B, etc., jusqu'aux lignes Z ont été pensés avec à chaque fois une idée précise pour aider la mémorisation. Nous

avons vérifié que les termes, signe de la chauve-souris, signe du bord de mer, glissement pleural, signe du bord de mer, signe du dièse, signe de la sinusoïde, signe du fractal, fusées pleurales, signe de la stratosphère, point poumon, PLAPS et autres, ne génèrent pas de confusion dans la terminologie et la communication médicale.

Technique de base. Les sept principes de l'échographie pulmonaire

Suivre ces principes permet une standardisation de la méthode.

1. Un appareil simple, à échelle de gris, est le plus approprié.
2. Dans le thorax, air et eau sont intimement mêlés.
3. Le poumon est l'organe le plus volumineux chez l'être humain.
4. Tous les signes naissent de la ligne pleurale.
5. Les signes sont principalement basés sur l'analyse des artefacts.
6. Le poumon est un organe vital. La plupart des signes sont dynamiques.
7. Pratiquement tous les désordres aigus critiques viennent en contact avec la paroi. Ceci explique le potentiel, paradoxal seulement en apparence, de l'échographie pulmonaire.

Développement du premier principe : simplicité de l'appareil

Les appareils sophistiqués – habituellement dédiés aux explorations cardiaques – ne sont pas parfaits. Leur taille (laptops compris), la résolution d'image, la complexité de la technologie, le coût sont

autant d'obstacles à la pratique de l'échographie pulmonaire.

L'appareil que nous utilisons depuis 1992 est idéal pour le poumon. Il est important que le lecteur compare une image obtenue avec cet appareil avec une image de la récente vogue (voir fig. 30.4, p. 294). La figure 2.1 p. 12, illustre une des grandes raisons pour laquelle le développement de l'échographie pulmonaire a été lent dans tant de services de réanimation, et pourquoi il apparaît encore obscur à certains.

Développement du deuxième principe : comprendre le rapport hydro-aérique et l'axe ciel-terre

Air et fluides coexistent dans le poumon. L'air va vers le ciel, l'eau vers la terre. La position du patient doit ainsi être précisée dans cet axe ciel-terre, ainsi que la localisation de la sonde. Le pneumothorax sera culminant, l'épanchement pleural non culminant. Ce qui est culminant chez un patient en décubitus dorsal devient non culminant si on l'installe en décubitus ventral.

Le mélange entre air et eau génère les artefacts thoraciques, car le gradient d'impédance est

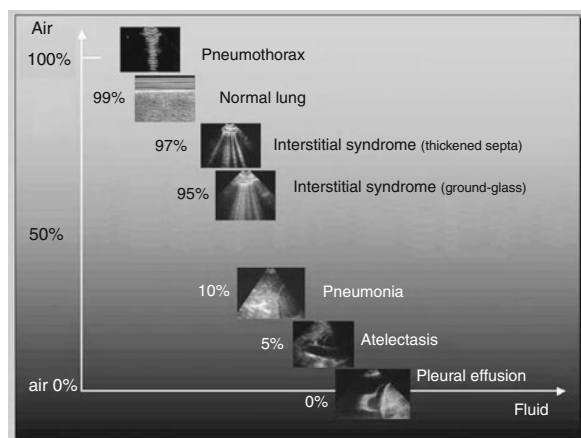


Fig. 14.1 – Le rapport air/fluide. Les désordres les plus importants – et le poumon normal – figurent entre air pur et fluide pur. Schématiquement et de façon ouverte à la correction, dans l'épanchement pleural, le rapport air/eau est nul. Dans la consolidation, il est très bas, localisé dans les bronchogrammes, autour de 10 %. Dans le syndrome interstitiel, il est autour de 95 %. On note que le poumon normal vient ensuite, car il doit contenir environ 99 % d'air, comme le poumon de la bronchite chronique ou de l'asthme aigu. Puis vient le pneumothorax, où le rapport est de 1.

Pour ne pas compliquer ce graphe, nous avons retiré l'empyème à anaérobiose, qui contient des amas minimes de gaz (qui lui confèrent un aspect échogène) et l'atélectasie, moins riche en gaz que la pneumonie.

maximal entre air et eau. L'air stoppe totalement les ultrasons tandis que l'eau facilite leur transmission. Or, le rapport entre air et fluide diffère dans chaque pathologie. Décrivant les désordres selon ce principe, on devrait définir l'épanchement pleural (liquide pur), la consolidation pulmonaire rétractile (atélectasie, sans air ou presque) puis non rétractile (pneumopathie, un peu d'air), le syndrome interstitiel (majoritairement aéré), le poumon normal (encore plus aéré) et enfin le pneumothorax (air pur) (fig. 14.1). Bien sûr, nous définirons en premier le poumon normal.

Développement du troisième principe : définir les aires d'investigation

Le poumon est l'organe le plus volumineux : environ 1 500 cm² de surface, 17 % de projection cutanée. Où donc appliquer sa sonde ? Nous pourrions répondre, simplement mais peu efficacement : « aux mêmes endroits que le stéthoscope ». L'empirisme a permis de définir toutefois des protocoles

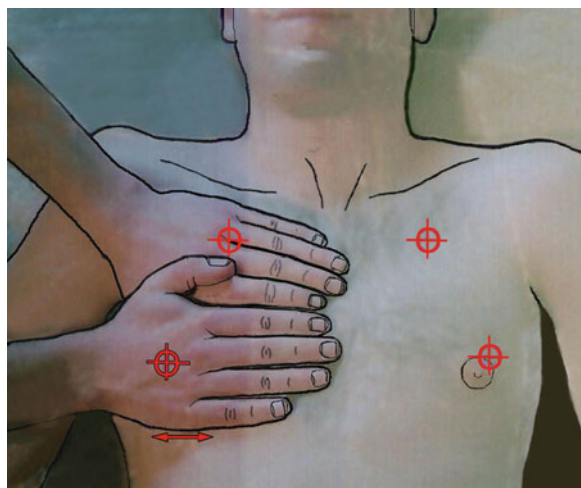


Fig. 14.2 – Les BLUE-points. La main supérieure est appliquée, petit doigt sous le bord inférieur de la clavicule. Le bout des doigts touche la ligne médiane. La main inférieure est appliquée sous la supérieure. Les pouces ne comptent pas. Le BLUE-point supérieur est à la racine du médium et de l'annulaire supérieurs (croix supérieure). Le BLUE-point inférieur est au milieu de la paume inférieure (croix inférieure). Chez ce sujet, le point inférieur est proche du mamelon. Cette définition génère une analyse symétrique qui évite le cœur le plus souvent. Le bord inférieur de la main inférieure indique la ligne phrénique (flèche), soit la limite basse du poumon. Noter que la forme des mains a été étudiée pour que l'obliquité de la clavicule soit petit à petit corrigée, aboutissant à une ligne phrénique transversale.

Voir la figure 1.2, p. 4, qui montre une pose de sonde au BLUE-point inférieur, chez un patient couché à la surface terrestre, définissant un Stage 1 (1' en fait car ce sujet est un peu assis).

pour répondre en quelques instants aux questions basiques : y a-t-il un pneumothorax, un œdème pulmonaire, etc., basés sur des points standardisés d'analyse : les *BLUE-points* (anglicisme forcé). Pour d'autres usages que le BLUE-protocol ou le FALLS-protocol (décrit au chapitre 23), une analyse plus complète voire exhaustive est requise.

De même que la pose des électrodes d'un électrocardiogramme, ou les neuf régions abdominales, il est possible de subdiviser le thorax, avec l'avantage de protocoles rapides et reproductibles.

La zone antérieure est limitée grâce aux *BLUE-hands* (autre anglicisme). Deux mains jointives sont appliquées (fig. 14.2), l'auriculaire supérieur en contact avec le bord inférieur de la clavicule. Les ongles touchent la ligne médiane. Ainsi, l'auriculaire inférieur indique le bord inférieur du poumon, donc l'insertion du diaphragme (que nous appellerons ligne phrénique). La ligne axillaire antérieure est la limite externe de la paroi antérieure (à la hauteur des poignets des *BLUE-hands*). Le terme *BLUE-hands* se réfère aux mains du patient, le médecin doit donc évaluer grossièrement cette taille. Le concept des *BLUE-hands* marche à tout âge et pour toute taille. Chez l'adulte, entre 1,65 m et 1,85 m, la différence est insignifiante avec les mains du docteur, qui peut donc les utiliser.

Concept précédent : nous avons défini le bord inférieur du poumon, sur la paroi antérieure, « entre zéro et trois doigts sous la ligne bi-mamelonnaire ». Ce repère n'était valable que chez l'adulte affirmé, restait trop imprécis, marchait mal en cas de ptose mammaire. Les jeunes adultes avaient plutôt une ligne phrénique 3 doigts sous cette ligne, les nouveau-nés 5 doigts. Notre séparation de la paroi antérieure en 4 quadrants (tel le sein) a été de fait moins utilisée en pratique.

La zone latérale (fig. 14.3) s'étend de la ligne axillaire antérieure à la postérieure, et est limitée en bas par le prolongement de la ligne phrénique. L'analyse au niveau de la ligne postérieure est dite à fleur de lit.

La zone postérieure s'étend de la ligne axillaire postérieure jusqu'au rachis, et pourrait sembler inaccessible chez un patient ventilé. Cette difficulté est considérablement réduite par l'emploi d'une sonde courte, seule insérable efficacement.

La localisation antéro-latérale du diaphragme est une étape basique pour localiser le poumon. Sinon, la confusion entre pleurésie et épanchement péritonéal, entre consolidation pulmonaire et graisse abdominale, même entre diaphragme et interface hépato-rénale (voir figs 4.1 et 4.8 p. 27)

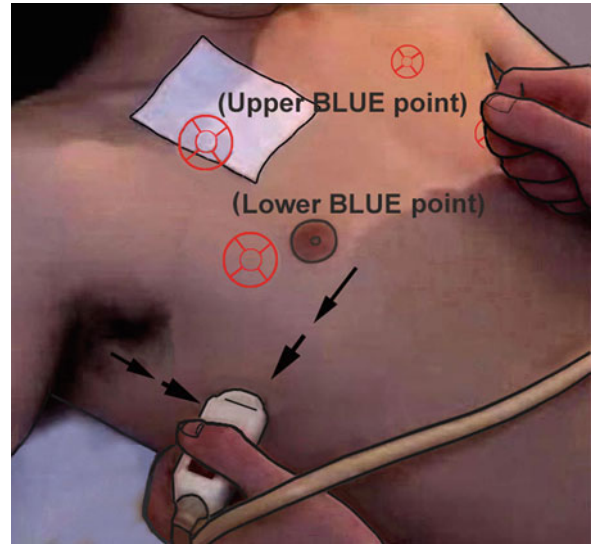


Fig. 14.3 – Le point phrénique. Cette figure montre un Stage 2, continuation latérale du Stage 1. La sonde est ici à l'intersection entre ligne axillaire moyenne (flèche verticale) et ligne phrénique (flèche horizontale) : le point phrénique.

sera possible, rendant la discipline plus laborieuse à intégrer. Le chapitre 4 a décrit une approche traditionnelle du diaphragme. Les coupes intercostales, que nous prôtons, donnent une tout autre approche. Il faut bien comprendre que nous ne cherchons pas à voir le diaphragme (qu'y verrait-on d'intéressant ?), mais à connaître sa fonction.

Définition de Stages d'investigation en combinant les aires pulmonaires et l'axe ciel-terre

Le *Stage 1* examine la paroi antérieure chez un patient en décubitus dorsal. La définition spécifie un patient à la surface terrestre (petit tribut à Scott Dulchavsky, qui essaie l'échographie pulmonaire chez les astronautes, et Andrew Kirkpatrick). Le terme *Stage* indique que le patient est mi-assis.

Le *Stage 2* ajoute la paroi latérale.

Le *Stage 3* ajoute cette partie externe de la paroi postérieure, à laquelle on peut accéder si l'on a une sonde courte (la nôtre est longue de 8 cm), chez le patient ventilé ou traumatisé. La sonde doit pointer le plus possible vers le ciel. L'image est un peu agressive mais favorise la compréhension : si la sonde était une arme à feu, il faudrait viser le cœur, non le rachis. Ceci impose une petite adaptation : ici, la main tenant la sonde va devoir déprimer un peu le lit pour permettre cet axe de tir. Comme l'opérateur n'a pas de contrôle visuel et travaille un peu en force, il doit éviter de créer un dommage au patient, et à la

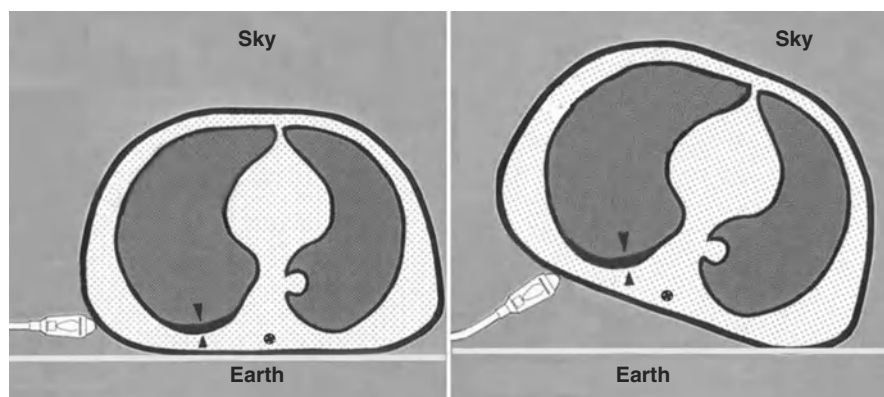


Fig. 14.4 – La manœuvre de latéralisation. *Gauche* : la sonde explore la zone latérale jusqu'à fleur de lit (le lit devient ici un obstacle pour aller plus loin). Cet abord ne montre pas le petit épanchement pleural. *Droite* : le dos du patient a été un peu soulevé (manœuvre de latéralisation). La sonde gagne de précieux centimètres d'exploration, et pointe à présent vers le ciel, au PLAPS-

point. Un épanchement minimal, une consolidation postérieure peuvent être diagnostiqués. Noter que l'épanchement s'est un peu déplacé vers la ligne médiane (les flèches indiquent l'épaisseur maximale, le cercle indique la ligne médiane), indiquant aussi que la manœuvre de latéralisation doit être modérée (une accentuation pourrait amener le liquide en position médiastinale).

sonde. Pour ce faire, la main empoigne la sonde de sorte que pouce et index protègent la tête de sonde, un peu comme une orbite protège l'œil. Pouce et index forment une sorte de tampon qui permet de poser la sonde sur le thorax postérieur en douceur, avec un maximum de contrôle. On s'éloigne donc de la position idéale décrite page 4, figure 1.2. Les renseignements postérieurs recueillis ainsi, sans mobiliser le patient, valent cet effort.

Quand les conditions empêchent une exposition correcte, installer le coude ipsilatéral antérieurement vers la ligne médiane permet une rotation minimale du patient, qui fait gagner de précieux centimètres (fig. 14.4). Tout centimètre additionnel de sonde se paie à ces moments, et on comprend que les sondes longues ne sont pas adaptées à cette manœuvre, donc à l'échographie pulmonaire en réanimation.

Dans le *Stage 4*, le patient est positionné latéralement, ou assis, dans le but d'un examen complet de la paroi postérieure. L'analyse inclut les apex, zone que seule une sonde microconvexe peut approcher efficacement. Par cette analyse quasi complète de la surface pulmonaire, le *Stage 4* offre des performances compétitives par rapport au scanner.

Standardisation d'un examen pulmonaire : les BLUE-points

Ce concept devrait aider l'opérateur qui va poser la sonde sur l'organe le plus volumineux du corps (figs 14.2 et 14.3).

– Le *BLUE-point supérieur* est au milieu de la main supérieure (entre le 3^e et le 4^e doigt à leur naissance).

– Le *BLUE-point inférieur* est au milieu de la paume inférieure. Cette subtilité, qui s'adapte à la forme trapézoïde du thorax, permet d'éviter le cœur dans la plupart des cas et offre l'avantage de la symétrie.

– La ligne phrénique est définie par l'auriculaire de la main inférieure (fig. 14.3). La continuation de cette ligne et son intersection avec la ligne axillaire médiane définissent le point phrénique, qui indique la place normale du diaphragme.

– Le *PLAPS-point* est postérieur (fig. 14.5). *PLAPS* est une onomatopée pratique pour *Posterior (and/or) Lateral Alveolar and/or Pleural Syndrome*, car ce point détecte la plupart de ces syndromes. Il est déterminé en *Stage 3*, donc chez un patient en décubitus dorsal (patient ventilé), ou un peu assis (patient dyspnéique). Le syndrome alvéolo-pleural postérieur, même petit, est un temps clé dans le *BLUE-protocol*.

La description native du *PLAPS-point* est simple : intersection entre ligne axillaire postérieure et ligne transversale continuant les *BLUE-points* inférieurs. Pour une acuité maximale, ce point est à géométrie variable (*PLAPS-point étendu*).

Pour sa composante horizontale, la sonde sera en fait insérée derrière la ligne axillaire postérieure, et le plus possible en fonction des contraintes locales : longueur de la sonde, poids du patient, possibilité de le pivoter légèrement, et même souplesse du lit. Plus le *PLAPS-point* est postérieur, plus l'échographie peut rivaliser avec le scanner (elle est déjà loin devant la radiographie au lit).

Pour sa composante verticale, une recherche négative de syndrome alvéolaire ou pleural fera descendre ce point d'un, voire deux espaces

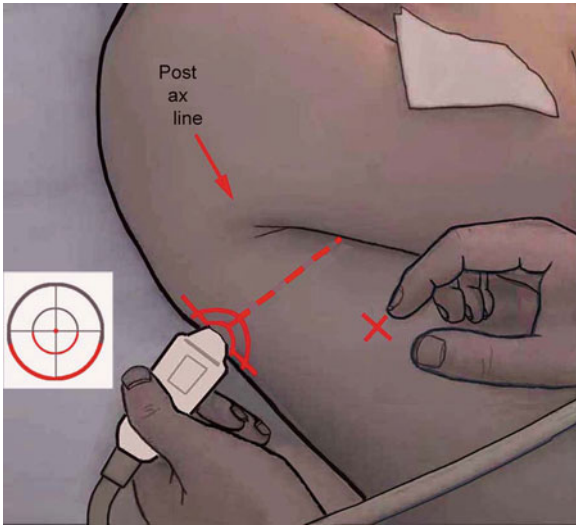


Fig. 14.5 – Le PLAPS-point. C'est un Stage 3, qui ajoute cette partie accessible de la paroi postérieure, au moyen d'une sonde courte, avec ici pivot minimal du patient vers la gauche. La sonde est appliquée au PLAPS-point, c'est-à-dire l'intersection entre la ligne transversale qui passe par les BLUE-points inférieurs (*trait discontinu*) et la ligne axillaire postérieure, longitudinale (*flèche*), ou, comme vu ici, aussi loin que possible en arrière. La sonde est un peu au-dessus du diaphragme, donc en pleine aire pulmonaire. Le PLAPS-point détecte immédiatement les épanchements pleuraux, grands ou petits, et 90 % des consolidations chez le patient critique. La cible à gauche indique les extensions inférieures du PLAPS-point. (PLAPS : *Postero Lateral Alveolar and/or Pleural Syndrome*.) L'index droit désigne le point phrénique (croix).

intercostaux. On cherche encore la meilleure performance par rapport au scanner. On parle de PLAPS-point étendu, puis de PLAPS-point hyper-étendu. Passé deux espaces, on tombe quasiment toujours sur le foie, et toute masse tant soit peu volumineuse vue dans ces parages ne peut plus être thoracique (fig. 14.5).

Philosophie des BLUE-points : spécifiquement désignés pour le BLUE-protocol, ils rendent l'échographie pulmonaire plus simple. Ils sont en effet peu nombreux, standardisés, reproductibles, et répondent aux questions cliniques. Ils intègrent la notion que le pneumothorax, le syndrome interstitiel (de première importance dans le BLUE-protocol) et l'épanchement pleural ont, même modérés, une vaste extension cutanée. Si un BLUE-point n'est pas accessible (électrode, etc.), on visera sans dommage le point le plus proche (voir où les électrodes de nos ECG sont généralement placés...). Le PLAPS-point cherche les épanchements et les consolidations là où ils se localisent habituellement. Il a été calculé pour être toujours dans le thorax, proche du diaphragme. Trop haut, il manquerait les petits désordres sus-phréniques. Trop bas, il tomberait

dans l'abdomen dans les cas où la coupole est surélevée – et rendrait l'échographie pulmonaire plus complexe, car il faudrait alors savoir différencier graisse abdominale de consolidation pulmonaire, ce qui est faisable mais ajoute un élément de complexité. En utilisant la notion de PLAPS-point étendu, l'opérateur part du thorax et arrive au diaphragme. Le principe de cette géométrie variable est didactique : avoir une efficacité maximale en fournissant des explications minimales. Le bord inférieur de l'omoplate a été proposé mais on ne l'a pas trouvé assez pratique.

Le label *BLUE-point supérieur* ou *inférieur* assume un patient en Stage 1 ou 1'.

BLUE-points et information clinique

Les BLUE-points supérieur et inférieur indiquent un syndrome interstitiel antérieur.

Le BLUE-point supérieur indique immédiatement un pneumothorax en Stage 1' (patient dyspnéique).

Le BLUE-point inférieur indique un pneumothorax en Stage 1 (patient ventilé).

Le PLAPS-point indique immédiatement la grande majorité des épanchements pleuraux quel que soit leur volume – et 90 % des localisations de consolidation pulmonaire aiguë. À l'évidence, des syndromes plus volumineux seront détectés plus à distance, des épanchements très substantiels pourront atteindre les points antérieurs.

Le point phrénique montre l'insertion du diaphragme, mais on peut aussi utiliser les BLUE-points antérieurs pour rechercher une intubation sélective ou œsophagienne, même une paralysie phrénique, par le glissement pleural.

Localisation du poumon chez les patients difficiles

Les organes ont une taille assez fixe, que le patient soit très mince ou obèse. Les BLUE-hands sont utiles chez ces patients, même en cas d'obésité morbide. Pour le PLAPS-point, qui peut être source d'hésitations, on peut s'inspirer de principes de navigation aérienne. Si l'image que l'on devine est crâniale par rapport à ce qui ressemble à un diaphragme, la sonde va descendre. Si elle identifie une image qui ressemble de loin à une rate, surmontée elle-même d'une image qui ressemble de loin à un rein, ces coïncidences successives créent la certitude que l'image initiale est bien un PLAPS.

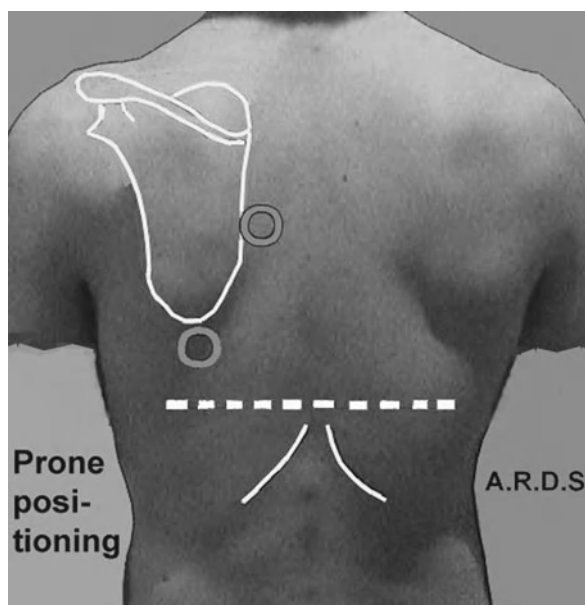


Fig. 14.6 – Les BLUE-points du patient en décubitus ventral. Le point supérieur est situé juste en dedans du bord interne de l'omoplate. On peut déterminer la jonction entre poumon et abdomen, chez les adultes jeunes, à un ou deux doigts au-dessus du point où les dernières côtes atteignent le rachis.

Cas du patient en décubitus ventral

Les repères sont pauvres. Le plus simple que nous avons trouvé a été de considérer l'omoplate. Le point juste en dedans de l'os, à mi-hauteur, correspond grossièrement au BLUE-point supérieur. Le point juste à côté de la pointe, au BLUE-point inférieur.

Une ligne horizontale dessinée un à deux doigts au-dessus du point où la dernière côte atteint le rachis indique usuellement le diaphragme, déjà chez l'adulte jeune (fig. 14.6).

Note accessoire

De peu d'intérêt pour l'intensiviste, le BLUE-point supérieur indique le lobe supérieur (ou le culmen), le BLUE-point inférieur le lobe moyen (ou la lingula), le PLAPS-point le lobe inférieur. En décubitus ventral, le thorax du patient divisé en trois indique le segment dorsal du lobe supérieur en haut, le segment de Fowler du lobe inférieur au milieu, et la pyramide basale du lobe inférieur en bas.

Développement du quatrième principe : définir la ligne pleurale

Il est à présent temps de prendre la sonde. Les figures 1.2 et 1.3 page 4 montrent comment nous la tenons, et comment nous ne la tenons pas. Les

coupes sont intercostales. La sonde est perpendiculaire à la paroi antérieure en Stage 1 et 2, et essaie de l'être le plus possible en Stage 3.

Nous n'utilisons pas l'approche traditionnelle sous-costale, restrictive et confondante (voir fig. 15.1 p. 123).

Nous ne faisons pas de coupes transversales – notamment parce que de petits écarts de sonde créent de gros changements d'image (voir fig. 1.4, p. 6).

La première étape, à ne pas omettre sous peine d'erreurs, est de reconnaître la côte et son ombre acoustique (fig. 14.7). Chez l'adulte standard, la côte crée une structure arciforme hyperéchogène de 2 cm de largeur, séparée de la voisine de 2 cm environ en coupe donc longitudinale.

On installe la sonde entre deux côtes et on imagine une ligne passant, sur l'écran, par le sommet des deux côtes. Un demi-centimètre sous la ligne des côtes (chez l'adulte), une ligne horizontale, normalement hyperéchogène, est toujours visible : la ligne pleurale. L'aspect créé par la côte supérieure, la ligne pleurale et la côte inférieure a été appelé signe de la chauve-souris (fig. 14.7). Ce signe est l'étape initiale



Fig. 14.7 – Le signe de la chauve-souris et la surface pulmonaire normale. L'échelle de droite montre les centimètres. Les côtes (cm 1) sont reconnues par leur aspect arciforme avec ombre postérieure franche. Une ligne horizontale sous la ligne des côtes (1/2 cm chez l'adulte) est mise en évidence (cm 1,5). C'est la ligne pleurale, qui basiquement indique la surface pulmonaire. La succession [côte supérieure – ligne pleurale – côte inférieure] dessine comme une chauve-souris volant vers nous, d'où le signe de la chauve-souris (*bat sign* en anglais), un signe fondamental de l'échographie pulmonaire.

Les lignes horizontales naissant de la ligne pleurale sont des répétitions de la ligne pleurale, appelées lignes A (cm 3,5 et cm 5), localisées à une distance précise : la distance entre la peau (cm 0,5) et la ligne pleurale. Ces lignes A sont larges. La ligne pleurale et les lignes A ne peuvent être confondues avec d'autres lignes horizontales localisées plus en surface ou en profondeur.

Cette figure est fournie sans flèche, pour la clarté (voir fig. 14.10, pour les détails).

de toute échographie pulmonaire. Elle permet de localiser la surface pulmonaire précisément, avec des repères stables. Par l'usage de coupes longitudinales, la ligne pleurale est toujours sous contrôle, que le patient soit agité ou que l'environnement soit turbulent. Le concept du signe de la chauve-souris évite la confusion de la ligne pleurale avec toutes les lignes hyperéchogènes, horizontales, soit les aponévroses superficielles, bandes de gaz sous-cutané, lignes de répétition de la ligne pleurale (lignes A, A', voir plus bas).

La longueur visible de ligne pleurale, entre deux ombres costales, est d'environ 2,5 cm (du fait de la forme sectorielle de l'image obtenue par la sonde microconvexe) chez l'adulte.

Chez le nouveau-né, le signe de la chauve-souris a exactement les mêmes proportions (voir fig. 21.2

p. 199). À tout âge, la ligne pleurale est située à environ 1/4-1/3 de la distance entre deux bords de côtes.

La ligne pleurale indique une interface entre tissus mous (riches en eau) et tissu pulmonaire (riche en air), soit l'interface pariéto-pulmonaire. Elle traduit la plèvre pariétale dans tous les cas, et la plèvre viscérale, soit la surface pulmonaire, quand il n'y a ni pneumothorax ni pneumonectomie. Les deux feuillets pleuraux ne forment qu'une ligne (avec notre sonde de 5 MHz). La cavité pleurale est donc virtuelle normalement.

Tous les signes naissent de la ligne pleurale (fig. 14.8). Quand les feuillets sont séparés, la plèvre viscérale est masquée par l'air s'il s'agit d'un pneumothorax, ou parfaitement visible s'il s'agit d'un épanchement liquidien.

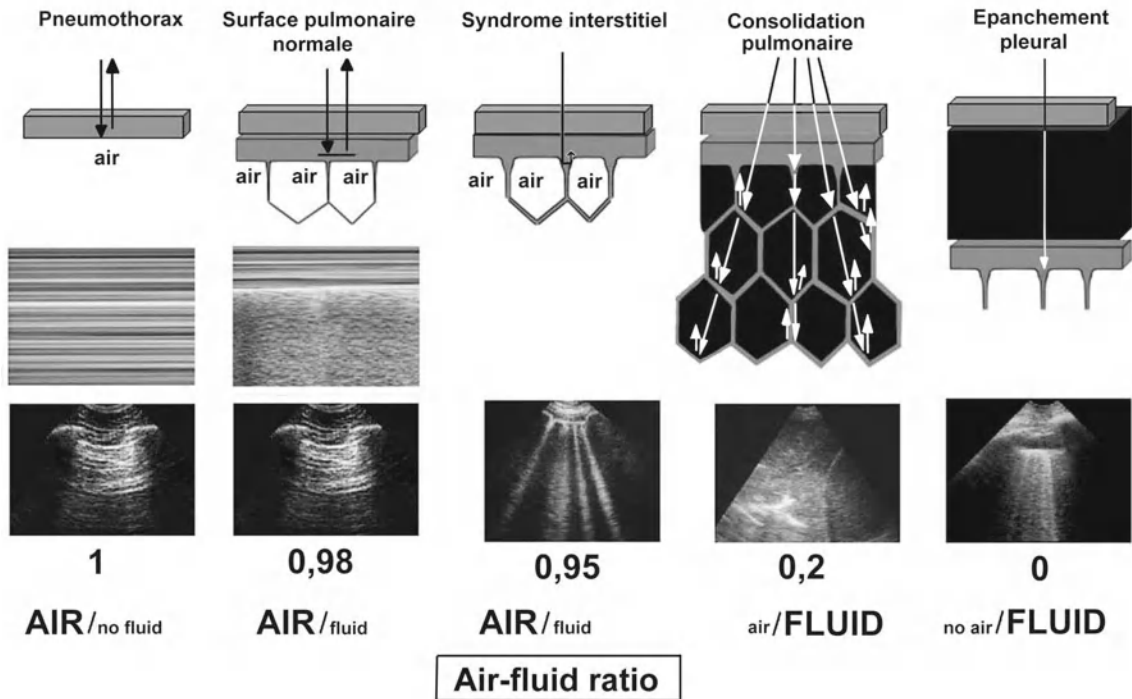


Fig. 14.8 – Cette figure démontre la base de l'échographie pulmonaire selon l'axe air/fluide.

Pneumothorax : la ligne pleurale est dessinée seulement par la plèvre pariétale. De l'air pur est en contact avec la ligne pleurale. Ceci génère des lignes A. L'absence de plèvre viscérale mène à l'abolition du glissement pleural.

Surface pulmonaire normale : la dynamique de la plèvre viscérale génère le glissement pleural. Les septa interlobulaires normaux sont trop fins pour générer des lignes B. La plèvre viscérale est un épithélium qui contient donc de l'eau, et cette structure à peine hydrique suffit à générer le glissement pleural.

Syndrome interstitiel : ces septa interlobulaires sous-pleuraux sont épaissis et entourés par le gaz alvéolaire. Le faisceau pénètre ce petit système mixte, est trappé après moins d'un mm, tente sans doute de revenir vers le système, mais est piégé et refoulé en avant, ceci générant, dans un mouvement persistant

d'aller-retour, de petites lignes qui finissent par créer, à la vitesse de 1 540 m/s, une longue ligne verticale hyperéchogène, cet artefact hydroaérique, la ligne B. Quoique élargi, le septum reste trop petit pour être directement visualisé.

Consolidation pulmonaire : de nombreux alvéoles sont emplis de fluide (transudat, exsudat, etc.). Les septa interlobulaires (profonds) sont non seulement épaissis, mais entourés d'éléments liquides. Le terme correct devrait donc être syndrome alvéolo-interstitiel. Il n'y a pas de place ici pour la génération de ligne B. Les septa interlobulaires épaissis génèrent de multiples interfaces, qui donnent cet aspect pseudo-tissulaire.

Épanchement pleural : les deux feuillets pleuraux sont séparés par une phase liquidienne – générant un aspect homogène, traditionnellement anéchogène – sauf pour les causes critiques : empyème, hémothorax – et surtout dont la limite inférieure est régulière : la ligne pulmonaire.

Variante de la normale : le signe de la « jeune chauve-souris ». Quand la sonde est appliquée près du sternum, le cartilage génère une structure ovale, traversée par l'ultrason. D'où le terme suggéré, avec l'idée d'os non encore calcifiés.

Note technique. Si l'on prend l'habitude de repérer la ligne pleurale grâce au glissement pleural, on court le risque ennuyeux de se retrouver bloqué dans les cas, fréquents en situation critique, où le glissement est aboli. Nous conseillons de ne reconnaître la ligne pleurale que par le signe de la chauve-souris, sans référence dynamique (voir p. 170 la seule exception au sujet de la variante Mocelin).

Développement du cinquième principe : décrire l'artefact qui définit le poumon normal : la ligne A

Une fois la sonde appliquée sur l'espace intercostal, il est vrai que seuls des artefacts (aériques et osseux) sont visibles. Nous allons regarder avec attention ces artefacts, si longtemps considérés comme indésirables. Définissons d'abord l'espace situé entre la ligne pleurale, l'ombre de chaque côte adjacente, et le bord inférieur de l'écran et nommons-le espace de Merlin (de la question d'une élève d'une session CEURF). L'art de l'échographie pulmonaire est de pouvoir décrire l'espace de Merlin en toutes circonstances.

Dans le but d'une communication rapide, les artefacts naissant de la ligne pleurale ont reçu des noms courts suivant une classification alphabétique. Douze types naissent de la ligne pleurale, les lignes A, B, C, F, I, J, N, O, P, T, X et Z. La chose est plus simple qu'à première vue. D'autres artefacts sont décrits au-dessus de la ligne pleurale (lignes E, S, W), dans d'autres parties du corps (lignes G, R, U) ou hors du corps (lignes H et K). La plupart de ces artefacts sont horizontaux ou verticaux. Dans ce chapitre d'initiation, seule la ligne A sera décrite.

L'artefact normal principal : la ligne A

C'est la répétition de la ligne pleurale, une ligne fine, parallèle à la ligne pleurale donc grossièrement horizontale, et hyperéchogène (fig. 14.7). Cet artefact a été appelé ligne A en suivant notre logique alphabétique. L'ultrason rencontre une barrière aérique, qui le renvoie à l'unité centrale, laquelle interprète une distance et crée cette répétition. La ligne A se trouve à une distance de la ligne



Fig. 14.9 – Une ligne O (non-A non-B). L'espace de Merlin est ici complètement homogène, sans aucune image anatomique. C'est un artefact aérique élémentaire sans génération de ligne A (les flèches montrent leur localisation attendue). À l'inverse de discussions zoologiques interminables au sujet de la robe du zèbre, cette figure prouve que le ton naturel de l'air, dans le domaine de l'échographie, est le sombre (anéchoïque). L'air normal et pathologique (pneumothorax) peuvent donner des lignes O.

pleurale égale à la distance peau-ligne pleurale. Plusieurs lignes A peuvent se voir, équidistantes. On peut selon leur nombre visible les appeler lignes A¹, A², etc. Des répétitions intermédiaires peuvent être vues, et appelées lignes A' ou même A'' (voir fig. 18.9).

La ligne A peut avoir la longueur de la ligne pleurale (autour de 2 cm) mais peut être plus courte, voire parfois être non visible (fig. 14.9, et voir fig. 1.5 p. 6). Dans ce cas, l'espace de Merlin apparaît homogène, sombre. De fins changements d'angulation de la sonde pourraient faire apparaître des parties de lignes A, ce qui ferait de l'échographie une science experte et opérateur-dépendante si c'était un problème clinique, or, c'est un non-problème, dès lors que des lignes B ne sont pas visibles (voir fig. 17.1 ou 17.2 p. 146). Cette absence d'artefact, appelée ligne O (O pour *non-A non-B*), avait d'abord été appelée ligne A⁰, dans la logique où existent les lignes A¹, A²... Voir une absence complète d'artefact dans l'espace de Merlin a le sens clinique d'une ligne A, qui indique de façon précise l'air, pur ou quasi pur. Le concept de la ligne O permet de démontrer la vraie tonalité de l'air. Les artefacts hydroaériques (lignes B) sont hyperéchogènes, jusqu'à donner un espace de Merlin totalement blanc (la variante Birolleau, voir fig. 17.7 p. 149). Nous concluons que la tonalité des fluides, traditionnellement décrite

comme noire, peut être blanche. Nous concluons aussi que le ton naturel de l'air, pur, est le noir.

Note

Si l'on a compris que la ligne A indique fidèlement l'air, on comprend mieux qu'elle est aussi un des grands signes du pneumothorax. L'air peut être soit physiologique (poumon sain) soit pathologique (pneumothorax). Les puristes utiliseront le terme « gaz », plus proche de la réalité. L'air atmosphérique a aussi son artefact, la ligne H, qui elle aussi est horizontale (voir fig. 18.4, p. 161). L'air génère des artefacts horizontaux.

Autres artefacts

Le principal autre artefact est la ligne B. Sa description ici soulèverait un problème didactique, car c'est le principal artefact pathologique. Or, certaines localisations sont physiologiques. Voir le chapitre 17 p. 149, variantes de la normale. La ligne Z est un artefact parasite, ne générant aucune information utile, voir fig. 17.8, p. 150.

Développement du sixième principe : définir le trait dynamique du poumon normal : le glissement pleural

Comme tout organe vital, le poumon bouge en permanence, de la naissance à la mort. Le glissement pleural indique la descente inspiratoire de la plèvre viscérale contre la plèvre pariétale, fixe. L'échographie détecte ce mouvement fin, depuis au moins 1982. L'observation temps réel montre cette dynamique qu'on pourrait appeler scintillement, grouillement...

Le poumon agit comme un piston cranio-caudal. Le glissement pleural se perçoit donc bien en coupe longitudinale. La dynamique du poumon doit être étudiée avec une main immobile, une fois la ligne pleurale repérée. Des mouvements de l'opérateur peuvent rendre l'échographie difficile (voir figs 1.2 et 1.3 p. 4, et fig. 18.15, p. 170).

L'intérêt du mode temps-mouvement est moins de démontrer le glissement que de détenir un document objectif. L'aspect rappelle une plage, et a été appelé signe du bord de mer (fig. 14.10). Le mode temps-mouvement montre bien au débutant ce qu'est le glissement pleural, puisqu'on le voit naître précisément de la ligne pleurale. Les tissus pariétaux sont immobiles, ou alors il y a un

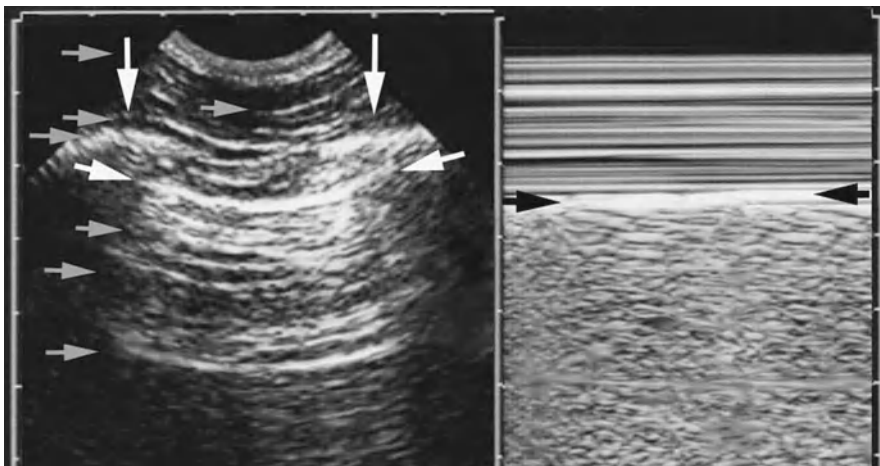


Fig. 14.10 – Le signe du bord de mer, et autres détails.

Gauche : image temps réel. Les flèches verticales montrent les côtes. Les lignes blanches horizontales montrent la ligne pleurale, clairement définie par le signe de la chauve-souris. Les flèches horizontales grises montrent quelques-unes des nombreuses lignes horizontales qui ne doivent pas être confondues avec la ligne pleurale. Elles indiquent, de haut en bas : la peau, des aponévroses, une côte, des réflexions mineures sous la ligne pleurale (appelées lignes A'), et (flèche grise du bas), une ligne A.

Droite : mode temps-mouvement. Une différence marquée apparaît de part et d'autre de la ligne pleurale (flèches). Les couches superficielles immobiles génèrent des lignes horizontales (vagues). Le glissement pleural génère l'aspect sablé. Cet ensemble, appelé signe du bord de mer, démontre le glissement pleural sur une coupe statique.

Noter un détail important : les deux images sont strictement au même niveau horizontal. Ce détail permet une localisation immédiate de la ligne pleurale sur l'image temps-mouvement, sans aucune confusion possible : un point sensible dans les extrêmes urgences (comparer avec la figure 18.1, p. 159).

discret mouvement diffus, inévitable, car le patient est vivant, tout comme le docteur, en plus du bruit de fond électronique, ce qui génère un mouvement infime. Tout ce bruit disparaît sur l'image temps-mouvement, qui révèle le seul glissement, évident, naissant de la ligne pleurale au millimètre près.

Nous verrons au chapitre 18 des points basiques sur le glissement pleural.

Les lignes B, associées au glissement, se comportent comme des pendules, et leur mouvement est amplifié vers le bas, un des avantages innombrables de notre sonde microconvexe sur une linéaire.

Avec de l'expérience, le glissement se reconnaît en moins de trois secondes.

Note technique. Le terme anglais « *lung sliding* » se prononce mieux que tous les équivalents qu'on rencontre à l'occasion (*pleural sliding*, *pleural gliding*...). Le terme « *gliding sign* » est insuffisant car le péricarde, le péritoine, tout muscle et de nombreuses structures génèrent un glissement.

Importante note technique. La facilité de l'échographie pulmonaire est expliquée par le fait que la ligne pleurale est visible où qu'on pose la sonde. Pas de temps perdu à chercher une fenêtre. La ligne pleurale, la ligne A et le glissement pleural sont les mêmes en tout point du thorax. Le poumon est donc un organe simple, contrairement au cœur, à l'abdomen (qui contient quelque 21 organes), et le fœtus bien sûr.

Très importante note technique. Un usage immodéré du mode temps-mouvement peut générer des confusions qui peuvent nécessiter de longues explications. Ce sera détaillé au chapitre 18. Dans l'ensemble, l'opérateur doit apprécier le glissement en mode temps réel, puis faire si besoin une copie en temps-mouvement, et pas l'inverse – sauf cas exceptionnel commandé par des situations particulières.

Développement du septième principe : les désordres aigus graves ont une extension superficielle

Ce principe explique pourquoi l'échographie pulmonaire existe.

La ligne pleurale est superficielle. L'extension superficielle de la plupart des troubles est une providence. Elle explique la faisabilité de l'échographie pulmonaire chez le patient critique, qui est de 98-100 %. Épanchement pleural et pneumothorax touchent toujours la paroi (pas besoin d'article dans la littérature à comité de lecture : prenez n'importe

quel scanner dans votre service de réanimation). Nous verrons au chapitre 16 que les consolidations pulmonaires vues en cadre aigu touchent la paroi dans 98,5 % des cas, et au chapitre 17 que le syndrome interstitiel aigu grave atteint les régions centrales comme les périphériques. La figure 14.8 explique pourquoi ces troubles sont précisément détectés. Contrairement à la radiographie qui fait une sommation des désordres pleuraux, alvéolaires et interstitiels, l'échographie les distingue l'un de l'autre. Les chapitres suivants montreront que chaque désordre donne un signal particulier.

La figure 19.3, insérée au chapitre 19 (p. 177), montre que seulement dix signes sont requis pour reconnaître : un poumon normal, un épanchement pleural, une consolidation pulmonaire, un syndrome interstitiel, et un pneumothorax.

Déroulement pratique d'une échographie pulmonaire normale

La sonde est appliquée sur le BLUE-point supérieur droit. Le signe de la chauve-souris est identifié (deux secondes), puis le glissement pleural (deux secondes), puis l'espace de Merlin est scruté à la recherche des lignes A (deux secondes). Une manœuvre de Carmen de précaution indique qu'il n'y a pas de ligne B (pour éliminer l'éventualité improbable d'avoir inséré la sonde précisément entre des septa interlobulaires oedématisés), ce qui prend trois secondes. Le BLUE-point inférieur est ensuite analysé (encore 9 secondes). Le stage 3 est pratiqué (six secondes pour installer la sonde) et le PLAPS-point analysé (moins de 8 secondes). Puis le poumon gauche est analysé.

En tout, la procédure prend une minute ou moins et informe sur l'existence d'un syndrome interstitiel, d'un pneumothorax, d'un épanchement pleural, de la plupart des consolidations pulmonaires, soit les mêmes informations qu'un *scanner*, et obtenues au lit.

D'autres BLUE-points auraient pu être ajoutés, mais, selon les mots de Sybille Merceron, « trop de points tuent les points », et nous sommes bien d'accord. À noter que ces sophistications ne sont pas venues au début de nos travaux [1].

Référence

1. Lichtenstein D (1997) [Lung ultrasound: a method of the future in intensive care?] (Editorial) *Rev Pneumol Clin* 53: 63-8

Par ce terme, nous sous-entendrons épanchement « liquidien » tout au long du chapitre. Débuter par l'épanchement pleural suit la logique du rapport air/fluide de l'échographie pulmonaire, et nous permet de commencer « doucement », par une application déjà familière, et qui a longtemps résumé l'intérêt de l'échographie thoracique. Cette possibilité, entrevue par Dénier dès 1946 [1] a été reprise par Joyner en 1967 [2].

Ce potentiel si familier n'est toutefois pas exploité encore complètement au lit du patient critique. En réanimation médicale, 62 % des patients présentent un épanchement pleural [3]. Nous pensons que la sémiologie mérite une adaptation et la considération de signes certes non décrits, mais ayant le mérite d'être universels.

La détection rapide d'un épanchement pleural fait intégralement partie du BLUE-protocole.

Pour cette application, notre sonde microconvexe de 5 MHz est idéale.

Diagnostic positif de l'épanchement pleural

Notre technique

Traditionnellement, les épanchements pleuraux étaient détectés au cours d'examen abdominaux, avec des sondes abdominales et une approche sous-costale (fig. 15.1). Cette approche est limitée. Nous estimons plus sûr d'analyser la plèvre directement à travers l'espace intercostal avec une sonde microconvexe. De nouveaux signes adaptés à cette nouvelle approche doivent donc être décrits. L'épanchement pleural se collecte en zone dépendante (principe n° 2 – les fluides sont plus lourds que l'air). Tout épanchement libre est donc en contact postérieur chez le patient en décubitus dorsal. Faire pivoter le patient



Fig. 15.1 – Épanchement pleural. Approche traditionnelle par abord transabdominal, à travers le foie (L), sur une coupe transversale. La distinction avec une consolidation et surtout la possibilité de ponction ne sont pas favorisées par cette approche. Noter tout de même que l'épanchement passe en arrière de la veine cave inférieure (V), un trait classique qui distingue, si nécessaire, l'épanchement pleural et péritonéal.

latéralement est astreignant et non satisfaisant si l'effusion se mobilise vers des zones inaccessibles (voir fig. 14.4, p. 116). Nous rappelons notre solution, détaillée au chapitre 14. Nous utilisons une sonde microconvexe *courte*, aisément insérée sur la paroi postérieure, aussi postérieure que possible, après avoir légèrement pivoté le patient, visant ainsi le *PLAPS-point* (décrit p. 116).

Le principe du PLAPS-point est simple : si un seul « tir » était possible pour déterminer s'il y a, ou non, un épanchement pleural, ce devrait être là. Le PLAPS-point indique en quelques secondes la grande majorité des épanchements pleuraux libres, abondants ou minimes. De plus, il indique 90 % des cas de consolidations pulmonaires aiguës, préférentiellement situées là [4].

Les signes

Traditionnellement, le diagnostic est basé sur une image décline anéchogène. Nous ne discutons pas le classique terme « décline », insérant en conséquence la sonde au PLAPS-point. En revanche, le terme « anéchogène », si familier, n'est pas satisfaisant, même si c'est le plus fréquent, car une telle définition nous bloque dès que l'épanchement n'est plus transsonore, ce qui est précisément le cas des formes graves : empyème, hémithorax... Il est préférable d'utiliser des signes plus universels, fonctionnant quelle que soit la cause. Nous ajoutons donc deux signes de notre cru.

Le signe du dièse. C'est le signe statique principal. Un épanchement pleural peut être inscrit dans un dièse. Il est en effet limité par quatre bords réguliers (fig. 15.2). La ligne pleurale, point de départ de l'image. L'ombre de la côte supérieure, rectiligne. L'ombre de la côte inférieure. Et surtout, la limite profonde de cette image, toujours régulière, et grossièrement parallèle à la ligne pleurale. Cette ligne, que nous appelons ligne pulmonaire, est la surface pulmonaire, soit la plèvre viscérale. À part de très rares tumeurs bourgeonnantes, nous imaginons que la surface pulmonaire est toujours régulière. La ligne pulmonaire est visible quand la plèvre viscérale est séparée de la plèvre pariétale

par une structure qui permet la transmission échographique. En l'absence d'épanchement, la ligne pulmonaire est confondue avec la ligne pleurale. De la ligne pulmonaire, le poumon naît toujours, par essence. Il peut apparaître artefactuel (fig. 15.2), ou consolidé (fig. 15.3).

Note additionnelle : le poumon aéré flotte au-dessus de l'effusion. Le poumon consolidé, de densité hydrique, nage dans l'épanchement. La vision du bord inférieur du poumon semblant danser librement dans l'épanchement rappelle des algues, ou a encore été appelée signe de la méduse, bien que le terme de queue de sirène suggéré par Anne-Charlotte (de Tahiti 2005) soit parlant. Agnès Gepner a donné un label que nous n'avons pu assumer. Le signe de la méduse est une variante du signe de la sinusoire, voir plus bas (fig. 15.4).

Notes techniques : pour avoir une ligne pulmonaire bien définie au PLAPS-point, la sonde doit être aussi perpendiculaire que possible (une longue sonde est un facteur de difficulté). Un épanchement abondant permet l'analyse d'anomalies profondes (consolidation, anévrisme rompu de l'aorte descendante), on doit en prendre avantage avant évacuation.

Un problème mineur : comment distinguer la ligne pulmonaire d'une ligne A

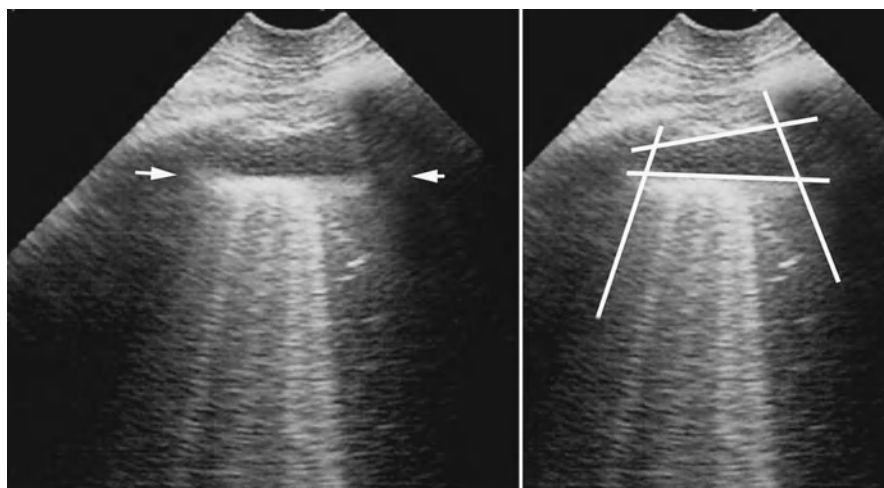


Fig. 15.2 – Épanchement pleural minimal. Coupe longitudinale au PLAPS-point. Cette figure montre :

1. Le signe du dièse : cette image, certes sombre, est un épanchement parce qu'elle est encadrée par 4 limites régulières : la ligne pleurale, l'ombre des côtes, et surtout la limite profonde, régulière, à peu près parallèle à la ligne pleurale (la ligne pulmonaire – flèches). Le signe du dièse est dessiné sur l'image de droite.
2. L'absence de dommage pulmonaire local, car l'image en profondeur de la ligne pulmonaire est artefactuelle, signant le poumon aéré.

3. Le volume de l'épanchement. La distance interpleurale expiratoire est de 7 mm, ce qui correspond à un volume de 20-40 mL. Une telle mesure, mais vue en Stage 1, à la paroi antérieure d'un patient ventilé, indiquerait généralement un volume majeur. À noter que cet épanchement apparaît trop petit pour une ponction sécurisée.

4. Cette figure nous permet de présenter les sous-lignes B (*sub-B-lines* en anglais). Ces artefacts ressemblent aux lignes B, mais naissent de la ligne pulmonaire et non pas de la ligne pleurale, ce qui les rend moins intéressants cliniquement (on sait juste que le poumon n'est pas consolidé).



Fig. 15.3 – Épanchement pleural avec septations. PLAPS-point gauche. Ces septations indiquent un processus infectieux. En profondeur de la ligne pulmonaire (flèche horizontale), le lobe inférieur (LL) est entièrement consolidé. Le diaphragme (flèche verticale) est complètement immobile. La rate est clairement détectée (S), loin du site de ponction. Exemple de PLAPS typique avec syndrome pleural et alvéolaire sur une même coupe. La ligne médiastinale (ne pas mesurer l'épanchement à cette hauteur) est signalée par les flèches noires.

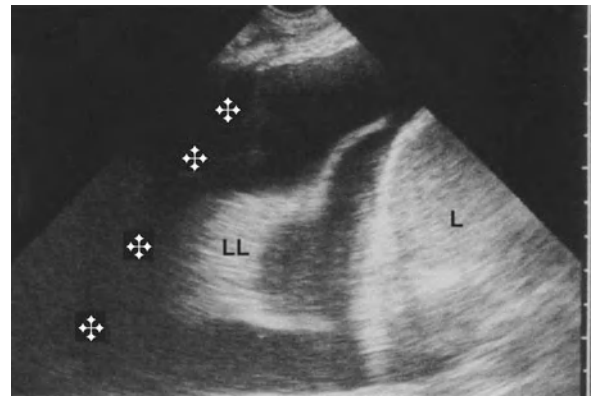
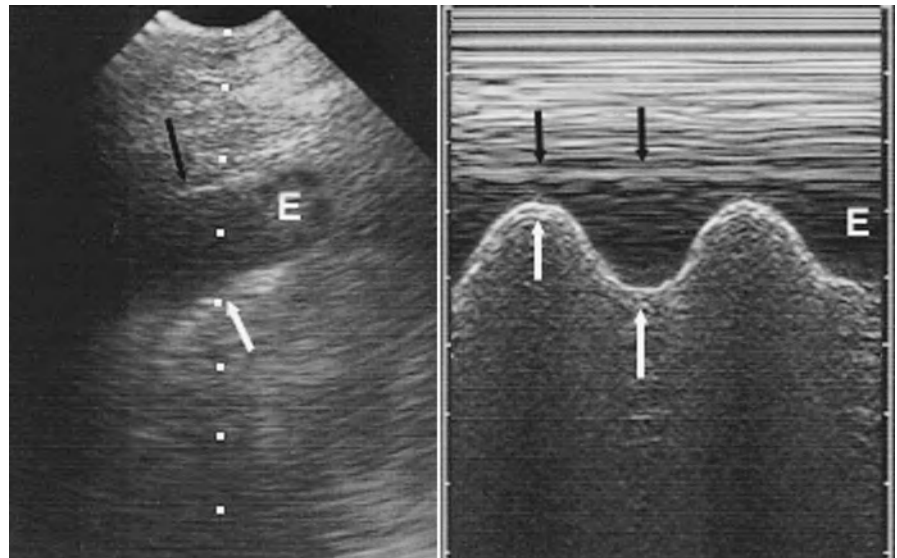


Fig. 15.4 – Épanchement pleural substantiel. Route intercostale, coupe longitudinale, PLAPS-point. L'aspect anéchogène évoque juste le transsudat. Le lobe inférieur (LL) nage dans l'effusion en temps réel (donnant le signe de la sinusoïde). La course phrénique peut être mesurée. L'épanchement pleural (image réelle) et l'ombre postérieure de la côte (astérisque) sont tous deux anéchogènes. Le PLAPS-index devrait être mesuré à la ligne pulmonaire (c'est-à-dire ici, 35 mm, indiquant grossièrement 1 500-2 500 cc), et non pas en dessous du poumon, car la mesure irait jusqu'au médiastin, soit une mesure constante de 9 cm, sans grande signification. L, foie.

Fig. 15.5 – Le signe de la sinusoïde. Sur une coupe longitudinale de la base, l'épaisseur de cette collection (E) varie en rythme avec le cycle respiratoire. La limite profonde (flèches blanches) se déplace vers la ligne pleurale, dessinant une sinusoïde, tandis que la limite superficielle (flèches noires) est immobile (ligne pleurale). Le signe de la sinusoïde est spécifique d'épanchement pleural.



Des esprits sophistiqués pourraient poser une telle question. En premier, la ligne A est séparée de la ligne pleurale par la distance exacte peau-ligne pleurale, et lui est rigoureusement parallèle (une coïncidence rare pour un épanchement), ensuite la ligne A est immobile, sans aucune dynamique sinusoïde (même remarque). Enfin, des lignes A' ou A2, etc. n'auraient rien à chercher dans un épanchement.

Le signe de la sinusoïde. Le signe dynamique principal est la variation respiratoire de la distance interpleurale avec diminution inspiratoire, donc une dynamique de la ligne pulmonaire vers la ligne pleurale (fig. 15.5). Ce signe, appelé signe de la sinusoïde, indique l'augmentation inspiratoire du volume pulmonaire, qui chasse la collection fluide. Comme le poumon s'expand de la profondeur à la superficie, l'aspect généré en mode TM est une

sinusoïde. Ce signe est quasi spécifique de l'épanchement pleural. De plus, il indique une viscosité basse, comme nous le verrons plus bas. Dans les épanchements très épais ou cloisonnés, le signe de la sinusoïde est absent.

Note : dans la logique du BLUE-protocol (voir chapitre 20), c'est-à-dire pour un diagnostic rapide de la cause d'une défaillance respiratoire aiguë, la distinction entre épanchement pleural et consolidation pulmonaire n'est pas requise.

Valeur de ces signes

Le signe du dièse et le signe de la sinusoïde confirment la présence d'un épanchement pleural avec une spécificité de 97 % quand le gold standard est l'obtention de liquide pleural lors de la ponction [5]. Sensibilité et spécificité sont toutes deux de 93 % avec le scanner comme gold standard [6]. Noter qu'un épanchement minime générant un signe du dièse et un signe de la sinusoïde millimétrique (fig. 15.2) peut être non détecté au scanner, ce qui pose le problème de la pertinence réelle de ce gold standard.

Intérêt de l'échographie

Elle complète heureusement l'examen physique (souffle pleurétique et frottement pleural sont difficiles à entendre en réanimation), mais apporte

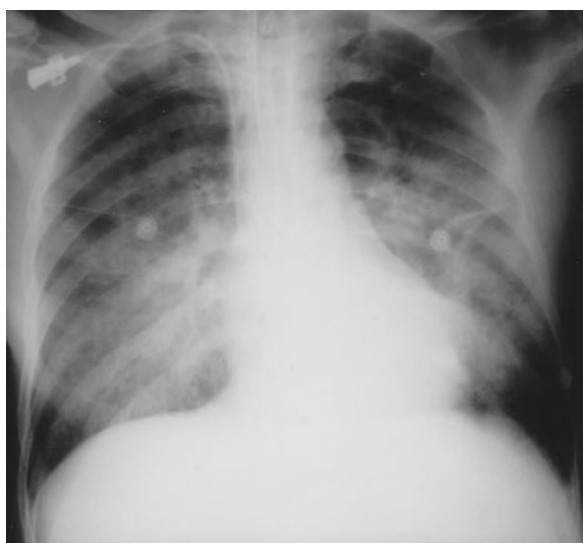


Fig. 15.6 – La radiographie au lit d'un patient ventilé pour défaillance respiratoire aiguë. Diagnostic initial : œdème pulmonaire hémodynamique. Les cul-de-sacs semblent libres. Par l'usage de l'échographie, l'épanchement pleural est ponctionné en sécurité, retirant finalement un exsudat. Diagnostic définitif : pneumopathie infectieuse.

surtout par rapport à la radiographie (fig. 15.6), car elle détecte habituellement ces petits épanchements régulièrement occultés par la radiographie au lit [6, 7], jusqu'à 525 mL [8, 9], et distingue l'épanchement de ces consolidations pulmonaires qui le miment parfaitement à la radiographie.

Nous allons voir que l'échographie permet le diagnostic et la ponction en sécurité d'un épanchement pleural radio-oculte, et même chez un patient ventilé. La faible valeur de la radiographie au lit a été soulignée encore par une étude montrant qu'un tiers des épanchements visibles à l'échographie chez des patients ventilés, et suffisamment volumineux pour permettre une ponction en toute sécurité, sont restés occultes à la radiographie [5]. Aussi, à partir d'une radiographie très remaniée, l'échographie distingue la part solide de la part liquidienne.

L'épanchement pleural cloisonné. L'échographie est un outil majeur connu depuis longtemps dans ce cadre. L'épanchement peut être déclive, donc vu au PLAPS-point, ou cloisonné ailleurs. En théorie, trouver un PLAPS-point libre associé à un glissement pleural antérieur conservé permet d'affirmer qu'un tel thorax ne contient pas d'épanchement pleural (cloisonné), car un épanchement cloisonné est nécessairement associé à une symphyse pleurale, donc à un glissement aboli. Nous attendons notre premier cas.

Évaluation de la quantité d'un épanchement pleural

Nous pensons qu'une estimation grossière est suffisante, pourvu qu'il y ait derrière une politique adaptée. Retirer le liquide seulement quand il est supérieur à (par exemple) 500 cc n'est pas tout à fait satisfaisant à notre avis : un poumon très malade supportera moins facilement une petite contrainte (400 cc voire moins). Aux termes « mineur », « modéré », etc., qui figurent dans les comptes rendus, nous préférons une approximation basée sur l'habitude, suffisante en pratique. Nous acceptons donc une échelle allant du simple au double, qualifiant tel épanchement entre 30 et 60 mL, tel autre entre 1 000 et 2 000 mL.

Nous avons étudié plusieurs protocoles pour grossièrement indiquer le volume de l'effusion.

1. Notre plus récente approche : le « PLAPS index ».

Il privilégie la simplicité. Le PLAPS-index requiert d'insérer la sonde microconvexe au PLAPS-point (donc en décubitus dorsal), et de simplement

mesurer la distance entre ligne pleurale et ligne pulmonaire. La sonde doit être le plus perpendiculaire à la paroi, afin qu'un effet de tangence ne surestime pas l'épaisseur. Nous mesurons en expiration (l'écart étant maximal). Un soin doit être pris à mesurer de la ligne pleurale à la ligne pulmonaire. Sans sens serait une mesure entre ligne pleurale et ligne médiastinale, comme on le voit souvent quand la mesure passe sous le poumon (voir fig. 15.4). On mesure simplement le fait que l'épanchement détache le bord inférieur pulmonaire et on tombe sur une valeur standardisée d'environ 10 cm. Voici une règle simple. Au PLAPS-point, l'épaisseur d'une pleurésie peut aller de 1 mm (épanchement infime, fig. 15.2) à 4 cm (épanchement majeur), rarement 5, exceptionnellement 6, jamais 7. Une valeur de 10 cm invite à questionner sa technique. Voir commentaire de la figure 15.4.

Le PLAPS-point indique tous les volumes d'épanchement pleural libre. À présent, nous pouvons utiliser le « PLAPS-index ». Chez l'adulte de taille standard, 3 mm correspondent à 15-30 mL. Dix mm correspondent à 75-150 mL. Vingt mm correspondent à 300-600 mL. Trente cinq mm correspondent à 1 500-2 500 mL. L'approximation de ces valeurs est inversement proportionnelle à l'attention que nous attachons à une valeur précise.

Limitation du PLAPS-index. Si le poumon est massivement aéré, il flotte vers le ciel (c'est-à-dire en avant, anatomiquement). Si le poumon est massivement consolidé, il plonge vers la terre (anatomiquement, en arrière) et refoule l'épanchement pleural qui va donc venir entourer cette volumineuse masse, et le PLAPS-index sous-estimera la masse liquidienne.

2. L'expérience

C'était notre système précédent, dont l'inconvénient était de ne pouvoir être techniquement transmissible, contrairement au PLAPS-index. Toutefois, le gold standard que nous utilisions pour valider le PLAPS-index était... notre expérience (basée il est vrai sur des mesures scientifiques faites après évacuation pleurale).

3. Approche par la recherche de la localisation antérieure de l'effusion.

Sur un patient en décubitus dorsal strict, plus l'épanchement sera abondant, plus antérieur il ira. Un épanchement détecté en antérieur (même minime) signifie qu'il est massif (fig. 15.4), avec la limitation expliquée plus haut.

4. Autres approches

Plusieurs travaux peuvent être consultés [10-13].

Diagnostic de la nature d'un épanchement pleural

En réanimation, les grands profils sont le transsudat et l'exsudat (dont la pleurésie purulente). En réanimation médicale, Mattison a trouvé une prévalence de 62 % d'épanchement pleural en réanimation, dont 41 % à l'admission [3]. Les causes étaient cardiaques (35 %), atelectasie (23 %), effusion parapneumonique (11 %) et empyème (1 %). L'analyse de l'échogénicité donne juste une orientation [14] : en bref, un transsudat est anéchogène, un épanchement anéchogène peut être soit transsudat soit exsudat, et tout épanchement échogène est un exsudat. De plus, un liquide peut sembler échogène chez les patients difficiles (pléthore) du simple fait du bruit de fond parasite. Tout ceci indique que l'échographie n'est pas suffisante pour surseoir à une ponction chez tel patient sous prétexte que le liquide est transsonore. Nous avons donc une politique plutôt active chez tous ces patients à la présentation clinique complexe.

Insuffisance cardiaque congestive et situations d'hyperhydratation

Ces situations donnent des transsudats, avec épanchement anéchogène.

Embolie pulmonaire

L'embolie pulmonaire avec défaillance respiratoire aiguë donne de petits épanchements pleuraux dans la moitié des cas (pour une synthèse, se référer au chapitre 29, p. 278).

Pleurésie purulente, épanchement infectieux et inflammatoire (exsudat)

Un exsudat peut être anéchogène, ou régulièrement échogène, ou contenir des septations ou donner le signe du plancton. Le signe du plancton est le nom que nous avons suggéré pour la visualisation caractéristique, dans cette image pseudo-tissulaire, d'un lent mouvement interne dessiné par d'innombrables particules échogènes, comme en apesanteur, rythmé par la respiration et le cœur. Même discret, ce mouvement indique la nature liquidienne.

La pleurésie purulente peut être anéchogène homogène, ou contenir de fines septations (fig. 15.3), jusqu'à l'aspect en nid-d'abeilles (fig. 15.7). Quand l'aspect est pseudo-tissulaire



Fig. 15.7 – Aspect massif en nid-d'abeilles. Choc septique chez un homme de 37 ans avec pneumopathie à *Clostridium perfringens*. Poumon blanc à la radiographie. L, poumon. S, rate.



Fig. 15.8 – Empyème. Paroi latérale (pour une fois, coupe transversale). Deux zones (E et LL) ont une échogénéité pseudo-tissulaire. La zone superficielle (E) est séparée de la zone profonde (LL) par une ligne régulière, dessinant une ligne pulmonaire (qui donnerait un signe du dièse en coupe longitudinale, avec l'ombre des côtes). La zone E est le siège d'un mouvement discret et massif : signe du plancton, indiquant une image liquidienne, et de plus exsudative. L'aire LL est limitée par la ligne pulmonaire régulière (entre E et LL) et une ligne profonde déchetée (flèches), signant son origine alvéolaire (alvéolo-interstitielle, rigoureusement). Elle contient des points hyperéchogènes générant un bronchogramme aérien dynamique (soit une origine non atelectasique). Glissement pleural aboli, coupole immobile, absence de signe de la sinusoire sont typiques d'un processus infectieux.

(fig. 15.8), la détection d'une ligne pulmonaire, ou d'un signe de la sinusoire, ou du signe du plancton évitent la confusion avec une consolidation pulmonaire. De même, des particules hyperéchogènes peuvent venir de microgaz bactériens. Nous n'utilisons pas le Doppler pour différencier l'empyème de l'abcès pulmonaire, utilisant à la place les signes du dièse, constant, et de la sinusoire.



Fig. 15.9 – Pachypleurite. Un épaissement pleural de 30 mm autour du poumon (flèches) au cours d'une pneumopathie à pneumocoque. Noter les zones échogènes, tissulaires, et les zones anéchogènes (septations fluides). Le glissement pleural était complètement aboli. Les flèches noires désignent la ligne pulmonaire.

Dans la pachypleurite aiguë à pneumocoque, l'épanchement est séparé de la paroi par un épaissement pseudo-tissulaire, hétérogène, avec une ligne pulmonaire mais sans variation sinusoire interpleurale (fig. 15.9).

Dans tous ces cas, l'aspect radiologique montre un épanchement pleural non spécifique (quand déjà il voit l'épanchement). Même le scanner manque les septations fibrineuses [15].

Hémothorax

Il peut donner un épanchement échogène avec signe du plancton (fig. 15.10). Certains protocoles

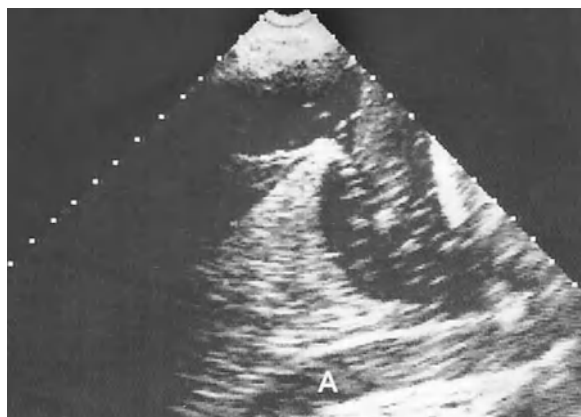


Fig. 15.10 – Hémothorax gauche. Cette coupe montre un épanchement substantiel avec multiples échos, mobiles et tourbillonnant en temps réel (signe du plancton). Le lobe inférieur est consolidé. Noter à travers ce désordre une aorte descendante parfaitement visible – avec multiples artefacts fantômes (A). L'aorte est suffisamment loin d'un site de ponction (qui devrait être au sommet de l'image).

ont été développés pour une détection rapide de l'hémithorax traumatique. S'ils utilisent une sonde abdominale et visent un point latéral (et non semi-postérieur), c'est autant de retard au diagnostic. Nous conseillons la sonde microconvexe courte et l'usage du PLAPS-point.

Pièges apparents

Une image apparaissant à travers le diaphragme durant une approche abdominale peut être un liquide pleural, mais aussi une consolidation pulmonaire ou... un organe sous-phrénique vu en miroir (rate, foie). Comme toutes les structures concaves, le diaphragme peut refléter des organes sous-phréniques (généralisant des fantômes) (fig. 15.11). Le mieux pour éviter ces fantômes est d'oublier cette voie abdominale. Le signe de la sinusoïde ne peut être détecté par l'approche abdominale.

Une image anéchogène sans signe de la sinusoïde (par voie intercostale) peut être une consolidation pulmonaire, un épanchement enkysté à la périphérie d'un poumon qui a perdu sa compliance (adhérences pariétales) ou un épanchement très épais. Le piège principal doit être reconnu avant toute ponction : la hernie hiatale. Empli de liquide hétérogène, l'estomac plaqué contre la paroi simule bien l'empyème. Le signe suffisant pour déjouer ce piège peu fréquent mais aux conséquences lourdes est la recherche de la ligne pulmonaire, absente en cas d'estomac ectopique.

Dans de rares cas, l'image est complètement hypoéchogène, sans différence de structure entre une consolidation pulmonaire compacte et un épanchement pleural. On peut appeler cet aspect le poumon noir échographique. Si les signes discriminants (signe de la sinusoïde, signe du plancton ou bronchogramme aérien dynamique) sont absents, on ne peut tirer de conclusion. La radiographie montre en général un poumon blanc. Le « signe de l'aiguille » peut permettre le diagnostic, scanner non considéré. Introduire une aiguille dans une telle image ramènera le plus souvent du liquide, signant la participation liquidienne (cause majoritaire). Si une telle image était une consolidation, des données non encore publiées montrent que cet aspect protège du pneumothorax iatrogène, l'aiguille pénétrant une zone totalement fermée au flux aérien. Voir la section « échographie interventionnelle » au chapitre 16, p. 142.

Un piège pittoresque est la silicone que l'on peut trouver dans certains seins. Son contenu



Fig. 15.11 – Fantôme. Sur cette coupe longitudinale sous-costale, le rein gauche (K), la rate (S), le diaphragme, puis une aire (M) évoquant un épanchement pleural peuvent être observés. Cette masse M a une structure un peu trop proche de la rate. Elle est certainement un fantôme en miroir de la rate réfléchi par le diaphragme, structure concave. Les coupes intercostales directes éliminent ces fantômes.

transsonore apparaît frappant au débutant qui risque de procéder à la ponction évacuatrice de cet épanchement alors abondant car antérieur, s'il oublie dans sa précipitation de rechercher le premier signe de la gamme, la clé en quelque sorte : le signe de la chauve-souris. On verra ce signe, en profondeur de la « collection ».

Échographie interventionnelle : ponction pleurale chez le patient critique

L'échographie permet la ponction d'épanchements pleuraux même minimes.

Technique

Il semble que, dans de nombreux esprits, l'échographie interventionnelle pleurale s'associe à un geste écho-guidé, ce qui rend la chose bien complexe. Il est plus simple et efficace de procéder à une ponction juste après repérage échographique. L'idée est d'insérer l'aiguille là où l'on est certain qu'il y a du liquide, et ce en quantité suffisante pour sécuriser le poumon. Nous suggérons avec fermeté cinq critères pour une ponction sécurisée [5] :

1. Présence du signe du dièse et de la sinusoïde, confirmant l'épanchement pleural.
2. La distance de sécurité : une distance inspiratoire interpleurale de 15 mm, visible sur trois espaces adjacents, semble un minimum raisonnable.

3. On s'assure de l'absence d'interposition (usuellement inspiratoire, bien attendre la fin pour conclure) d'un des 5 organes critiques : poumon (fig. 15.2), aorte (fig. 15.10), cœur, foie et rate (fig. 15.7). Quand ces organes sont reconnus comme loin du champ, la procédure peut être initiée. Si une approche sécurisée n'est pas reconnue, on cherche un autre site, plus postérieur, en tournant éventuellement le patient. Dans la moitié des cas, le patient peut rester en décubitus dorsal, simplement.
4. La ponction pleurale doit être faite dans la foulée du repérage échographique, le patient restant dans la même stricte position. Cette manière de poser un repère cutané en service de radiologie, suivie d'une ponction une fois le patient revenu en réanimation, bien que populaire durant des décennies, ne peut être acceptée.
5. Note technique : en cas de plis cutanés, veiller à ce que le repère cutané ne soit pas dévié par les mains de l'aide agrippant le patient (d'où la nécessité de ponctionner dans la foulée du repérage).

Technique de la ponction diagnostique

Nous utilisons donc une aiguille verte de 21-Gauge, fine, et ceci est autorisé par le signe de la sinusoïde, qui indique une bonne viscosité. Typiquement, quelques secondes (moins de 10) sont requises pour obtenir un liquide, pleural, dans 88 % des cas (données non publiées).

Des sites inhabituels peuvent être ponctionnés : l'hypocondre droit, en pleine matité « hépatique », dès lors que l'échographie a constaté une pleurésie – enkystée – en lieu et place du foie.

Technique de la ponction évacuatrice

Nous présentons ici notre technique, très personnelle, totalement adaptée à l'usage de l'échographie. Nous évitons les tubes larges, traumatisants, bourse. Nous utilisons un cathéter de 60 mm de long et 16-Gauge (voir fig. 26.1, p. 256). L'échographie permet l'insertion de ce matériel fin. Le liquide est retiré à l'aide d'une seringue de 60 mm branchée en Y sur un bocal, ce qui donne une vitesse de 1 mL/seconde, vidanges incluses. En fin de procédure, un petit pansement est simplement fixé, ce qui permettra un contrôle échographique aisé au PLAPS-point. Il faut bien considérer que le temps consacré à la dissection large, à la confection de la

bourse, aux pansements expansifs, au traitement des éventuelles complications (infection, etc.) est supprimé de cette façon. La douleur et les coûts sont minimaux. C'est une victoire sans concession de la simplicité.

Note technique : notre cathéter multi-usage n'a pas de trou latéral. Le poumon arrive donc en contact frontal avec le trou distal, bloquant alors l'aspiration dans la seringue. L'opérateur retire alors le cathéter millimètre après millimètre et aspire, jusqu'au moment où le cathéter sort de la plèvre.

Sécurité de la ponction pleurale

Certains docteurs hésitent à insérer une aiguille dans le thorax d'un patient ventilé, et c'est légitime si l'on ne dispose pas de la sécurité de notre médecine visuelle. Dans notre expérience, aisément standardisable, un accident est difficile à concevoir.

Dans l'étude de Paul Mayo, un taux de complication de 1,3 % a été relevé [16]. Dans notre série, sur 45 procédures menées chez des patients ventilés – 1/3 étant non apparentes sur la radiographie – le taux de complication a été simplement *nul* et le taux de succès de 97 % [5]. Nous avons pu laisser le patient en décubitus dorsal dans 49 % des cas, et une aiguille de faible calibre a été utilisée avec succès : aiguille verte de 21-Gauge dans 38 cas, et grise de 16-Gauge dans six cas [5].

Intérêt de la ponction pleurale

L'épanchement pleural, fréquent à l'admission de patients avec défaillance respiratoire aiguë, est rarement exploité. Soit il n'est pas détecté sur la radiographie, soit l'intensiviste tient à ne pas nuire au patient. Lui administrant une antibiothérapie probabiliste, il se prive alors d'un outil diagnostique. L'échographie invalide ces hésitations. Même si le patient est déjà ventilé, et même mis sous PEEP, et même si la radiographie ne montre pas d'épanchement, il est prouvé que la procédure est sûre [5].

1) Ponction pleurale diagnostique

Devant des épanchements anéchogènes, nous estimons plus prudent de pratiquer la ponction écho-assistée, dès lors que le pronostic peut être amélioré. La distinction entre exsudat et transsudat permet, entre autres, de distinguer œdème pulmonaire hémodynamique et SDRA (voir aussi chapitre 20). La valeur bactériologique d'un micro-organisme détecté dans un épanchement pleural

est formelle [17]. Un examen échographique de routine à l'admission de tous les cas de pneumopathie devrait faire diminuer la pratique de l'antibiothérapie probabiliste. Des observations non publiées ont montré avec cette procédure un taux de positivité bactériologique de 16 %, un taux élevé, et qui monte de façon substantielle si on élimine les cas ayant reçu une antibiothérapie probabiliste d'entrée. Par l'emploi de cette médecine visuelle, le rapport bénéfice/risque plaide de façon claire pour cette politique active, qui permet de court-circuiter de longues discussions, académiques ou sincères.

2) Ponction pleurale évacuatrice

Elle améliore les conditions respiratoires du patient en état critique [10, 11, 18, 19]. Nous estimons qu'un poumon en état critique n'a pas besoin d'une gêne supplémentaire, et nous retirons en routine les effusions qui réunissent les critères de sécurité. Comment quantifier scientifiquement le soulagement du patient peut rester délicat. Pour sevrer un patient, cette application trouve une place de première ligne.

Épanchement pleural, sept points essentiels

1. Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite chez l'adulte (12 MHz chez le nouveau-né).
2. Oublier la voie abdominale.
3. Chercher tout épanchement d'abord au PLAPS-point.
4. Le premier signe, essentiel, est la limite profonde régulière et à peu près parallèle à la ligne pleurale, c'est la ligne pulmonaire (signe du dièse).
5. Le second signe : la ligne pulmonaire se rapproche de la ligne pleurale à l'inspiration (signe de la sinusoïde).
6. L'échogénicité est *habituellement* sombre (anéchoïque), mais les signes du dièse et de la sinusoïde sont des signes universels qui fonctionnent pour tout épanchement, y compris les échogènes.
7. Une ponction pleurale sécurisée est possible chez les patients sous ventilation mécanique, même sans épanchement radiologique visible.

Références

1. Dénier A (1946) Les ultrasons, leur application au diagnostic. Presse Méd 22: 307-8
2. Joyner CR, Herman RJ, Reid JM (1967) Reflected ultrasound in the detection and localization of pleural effusion. JAMA 200: 399-402
3. Mattison LE, Coppage L, Alderman DE, *et al.* (1997) Pleural effusions in the medical ICU: prevalence, causes and clinical implications. Chest 111: 1018-23
4. Lichtenstein D, Lascols N, Mezière G, Gepner A (2004) Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. Intensive Care Med 30: 276-81
5. Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, *et al.* (1999) Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. Intensive Care Med 25: 955-8
6. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, *et al.* (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. Anesthesiology 100: 9-15
7. Menu Y (1988) Échographie pleurale. In: Grenier P (ed) Imagerie thoracique de l'adulte. Flammarion Médecine-Science, Paris, p. 71-88
8. Müller NL (1993) Imaging the pleura. State of the art. Radiology 186: 297-309
9. Collins JD, Burwell D, Furmanski S, *et al.* (1972) Minimal detectable pleural effusions. Radiology 105: 51-3
10. Talmor M, Hydo L, Gershenwald JG, Barie PS (1998) Beneficial effects of chest tube drainage of pleural effusion in acute respiratory failure refractory to PEEP ventilation. Surgery 123: 137-43
11. Roch A, Bojan M, Michelet P, *et al.* (2005) Usefulness of ultrasonography in predicting pleural effusion > 500 mL in patients receiving mechanical ventilation. Chest 127: 224-32
12. Vignon P, Chastagner C, Berkane V, *et al.* (2005) Quantitative assessment of pleural effusion in critically ill patients by means of ultrasonography. Crit Care Med 33: 1757-63
13. Balik M, Plasil P, Waldauf P, *et al.* (2006) Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients. Intensive Care Med 32: 318-21
14. Yang PC, Luh KT, Chang DB, *et al.* (1992) Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. Am J Roentgenol 159: 29-33
15. McLoud TC, Flower CDR (1991) Imaging the pleura: sonography, CT and MR imaging. Am J Roentgenol 156: 1145-53
16. Mayo PH, Goltz HR, Tafreshi M, Doelken P (2004) Safety of ultrasound-guided thoracentesis in patients receiving mechanical ventilation. Chest 125: 1059-62
17. Kahn R J, Arich C, Baron D, *et al.* (1990) Diagnostic des pneumopathies nosocomiales en réanimation. Réan Soins Intens Med Urg 2: 91-9
18. Depardieu F, Capellier G, Rontes O, *et al.* (1997) Conséquence du drainage des épanchements liquidiens pleuraux chez les patients de réanimation ventilés. Ann Fr Anesth Réan 16: 785
19. Ahmed SH, Ouzounian SP, Dirusso S, *et al.* (2004) Hemodynamic and pulmonary changes after drainage of significant pleural effusions in critically ill, mechanically ventilated surgical patients. J Trauma 57: 1184-8

L'échographie pulmonaire était supposée d'intérêt limité. Nous avons vu au chapitre précédent que l'épanchement pleural, bien qu'une application familière, pouvait bénéficier d'une sémilogie plus universelle menant à une approche standardisée. Nous allons maintenant plus au cœur de la matière, au poumon lui-même. Pratiquement toute souffrance donne un aspect caractéristique (consolidation pulmonaire, atélectasie, syndrome interstitiel, abcès, pneumothorax, même embolie pulmonaire)... Nous allons introduire le poumon en douceur par une application se référant à une image réelle : la consolidation pulmonaire.

Dans l'échographie pulmonaire, les images naissent du mélange entre air et fluide (second principe). Dans la consolidation pulmonaire, le fluide est le composant majeur. Presque tous les désordres touchent la paroi, créant une fenêtre acoustique (7^e principe). La consolidation pulmonaire aiguë arrive jusqu'à la paroi dans 98,5 % des cas [1]. Le chemin est ouvert pour son diagnostic échographique.

Ce chapitre sera surtout descriptif. L'intérêt clinique de ce potentiel sera détaillé au chapitre 20.

Pour cette application, notre sonde micro-convexe de 5 MHz est idéale.

Quelque introduction

De nombreux termes sont utilisés en pratique courante : syndrome alvéolaire, syndrome alvéolo-interstitiel, condensation, comblement alvéolaire, densité, infiltrat, opacité parenchymateuse, pneumonie, pneumopathie, bronchopneumopathie, œdème pulmonaire... Le mot « atélectasie » en particulier est un peu trop utilisé, devant toute consolidation pulmonaire basale. Cette profusion de termes confondants signifie que les médecins n'utilisent pas souvent ces détails pour différencier

leur prise en charge thérapeutique (et les mots sont donc de moindre importance). Le terme de « comblement alvéolaire » précise que la cause est non rétractile. Le terme « hépatisation » est parlant car poumon consolidé et foie ont la même échostructure. Le terme que nous utilisons en routine quotidienne, « consolidation pulmonaire », a l'avantage de rester neutre, sans s'engager sur une étiologie particulière (infectieuse, mécanique, hydrostatique...).

Dès 1946, Dénier, le père de l'échographie, décrivait cette possibilité [2]. Le potentiel de l'échographie a été remarqué entre-temps [3-5]. Toutefois, des corrélations scanographiques n'étaient pas souvent disponibles, et nous proposons encore ici des signes simples et standardisés pour mieux répandre cette application.

Consolidation pulmonaire, notre définition

La consolidation pulmonaire est un désordre liquidienn. Les liquides sont aisément détectés, expliquant le potentiel de l'échographie. Ici, le fluide (transsudat, exsudat, sang, eau, solution salée...) remplit l'alvéole. Un très grand nombre d'alvéoles jointifs atteints devient une entité macroscopique (voir fig. 14.8, p. 119 et texte correspondant).

Le faisceau échographique pénètre la consolidation sous-pleurale (fig. 16.1). L'ultrason est alors réfléchi par le tissu interstitiel, soit chaque septum interlobulaire, et c'est ce mélange, alvéolaire et interstitiel, qui résulte en cet aspect pseudo-tissulaire. Nous émettons l'hypothèse que chaque septum donne une image plus échogène que le contenu alvéolaire liquidienn. Comme c'est à la fois du tissu interstitiel et du contenu alvéolaire qui est traversé, le terme correct de ce qui est vu devrait être « syndrome alvéolo-interstitiel ». Attention à une confusion extrêmement répandue dans la littérature publiée,



Fig. 16.1 – Ce scanner d'une consolidation pulmonaire démontre le large contact pleural avec la paroi postérieure, une condition habituelle mais nécessaire pour le rendre accessible à l'échographie. Une telle consolidation ne peut être manquée, même si seul le PLAPS-point est investigué (flèche).

qui utilise largement le terme d'alvéolo-interstitiel pour des signes échographiques (lignes B, fusées) qui indiquent le syndrome interstitiel de façon bien définie (voir note en bas de la page 154). Nous allons de toute façon court-circuiter ce débat en évitant la confusion, employant le terme, correct dans tous les cas, de « consolidation pulmonaire ».

Technique échographique

Où appliquer la sonde soulève une légère question. Alors que l'épanchement pleural, le pneumothorax et le syndrome interstitiel aigu bénéficient de localisation extensive, et donc de points standardisés de recherche (les BLUE-points), la consolidation pulmonaire peut se projeter en des sites divers, avec une surface de contact variable. La localisation au PLAPS-point est certes la plus fréquente (90 %), ce qui rend l'échographie déjà supérieure à la radiographie au lit en termes d'acuité diagnostique.

Diagnostic échographique d'une consolidation pulmonaire aiguë

Elle donne deux traits caractéristiques.

1. Le signe du pseudo-tissu

Le poumon consolidé a un aspect pseudo-tissulaire, échogène, avec trame régulière rappelant un foie (fig. 16.2). Nous devrions préciser un foie *malade*, car pouvant contenir des gaz comme dans l'infarctus mésentérique – du fait de la présence de petites collections gazeuses.



Fig. 16.2 – Consolidation pulmonaire massive du lobe inférieur gauche. La barrière acoustique normalement attendue est remplacée par une image anatomique. Pour des raisons didactiques, nous montrons d'abord une consolidation massive, translobaire. Le signe basique est ici le signe du pseudo-tissu, pour une lésion pourtant liquidienne. Son volume était estimé par un index prenant en compte la surface sur une coupe, ici 50 cm², soit un index de 50. D'approche plus pragmatique, l'index simplifié considère la plus grande dimension, ici environ 7,5 cm, soit un index simplifié de 7,5, rendant compte d'un volume du cube, soit environ 425 cc. L'aspect homogène indique une absence de complication nécrosante. Épanchement pleural et bronchogramme aérique sont absents. Coupe longitudinale de la base gauche, PLAPS-point.

Le label de signe du pseudo-tissu assume un comportement tissulaire de la masse, qui garde ses dimensions constantes au cours de la respiration, ne générant donc pas de signe de la sinusôïde (voir fig. 15.5, p. 125).

2. Le signe de la fractale¹

Sur une coupe longitudinale, la limite superficielle est la ligne pleurale, ou, dans le cas d'un épanchement pleural associé, la ligne pulmonaire (voir fig. 15.3, p. 125). La limite profonde est déchiquetée, rappelant certaines images fractales, créant le signe du, ou de la fractale (fig. 16.3). La ligne fractale, irrégulière, est diamétralement opposée à la ligne pulmonaire, décrite au chapitre 15.

Formes majeures : dans le cas de consolidation massive, translobaire, la limite profonde est la plèvre viscérale opposée. Elle est régulière, car elle dessine le médiastin, ou le cœur (consolidation linguale). La distinction avec un épanchement pleural est immédiatement possible : pas tant parce que cette masse est pseudo-tissulaire, mais surtout parce que la distance entre ligne pleurale

1. Signe de la fractale. Ce terme est né de la laborieuse tentative d'adapter notre terme *shred sign*, qui en anglais ne posait pas de problème, mais donnait en français des appellations peu convaincantes, peu heureuses ou trop longues (signe de l'éclaboussure, signe du hachis, signe de la ligne déchiquetée). Considéré avec l'inspiration de Guylène Richevilain, ce terme, qui offre l'avantage d'une communication rapide, appelle un commentaire, qui figure au glossaire.



Fig. 16.3 – Le signe de la fractale. Consolidation pulmonaire typique, avec aspect franchement tissulaire naissant de la ligne pleurale, et ici, une limite profonde irrégulière, déchiquetée (*flèches*), car la consolidation se continue avec du poumon aéré. La ligne fractale est complètement différente de la ligne pulmonaire régulière. Malgré une résolution faible (voir les lettres, montrant une perte majeure lors des recopies), l'image est informative. Index simplifié estimé à 5 (soit volume estimé, 125 cc).

et ligne médiastinale (au PLAPS-point, sonde perpendiculaire) est grossièrement 8-11 cm, soit la taille translobaire du poumon, voir fig. 16.1. Un épanchement pleural ne peut pas atteindre cette dimension (5 ou 6 cm sont une extrême limite). Cette limite profonde peut être appelée « ligne médiastinale », ou « ligne cardiaque », pour clarifier le concept.

Chez le nouveau-né, la même règle est appliquée, la « ligne médiastinale » étant située à environ 4 fois la longueur de la ligne pleurale (qui est, chez l'adulte, habituellement 2 à 2,5 cm).

Note : la logique peut intervenir. Toute image anatomique située en profondeur d'un épanchement pleural, donc d'une ligne pulmonaire, ne peut être qu'une consolidation. Ou alors, quoi d'autre ? C'est le « signe logique », ou encore signe de Clooney. Voir figs 15.3, 15.4, 15.8.

3. La valeur de ces signes

Quand la définition de la consolidation pulmonaire inclut le signe du pseudo-tissu et le signe de la fractale, la sensibilité de l'échographie est 90 % et la spécificité 98 % avec le scanner comme gold standard [1]. La sensibilité de 90 % peut être aisément augmentée si l'opérateur prend soin de faire un balayage complet, consommateur de temps. Dans l'étude où cette donnée est extraite, l'opérateur n'a pas détecté quelques petites consolidations mal situées (juxta-rachidienne, apicale...). L'intérêt

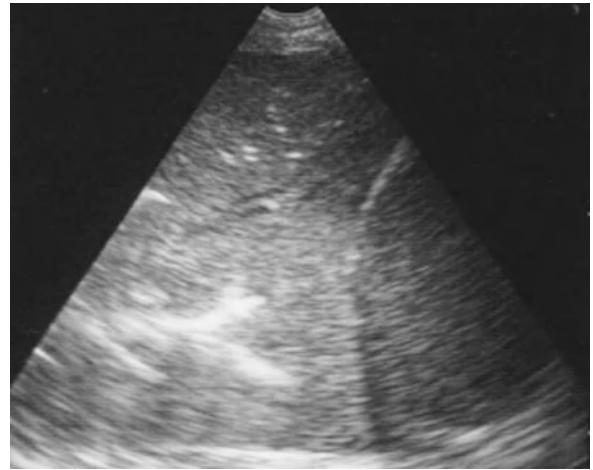


Fig. 16.4 – Le bronchogramme aérique. Consolidation pulmonaire massive du lobe inférieur droit, coupe longitudinale. Des opacités hyperéchogènes sont visibles, punctiformes au sommet, linéaires à la base. Elles indiquent des bronchogrammes aériques.

de détecter une petite consolidation est fonction du contexte (voir plus loin).

Autres signes

Le signe du pseudo-tissu et le signe de la fractale seuls sont requis. Les autres signes offrent des débouchés variables.

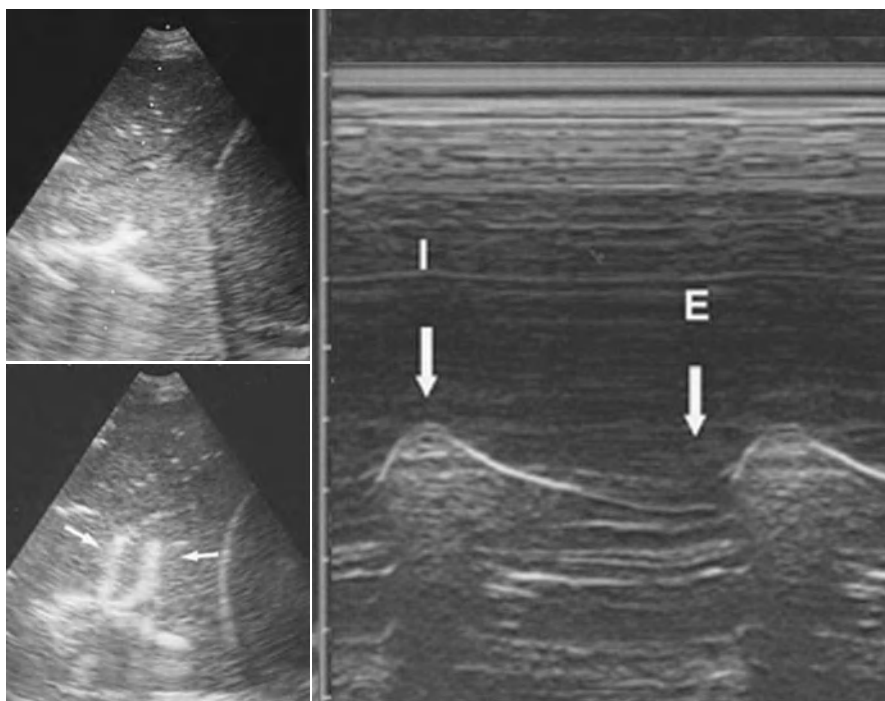
Le bronchogramme aérique

Une consolidation peut inclure aucune, quelques ou de nombreuses opacités hyperéchogènes, correspondant aux bronchogrammes aériques (fig. 16.4). Ils peuvent être punctiformes ou linéaires. Le bronchogramme aérique est certainement un signe spécifique (de consolidation), mais il est visible au sein d'un autre signe spécifique (le signe du pseudo-tissu et/ou le signe du fractal), et n'est donc pas nécessaire pour le seul diagnostic.

Le bronchogramme aérique dynamique

La visualisation d'une dynamique dans un bronchogramme aérique (fig. 16.5) a un intérêt clinique : le gaz présent dans les bronches reçoit une pression centrifuge inspiratoire le faisant progresser vers la périphérie. Un bronchogramme aérique qui montre cette dynamique est donc en continuité avec les voies aériennes (que le patient

Fig. 16.5 – Démonstration du bronchogramme aérien dynamique. Suite de la fig. 16.4, Les bronchogrammes aériques montrent une dynamique inspiratoire centrifuge. Le mode temps-mouvement met en évidence sur le papier cette dynamique (I, inspiration. E, expiration). Ceci démontre le caractère non rétractile de cette consolidation pulmonaire. Prendre soin de ne pas confondre cette dynamique avec un signe de la sinusôïde, en analysant en premier le temps réel (gauche). Le mode temps-mouvement est seulement pratique pour avoir un document statique de ce qui est vu en temps réel.



soit sous ventilation spontanée ou mécanique). En d'autres mots, un bronchogramme aérien dynamique indique que la consolidation n'est pas rétractile : une atelectasie de résorption peut être éliminée. Le bronchogramme aérien dynamique n'était observé que dans 6 % des cas d'atelectasie, contre 60 % des cas de consolidation pulmonaire d'origine infectieuse [6, 7].

Deux aspects peuvent créer la confusion. Un bronchogramme aérien qui soudainement apparaît, ou disparaît, n'est probablement pas un bronchogramme aérien dynamique, mais un effet de sortie de plan. Ces images semblent s'allumer, alors qu'un bronchogramme aérien bouge dans l'axe de la bronche, qui doit donc être dans l'axe de la sonde. Un opérateur faisant un mode temps-mouvement sur un bronchogramme aérien dynamique peut voir une sorte de sinusôïde, à ne pas confondre bien sûr avec celle de la ligne pulmonaire, sans rapport (fig. 16.5).

Le bronchogramme aérien statique

Quand aucune dynamique n'est observée sur un bronchogramme aérien, nous parlons de consolidation à bronchogramme statique. Ce peut être une bulle de gaz bloquée et isolée du circuit général (avant d'être dissoute), consistant avec une atelectasie de résorption.

Consolidation sans bronchogramme visible

La consolidation peut être compacte (fig. 16.2).

Consolidation et glissement pleural

Une consolidation est souvent associée à une abolition du glissement pleural, possiblement par diminution de l'expansion pulmonaire ou adhérences.

Signes d'abcès ou de nécrose

Quand le volume de la consolidation est substantiel, on peut balayer cette région, afin de vérifier l'aspect homogène (bronchogrammes aériens exceptés). Une aire de nécrose ou d'abcès peut alors être détectée, zone hypoéchogène, clairement définie, plutôt régulière (fig. 16.6). Une collection de gaz donne une barrière fortement hyperéchogène. Détecter un abcès est une vieille application [8].

Le niveau hydroaérique est quelquefois accessible à l'échographie au PLAPS-point ou, si possible, plus postérieurement, sonde pointant franchement vers le ciel (fig. 16.7). Quand la fenêtre acoustique est favorable (abcès au sein d'une large consolidation), le faisceau traverse d'abord la partie fluide, puis la partie gazeuse, avec ombre acoustique massive (voir fig. 6.20). Comme le fluide est à



Fig. 16.6 – Abscès pulmonaire. Dans une consolidation pulmonaire, une image arrondie hypoéchogène est visible sur cette coupe longitudinale de la base droite. Localisé 20 mm derrière la ligne pleurale (et 30 mm sous la peau), cet abcès est prêt pour la ponction-aspiration écho-guidée. Pas besoin de Doppler pour distinguer un abcès d'un empyème. Le glissement pleural était aboli. Index simplifié 4, soit environ 64 cc.



Fig. 16.7 – Abscès, niveau hydroaérique. Deux zones sont visibles : l'une fluide à droite, l'autre aérée à gauche. Une ligne grossièrement verticale (sur l'écran, mais parallèle à l'horizon) est ainsi créée (flèches). Le temps réel montre une dynamique de remous hydroaériques au niveau de cette ligne. Afin de bien exposer cette interface, le faisceau échographique doit d'abord pénétrer la zone liquidienne puis la zone aérique. Idéalement, la sonde devrait pointer vers le ciel, à partir d'un point postérieur. Le scanner a montré une volumineuse collection hydroaérique dans un lobe inférieur consolidé.

pression atmosphérique, le niveau hydroaérique remue librement, surtout si de fins mouvements sont donnés de l'extérieur. Cela donne une ligne ondulante, hydroaérique, difficile à décrire, pourtant évidente : le signe du remous. Ce signe a déjà été utilisé pour le diagnostic d'occlusion intestinale (voir fig. 6.19) et sera exploité plus loin pour l'hydro-pneumothorax (voir fig. 18.13, p. 167).

L'échographie est d'intérêt car les radiographies sont habituellement inadéquates – chaque fois que le niveau hydroaérique n'est pas aligné par les rayons-X. Les abcès sont le plus souvent périphériques et bénéficient d'une fenêtre acoustique parenchymateuse. L'échographie travaille à l'occasion mieux que le scanner [9].

Note : dans la logique du BLUE-protocol (voir chapitre 20), c'est-à-dire, pour un diagnostic rapide de la cause d'une défaillance respiratoire aiguë, épanchement pleural et consolidation pulmonaire sont considérés comme une entité (PLAPS). Ceci permet une formation rapide des équipes.

Quelques caractérisations d'une consolidation pulmonaire

Localisation d'une consolidation

Dans 90 % des cas, elle est localisée au moins au PLAPS-point [1]. Les autres cas sont distribués entre les aires axillaire, antérieure, apicale, juxta-rachidienne. L'opérateur est condamné, soit à mener un examen exhaustif, consommateur de temps avec le risque de ne pas vraiment tout balayer, une option donc peu réaliste dans les scénarios d'urgence, soit à accepter la sensibilité déjà bonne (90 %) de l'échographie [1].

L'énergie à investir est fonction de la question clinique. Les consolidations dépendantes chez des patients ventilés après quelques jours sont pathologiques mais non surprenantes. Trouver une consolidation antérieure chez un patient avec dyspnée aiguë est d'un intérêt majeur pour déduire son origine (voir chapitre 20). De même, une petite consolidation chez une jeune femme enceinte vue pour un trouble thoracique aigu a une grande importance.

Les consolidations complètes (atélectasie d'un poumon, pneumopathie massive) sont visibles partout (dont le PLAPS-point).

Des corrélations grossières entre BLUE-points et lobes ont été vues au chapitre 14.

Volume d'une consolidation

Après avoir utilisé plusieurs approches, nous avons redéfini l'index de consolidation, à la lumière de deux points remarquables. D'abord, notre sonde micro-convexe a le grand avantage d'une coupe sectorielle.



Fig. 16.8 – Ligne C. La ligne pleurale est interrompue par cette image centimétrique, concave en profondeur (M). La ligne C indique un syndrome alvéolaire sous-pleural. Index simplifié inférieur à 1, ce qui donne une indication rapide du petit volume.

En second, l'observation montre que la plupart des consolidations pulmonaires se comportent comme des masses compactes : les trois dimensions sont grossièrement les mêmes. Dans l'édition anglaise de 2010, nous avons considéré deux d'entre elles pour déduire la troisième. En conséquence, l'index de consolidation mesurait simplement la surface. L'index de consolidation dans la figure 16.2 est d'environ 50, indiquant un volume substantiel. Nous simplifions l'édition présente en ne considérant qu'une seule dimension, la plus grande obtenue de la ligne pleurale à la ligne fractale. Sur la même figure 16.2, l'index simplifié de consolidation est de 7,5. Le cube de cette valeur, 421, indique (donc en cc) un volume substantiel de la consolidation.

L'échographie sous-évalue le volume de la consolidation, principalement parce que des collections gazeuses profondes massives (bronchogrammes aériques) peuvent stopper la transmission. Inversement, une surévaluation est difficile à concevoir, si la sonde est bien tangente. Voir une ligne médiastinale est un signe de volume majeur (proche du litre, 10^3 cm).

On peut aussi utiliser une approche rapide, intuitive, en estimant par balayage qu'une consolidation donnée occupe quelque chose comme 1 % (ligne C), 5 % (minime), 20 % (conséquence), 50 % (massive), etc., du volume pulmonaire.

La ligne C. Une image touchant la ligne pleurale, avec une taille centimétrique, ou moins, grossièrement curviligne, avec aspect alvéolaire, c'est-à-dire pseudo-tissulaire, est une petite consolidation pulmonaire (C pour consolidation centimétrique curviligne) (fig. 16.8).

Anomalies entourant une consolidation

Certaines auront éventuellement un intérêt clinique. Un épanchement pleural peut être ou non associé à une consolidation. Un aspect interstitiel (voir chapitre 17) peut être présent ou non dans les régions avoisinantes. La localisation et la dynamique du diaphragme peuvent être modifiées par certaines consolidations pulmonaires. Les organes voisins peuvent être déplacés vers la consolidation (atélectasie de résorption).

Consolidation pulmonaire et grandes causes de défaillance respiratoire aiguë

Plusieurs causes de dyspnée aiguë créent des désordres alvéolaires ou pleuraux : œdème pulmonaire hémodynamique, inflammatoire (SDRA), pneumopathie, embolie pulmonaire, même pneumothorax. La BPCO décompensée basique ou l'asthme ne sont pas supposés créer de désordre alvéolaire, interstitiel ni pleural [10]. Le chapitre 20, sur le BLUE-protocol, qui associe des signes avec des localisations chez le patient en dyspnée aiguë, va démontrer comment des consolidations postérieures sans syndrome interstitiel antérieur, ou des localisations antérieures, indiquent la pneumopathie.

L'œdème aigu pulmonaire hémodynamique : il donne un syndrome alvéolaire postérieur, de petit volume, accessible à l'échographie.

L'embolie pulmonaire : elle a été traitée aux chapitres 13 (part veineuse) et 15 (part pleurale). La part interstitielle sera traitée au chapitre 17, une intégration du poumon et des veines au chapitre 20, la part cardiaque au chapitre 22, et une synthèse au chapitre 29, p. 278. Ici, nous commentons seulement la part alvéolaire. Nos observations montrent une fois sur deux un syndrome alvéolaire, de petite taille, le plus souvent contre le diaphragme, associé avec quelque épanchement pleural. Nous trouvons rarement des lignes C latérales ou antérieures dans l'embolie pulmonaire massive (grossièrement 4 % de nos cas). Mathis *et al.* décrivent ces lignes C (avec un autre terme) comme indiquant pratiquement l'embolie [11], voir nos remarques à ce sujet dans la FAQ n° 7 du chapitre 20, p. 190. Notre explication pour la rareté de ce signe est que l'infarctus pulmonaire est corrélé avec l'embolie de petit volume : plus petit est l'embol, plus distal le désordre. Dans une embolie pulmonaire massive, les lignes C n'ont pas le temps de se développer. Des lignes C présentes au moment du diagnostic signifient simplement

des épisodes préliminaires négligés (que l'interrogatoire retrouve facilement car ces petits emboles vont loin, irritent la plèvre, et sont douloureux). Dans l'expérience du BLUE-protocol, les lignes C témoignent d'infection sévère.

La pneumopathie : les atteintes pulmonaires infectieuses peuvent avoir des aspects typiques. Des études arrivent [12]. La pneumopathie à pneumocoque donne souvent une consolidation massive avec bronchogramme aérien dynamique, glissement pleural aboli, absence d'épanchement pleural. Le caractère systématisé des cas typiques est possiblement plus évident sur une radiographie standard. Dans la pneumopathie d'inhalation, le désordre initial est alvéolaire, et l'absence d'aspect interstitiel dans les parages est ainsi légèrement suggestif. La tuberculose est habituellement, dans nos institutions, une « surprise » de laboratoire, preuve que le diagnostic n'est pas évident. Nous attendons de publier sur de larges séries, mais miliaire tuberculeuse et pneumocystose semblent donner des profils interstitiels purs ou prédominants. Quand un épanchement pleural est associé, nous prônons une politique de ponction large, afin de ne pas perdre de temps diagnostique.

Le SDRA : il est caractérisé par une part alvéolaire substantielle. Ceci est évoqué au chapitre 29, p. 281.

Atélectasie

Traiter de l'atélectasie est un défi didactique. Tout d'abord il y a une fréquente confusion entre le sens commun et le sens physiopathologique du terme. De nombreux docteurs qualifient d'atélectasie ces zones de consolidation pulmonaire basale vue sur une radiographie ou un scanner. Ensuite, l'atélectasie donne des signes immédiats qui sont fonctionnels et des signes tardifs qui sont anatomiques, à étudier séparément. Enfin, il y a différentes causes. Nous traitons donc ici de la vraie atélectasie (du grec *a - tele - ectasis*, absence d'expansion périphérique), et d'abord de l'atélectasie de résorption, c'est-à-dire secondaire à l'obstacle bronchique.

On peut aisément créer une atélectasie complète, bilatérale, expérimentale. En retenant simplement notre respiration, nous créons une situation tout à fait instable, permettant d'observer des phénomènes pathologiques qui iraient vers la mort si la respiration n'était pas reprise. Après 20 secondes, la saturation en oxygène initie une descente, confirmant l'état instable. Une radiographie prise à ce

stade serait strictement normale, mais, prise après quelques heures, elle montrerait deux poumons blancs avec une perte massive de volume, le stade alvéolaire. Vu que nous sommes dans le chapitre du syndrome alvéolaire, nous sommes censés traiter seulement de cette partie. Bien avant d'avoir atteint ce stade plutôt *théorique*, on peut observer des signes immédiats, fonctionnels. Parler ici de ces signes était un choix arbitraire.

Un signe immédiat, fonctionnel : le pouls pleural

Chez le sujet normal, la respiration génère le glissement pleural. Celui-ci masque l'activité cardiaque. En cas d'atélectasie complète, comme dans le cadre de l'intubation sélective, le glissement pleural est immédiatement aboli. À travers ce glissement aboli, l'activité cardiaque devient immédiatement visible : une vibration naissant de la ligne pleurale en rythme avec les battements cardiaques (fig. 16.9). Un pouls pleural signifie que le cœur transmet ses vibrations à travers un parenchyme immobile. Le pouls pleural peut être observé dans 90 % des cas (et le glissement pleural aboli dans tous les cas) [13]. La descente de l'hémidiaphragme est abolie.

Le pouls pleural élimine par ailleurs le pneumothorax. Il sera donc rappelé au chapitre 18.

Signes tardifs

Avec le temps, le gaz est résorbé petit à petit. À ce stage tardif, l'atélectasie devient visible à la radiographie. À l'échographie, le poumon consolidé montre un aspect pseudo-tissulaire (fig. 16.10). Le gaz non encore résorbé donne des bronchogrammes aériques. Basiquement, ils n'ont pas de dynamique intrinsèque. C'est le signe du bronchogramme aérique statique, avec 94 % de sensibilité pour l'atélectasie [7] et une spécificité basse à 60 % en comparaison avec la pneumopathie, qui montre cet aspect dans 40 % des cas.

Des signes caractéristiques sont tous ces signes indiquant une perte de volume pulmonaire. Les espaces intercostaux sont rétrécis. Les coupoles et organes abdominaux (foie, rate) sont retrouvés au-dessus de la ligne des mamelons (habituellement au PLAPS point). Le cœur peut être vu en parasternal droit (fig. 16.10). Il peut aussi être vu étalé sur toute la paroi gauche, un signe simplement appelé le *signe du cœur*. L'absence de tout bronchogramme aérique est un signe peu fiable d'atélectasie.

Fig. 16.9 – Le pouls pleural. Chez ce patient dont l'intubation a été sélective, le glissement pleural gauche est aboli. Des vibrations en rythme avec l'activité cardiaque peuvent être enregistrées à la surface pulmonaire, en mode temps-mouvement (flèches).

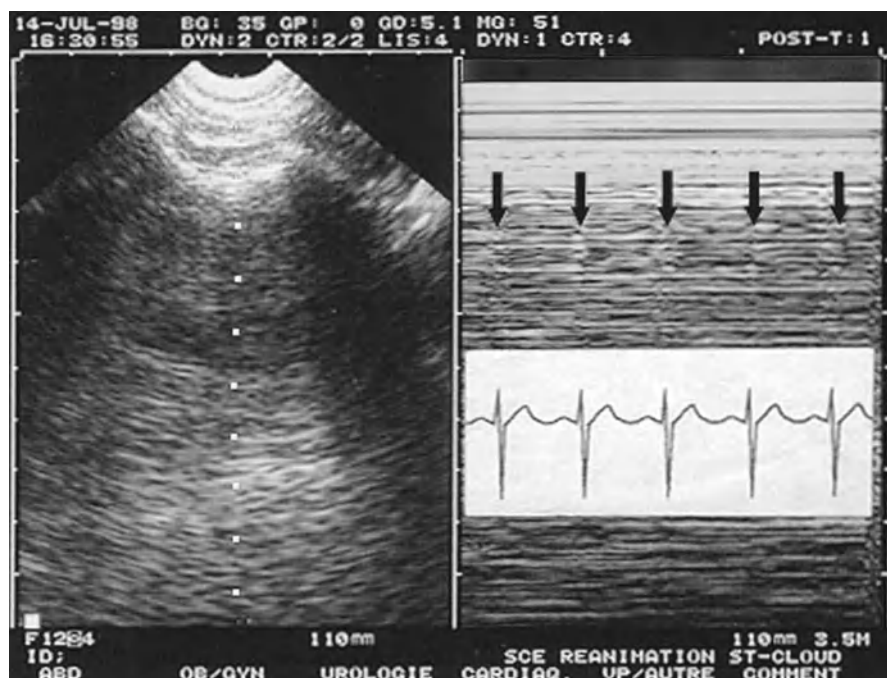


Fig. 16.10 – Atélectasie complète du poumon droit. Coupe transversale, pour une fois, du poumon droit antérieur (entre BLUE-points supérieur et inférieur). Consolidation complète du lobe supérieur droit. On peut observer l'aorte ascendante (A), la veine cave supérieure (V) et l'artère pulmonaire droite (PA), en bref, le médiastin, qui est ici clairement dévié à droite, permettant un diagnostic d'obstruction. D'autres points pathologiques ont été notés chez ce patient ventilé : bronchogrammes aériques statiques, surélévation de la coupole, glissement pleural aboli, et pouls pleural entre autres. Index simplifié d'environ 4.

Des bronchogrammes liquidiens donnent de petites structures tubulaires anéchogènes. Ils seraient observés seulement dans la pneumopathie obstructive [14]. Certains mettent le Doppler en valeur pour distinguer bronchogrammes liquidiens

de vaisseaux, mais pour l'instant nous n'avons pas pu trouver un intérêt pratique à cette distinction.

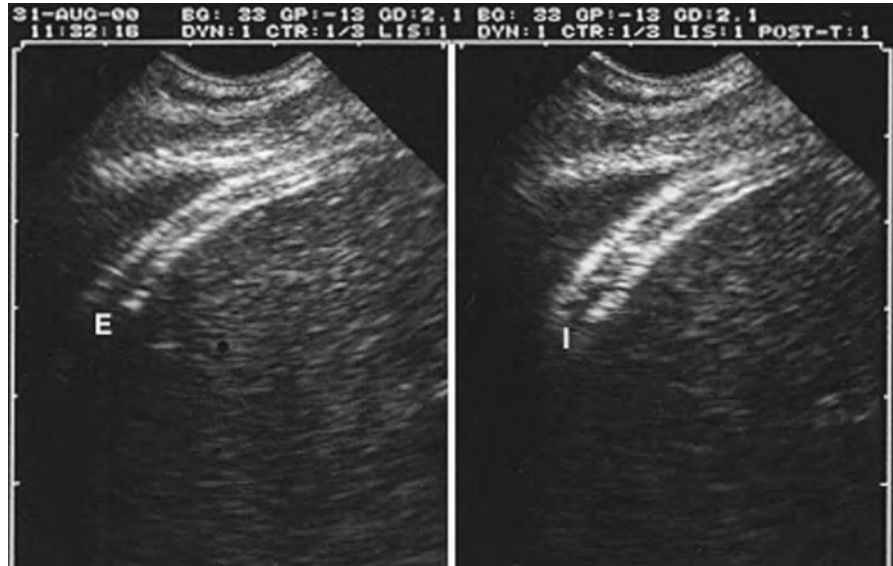
Le médiastin, habituellement difficile d'accès, devient analysable, presque comme lors d'un examen trans-œsophagien. Ce phénomène fortuit permet l'analyse de structures habituellement cachées : veine cave supérieure à droite (voir fig. 13.13, p. 104), artère pulmonaire et ses deux branches, veines pulmonaires... Avant le traitement d'une atélectasie, un balayage rapide du médiastin (sous enregistrement direct) permet une recherche de thromboses veineuses, tumeurs médiastinales, etc.

L'atélectasie passive du poumon comprimé par un épanchement pleural ne peut être appréciée que si on évacue le liquide et si on compare le volume de consolidation subséquent.

Le diaphragme – Désordres phréniques

Nous avons choisi de traiter du diaphragme dans ce chapitre. Le diaphragme normal a été décrit au chapitre 4 (voir fig. 4.9), au chapitre 14 pour son insertion usuelle, et au chapitre 15 pour sa description basique (voir figs 15.3, 15.4 et 15.11). Nous ajoutons ici pour le chapitre 4 que la coupole est une partie de cercle d'environ 22 cm de diamètre, pour aider les jeunes opérateurs à se le représenter chez l'adulte standard.

Fig. 16.11 – Respiration diaphragmatique. Nous insérons cette figure pour ceux qui seraient intéressés par des études sophistiquées. Ces coupes objectivent l'épaississement inspiratoire de la coupole, qui passe de 4 à 6 mm. E, expiration. I, inspiration.



La localisation du diaphragme est une étape importante dans toute échographie pulmonaire (si les BLUE-points ne sont pas utilisés). La dynamique diaphragmatique est accessible à l'échographie et l'échographie seule chez le patient en état critique (le transfert à la fluoroscopie étant une option plutôt rare).

Il doit être bien compris que nous ne cherchons pas à voir le diaphragme lui-même. Que peut-il y avoir de bien intéressant ? Des tumeurs ? L'important est d'une part de situer son insertion. Observer des images pulmonaires à gauche de l'écran et abdominales à droite répond à cette question. Apprécier sa fonction dynamique ne demande pas non plus une visualisation directe. Le glissement pleural, les mouvements respiratoires thoraco-abdominaux répondent à cette question.

L'amplitude inspiratoire normale se mesure sur une coupe longitudinale de la plèvre, du foie ou de la rate. Chez un sujet normal en ventilation spontanée, ou chez un patient en ventilation mécanique sans désordre respiratoire, elle est de 15 à 20 mm. Un épanchement pleural, même substantiel, n'affecte pas cette amplitude, même en ventilation mécanique.

L'amplitude de la course phrénique est normalement la même quand elle est analysée sur une coupe latérale en décubitus dorsal au point phrénique (définition p. 116) ou postérieure (patient en Stage 3 ou 4).

L'épaississement du muscle (en ventilation spontanée) est un signe subtil que nous ne cherchons pas dans l'urgence (fig. 16.11).

Une localisation au-dessus de la ligne phrénique (définition p. 116) est pathologique. Une amplitude au-dessous de 10 mm, par exemple 5 mm, ou nulle, ou négative (dynamique paradoxale) est pathologique. Symphyse pleurale, atélectasie, petit volume courant, hyperpression abdominale expliquent une amplitude phrénique diminuée ou abolie. La paralysie phrénique est une complication de chirurgie cardiaque ou thoracique, et d'un bloc nerveux. Elle donne un glissement pleural aboli, une coupole surélevée et immobile (ou une dynamique paradoxale), l'absence d'épaississement inspiratoire, pour ceux qui peuvent le voir.

Parmi cent applications de l'échographie en réanimation, chez un patient au sevrage difficile, on peut ici s'ouvrir sur une tendance populaire, l'échographie des nerfs, afin de localiser le nerf phrénique dans son segment cervical, et de le stimuler éventuellement. Ce nerf chemine en avant du muscle scalène antérieur (donc juste en arrière du groupe des vaisseaux jugulo-carotidiens).

Consolidation pulmonaire et pièges

La distinction entre consolidation pulmonaire et épanchement pleural complexe est habituellement facile (voir chapitre 15). Le signe de la sinusoïde, le signe de la fractale, le bronchogramme aérique, surtout quand il est dynamique, font la différence. Dans les très rares cas de poumon noir échographique, il y a le signe de l'aiguille (voir chapitre 15, p. 129). Noter que dans le BLUE-protocol, pour le diagnostic de défaillance respiratoire aiguë, le



Fig. 16.12 – Lignes F (F pour fantômes). Quelques taches échogènes mal définies sont parfois visibles dans l'espace de Merlin, et des opérateurs débutants pourraient voir des bronchogrammes aériques (quelques flèches ont été insérées afin de ne pas encombrer l'image). L'expérience marche bien pour reconnaître leur nature artefactielle, mais deux éléments peuvent être standardisés. Principalement, ils sont immobiles, alors qu'il y a un glissement pleural conservé. Et il n'y a pas de signe du fractal.

concept du PLAPS permet de ne pas requérir cette distinction (voir chapitre 20).

La graisse abdominale pourrait simuler une consolidation pulmonaire, pour ceux qui n'ont pas utilisé les BLUE-hands pour distinguer correctement le thorax de l'abdomen.

Les lignes F. Rarement, des images fantômes diffuses sont visibles dans l'espace de Merlin, et pourraient simuler des bronchogrammes aériques (fig. 16.12). L'observation montre immédiatement que ce sont des parasites, mais le débutant peut être confus. La solution est simple : ces « bronchogrammes aériques » sont vraiment trop statiques. Dès lors qu'un glissement pleural est présent, de vrais bronchogrammes d'une vraie consolidation devraient suivre le glissement, ce que ne font pas ces parasites. De plus, un signe du fractal n'est jamais vu. Ces lignes diffuses ont été appelées lignes F (de Fabien Rolland qui a fait remarquer cette image à une session CEURF).

Échographie interventionnelle

La pneumopathie acquise en réanimation génère une mortalité importante, ou a minima une sortie retardée du service. Des collègues sont hésitants à insérer une aiguille dans le poumon lui-même. Notre quotidien est le patient en état critique, soit une logique de fréquent décès. Notre approche

est de nous demander si le pronostic peut être amélioré par une documentation bactériologique précoce, directe. Nous ne parlons pas de l'aspiration d'abcès sous échographie, un champ un peu différent du nôtre [8]. L'échographie permet certaines considérations.

1. Le diagnostic correct de pneumopathie, acquise en ville mais aussi et surtout sous ventilation mécanique, est un défi traditionnel [15, 16].
2. Nous devrions considérer que le microbe pullule dans le tissu pulmonaire, c'est-à-dire juste sous la peau.
3. Si l'aiguille traverse un poumon totalement consolidé, le risque de pneumothorax apparaît plus théorique que réel.
4. Si la procédure est faite sur glissement pleural aboli, éventualité habituelle, on peut supposer qu'il y a symphyse pleurale, un autre facteur diminuant le risque de pneumothorax.
5. Ce pneumothorax, s'il devait quand même venir, serait instantanément vu.

À noter que la ponction pulmonaire a été tentée, sous un simple contrôle fluoroscopique, c'est-à-dire une approche quasi aveugle, responsable d'un taux substantiel de pneumothorax [17].

Critères pour pratiquer une ponction pulmonaire

1. Le réanimateur doit être convaincu de l'intérêt d'avoir le diagnostic bactériologique en termes de rapport bénéfice/risque – gardant à l'esprit que si un pneumothorax devait survenir (une complication théoriquement improbable), il serait immédiatement reconnu par le contrôle post-procédure.
2. Une large consolidation (index simplifié > 3 pour proposer une limite flexible) doit être visible à un site accessible.
3. Le glissement pleural doit être aboli.
4. Le bronchogramme aérique devrait être absent, ou alors être loin du site de ponction, et statique – un bronchogramme aérien dynamique est une contre-indication toute logique.
5. Une aiguille fine, 21-Gauge, devrait être utilisée. Un vide substantiel est fait afin d'obtenir une goutte minime de matériel brun. Nous avons coutume d'envoyer la seringue au laboratoire, avec l'aiguille insérée, et sans liquide additionnel (sérum ou autres). Ceci peut sans doute être débattu.
6. Un contrôle immédiat en post-procédure vérifie l'absence de pneumothorax.

Résultats

Avec ces critères présents, le pneumothorax ne se produit jamais comme une conséquence de la procédure. La ponction a été positive dans 50 % de nos procédures. Une culture pure du microbe responsable dans le spécimen envoyé au laboratoire était habituellement obtenue.

Intérêt

La ponction écho-assistée d'une consolidation pulmonaire représente une route directe, sans risque de contamination. Ce geste devrait être comparé avec les inconvénients des méthodes usuelles (fibroscopie, et avant tout prélèvement distal protégé, une technique aveugle) : risque sérieux de *pneumothorax*, risque de contamination (c'est-à-dire faux positifs), risque de la procédure aveugle (c'est-à-dire aussi, faux négatifs), complexité et coûts.

Consolidation pulmonaire, sept points principaux

1. Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite chez l'adulte.
2. La plupart des cas se situent au PLAPS-point chez le patient en état critique.
3. Un aspect pseudo-tissulaire, en fait tel un foie ischémié avec collections gazeuses.
4. Une limite profonde déchiquetée, ou la détection d'une ligne médiastinale (soit à environ 10 cm chez l'adulte).
5. L'échographie détecte les zones de nécrose mieux que le scanner.
6. L'atélectasie se distingue aisément de la pneumopathie par de nombreux signes, dont le bronchogramme aérien dynamique, qui démontre la nature non rétractile.
7. Une consolidation pulmonaire peut être trouvée chez des patients avec œdème pulmonaire hémodynamique, pneumopathie, SDRA, embolie pulmonaire, atélectasie et même pneumothorax. Non intégrée dans une logique organisée (voir le BLUE-protocol), cette information pourrait manquer d'intérêt clinique.

Références

1. Lichtenstein D, Lascols N, Mezière G, Gepner A (2004) Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med* 30: 276-81
2. Dénier A (1946) Les ultrasons, leur application au diagnostic. *Presse Med* 22: 307-8
3. Weinberg B, Diakoumakis EE, Kass EG, *et al.* (1986) The air bronchogram: sonographic demonstration. *Am J Roentgenol* 147: 593-5
4. Dorne HL (1986) Differentiation of pulmonary parenchymal consolidation from pleural disease using the sonographic fluid bronchogram. *Radiology* 158: 41-2
5. Targhetta R, Chavagneux R, Bourgeois JM, *et al.* (1992) Sonographic approach to diagnosing pulmonary consolidation. *J Ultrasound Med* 11: 667-72
6. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J (2002) Le bronchogramme aérien dynamique: un signe échographique de consolidation alvéolaire non rétractile. *Réanimation* 11 [Suppl]3: 98
7. Lichtenstein D, Seitz J, Mezière G (2009) The dynamic air bronchogram, an ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest* 135: 1421-5
8. Yang PC, Luh KT, Lee YC, *et al.* (1991) Lung abscesses: ultrasound examination and ultrasound-guided transthoracic aspiration. *Radiology* 180:171-5
9. Lichtenstein D, Peyrouset O (2006). Lung ultrasound superior to CT? The example of a CT-occult necrotizing pneumonia. *Intensive Care Med* 32: 334-335
10. Lichtenstein D, Mezière G (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE-protocol. *Chest* 134:117-125
11. Mathis G, Dirschmid K (1993) Pulmonary infarction: sonographic appearance with pathologic correlation. *Eur J Radiol* 17: 170-4
12. Biancardi M, Mazzarini A, Lattarulo P, Martinotti R (2008) Ruolo dell'ecografia polmonare nella diagnostica delle polmoniti. *Atti Congresso Nazionale Simeu*, p. 208
13. Lichtenstein D, Lascols N, Prin S, Mezière G (2003) The lung pulse, an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 29: 2187-92
14. Yang PC, Luh KT, Chang DB, *et al.* (1992) Ultrasonographic evaluation of pulmonary consolidation. *Am Rev Respir Dis* 146: 757-62
15. Klompas M (2007) Does this patient have ventilator-associated pneumonia? *J Am Med Assoc* 11;297:1583-93
16. Torres A, Jimenez P, Puig de la Bellacasa JP, *et al.* (1990) Diagnostic value of nonfluoroscopic percutaneous lung needle aspiration in patients with pneumonia. *Chest* 98: 840-4
17. Torres A, Fabregas N, Ewig S, *et al.* (2000) Sampling methods for ventilator-associated pneumonia: validation using different histologic and microbiological references. *Crit Care Med* 28: 2799-280

*“The lung is a major hindrance for the use of ultrasound at the thoracic level.”
TR Harrison, Principles of Internal Medicine, 1992, p. 1043.*

*“Ultrasound imaging is not useful for evaluation of the pulmonary parenchyma.”
TR Harrison, Principles of Internal Medicine, 2001, p. 1454.*

« La plupart des idées essentielles en sciences sont fondamentalement simples, et peuvent, en général, être expliquées dans un langage qui peut être compris par chacun. »

Albert Einstein, The evolution of physics, 1937

« Le poumon..., vous dis-je, le poumon ! »

Molière, 1637

Les chapitres précédents traitaient de domaines plus ou moins acceptés. Nous allons à présent plus loin dans cet organe vital qui avait été un peu oublié par les instances académiques – pour montrer que le diagnostic d'épanchement pleural ou de syndrome alvéolaire ne sont que des entrées en matière. Si l'échographie pulmonaire est une raison d'être de l'échographie critique, le potentiel du syndrome interstitiel est la raison d'être de l'échographie pulmonaire. Basé sur l'analyse des artefacts, il peut changer l'approche du patient en état critique et la philosophie de l'échographie.

Au cœur d'une pensée qui considérait l'échographie pulmonaire comme inaccessible, les artefacts étaient assimilés à des images indésirables [1, 2]. Ainsi, le médecin n'était pas prêt pour faire des diagnostics sur cette base. De même, quand nous avons commencé à définir le domaine de l'échographie critique, les images que nous voyions sur la paroi thoracique n'étaient qu'une sorte de brouillard, de parasites, de la neige... Nous aurions pu choisir de nous y résigner, comme la communauté, mais le poumon était un organe vital après tout. À force d'observer ces parasites, ici horizontaux, là verticaux, nous nous demandâmes à un moment si ces parasites ne pouvaient pas finalement être un... *langage* ? Un simple langage, que nous ne comprenions simplement pas. Ceci a initié un travail de décryptage attentif, d'évaluation, de classification, somme toute assez aisé, mais avant tout un travail de soumissions sans fin dont nous ne sommes toujours pas sortis.

Commençons par une double observation.

Tout d'abord, le diagnostic de syndrome interstitiel n'est pas accessible dans des situations aiguës au moyen des outils usuels. L'auscultation, vieille de presque deux siècles [3], ne fournit pas de signe de syndrome interstitiel à notre connaissance. La radiographie au lit, vieille de plus d'un siècle [4], démontre rarement les altérations interstitielles dans les situations critiques. Elle montre des aspects grossièrement alvéolo-interstitiels, mais exceptionnellement les lignes de Kerley, isolément. Même sur une radiographie de bonne qualité prise chez un patient ambulatoire, ce diagnostic est subjectif, et un même spécialiste de l'imagerie peut faire des interprétations différentes d'un jour à l'autre [5]. Le scanner a été pleinement disponible depuis les années 1980 [6]. Il peut sans doute décrire des désordres interstitiels, mais référer nos patients à cette lourde technique pour ce seul diagnostic est questionable. Qui plus est, l'expérience nous a montré que les scanners standards ne montrent que de façon inconstante ces subtiles altérations interstitielles.

Ensuite, l'intensiviste investirait peu pour savoir si ce patient a, ou non, un syndrome interstitiel. Pour quoi faire ? Il n'a jamais vraiment intégré ce désordre discret dans son processus de réflexion auprès du patient grave, et s'est habitué(e) à faire sans cette information. Entretemps, l'échographie est devenue mature [7].

Nous avons vu au chapitre 14 l'aspect normal, la ligne A. Nous avons évoqué les nombreux signaux

artefactuels générés par les structures gazeuses. Ils peuvent être différenciés les uns des autres et classifiés en lignes A, B... Z. Une description complète sera faite au chapitre 19.

Nous allons voir ce qui devrait être compris par « syndrome interstitiel », puis *comment* le détecter avec l'échographie, enfin *pourquoi* le détecter.

Le diagnostic échographique de syndrome interstitiel a été annoncé dès 1994 [8], et officialisé dès 1997 [9].

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cette part de l'investigation pulmonaire.

Une définition préliminaire : que faut-il comprendre par « syndrome interstitiel »?

Le radiologue questionne souvent la notion de diagnostic échographique de syndrome interstitiel car ce terme comprend de nombreuses conditions bien analysables aux scanners haute résolution. Chez le patient en état critique, le syndrome interstitiel est limité à des phénomènes aigus : pratiquement toujours l'œdème pulmonaire, qu'il soit hémodynamique ou lésionnel. L'œdème pulmonaire hémodynamique comprend la surcharge liquidienne et l'œdème pulmonaire cardiogénique. L'œdème lésionnel comprend le SDRA et tous ces syndromes inflammatoires entourant des processus infectieux (bactérien, viral...). Rarement, des patients avec syndrome interstitiel chronique (presque toujours fibrose idiopathique) sont vus dans des situations aiguës.

Les signes échographiques du syndrome interstitiel

Nous devons d'abord décrire la ligne B – le signe élémentaire, puis son caractère multiple (fusées pleurales), puis le caractère disséminé des fusées pleurales.

Signe élémentaire : la ligne B

La ligne B, ainsi dénommée par simple respect pour l'ordre alphabétique, est un artefact *hydroaérique*, qui détient sept traits caractéristiques (fig. 17.1).

1. C'est un artefact en queue de comète.
2. Il naît de la ligne pleurale.
3. Il est bien défini, tel un rayon laser.



Fig. 17.1 – Ligne b typique. Cette simple image élémentaire a sept caractéristiques. C'est un artefact en queue de comète. Il naît de la ligne pleurale. Il est bien défini, tel un rayon laser. Il est hyperéchogène, comme la ligne pleurale. Il s'étend jusqu'à la limite inférieure de l'écran sans épuisement. Il efface les lignes A. En temps réel, il serait vu mobile avec le glissement pleural. Cette description est le point de départ de l'utilisation de l'échographie pulmonaire chez le patient en état critique. Noter que cette ligne B est isolée (et dénommée ligne b), et n'a pas la signification d'un syndrome interstitiel.

4. Il est hyperéchogène.
5. Il est long, s'étendant sans épuisement jusqu'au bord inférieur de l'écran.
6. Il efface les lignes A.
7. Il se déplace avec le glissement pleural.

Ces sept caractéristiques permettent une distinction immédiate avec n'importe quel autre artefact potentiellement visible chez l'être humain (voir plus bas).

Quelques développements

1. *La ligne B est un artefact en queue de comète.* Mais ce n'est pas *l'artefact* en queue de comète. Le label « artefact en queue de comète » a été suggéré depuis longtemps pour décrire une balle dans un foie [10]. Le fait est qu'aucune étude approfondie n'a donné aux artefacts une signification précise au niveau pulmonaire, ce qui a généré quelques confusions dans la littérature (certains continuent de parler de queues de comète pour désigner les lignes B). Quelque énergie a été nécessaire pour classer correctement ce précieux artefact.
2. *Elle naît de la ligne pleurale.* Les coupes longitudinales n'ont que des avantages, dont celui de montrer en permanence la surface pulmonaire (en détectant le signe de la chauve-souris). Ne

pas respecter cette règle expose l'opérateur à se laisser abuser par des artefacts en queue de comète naissant des côtes (lignes M), au-dessus de la ligne pleurale (lignes E, W), etc.

3. *Elle est bien définie.* Ceci rend la ligne B immédiatement détectable par tout débutant. Les lignes B sont étroites (comme ordre d'idée : environ $1/10^{\circ}$ de la largeur de la ligne pleurale).
4. *Elle est hyperéchogène.* La ligne B est aussi échogène que la ligne pleurale.
5. *Elle est longue.* Notre sonde microconvexe a une portée de 17 cm, et on peut voir la ligne B descendre jusqu'à cette profondeur, sans épaissement.
6. *Elle efface les lignes A.* La ligne B domine la ligne A, pour ainsi dire. Ceci est de première importance.
7. *Elle se déplace avec le glissement pleural...* à condition qu'il y ait glissement pleural. Si le glissement est aboli, la ligne B apparaît immobile. Comme notre sonde est sectorielle, la dynamique en pendule de la ligne B est amplifiée au bas de l'écran.

Le signe développé : les fusées pleurales

La définition du syndrome interstitiel échographique implique la visualisation de *plusieurs* lignes B (fig. 17.2). Trois lignes B ou plus, visibles sur une coupe longitudinale entre deux côtes,

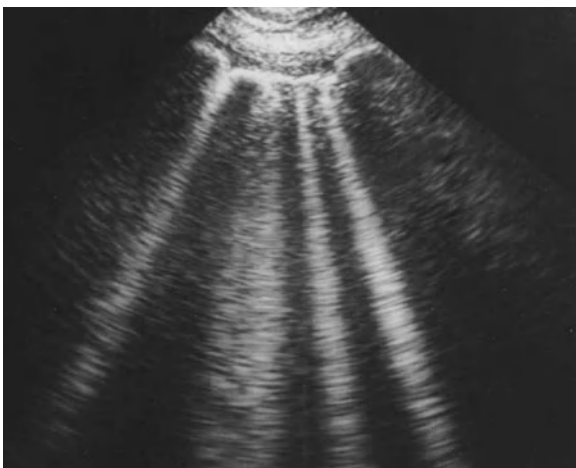


Fig. 17.2 – Fusées pleurales (lignes B7). Cinq lignes B sont identifiées sur cette coupe longitudinale de la paroi thoracique antérieure. Rappelant une fusée au décollage, elles ont été appelées fusées pleurales. Elles sont séparées les unes des autres d'une distance moyenne de 7 mm. Le signe échographique élémentaire de syndrome interstitiel, en quelques secondes. Vues sur les quatre BLUE-points antérieurs (et associées au glissement pleural), ces fusées permettent le diagnostic d'œdème pulmonaire hémodynamique.

ont été désignées « fusées pleurales » (car l'aspect rappelle une fusée au décollage). Par définition, le terme de fusées pleurales est au pluriel. Un nombre inférieur à 3 lignes B, même 2, n'est pas consistant avec le diagnostic de syndrome interstitiel.

Les fusées pleurales peuvent être isolées (c'est-à-dire visibles seulement sur une zone). Ceci définit le syndrome interstitiel focalisé.

Les fusées pleurales peuvent être disséminées sur plusieurs points de la paroi d'un poumon, où que la sonde soit appliquée. Ceci définit le syndrome interstitiel diffus.

Des fusées pleurales disséminées aux deux poumons définissent le syndrome interstitiel bilatéral.

Évaluation des fusées pleurales

Notre étude princeps, évaluant 121 cas de patients avec syndrome alvéolo-interstitiel diffus à la radiographie, et comparés avec 129 patients sans aucun aspect alvéolaire ni interstitiel, a montré une corrélation entre radiographie positive et fusées pleurales disséminées, avec une sensibilité de 93 % et une spécificité de 93 % [9]. Quand le scanner était utilisé comme référence, la concordance était *complète* avec le syndrome interstitiel. Effectivement, aucun désordre à notre connaissance ne peut générer de fusées pleurales en dehors d'un syndrome interstitiel. Nous attendons notre premier cas, sachant que le 100 % n'existe pas en médecine. Toutefois, après pratiquement vingt années d'observation, si quelque chose de nouveau devait arriver, ce serait une extrême rareté. De même, nous n'avons jamais observé de fusées pleurales disséminées chez aucun des très nombreux sujets sains que nous avons échographiés dans des ateliers, etc.

Signification physiopathologique des lignes B7 et des lignes B3

La ligne B est générée par une structure précise, que neuf items définissent clairement.

1. L'artefact en queue de comète indique un élément anatomique ayant un gradient d'impédance acoustique majeur avec son environnement [10], comme sont l'air et l'eau.
2. L'élément détecté est petit, inférieur au pouvoir de résolution de l'échographie, qui est grossièrement 1 mm, donc non directement visible.
3. Cette structure est visible à la surface pulmonaire.

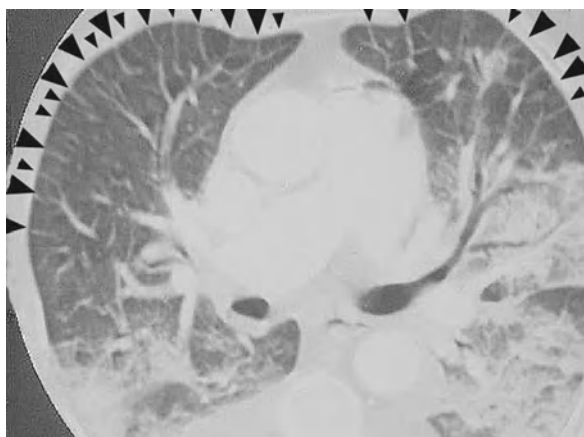


Fig. 17.3 – Scanner de syndrome alvéolo-interstitiel massif. Les septa interlobulaires épaissis sont visibles touchant la surface antérieure (flèches). Chez un sujet normal, aucune structure dense (en dehors de scissures, voir fig. 17.6) n'est visible atteignant la surface.

4. Elle est visible sur toute la surface pulmonaire.
5. Chaque élément est séparé de chaque autre par environ 7 mm (ou moins).
6. Il est présent sur le dernier espace intercostal chez environ un quart des sujets normaux (voir plus bas).
7. Il est corrélé avec l'œdème pulmonaire.
8. Il disparaît avec le traitement de l'œdème pulmonaire (en quelques heures quand l'œdème est d'origine cardiogénique).
9. Il est aussi présent dans toute maladie interstitielle.

Tous ces critères, une preuve par neuf en quelque sorte, décrivent très précisément les septa interlobulaires sous-pleuraux épaissis, entourés par des alvéoles sous-pleurales remplies d'air. Le scanner a montré que les structures denses normales cessent d'être visibles quelques centimètres avant la surface pulmonaire, alors que les septa interlobulaires épaissis atteignent la plèvre viscérale (fig. 17.3).

Lignes B7 et septa interlobulaires épaissis*

Ces lignes B sont grossièrement séparées de 6 ou 7 mm. C'est la distance anatomique entre deux septa interlobulaires sous-pleuraux (fig. 17.2). La ligne pleurale mesurant environ 2 cm, il y a de la place pour 3 à 4 septa interlobulaires, ce qui explique qu'il faut avoir 3 lignes B au moins pour la définition. Les lignes B7 apparaissent comme un équivalent échographique des familières lignes B de Kerley [11]. Ce label était réservé aux adultes initialement. La distance diminue avec la taille (nouveau-nés).



Fig. 17.4 – Fusées pleurales (lignes B3). Ici, six ou sept artefacts en queue de comète type ligne B peuvent être comptés et la distance entre chaque queue de comète est approximativement 3 mm. Ces lignes B3, détectées encore en quelques secondes, sont spécifiques aux lésions en verre dépoli, indiquant un degré sévère d'œdème interstitiel.

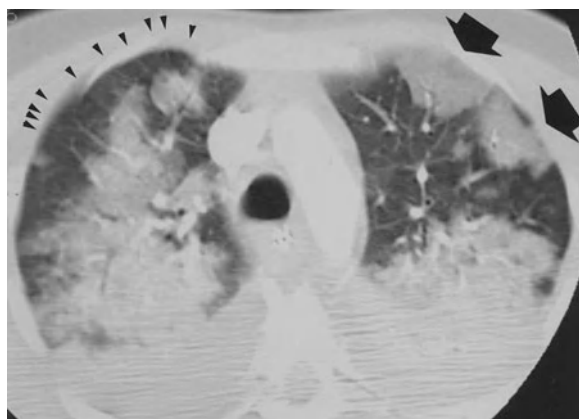


Fig. 17.5 – Scanner. Les flèches larges, sur le poumon gauche, montrent des lésions en verre dépoli typiques, qui indiquent l'œdème interstitiel sévère. Noter l'épaississement des septa interlobulaires sous-pleuraux sur le poumon droit (têtes de flèches), discrètes, mais générant des fusées pleurales typiques.

Lignes B3 et lésions en verre dépoli*

Quand le syndrome interstitiel atteint un degré de sévérité supplémentaire, il génère des lésions en verre dépoli au scanner. Ce désordre est corrélé avec ces lignes B qui sont deux fois plus nombreuses que les lignes B7, c'est-à-dire séparées par 3 mm l'une de l'autre, et appelées lignes B3 (fig. 17.4 et fig. 17.5).

Le potentiel de l'échographie à détecter les fluides explique cette application. Ici, le fluide est présent en quantité infime, sous-millimétrique. Toutefois, ce fluide est entouré d'air. C'est ce fin mélange qui

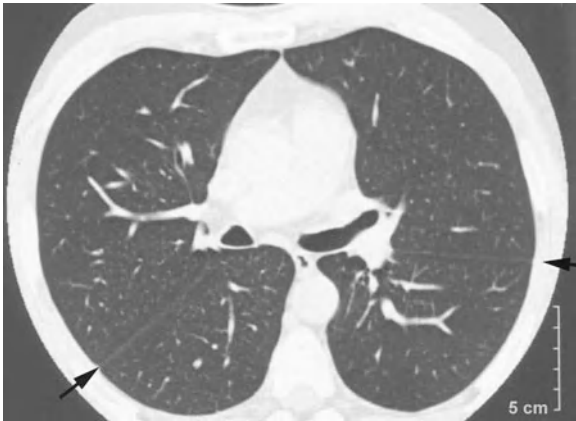


Fig. 17.6 – Scanner normal. Ce scanner montre quelques fissures (flèches), générant de fines structures atteignant la surface pleurale. De telles structures semblent capables de générer les lignes b.

semble la condition requise pour générer les lignes B échographiques.

Les lignes B7 et/ou lignes B3 sont appelées lignes B+ (mais lire p.155).

Variantes des lignes B

La ligne b (en minuscule) : elle est définie par la détection d'une seule ligne B entre deux côtes. Elle ne peut pas être assimilée au syndrome interstitiel ni à aucune pathologie. Elle peut être le signe d'une petite scissure (fig. 17.6). Des lignes b disséminées sont une entité peu commune, nous n'avons pas assez de cas pour conclure.

Les lignes bb : deux lignes B, entre deux côtes, ne sont pas assez pour être assimilées au syndrome interstitiel. Ce cas peu fréquent n'a toujours pas de corrélation pathologique.

La ligne X : de manière caractéristique, les lignes A et B ne peuvent pas être visibles sur la même localisation. Les lignes B sont dominantes et effacent les lignes A. Les artefacts pulmonaires sont de type soit A soit B. Ceci permet une standardisation du test. Dans de rares instances, les lignes A et les lignes B sont visibles dans la même image (voir fig. 19.5, p. 179). Le terme de lignes X a été donné à cet aspect (indiquant l'idée du croisement de lignes opposées). Nous investigons toujours cet aspect, considérant qu'il pourrait éventuellement indiquer un degré modéré d'épaississement septal.

La variante Blinder : des lignes B visibles en acquisition temps réel peuvent ne pas être vues en permanence, disparaissant durant le cycle respiratoire. Ceci indique simplement un effet de sortie de

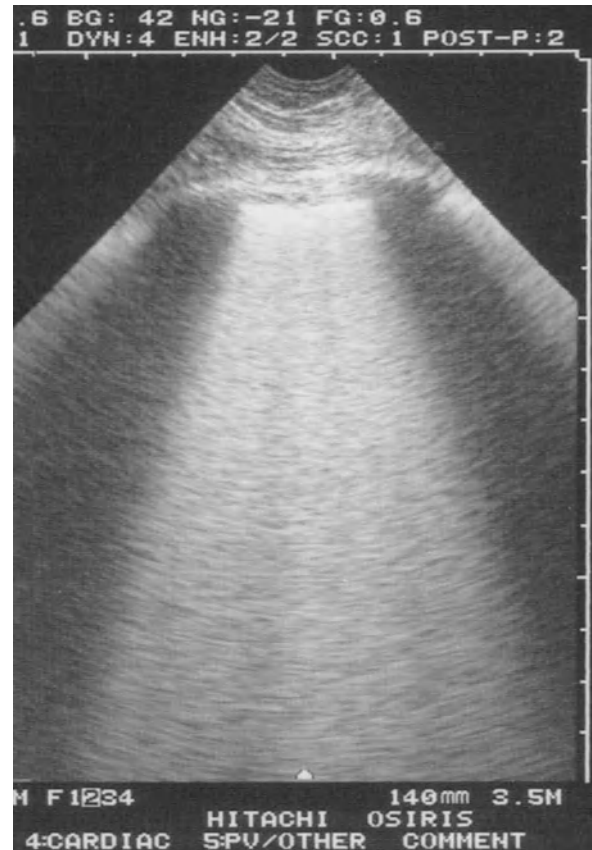


Fig. 17.7 – Cas extrême d'œdème pulmonaire. Les lignes B sont tellement contiguës qu'elles dessinent un espace de Merlin homogène hyperéchogène (variante Birolleau). L'aspect sous-jacent est un désordre en verre dépoli. La ligne pleurale peut être utilisée comme une référence pour sa tonalité claire. Contrairement aux lignes O de la figure 14.9, p. 120, l'espace de Merlin est aussi échogène que la ligne pleurale (c'est la distinction Storti). Ceci démontre que chez ce zèbre, le ton natif, naturel, est le noir.

plan. La signification est la même (de Gilles Blinder, participant d'une session CEURF).

La variante Birolleau : les lignes B sont quelquefois tellement contiguës qu'aucun espace anéchogène n'est disponible entre deux lignes, et l'espace de Merlin apparaît homogène et hyperéchogène (fig. 17.7). Nous supposons que cet aspect correspond à des cas extrêmement sévères d'œdème. Cette variante ne peut pas être confondue avec une ligne O (voir fig. 14.9, p. 120), qui donne aussi un espace de Merlin homogène : les lignes O créent un espace sombre, la variante Birolleau donne un espace blanc (la distinction de Storti).

La ligne B évanescente : les opérateurs vont quelquefois voir un patient avec d'authentiques lignes B, qui ne seront pas trouvées quelques instants après, ou inversement. Nous expliquons ceci dans le chapitre 23 dédié à l'usage hémodynamique des

lignes B. Comme il n'y a pas d'artefact intermédiaire entre la ligne A et la ligne B, celle-ci devrait être générée tout de suite, une fois qu'une quantité critique de fluide ouvre le chemin à l'échographie, comme une réaction en chaîne. Ceci survient apparemment quand la pression d'occlusion de l'artère pulmonaire tourne autour de la valeur de 18 mmHg.

La ligne B pseudo-absente : rarement, la sonde est appliquée précisément entre plusieurs lignes B, indiquant à tort une absence de lignes B. Une discrète manœuvre de Carmen, routinière quand on détecte les lignes A, va immédiatement les révéler.

La variante écureuil : les lignes B sont parfois larges (sans sens précis), voir les lignes B de la figure 18.10, p. 165.

Le label lignes B n'infère pas un nombre spécial de lignes B. Les lignes b, bb, B+, B7, B3 et la variante Birolleau indiquent simplement le nombre de lignes B par coupe entre deux côtes. Le label « b » spécifie que seulement une ligne B est visible. Le label « bb » est pour deux lignes B. Le label « lignes B+ » est pour trois ou plus. Le label « B7 » spécifie de l'espace pour 3 ou 4 lignes B. Le label « B3 » spécifie de l'espace pour 6-8 lignes B. La variante Birolleau indique des lignes B contiguës (quasi impossibles à compter). Signification :

- lignes b et bb : pas de signification (petite scissure ?), juste signifiant l'absence de pneumothorax ;
- lignes B+ : syndrome interstitiel ;
- lignes B7 : syndrome interstitiel (septa interlobulaires épaissis), possiblement stade modéré ;
- lignes B3 : syndrome interstitiel (lésions en verre dépoli), possiblement stade sévère ;
- variante Birolleau : à notre connaissance, lésions en verre dépoli.

Quelques artefacts qui pourraient simuler les lignes B

D'autres artefacts en queue de comète peuvent à l'occasion être rencontrés. S'il veut épargner son énergie, le lecteur peut omettre cette section, à condition que les sept signes de la ligne B soient maîtrisés.

La ligne Z : un artefact fréquent ne devrait en aucun cas être confondu avec une ligne B. Il est certes de type artefact en queue de comète, qui certes naît de la ligne pleurale. Les cinq derniers critères sont diamétralement opposés aux lignes B, permettant une distinction immédiate. Il est mal défini. Il est pas hyperéchogène. Il est court, disparaissant rapidement, après 3-4 cm habituellement.



Fig. 17.8 – Lignes Z. Cette figure vise à éliminer toute confusion entre les lignes B et ces images parasites. Trois artefacts en queue de comète, verticaux, mal définis, naissant de la ligne pleurale et s'épaississant après quelques centimètres sont visibles, sans effacer les lignes A (flèches) et non tributaires du glissement pleural. Ce sont des lignes Z, artefacts en queue de comète parasites typiques sans signification connue.

Il n'efface pas les lignes A, il les rehausse même. Enfin, il est immobile, non synchronisé avec le glissement pleural (fig. 17.8). Cet artefact a été appelé ligne Z, la dernière lettre de l'alphabet symbolisant la place qu'il devrait prendre, car il nous semble pour une fois avoir à faire avec un authentique parasite. Noter que quelques lignes Z peuvent être longues, et nous les avons appelées lignes Z perfides, un terme labellisé en présence de Gabriela à Milan (nom non inclus en l'absence de contact pour autorisation).

La ligne E : cet artefact, encore une queue de comète, est bien défini et s'étend au bas de l'écran sans s'épuiser. Toutefois, il ne naît pas de la ligne pleurale – le signe de la chauve-souris n'est plus visible – car il naît en fait de couches superficielles, et la ligne pleurale est masquée. Cet artefact a été appelé ligne E, E pour emphysème pariétal (voir fig. 18-14, p. 169). Nous allons voir que l'emphysème pariétal peut générer cet artefact, qui ne devrait jamais tromper le jeune opérateur.

La ligne A : déclarer que les lignes B sont verticales et les lignes A horizontales est schématique mais non suffisant. Nous avons montré des fusées pleurales à une étudiante, lui demandant si elles étaient verticales ou horizontales. Elle répondit avec candeur « horizontales », et... elle avait raison. Le fait est qu'une ligne B superpose de multiples lignes horizontales, larges d'environ 2 mm au début, et distantes d'environ 1 mm des voisines, dessinant une ligne verticale. Un œil filmant l'image à très

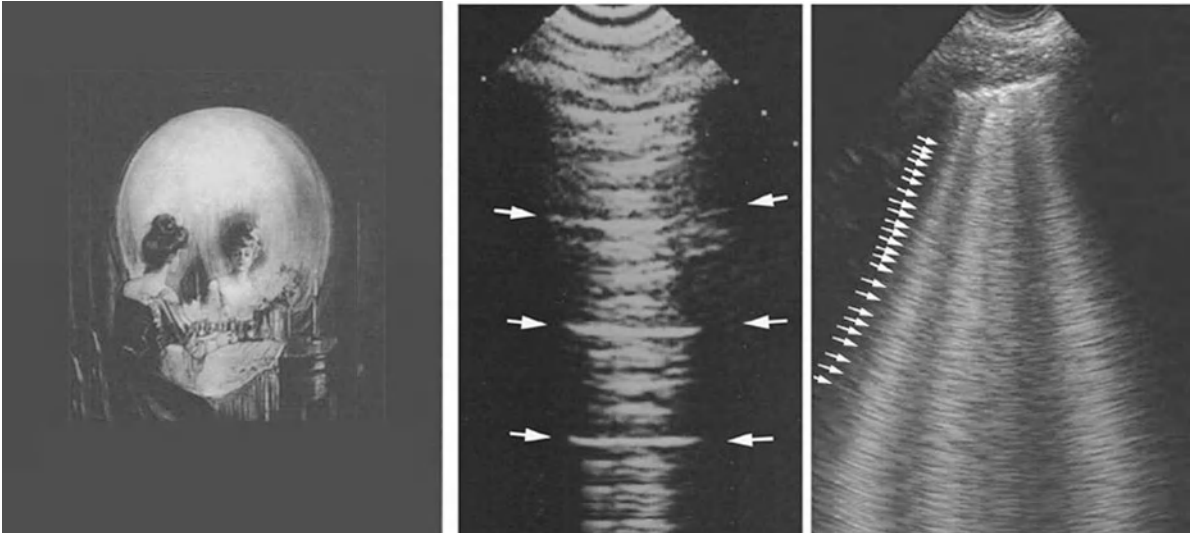


Fig. 17.9 – L'échographie pulmonaire aura un avenir si nous parlons la même langue et voyons les mêmes choses.

L'image de gauche pourrait apparaître inquiétante à première vue, mais est plutôt pacifique si l'on y regarde de plus près.

Au milieu, des yeux candides pourraient bien voir une structure verticale. Nous avons appelé cette variante les lignes π . Trois lignes A sont bien visibles (flèches),

entourées par des lignes A' et A''. À propos, ce patient avait précisément un pneumothorax.

À droite, lignes B typiques. Les flèches indiquent quelques-unes de ces nombreuses lignes J (des lecteurs oisifs peuvent compter, et ils trouveront 70 d'entre elles formant cette ligne B). Chaque ligne J est horizontale il est vrai, mais leur superposition crée cet artefact globalement vertical : la ligne B.

basse vitesse verrait chacune de ces lignes, tirées comme d'une mitrailleuse, et s'étendant jusqu'au bas de l'écran à une vitesse de 1 540 m/s. Comme tribut à cette étudiante (Julie), chacune de ces petites lignes a été appelée ligne J. Pour standardiser l'échographie pulmonaire et jouer la même musique, il importe que chaque médecin ait la même vision des choses. Les lignes J permettent d'éviter des confusions (fig. 17.9).

La ligne π (ligne Pi) : c'est un groupe de lignes A qui sont étroites et peuvent simuler de loin une queue de comète géante (fig. 17.9). Pour des esprits scientifiques qui voudraient apprécier des clés pour éviter des confusions, disons que les lignes A ont habituellement la largeur de la ligne pleurale, les lignes B environ un dixième de cette largeur.

Les lignes I, K, N, R, S (voir fig. 19.5, p. 179). Les lignes I sont comme des lignes B mais elles sont courtes, et n'ont pas de signification connue. Elles semblent être souvent générées par des sondes linéaires haute fréquence. Les lignes K (Klinton) sont des parasites envahissant tout l'écran, quelquefois visibles dans nos murs (interférences électriques). Les lignes N sont des artefacts verticaux qui sont noirs – c'est-à-dire loin d'être hyperéchogènes. Elles ont été baptisées lignes N (N pour Noir, et aussi pour Neri, qui a été témoin de cette appellation). Les lignes N sont possiblement des septa interlobulaires sous-pleuraux normaux. Les lignes

R, suggérées par Roberta Capp, de Boston, ont la plupart des aspects des lignes B, mais elles naissent de l'interface péricardo-pulmonaire – souvent visible durant une ETO. Les lignes S sont des artefacts verticaux, sinueux, générés par de larges structures métalliques (pacemakers).

Sous-lignes B : ces artefacts ont la plupart des traits des lignes B, mais ils naissent de la ligne pulmonaire, c'est-à-dire sous un épanchement pleural (voir fig. 15.2, p. 124).

La standardisation de la ligne B permet la distinction de toutes ces lignes, principalement la ligne Z. Les lignes B ont habituellement les sept caractéristiques. Les caractéristiques 1 et 2 sont constantes. Les caractéristiques 3 à 7 peuvent être débattues comme tout en médecine. Les lignes Z perfides sont longues. Quelques lignes B sont moins bien définies que d'autres, ou pas aussi échogènes que la ligne pleurale. À la distance maximale (17 cm avec notre sonde), des lignes B stoppent parfois à 13 cm (ce qui reste long). Un glissement pleural aboli empêche d'apprécier le critère dynamique. Exceptionnellement, les lignes B et les lignes A se croisent, donnant lieu aux lignes X (voir fig. 19.5, p. 179). Nous montrons ici comment comprendre cette description. Un artefact en queue de comète qui naît de la ligne pleurale peut être une ligne B ou de nombreuses autres. Quand une troisième caractéristique est présente, la probabilité monte

jusqu'à 99 %. Avec quatre caractéristiques, la probabilité est de 99,9 %. Si on en voit cinq, elle est de 99,99 %, etc. Un patient avec une pneumopathie, qui devrait avoir la variété de lignes B qui n'est pas bien hyperéchogène, large, qui stopperait à 13 et pas 17 cm, croisant des lignes A, avec glissement pleural aboli, et avec précisément une présentation clinique atypique, serait tellement malchanceux (nous nous référons à la loi de Grotowski) que ce patient devrait avoir en plus, même avec un diagnostic correct, toutes les complications possibles (allergie aux antibiotiques, erreurs de doses, etc.). Précisément, nous n'avons pas d'image d'un artefact aussi piégeant. En pratique, la définition complète de la ligne B empêche tout risque sérieux de confusion.

Où et comment détecter les lignes B ?

Chez un patient en état critique, le syndrome interstitiel est diffus, et sera donc vite détecté à la paroi antérieure, aux BLUE-points supérieur et inférieur. De multiples autres localisations peuvent être définies.

Un syndrome interstitiel focalisé peut être le signe d'une pneumopathie. Des cicatrices interstitielles focales, après radiothérapie locale, peuvent générer ces fusées pleurales.

Des lignes B isolées antérieures (lignes b) indiquent possiblement une petite fissure.

Les lignes B localisées aux deux derniers espaces intercostaux au-dessus du diaphragme sont retrouvées chez 28 % des sujets normaux [9]. Le syndrome interstitiel physiologique est une chose bien connue. Les lignes B de Kerley ont été observées aux bases de 18 % de radiographies thoraciques de jeunes hommes sains, c'est-à-dire un taux grossièrement similaire [12]. La discrète différence indique probablement une supériorité de l'échographie à détecter ces éléments très fins. Chez ces sujets normaux, la variante B3 n'est jamais retrouvée.

Des fusées pleurales latérales incluant plus de deux espaces intercostaux au-dessus du diaphragme ne sont pas normales. Le label utilisé est « fusées latérales étendues ». C'est usuellement une constatation redondante, car le balayage antérieur montre habituellement des fusées pleurales antérieures, et le balayage postérieur montre habituellement un syndrome alvéolaire et/ou pleural (PLAPS). Des fusées pleurales latérales étendues sans fusées antérieures sont rares, et habituellement dues à la pneumopathie dans notre expérience. Ce pourrait

être aussi le signe d'un œdème pulmonaire hémodynamique modéré, à confirmer.

Des fusées pleurales postérieures chez des patients en décubitus dorsal indiquent éventuellement que l'eau pulmonaire s'accumule au niveau des zones dépendantes. L'analyse de scanners sans désordres pulmonaires montre souvent ces anomalies. D'un autre côté, l'absence de fusées pleurales postérieures chez un patient en décubitus dorsal prolongé pourrait signifier une hypovolémie marquée, à la condition d'une validation par un gold standard solide.

L'importance clinique du syndrome interstitiel chez le patient en état critique

Applications respiratoires

Nous avons appris comment reconnaître les lignes B, quelle est leur base physiopathologique. L'intensiviste pourrait à présent se demander : et alors ? Le syndrome interstitiel n'est pas intégré dans notre pratique clinique routinière, nous devons expliquer comment faire cette intégration.

Diagnostic échographique d'une défaillance respiratoire aiguë

Le chapitre 20 est consacré au rôle des lignes B dans le diagnostic de l'œdème pulmonaire, l'embolie pulmonaire, l'exacerbation de BPCO, l'asthme aigu grave, la pneumopathie, selon la présence ou l'absence de fusées, la distribution diffuse ou unilatérale... [13]. Pour ne pas rendre le livre plus lourd que nécessaire, la partie principale de la base physiopathologique s'y trouve.

Diagnostic échographique de l'œdème pulmonaire hémodynamique

C'est le principal usage pratique des fusées pleurales, défini depuis le siècle dernier [14].

Le chapitre 20 explique comment les fusées pleurales disséminées à la paroi antérolatérale sont presque toujours présentes. Nous montrons juste ici l'intérêt de l'échographie comparée à la radiographie. Nous simplifions notre dernière édition, regroupant dans un même paragraphe les situations où le diagnostic radiographique est difficile (image mal définie), non immédiatement disponible (extrême urgence), ou non disponible du tout (situations extra-hospitalières).

Les examens complémentaires ne seraient pas si utiles si l'examen clinique répondait parfaitement à la question. Les crépitants peuvent être absents au stade précoce [15], ou remplacés par des sibilants, générant l'asthme cardiaque. Une auscultation fine est illusoire chez des patients ventilés ou en médecine sur site (voie publique, avion, service d'urgences bruyant...). La radiographie peut être subnormale, parce que faite trop précocement, mais aussi dans d'authentiques cas sévères d'œdème pulmonaire [16, 17]. Une radiographie, prise déjà dans des conditions optimales, peut être difficile à interpréter [5]. Des signes comme la redistribution vasculaire ne marchent pas chez des patients en décubitus dorsal. La sensibilité de la radiographie pour détecter l'œdème interstitiel peut se situer entre 18 % et 45 % [18, 19]. Des lignes de Kerley peuvent être observées dans l'exacerbation de BPCO [20].

Depuis très peu, l'aptitude de l'échographie dans le syndrome interstitiel est soulignée [21-24].

Diagnostic différentiel entre œdème pulmonaire hémodynamique et lésionnel

Le chapitre 20 explique pourquoi des fusées pleurales asymétriques ou l'absence de fusées pleurales antérieures favorise le diagnostic d'œdème pulmonaire lésionnel chez des patients avec poumons blancs radiologiques – parmi d'autres signes.

Diagnostic échographique d'exacerbation de bronchopathie chronique obstructive (et diagnostic différentiel avec l'œdème pulmonaire)

Parmi les patients vus par l'intensiviste (donc, les cas sévères), les fusées pleurales diffuses sont observées chez 8 % des patients avec exacerbation de BPCO, contre 100 % des patients avec œdème pulmonaire aigu hémodynamique [14]. Dans cette situation, l'échographie pulmonaire offre un test hautement dichotomique, avec peu voire pas de place pour des situations intermédiaires.

Diagnostic échographique de l'asthme (et diagnostic différentiel avec l'asthme cardiaque)

L'asthme est une maladie bronchique. L'arbre bronchique n'est pas accessible à l'échographie, et le signe principal est indirect : l'absence de fusées pleurales chez un patient dyspnéique. Des fusées

pleurales disséminées ne sont observées en aucun cas dans l'asthme bronchique, alors que c'est l'aspect caractéristique dans l'asthme cardiaque.

Diagnostic échographique de pneumothorax

La reconnaissance de lignes B élimine immédiatement le pneumothorax en regard [25]. Cet item est particulièrement utile quand le glissement pleural est absent, une constatation banale dans le SDRA. Une ligne B est suffisante.

Diagnostic de l'embolie pulmonaire

La physiopathologie de l'embolie pulmonaire est rappelée au chapitre 20, expliquant que des signes interstitiels ne sont pas attendus. La visualisation de fusées pleurales antéro-latérales est inhabituelle. Des lignes A diffuses (associées avec le glissement pleural) sont retrouvées dans 92 % des cas d'embolie pulmonaire définie comme sévère [26], et 95 % quand elle est définie comme menant à une défaillance respiratoire aiguë [13]. Cet aspect est immédiatement suggestif en cas de dyspnée soudaine chez un patient sans antécédent pulmonaire (asthme, BPCO).

La normalité de l'échographie pulmonaire est l'équivalent de la familière normalité radiographique. Noter cette observation (en soumission) : nos rares cas de fusées pleurales étaient de type lignes B7. Nous attendons toujours notre premier cas d'embolie pulmonaire massive (qui ne complique pas un syndrome interstitiel chronique ni un SDRA) avec un aspect de fusées B3 bilatérales. En d'autres mots, le profil B3 (c'est-à-dire lignes B3 bilatérales avec glissement pleural) a une valeur prédictive négative de 100 % pour l'embolie pulmonaire. Comment résoudre le défi de l'embolie chez le patient avec SDRA est traité au chapitre 29, p. 280.

Évaluation de l'expansion pulmonaire

Le mouvement des lignes B peut être analysé et mesuré. Ceci peut donner un index précis de l'expansion pulmonaire, avec implications cliniques. L'excursion du poumon normal est de 15-20 mm aux bases chez des patients ventilés. Elle peut être complètement abolie sur poumon très malade. Grâce à notre sonde microconvexe, qui amplifie les mouvements profonds, la partie basse des lignes B

se déplace plus que la partie haute, à la ligne pleurale. Ceci permet une mesure précise. Cette application permet l'évaluation indirecte de la dynamique diaphragmatique.

Gestion du SDRA

Ceci est vu au chapitre 29, p. 281.

Diagnostic de poumon non aéré

La détection de fusées pleurales dans l'approche postérieure d'un patient en décubitus dorsal est équivalente à éliminer une consolidation pulmonaire, car 90 % de cas de consolidation touchent la plèvre postérieure [28]. Dans ces cas, l'aspect postérieur du poumon est interstitiel, mais pas alvéolaire. Ce paragraphe introduit la simplicité majeure utilisée dans le BLUE-protocol.

Gestion des voies aériennes

Il est facile de démontrer l'abolition du glissement pleural quand les lignes B sont immobiles (voir ci-dessus, l'expansion pulmonaire), permettant un diagnostic immédiat d'intubation correcte, ou la possibilité d'intubation sélective.

Sevrage du patient ventilé

Les fusées pleurales ne sont probablement pas un bon prédicteur de sevrage aisé. Ceci signifie que des anomalies interstitielles sont encore présentes.

Suivi d'un œdème pulmonaire

On peut voir les fusées pleurales rapidement disparaître sous traitement de l'œdème pulmonaire [29].

Relevance clinique du syndrome interstitiel chez le patient en état critique – Applications circulatoires

C'est peut-être l'apport le plus intéressant.

Le contrôle du remplissage vasculaire par l'estimation qualitative de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion

Nous invitons le lecteur au chapitre 23, où l'application est pleinement détaillée. Nous l'invitons à considérer la ligne B comme le marqueur *direct* pour l'évaluation du niveau de remplissage chez le patient en état critique. L'absence de fusées pleurales indique, en quelques secondes, une PAPO basse [27]. Ceci donne l'autorisation théorique pour initier un remplissage vasculaire. Inversement,

l'apparition de fusées pleurales pourrait être considérée comme le moment où il faudrait arrêter le remplissage.

Gestion d'une hyponatrémie

Le diagnostic d'hyponatrémie crée la distinction entre les heureux docteurs qui maîtrisent son mécanisme physiopathologique, et les autres. Pour eux (les autres), nous utilisons le principe n° 1 de l'échographie pulmonaire : la simplicité. L'hyponatrémie de déplétion devrait accompagner une volémie basse, et donc des lignes A échographiques. L'hyponatrémie de dilution devrait augmenter le volume liquidien, et créer, même avant tout signe clinique respiratoire, des fusées pleurales.

Un mot à l'attention des industriels

Les fabricants ayant un temps de retard dépensent une grande énergie pour tenter de supprimer les artefacts. Nous les invitons fermement à lire (ou avoir le texte en termes commerciaux) les chapitres 18, 20, 23 et 29 avant d'enterrer, vivante, l'échographie pulmonaire...

Pour conclure, une petite mise au point à propos des fusées pleurales

Nous profitons de cette édition pour mettre au clair des aspects de notre article princeps, "The comet-tail artifact, an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome", paru dans *l'American Journal of Respiratory & Critical Care Medicine* [9].

La première partie du titre est incorrecte. De nombreuses variétés d'artefacts en queue de comète ne sont pas des lignes B, particulièrement les lignes Z. Cette distinction était spécifiée dans le texte, et à travers tous nos articles suivants.

La seconde partie du titre est incorrecte. Les lignes B ne sont pas un signe de syndrome *alvéolo-interstitiel*. Elles sont effectivement corrélées avec le syndrome alvéolo-interstitiel radiologique, mais elles indiquent clairement la composante purement interstitielle, complètement distincte de la consolidation pulmonaire (comme spécifié dans le corps de l'article).

La section « Résultats de l'abstract » est incorrecte. La sensibilité et la spécificité de la ligne B ne sont pas vraiment 93 % et 93 %, mais plutôt,

si les corrélations scanographiques sont prises en compte, 100 % et 100 %. Cette information basique était disponible, mais aucun *reviewer* ne nous avait demandé de la faire figurer dans le Résumé (le seul élément lu par une majorité de lecteurs). Nous demandons respectueusement aux lecteurs de nous avertir à toute heure s'ils rencontrent des fusées pleurales diffuses chez des sujets avec absence prouvée de syndrome interstitiel, ou l'absence de fusées chez des patients ayant une maladie interstitielle documentée.

Cette période concernait un manuscrit qui avait été déjà rejeté quatre fois. Nous avons le but d'au moins publier ces observations – afin d'être en mesure de soumettre les suivantes. Il était difficile d'aller contre les exigences des *reviewers* [30].

Références

- Friedman PJ (1992) Diagnostic tests in respiratory diseases. In: Harrison TR (ed) *Harrison's principles of internal medicine*. 12th Ed. McGraw-Hill, New York, p. 104
- Weinberger SE, Drazen JM (2001) Diagnostic tests in respiratory diseases. In: Harrison TR (ed) *Harrison's principles of internal medicine*, 14th ed. McGraw-Hill, New York, p. 1453-6
- Laënnec RTH (1819) *Traité de l'auscultation médiante, ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur*. J.A. Brosson & J.S. Chaudé, Paris
- Williams FH (1986) A method for more fully determining the outline of the heart by means of the fluoroscope together with other uses of this instrument in medicine. *Boston Med Surg J* 135: 335-7
- Fraser RG, Paré JA (1988) *Diagnoses of disease of the chest*, 3rd ed. WB Saunders Company, Philadelphia
- Hounsfield GN (1973) Computerized transverse axial scanning. *Br J Radiol* 46:1016-22
- Dénier A (1946) Les ultrasons, leur application au diagnostic. *Presse Méd* 22:307-8
- Lichtenstein D (1994) Diagnostic échographique de l'œdème pulmonaire. *Rev Im Med* 6: 561-2
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, et al. (1997) The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 1640-6
- Ziskin MC, Thickman DL, Goldenberg NJ, et al. (1982) The comet-tail artifact. *J Ultrasound Med* 1: 1-7
- Kerley P (1933) Radiology in heart disease. *Br Med J* 2: 594
- Felson B (1973) Interstitial syndrome. In: Felson B (ed) *Chest roentgenology*, 1st ed. WB Saunders, Philadelphia, p. 244-5
- Lichtenstein D, Mezière G (2008). Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE-protocol. *Chest* 134: 117-25
- Lichtenstein D, Mezière G (1998). A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 24: 1331-4
- Braunwald E (1984) *Heart disease*. W.B. Saunders, Philadelphia
- Stapczynski JS (1992) Congestive heart failure and pulmonary edema. In: Tintinalli JE, Krome RL, Ruiz E (eds) *Emergency medicine: a comprehensive study guide*. Mc Graw-Hill, New York, p. 216-9
- Bedock B, Fraisse F, Marcon JL, et al. (1995) Œdème aigu du poumon cardiogénique aux urgences : analyse critique des éléments diagnostiques et d'orientation. *Actualités en réanimation et urgences*. In : *Actualités en réanimation et urgences*. Arnette, Paris, p. 419-48
- Badgett RG, Mulrow CD, Otto PM, Ramirez G (1996) How well can the chest radiograph diagnose left ventricular dysfunction? *J Gen Intern Med* 11: 625-34
- Rigler LG (1950) Roentgen examination of the chest: its limitation in the diagnosis of disease. *JAMA* 142: 773-7
- Costanso WE, Fein SA (1988) The role of the chest X-ray in the evaluation of chronic severe heart failure: things are not always as they appear. *Clin Cardiol* 11: 486-8
- Reissig A, Kroegel C (2003) Transthoracic sonography of diffuse parenchymal lung disease: the role of comet tail artifacts. *J Ultrasound Med* 22: 173-80
- Jambrik Z, Monti S, Coppola V, et al. (2004). Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Cardiol* 93: 1265-70
- Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, et al. (2006). Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med* 24: 689-96
- Fagenholz PJ, Gutman JA, Murray AF, et al. (2007). Chest ultrasonography for the diagnosis and monitoring of high-altitude pulmonary edema. *Chest* 131: 1013-8
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (1999) The comet-tail artifact, an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 25: 383-8
- Lichtenstein D, Loubière Y (2003). Lung ultrasonography in pulmonary embolism. *Chest* 123: 2154
- Lichtenstein D, Mezière G, Lagoueyte JF, et al. (2009). A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure. *Chest* 136: 1014-20
- Lichtenstein D, Lascols N, Mezière G, Gepner A (2004) Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med* 30: 276-81
- Volpicelli G, Caramello V, Cardinale L, et al. (2008). Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *Am J Emerg Med* 26: 585-91
- Hoppin F (2002) How I review an original scientific article. *Am J Respir Crit Care Med* 166: 1019-23

* Le terme « lignes B7 » désigne environ 3 lignes B, tandis que le terme « lignes B3 » en désigne environ 7. Cette appellation n'est pas très logique, ni du reste très éloquent (pas plus que les termes B1 et B2, parfois aperçus dans d'autres travaux), et a l'inconvénient majeur de ne marcher que chez l'adulte. En quête de termes plus universels, nous avons renommé ces terme. Les « fusées septales » remplaceront le terme « fusées B7 », et les « fusées superseptales » remplaceront le terme « fusées B3 ». (Changement concocté avec la collaboration de David Curtelin et Adrien Lhoumeau, CEURFeurs).

Quelques secondes sont suffisantes pour éliminer le pneumothorax, moins d'une minute pour l'affirmer, au lit. Ce chapitre est long parce que quelques détails doivent être connus afin de maîtriser cette application quotidienne et salvatrice.

Nos éditions précédentes plaçaient le pneumothorax avant le poumon, car c'est en quelque sorte une échographie du « non-poumon ». Or les signes générés par le poumon, spécialement les lignes B, devaient être décrits d'abord. Eu égard au rapport hydroaérique, le pneumothorax est de l'air pur (voir fig. 14.1, p. 114).

Le pneumothorax est fréquent en réanimation [1]. L'urgence est extrême chez le patient ventilé, où le risque d'un pneumothorax non reconnu est majeur [2]. Jusqu'à 30 % des cas sont occultés par la radiographie initiale [3-6], et près de la moitié d'entre eux évolue vers le pneumothorax sous tension [3]. Quelques cas de pneumothorax sous tension restent encore peu clairs sur une radiographie au lit [7]. Des auteurs considèrent que tout pneumothorax, même occulte, doit bénéficier d'un drainage thoracique avant initiation d'une ventilation mécanique [8]. Dans les situations dramatiques, le temps manque pour une confirmation radiologique [9]. Le scanner, gold standard [10], est une option sous-optimale chez un patient en état critique. À l'inverse, une recherche excessive de pneumothorax génère de l'irradiation, du retard, des coûts et de l'énergie.

Comment éviter de perdre un patient pour un pneumothorax non reconnu, sans envoyer tous les patients instables au scanner, va être élégamment résolu par l'échographie. Nous explorons la paroi antérieure, par providence la plus accessible chez ce patient. Les cas les plus difficiles sur la radiographie sont les plus faciles à l'échographie, ils sont antérieurs. Les poumons les plus sévèrement atteints, donc le plus à risque de pneumothorax, sont ceux chez qui les signes échographiques seront le plus parlants.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cette investigation.

Caractéristiques avancées du glissement pleural

C'est le principal signe dynamique. Des points basiques ont été exprimés au chapitre 14 (6^e principe).

C'est une sorte de dynamique (le terme anglais retenu est *sliding*, mais *sparkling*, *twinkling*, *glittering*, *shimmering*... ont été entendus) visible sur la ligne pleurale (voir fig. 14.10, p. 121). C'est un mouvement relatif du poumon sur la paroi : les tissus pariétaux sont immobiles, alors que la ligne pleurale scintille. Ce scintillement est transmis de manière homogène en profondeur, et c'est l'ensemble de l'espace de Merlin qui scintille. La notion de relativité est importante car un mouvement diffus de l'ensemble de l'image est inévitable. Le patient et le docteur, bien vivants, génèrent d'infimes mouvements. Toutefois ce bruit de fond est diffus, alors que le glissement pleural est relatif, débutant vraiment sur la ligne pleurale. L'opérateur doit être aussi immobile que possible (lire texte de la figure 18.15). L'utilisation du mode temps-mouvement, qui semble insensible au bruit de fond, illustre parfaitement cette relativité, générant le signe caractéristique du bord de mer.

Le glissement pleural indique que le poumon touche la paroi. Il importe de le voir en temps réel, puis seulement de l'enregistrer en mode temps-mouvement, si un document objectif est requis. Faire l'opposé peut créer des soucis. Le mode TM, très sensible, peut mettre en lumière des phénomènes qui n'étaient pas visibles en temps réel, et soulever des questions qui ne l'auraient pas été si on ne l'avait pas utilisé. Une grande énergie devrait être nécessaire pour expliquer que ces phénomènes peuvent troubler au lieu d'aider. Le mieux est d'en faire un usage modéré (penser M comme *modéré*). Dans des cas exceptionnels, il sera le seul moyen de démontrer un très discret glissement pleural

chez un patient sévèrement dyspnéique, ou sur un appareil sous-optimal. Lire plus bas à propos de la variante mangrove et autres phénomènes.

L'amplitude du glissement pleural est nulle à l'apex, qui agit comme un starting block, et maximale aux bases. Elle est diminuée par de nombreux facteurs : SDRA avant tout, syndrome d'hyperpression abdominale, petit volume courant... Ainsi, on doit considérer deux degrés : (1) glissement pleural présent ou absent. Une très faible dynamique signifie glissement présent pour la question du pneumothorax. (2) Amplitude normale ou basse, jusqu'à l'immobilité absolue, pour la question de la mécanique ventilatoire. L'amplitude peut être mesurée, voir p. 281 au chapitre 29. Un très discret glissement crée un scintillement de l'espace de Merlin. À un niveau avancé, l'utilisateur doit identifier glissement pleural « ample », « quasi nul » et « nul » – aussi aisément que distinguer une personne éveillée, endormie, ou... décédée.

Le glissement pleural est présent en ventilation spontanée aussi bien qu'en mécanique conventionnelle.

Le glissement pleural est visible à tout âge, du nouveau-né au sujet âgé.

Le glissement pleural est visible chez des patients minces comme obèses.

Le glissement pleural est présent dans l'emphysème pulmonaire. Une bulle d'emphysème géante n'abolit pas le glissement dans nos observations. Ceci a une conséquence notable, quand la radiographie n'est pas capable de différencier une bulle géante d'un pneumothorax.

La dyspnée modifie-t-elle le glissement pleural ? Quelques causes l'abolissent : pneumothorax, pneumopathie massive et atélectasie, principalement. L'asthme sévère diminue le glissement, mais la moindre dynamique permet d'éliminer un pneumothorax (qui doit être évoqué de principe ici). Pour les autres causes, principalement BPCO, œdème pulmonaire hémodynamique ou embolie pulmonaire, le glissement est normal. Le tirage est évoqué plus bas comme source de difficulté potentielle (le phénomène Ifrac).

Couplage entre temps réel et temps-mouvement : un point critique

Les échographes dédiés au cœur affichent l'image bidimensionnelle au sommet, l'image temps-mouvement au bas. Ce n'est pas adapté au poumon, car l'opérateur doit *deviner*, sur l'image du bas, où est la ligne pleurale (voir fig. 2.5, p. 16). Dans une

situation critique, stress ou fatigue aidant, il n'y a pas de temps pour jouer aux devinettes.

Il y a pire. Dans les appareils dédiés à l'urgence, qui n'ont pas été conçus pour le poumon, l'image temps réel peut parfois s'afficher à la gauche de l'image temps-mouvement, mais pas parfaitement au même niveau (sans réglage pour contrer ce défaut)... Il donne à l'utilisateur l'illusion que l'image de droite correspond à celle de gauche. Des phénomènes naissant au-dessus de la ligne pleurale pourraient apparaître comme naissant de la ligne pleurale. C'est un risque pour l'échographie pulmonaire (fig. 18.1). Dans des conditions de stress, les jeunes utilisateurs seront pris par ce piège, prenant le glissement musculaire (tirage) pour un glissement pleural, chez un patient dyspnéique ayant précisé un pneumothorax. Localiser en permanence la ligne pleurale (signe de la chauve-souris) est la base de l'échographie pulmonaire. Cette notion sera reprise au chapitre 30.

Des systèmes fins comme le nôtre affichent depuis 1992 (peut-être avant) les deux images au même niveau, sans espace pour la confusion, reconnaissant immédiatement un glissement musculaire, comme on écrit correctement des notes de musique sur une partition (voir fig. 14.10 p. 121).

Il y a quelques variantes du glissement pleural.

La variante mangrove. La respiration comporte une pause télé-inspiratoire et télé-expiratoire en respiration calme ou en ventilation mécanique. La pause génère une brève interruption du phénomène vital de la respiration. Sur l'acquisition échographique 2D, le glissement pleural cesse tranquillement. En mode temps-mouvement, l'aspect sableux du glissement pleural est transitoirement remplacé par un aspect régulier horizontal évoquant un signe de la stratosphère (fig. 18.2). Cet aspect, nommé variante mangrove, pourrait être confondu avec un point poumon par de jeunes utilisateurs (voir plus bas). C'est un effet pervers possible d'un usage immodéré du mode temps-mouvement. Nous devons consacrer un peu de texte à l'analyse de ce problème.

1. Tout d'abord, la variante mangrove est un phénomène progressif, alors que le mot pour décrire le point poumon est « soudain ». Un point poumon réel apparaît soudainement sur l'écran.
2. Ensuite, le point poumon devrait être recherché seulement si un pneumothorax est suspecté, dans le cas donc d'absence antérieure du glissement pleural, associée avec absence de ligne B. La variante mangrove se voit sur toute la surface pulmonaire, incluant les zones antérieures

Fig. 18.1 – Une fausse note. Les modes temps réel et temps-mouvement ne sont pas parfaitement au même niveau (comparer avec fig. 14.10, p. 121). Cette configuration est pire que dans la fig. 2.5, p. 16, car un jeune opérateur peut être trompé. Au bas, la note à gauche est mal définie, et seul un musicien très intuitif pourrait comprendre les intentions du compositeur. Les notes à droite sont parfaitement définies. Le diagnostic échographique de pneumothorax, comme toute l'échographie pulmonaire et l'échographie critique, est et doit rester simple.

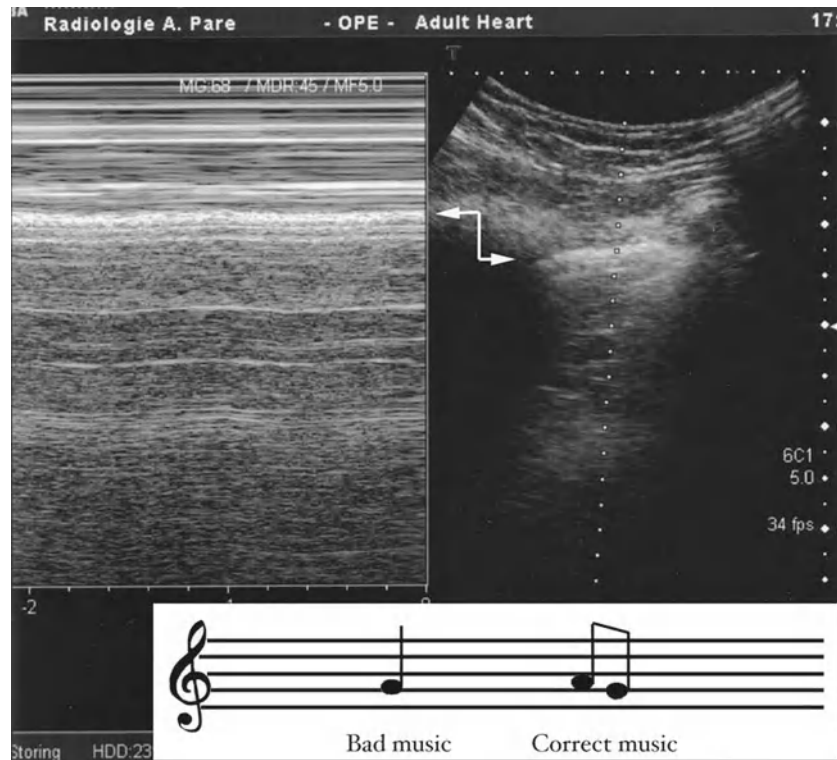


Fig. 18.2 – La variante mangrove. *Gauche*, temps réel montrant une ligne pleurale avec lignes A (exemple ici de lignes A mal définies). *Droite*, mode temps-mouvement montrant une interruption du sable créant un aspect horizontal régulier. Cette interruption est progressive : les deux flèches indiquent le début (*flèche gauche*) et la fin (*flèche droite*) du phénomène mangrove (voir fig. 18.12 pour comparaison). On pourrait imaginer les racines aériennes d'un palétuvier (la variante mangrove a été conçue au cours d'un programme CEURF en Nouvelle-Calédonie). Le message est : n'appuyez pas sur le bouton M (mode temps-mouvement) si ce n'est pas vraiment utile.

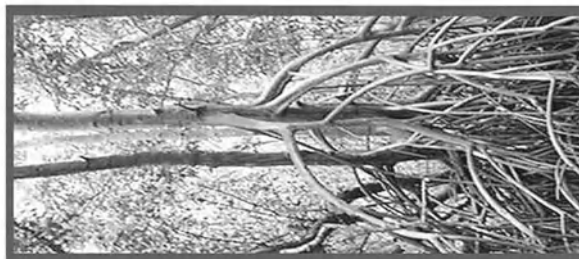
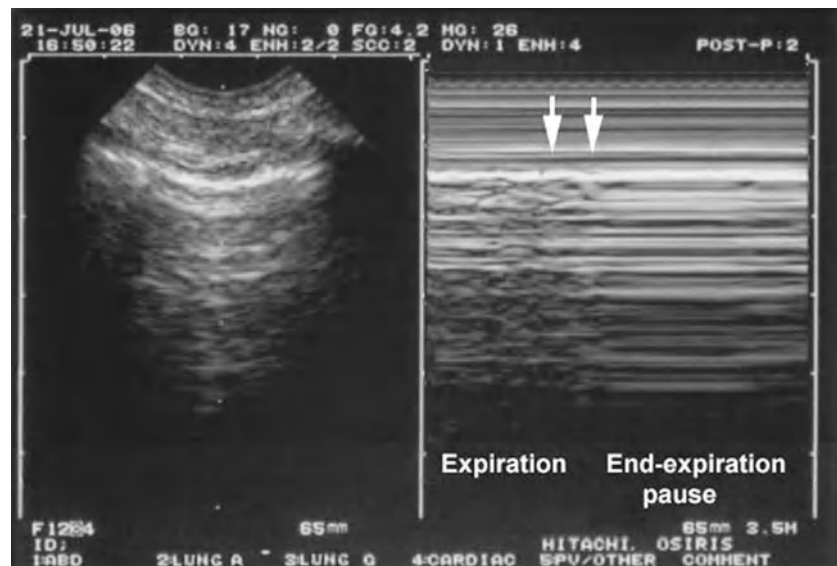
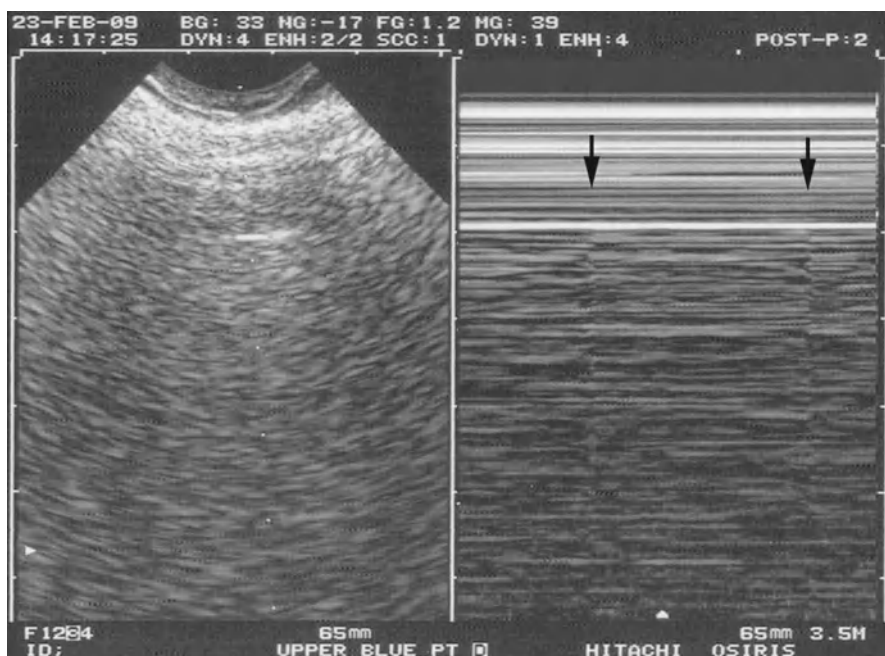


Fig. 18.3 – Ligne T. Exemple d'un pouls pleural extrêmement discret. Cette ligne fine (flèches) s'arrête exactement au niveau de la ligne pleurale, dessinant une sorte de « T ». L'image de gauche est mal définie car le patient avait un *emphysème sous-cutané* substantiel. Malgré ces conditions extrêmes, les lois de l'échographie critique sont présentes : il n'y a pas de pneumothorax.



parasternales. En d'autres mots, la seule confusion devrait être, si cela se produit, avec un pneumothorax extrêmement limité en parasternal, à première vue par un jeune opérateur. La visualisation, plus latérale, d'aspects strictement identiques devrait rassurer cet opérateur.

3. Surtout, le mode temps-mouvement ne devrait pas être utilisé pour confirmer un glissement pleural qui a déjà été détecté par le temps réel. L'utilisation du TM est un moyen efficace pour compliquer une situation simple. La variante mangrove, évidente visuellement, est un problème seulement quand le mode TM est utilisé. Enfin noter qu'un patient polypnéique n'a pas de pause respiratoire, rendant le problème de peu d'importance (un patient sédaté a une respiration calme, et la mangrove est fréquente).

La variante grain de sable. Quand le glissement pleural est extrêmement discret, le signe du bord de mer peut être restreint à la visualisation d'un peu de sable. Détecter même quelques grains de sable, pourvu qu'ils s'arrêtent pile à la ligne pleurale, est suffisant pour considérer que le poumon est accolé à la paroi. Une variante extrême donne un aspect en cheminée, ou en termitière, ou encore dessinant un T, d'où le label de ligne T (fig. 18.3).

Le pouls pleural. Détaillé au chapitre 16, quand la compliance pulmonaire est abolie, comme dans l'intubation sélective (voir fig. 16.9, p. 140) ou le

SDRA, il est défini par un glissement pleural aboli mais avec pulsations cardiaques visibles. Le pneumothorax peut être éliminé [11].

Le phénomène Peyrouset. Un bruit imitant un signe du bord de mer peut être créé, simplement par le fait d'augmenter le gain plus que de raison. Le champ distal est pollué par un bruit de fond. Ce n'est pas un piège sérieux pour plusieurs raisons :

- mettre sans raison un gain élevé est un équivalent de fausse note (voir fig. 1.5, p. 6) ;
- le sable du phénomène Peyrouset est extrêmement fin, alors que le signe du bord de mer donne un sable plus grossier, étalé ;
- le sable du phénomène Peyrouset disparaît progressivement, alors que l'aspect sableux du signe du bord de mer s'arrête au niveau exact de la ligne pleurale ;
- le mode temps-mouvement ne devrait pas avoir un intérêt diagnostique, sauf dans des situations rares. Il devrait être utilisé seulement pour garder un document montrant sur papier ce qui a été *réellement vu en temps réel*. Le glissement pleural est détecté par le temps réel. En aucun cas le phénomène Peyrouset ne donnera l'illusion d'un glissement chez un patient ayant un pneumothorax si l'opérateur prend soin de raisonner sur le temps réel.

La figure 18.4 résume les clés qui permettent une distinction aisée avec un authentique signe du bord de mer.

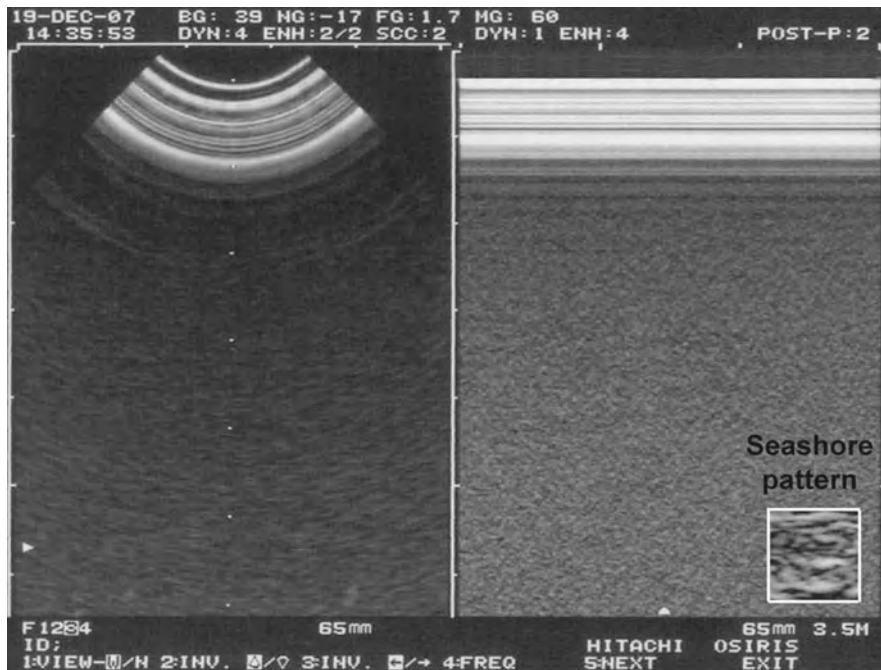


Fig. 18.4 – Phénomène Peyrouset. L'image de gauche indique l'air de la chambre en réanimation – la sonde est tranquillement sur son stand. Ce qui est visible ici est une barrière acoustique aérienne. Ces artefacts grossièrement horizontaux, rappelant les lignes A, ont été nommés lignes H, car cette lettre a une forme géométrique, rappelant, de loin, un stand de sonde. À droite, en mode temps-

mouvement, le gain a été trop augmenté, et un bruit apparaît. Nous pouvons voir trois différences majeures avec le signe du bord de mer : le « sable » est microscopique (comparer avec le signe du bord de mer, dans le cadre blanc), la densité du sable augmente au bas de l'écran, et il n'y a pas de limite millimétrique à la ligne pleurale. N'appuyez pas le bouton M si non nécessaire.

Le phénomène lfrac

Du nom modifié d'un patient. Une dyspnée sévère avec recrutement des muscles respiratoires accessoires (tirage) crée un glissement musculaire au-dessus d'un glissement pleural. Ceci peut donner l'illusion d'un signe du bord de mer avec ces machines non dédiées au poumon, car elles empêchent de localiser la ligne pleurale sans ambiguïté en mode TM. C'est une fausse note sévère si nous comparons l'échographie pulmonaire avec la musique (fig. 18.5). Tout phénomène sableux qui naît au-dessus de la ligne pleurale n'est pas un signe du bord de mer. Nous aimerions être entendu par quelques fabricants d'échographie dite critique (fig. 18.1, et voir fig. 2.5, p. 16).

Le phénomène Nogué-Armandariz

Cette rare occurrence est vue quand il y a parfait synchronisme entre glissement pleural et glissement musculaire. En mode TM, il y a une sorte de sable permanent naissant au niveau de la ligne musculaire, généré en parallèle avec le sable du

poumon. Reconnaître le glissement pleural est possible, toutefois, en temps réel. C'est un cas de plus où un usage modéré du mode TM est indiqué.

Liste de situations abolissant le glissement pleural

Pour certains qui croient que glissement pleural aboli signifie pneumothorax, voici une liste de cas démentant cette croyance.

1. Plèvre viscérale immobile (fig. 18.6)

Une histoire ancienne de pleurésie, avec adhérences pleurales [12].

Symphyse pleurale aiguë, possiblement une fréquente complication de SDRA et pneumopathie massive. Voir note physiopathologique, p. 184 au chapitre 20.

- Atélectasie complète
- Fibrose massive
- Asthme aigu très grave
- Apnée
- Arrêt cardio-respiratoire
- Intubation œsophagienne
- Intubation sélective droite (abolition sélective gauche)
- Jet ventilation

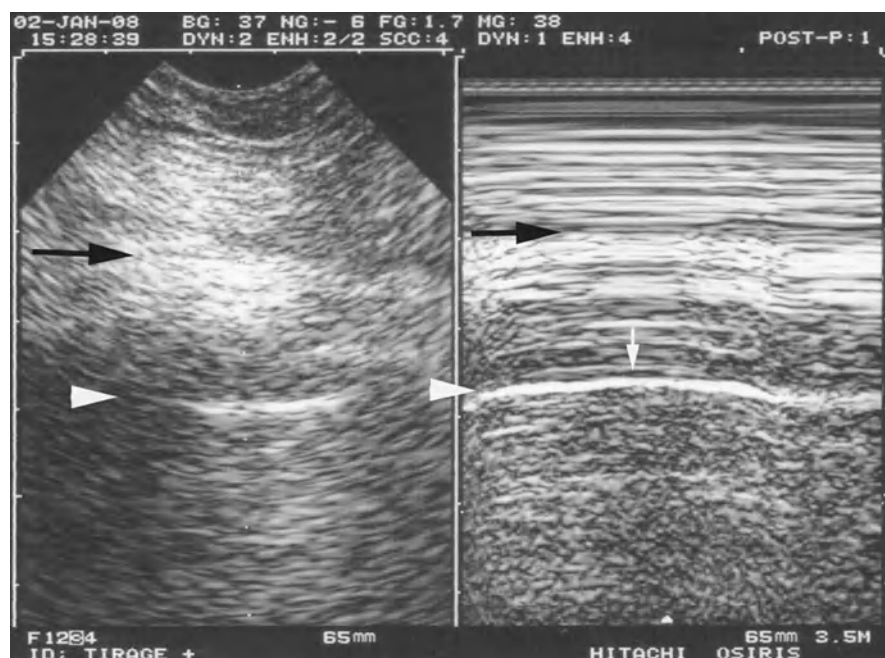


Fig. 18.5 – Le phénomène lfrac.

Gauche, temps réel. La flèche supérieure montre une interface entre muscles pectoral et intercostal. La flèche inférieure montre la ligne pleurale (signe de la chauve-souris mal défini sur cette image gelée). *Droite*, mode temps-mouvement. Cette image pourrait apparaître comme une mer agitée. Le recrutement musculaire (indiquant une forte dyspnée, ici un asthme sévère) a généré un aspect sableux débutant au niveau de la flèche supérieure, c'est-à-dire

en superficie de la ligne pleurale. Cette patiente avait-elle un pneumothorax ? La *petite flèche verticale* affiche une zone avec signe du bord de mer discret mais typique. C'est suffisant, le pneumothorax est exclu. Les images 2-D et TM étant strictement au même niveau horizontal, la distinction est facile entre ligne pleurale et ligne musculaire. Dans les urgences extrêmes (le stress se surajoutant), cette configuration est appréciée. Ici, le mode TM est vraiment approprié.

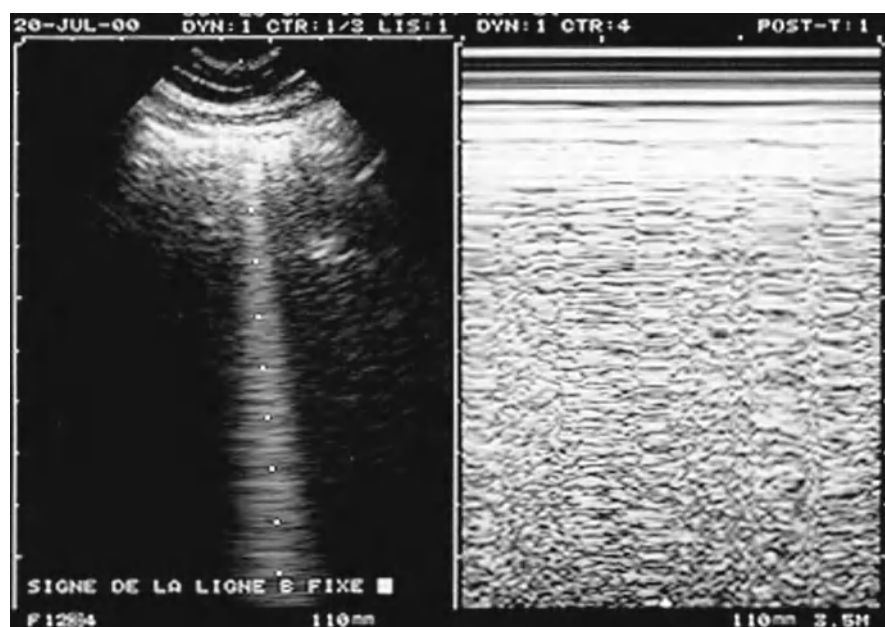


Fig. 18.6 – Ligne B immobile. La ligne b de l'image gauche est immobile. Une coupe temps-mouvement passant par elle démontre un aspect homogène (image droite). Si cette ligne B était mobile, elle échangerait à la ligne du

curseur comme un pendule, et donnerait une succession de bandes claires et sombres. Ceci indique une abolition de l'expansion pulmonaire, d'intérêt dans le BLUE-protocol.

Syndrome de compartiment abdominal, possiblement

2. Plèvre viscérale absente

- Pneumothorax
- Pneumonectomie

3. Barrières physiques

Emphysème pariétal.

4. Insuffisances techniques

Technique inappropriée : main de l'opérateur non immobile. Balayage transversal, passant par... une côte, générant des lignes M.

Appareil inadéquat. Les premières machines laptop dédiées aux urgences ont utilisé la technologie des écrans à plasma, créant une réelle régression (pour aucun gain de place en passant, lire chapitre 30).

Sonde inadéquate. Les sondes basse fréquence (2,5 MHz), spécialement les phased-array ne sont généralement pas adéquates pour étudier le glissement pleural. Les institutions travaillant déjà avec un équipement d'échocardiographie-Doppler muni de telles sondes ont pu être découragées de s'investir dans l'échographie pulmonaire.

Filtres. Ceux qui donnent des images adoucies par l'usage d'un moyennage temporel peuvent effacer tout glissement. Tel un maquillage, ces images flatteuses masquent la matière réelle, or nous voulons voir les rides, précisément. Les filtres créant la moindre rémanence (persistance de l'image) sont impropres pour l'échographie pulmonaire. Les harmoniques semblent être les filtres les plus destructeurs. L'opérateur doit, simplement, travailler en image naturelle.

Diagnostic échographique du pneumothorax – Technique de détection

Comme l'air est la seule structure investiguée, les signes de pneumothorax pourraient apparaître abstraits. L'utilisateur aura besoin d'un, deux ou trois signes (glissement pleural aboli, signe de la ligne A, point poumon). De nombreux autres signes ne sont usuellement pas requis.

Le pneumothorax est un désordre culminant. En décubitus dorsal, un pneumothorax libre se collecte sur la zone la moins dépendante, près du ciel [13]. Il sera cherché à la paroi antérieure, sonde pointant vers la Terre le long de l'axe Terre-Ciel. Tout pneumothorax libre décolle au moins la moitié inférieure de la paroi antérieure chez un patient en décubitus dorsal [14]. Tous les cas engageant le pronostic vital englobent cette zone – et plus.

Où appliquera-t-on le premier coup de sonde dans l'urgence extrême ? Chez le patient en décubitus dorsal, au BLUE-point inférieur. Chez le patient semi-assis, au BLUE-point supérieur.

Premier signe : abolition du glissement pleural

Description

Le premier signe de pneumothorax est une abolition complète du glissement pleural. L'absence de tout mouvement au niveau d'un organe vital n'est pas normale. Cet aspect est frappant pour l'utilisateur habitué. Le mode TM démontre cette abolition (rappel, l'œil de l'opérateur doit d'abord voir le temps réel). La superposition en mode TM de lignes horizontales est caractéristique d'une absence de dynamique. Rappelant des phénomènes de condensation de formations de forteresses volantes B-17 en altitude stratosphérique, ce signe a été nommé signe de la stratosphère [15] (fig. 18.7).

Évaluation du signe

Une étude conduite en réanimation médicale a analysé l'abolition du glissement pleural en Stage 1 avec le scanner comme référence. La sensibilité de l'échographie a été de 95 % dans cet article [16]. Suite à une erreur qui avait échappé aux jeunes auteurs aussi bien qu'aux *Reviewers*, la sensibilité exacte devrait être de 100 %. Les patients avec emphysème pariétal avaient été considérés à tort comme « faux négatifs », avec l'idée que le glissement pleural ne pouvait pas être analysé. C'était une mauvaise idée (providentielle, car des données arguant d'un 100 %, dans une discipline supposée ne pas exister, ne sont pas aisément acceptées) : un faux négatif supposerait un glissement pleural présent. Ou nous excluons ces patients pour non-faisabilité, ou alors nous décrivons ce qui est vu, soit aucun glissement visible. En d'autres termes, tous les cas de pneumothorax mènent à un glissement pleural aboli (ou non vu, mais jamais présent). Dans l'article en tous cas, la valeur prédictive négative est de 100 %. *Un glissement pleural normal élimine le pneumothorax.*

Nous avons eu le plaisir de voir, bien après nos observations, que le glissement pleural aboli avait été décrit comme signe de pneumothorax dans le domaine... vétérinaire [17]. Nous avons vu aussi



Fig. 18.7 – Le diagnostic échographique de pneumothorax. L'image *gauche* montre une ligne A (mal définie), et avant tout une abolition complète du glissement pleural, parfaitement démontrée sur l'image du *milieu*, avec le

mode temps-mouvement. Cet aspect fait de lignes horizontales exclusives a été nommé le signe de la stratosphère, en allusion à ces images menaçantes qui traduisaient des phénomènes stratosphériques (*image de droite*).

quelques études reprenant cette notion [18, 19]. Nous avons continué à soumettre dans ce domaine car il est vite apparu que le signe du glissement aboli était loin de résumer le diagnostic. Dans nos premières études considérant de nombreux contrôles sans désordre pulmonaire, la valeur prédictive positive était de seulement 87 % [16]. Ce taux diminuait jusqu'à 56 % quand la population contrôle incluait des SDRA [20], et tombe à 27 % quand seulement des patients en défaillance respiratoire aiguë sont considérés [21]. Durant l'évolution de SDRA ou de pneumopathie extensive sévère, le glissement pleural est aboli dans plus d'un tiers de cas. Nous répétons qu'un glissement pleural aboli n'est pas spécifique de pneumothorax (voir la liste au-dessus).

La faible spécificité du glissement pleural aboli n'est pas un problème. Il faut juste considérer d'autres signes.

Petite note de terminologie. Signe du code-barre ? Les code-barres ressemblaient à notre signe de la stratosphère. Ce terme serait de pauvre valeur descriptive (évoquant des images agréables de shopping) mais avant tout réellement confondant si l'on considère les nouveaux code-barres, qui affichent bel et bien un signe du bord de mer (fig. 18.8). Est-ce que « code-barre » est vraiment plus rapide ? « Signe du code-barre » se prononce en 1,40'' contre 1,73'' pour « signe de la stratosphère », certes. Or, le temps sauvé grâce à l'échographie (permettant de court-circuiter le scanner) est de l'ordre de l'heure. Pour 0,33'', nous pouvons

Fig. 18.8 – Signe du code-barre ? Ce code-barre souriant montre que quelques expressions peuvent être confondantes. Même si on se réfère strictement aux code-barres traditionnels, l'image sonne comme un agréable shopping en famille au supermarché un samedi ensoleillé. Le terme de stratosphère rappelle la menace d'un bombardement imminent – un événement potentiellement mortel, comme le pneumothorax.



utiliser le label « stratosphère », avec l'avantage de respecter la chronologie [15].

Deuxième signe : le signe de la ligne A

L'analyse des artefacts va s'avérer d'une aide critique quand le glissement pleural est aboli. Le signe constant est l'absence de ligne B, le signe de la ligne A (fig. 18.9).

Nous avons vu au chapitre 17 que les fusées pleurales indiquent le syndrome interstitiel [22]. Voir un poumon pathologique signifie aussi voir le vrai poumon – sans interposition aérienne. Nos données indiquent que la plèvre pariétale est incapable de générer la moindre ligne B [23].

Une analyse de pneumothorax complets a confirmé que les fusées pleurales étaient présentes dans 60 % des contrôles (ils ont eu un scanner, et ont donc des pathologies pulmonaires), et dans aucun cas de pneumothorax (fig. 18.7). L'absence de fusées pleurales, ou signe de la ligne A, avait une sensibilité de 100 % et une spécificité de 60 % pour le diagnostic de pneumothorax [23]. La valeur prédictive négative était de 100 %. *Les lignes B éliminent le pneumothorax* (fig. 18.10).

Les artefacts pulmonaires viennent au bon moment, car on bénéficie d'une combinaison parfaite. Le patient le plus à risque de pneumothorax, et le plus à risque de mal le tolérer, est

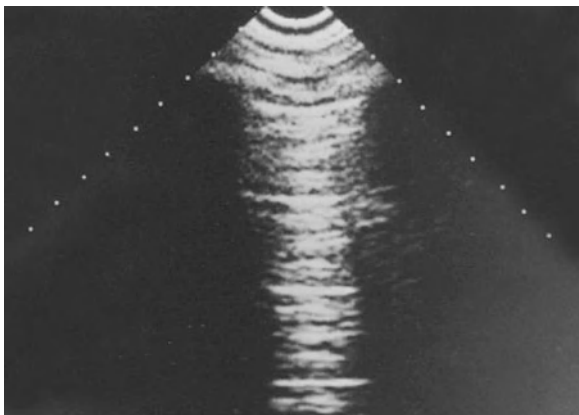


Fig. 18.9 – Pneumothorax. Présentation échographique statique. L'absence du glissement pleural n'est pas visible ici. Trois lignes A peuvent être décrites (des lignes horizontales intermédiaires, nommées lignes A' et A'' sont aussi visibles). Un balayage extensif montrerait une absence complète de ligne B, un aspect nommé signe de la ligne A. Nous montrons exprès une image prise en 1989 avec l'ADR-4000, une technologie 1982 – avec donc une valeur historique (nous la laissons libre de toute marque). Cette image a été évoquée au chapitre 17 pour démontrer la variante ligne II, qui ne devrait pas simuler une ligne B.



Fig. 18.10 – Fusées pleurales typiques. Elles permettent l'élimination immédiate du diagnostic de pneumothorax. Noter que les deux lignes B au centre sont fusiformes (variante queue d'écureuil, sans signification).

habituellement riche en fusées pleurales : pneumopathie extensive, SDRA (voir chapitre 17).

Le glissement pleural ou les fusées pleurales identifient une majorité de patients comme n'ayant pas de pneumothorax. La spécificité d'un glissement aboli avec signe de la ligne A est de 96 % pour le diagnostic de pneumothorax complet [23].

Note technique : des collègues sont déconcertés par l'idée que les lignes A se voient dans le pneumothorax comme le poumon normal. Ils comprennent mieux s'ils réalisent que la ligne A ne représente rien d'autre que l'air. Air physiologique, air du pneumothorax, jusqu'à l'air atmosphérique à l'origine des lignes « H », dont le centre est un équivalent de la ligne A (fig. 18.4).

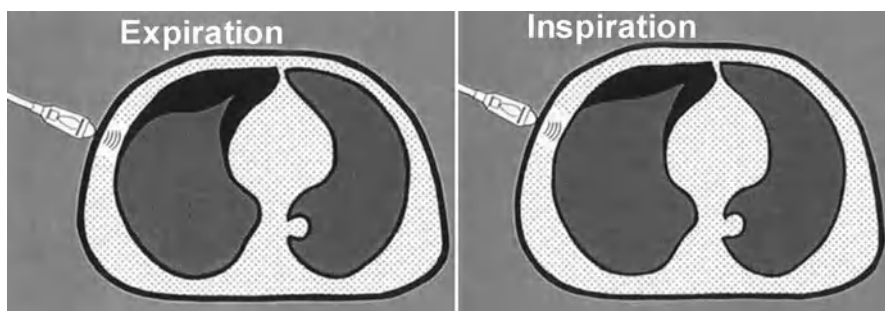
Troisième signe : le point poumon, un signe spécifique de pneumothorax

En utilisant le glissement pleural ou les lignes B, nous pouvons aisément éliminer le pneumothorax. Nous allons à présent pouvoir l'affirmer.

Principe

Un glissement pleural aboli avec lignes A peut être vu chez tout poumon qui n'a pas de liberté de mouvement (voir au-dessus les nombreuses causes) ni œdème interstitiel. Une spécificité de 100 % est ici requise car la conséquence du diagnostic est d'insérer une aiguille chez un patient en état critique (ou alors l'échographie ne devrait pas être utilisée).

Fig. 18.11 – Le point poumon, physiopathologie. À gauche, la sonde est face au pneumothorax, en expiration. À droite, après inspiration, le poumon a discrètement augmenté son volume, et c'est à présent lui-même qui est face à la sonde, laquelle est restée immobile.



On doit imaginer que tout poumon augmente de volume en inspiration, qu'il soit en ventilation spontanée comme mécanique, qu'il soit accolé ou décollé. Si le poumon collabé a un contact avec la paroi, une discrète augmentation de volume en inspiration va augmenter le contact avec la paroi. À cet endroit précis, limite entre l'air vivant du poumon et l'air inerte du pneumothorax, va apparaître un signe caractéristique (fig. 18.11).

Le signe

Quand (et seulement quand) l'opérateur a détecté en Stage 1 une image suspecte de pneumothorax, c'est-à-dire glissement pleural aboli avec signe de la ligne A, la sonde est déplacée latéralement, jusqu'à

ce que soit identifié un aspect soudain et fugace, donc à une localisation précise de la paroi et le long d'une ligne définie, à un moment précis du cycle respiratoire, habituellement l'inspiration, sonde strictement immobile. L'aspect vu peut être un glissement, des fusées (fig. 18.12). La localisation est constante tant que la taille du pneumothorax reste stable. Ce signe a été appelé le point poumon.

Évaluation du point poumon

Nos observations prolongées en réanimation depuis 1989 confirment que le signe est pathognomique. En comparant des pneumothorax et contrôles selon le scanner, le point poumon avait une sensibilité de 66 % et une spécificité de 100 % [20]. Quand

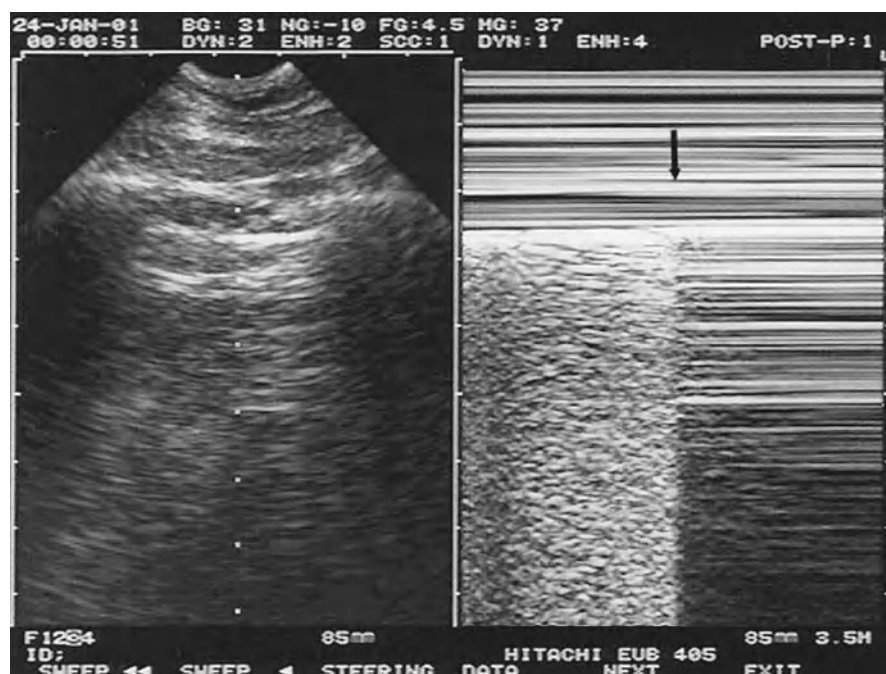


Fig. 18.12 – Le point poumon. En temps réel (gauche), non représenté, un mouvement inspiratoire fugace a été perçu sur la ligne pleurale le long de la ligne axillaire moyenne, chez un jeune patient avec pneumothorax de volume

moyen. Le mode temps-mouvement (droite) montre que l'apparition, ou ici la disparition de signes pulmonaires est immédiate, obéissant à une loi du tout ou rien (flèche).

l'attention est portée sur le pneumothorax radio-oculte, la sensibilité augmente jusqu'à 79 % [15]. *Le point poumon confirme le pneumothorax.*

Commentaires

Le point poumon met en lumière la haute sensibilité de l'échographie à révéler l'air sous ses formes vivante et inerte. Le glissement pleural obéit à une loi du tout-ou-rien. Le point poumon prouve qu'un pneumothorax même minime, millimétrique, est détecté avec acuité. Il confirme que la technique de recherche du glissement et la machine utilisée (filtres, sonde etc) sont correctes.

Le pneumothorax majeur avec rétraction complète ne touchera pas la paroi, expliquant la faible sensibilité de l'échographie pour ces cas. Les cas radio-ocultes sont souvent antérieurs, expliquant la haute sensibilité de l'échographie.

La coexistence sur un même poumon d'un glissement aboli avec lignes A sur une zone, et d'un glissement présent ou lignes B sur une autre zone, mais sans point poumon peut à l'occasion être vue. L'atélectasie lobaire, une adhérence focale pourraient expliquer cet aspect.

Sur un examen hâtif, la dynamique respiratoire du foie ou de la rate peuvent grossièrement simuler un point poumon. Nous pourrions appeler ce signe le « point foie ». Pour éviter toute confusion, le principe n° 3 de l'échographie pulmonaire devrait être suivi, c'est-à-dire la pose de la sonde sur des points standardisés pour éviter les organes abdominaux (les BLUE-points). En cas de doute, le point foie alterne du

poumon vivant (fusées pleurales, glissement pleural) avec un organe tissulaire, et non pas de l'air inerte.

Variantes du point poumon

Le demi-point poumon (*half lung point*). Le poumon collabé atteint usuellement la paroi de manière frontale, créant un changement soudain d'aspect de toute la ligne pleurale. Il la touche quelquefois de manière « latérale », créant un aspect plus doux, que nous appelons le demi-point poumon.

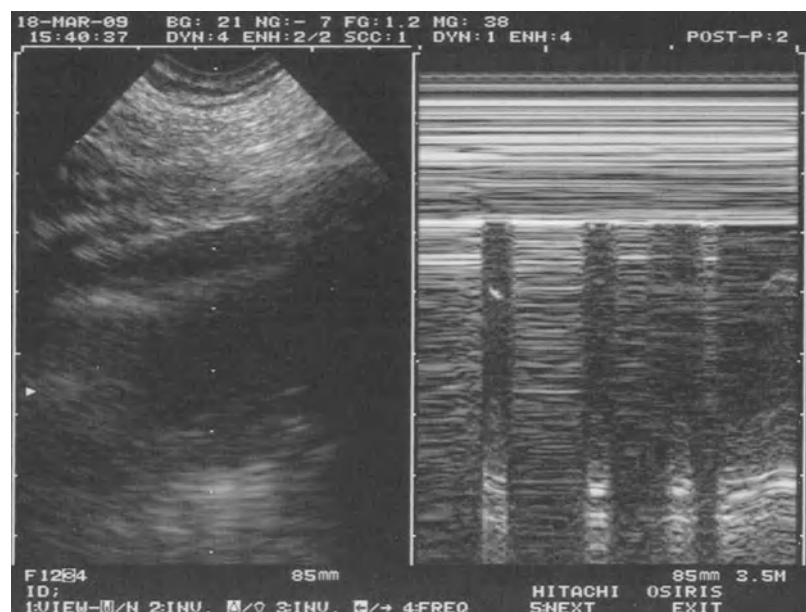
Le point cœur (*heart point*). Dans quelques cas, sur l'aire parasternale, une visualisation soudaine du cœur remplaçant un aspect de lignes A sans glissement est un équivalent de point poumon.

Le point poumon à bascule. Très rarement, des phénomènes de bascule font que c'est à l'expiration qu'apparaît, en certains points, le point poumon. Cela ne change rien au concept.

Signes additionnels de pneumothorax

D'autres signes sont parfois utiles. Le signe du remous, qui a un équivalent au niveau abdominal pour le diagnostic d'occlusion (voir fig. 6.19, p. 48), indique l'hydropneumothorax. La collection liquidienne flotte librement dans une cavité pleurale dépressurisée. En conséquence, quand la sonde est appliquée à fleur de lit et quand des mouvements sont doucement transmis au patient, l'épanchement liquidien pleural barbotte d'une façon caractéristique (fig. 18.13).

Fig. 18.13 – Le signe du remous. *L'image de gauche* montre un épanchement pleural. *Image de droite* : une succession rapide d'artefacts aériques, venant de la ligne pleurale, alternant avec des sons transmis est clairement visible. Le rythme n'est attribuable ni à la respiration ni au cœur, mais au remous du fluide dans une cavité dépressurisée. Cas d'hydropneumothorax.



La détection d'images alvéolaires antérieures (lignes C notamment, voir p. 138) élimine d'emblée le pneumothorax libre.

Évaluation et évolution de la taille du pneumothorax

Évaluation. Elle soulève un double problème.

1. Si nous comparons l'échographie avec la radiographie, de pauvres résultats sont attendus, car ce n'est pas un gold standard acceptable [3-7].
2. Si nous prescrivons un scanner quand une radiographie a déjà montré le pneumothorax (même avec mauvaise estimation du volume), nous soulevons l'issue éthique d'une irradiation non justifiée.

Avec ces lourdes limitations à l'esprit, nous avons déjà établi une corrélation pour les cas radio-occultes, c'est-à-dire ceux où le scanner était la seule preuve irréfutable [15]. La localisation du point poumon était corrélée avec le besoin d'insérer un drain thoracique (décidé par l'équipe traitante de façon indépendante) : drainage indiqué dans 8 % des cas quand le point poumon était antérieur, *versus* 90 % de cas quand il était latéral [15]. Le point poumon latéral indique ainsi un pneumothorax substantiel. Un point poumon antérieur est corrélé avec un pneumothorax minime et généralement radio-occulte [15]. Un tiers des patients avec pneumothorax radio-occulte avait besoin d'un drainage thoracique. Le pneumothorax majeur donne un point poumon très postérieur, ou absent. D'autres études avec une plus large utilisation du scanner ont confirmé ces résultats [24].

Il faut définir ce qu'est un pneumothorax « minime ». Une feuille de papier A4 a une épaisseur minime (moins d'un mm), mais aussi une surface extensive (21 × 29,7 cm). Ceci explique pourquoi les cas même minimes sont aisément détectés par l'usage des BLUE-points standardisés.

Évolution. Ce point soulève un léger problème.

Un trait doit être présent à l'esprit : un pneumothorax se comporte comme une condition instable. Son volume peut changer soudainement, notamment si la fistule se comporte comme une valve, possiblement mobile avec les changements de position du patient (théorie personnelle). Le volume du pneumothorax peut aussi spontanément diminuer et disparaître, même sous ventilation mécanique (en adoptant des stratégies de ventilation « douces »). Nous l'avons prouvé à plusieurs reprises en utilisant l'échographie comme gold standard, chez

des patients sous ventilation (données donc non publiables).

Ce paragraphe est inséré afin de rendre attentif au fait que si l'on veut standardiser des études comparant radiographie, scanner, échographie, tout retard peut créer des distorsions.

De manière pragmatique, quand un pneumothorax est détecté et la tolérance correcte, nous contrôlons la localisation du point poumon à intervalles réguliers. Stable sur quelques cycles, il peut avec le temps se dégrader ou se résorber.

Une place pour l'étude en Stage 4 ?

Le Stage 4, balayage pulmonaire complet, inclut les parties postérieures (nécessitant une mise latérale ou assise) et l'apex. Si l'on veut diagnostiquer les petits cas de pneumothorax apical chez les patients non critiques, souvent assis, l'analyse de l'apex est à développer. Elle est plus difficile, car la géométrie est complexe (clavicule, creux sus-clavier) et les repères sont moins disponibles qu'avec les coupes intercostales. Toutefois, un glissement pleural discret peut être clairement visible (c'est paradoxal quand on sait que l'apex est un starting block) et des lignes B peuvent être visibles. Dans ces deux cas, un très petit pneumothorax peut être éliminé avec confiance. Noter que seule notre sonde micro-convexe a l'ergonomie et la résolution correctes.

Quelle conduite face à une situation critique quand manque le point poumon ?

Il s'agit de ces patients asphyxiques ayant glissement aboli et signe de la ligne A, en *antéro-latéro-postérieur*. Il n'y a pas de place ici pour un examen traditionnel (radiographie voire scanner). Un excès de purisme condamnerait ces formes massives à être étiquetées faux-négatifs. Or, la non-considération du point poumon crée des faux-positifs tout aussi illégitimes. La « variante australienne » (car née à Sydney, début 2011) répond aux inquiétudes de nos collègues, et illustre idéalement la philosophie du BLUE-protocol. Cette variante donne déjà une spécificité de 96 % [23]. Associée au moindre signe clinique de suspicion (douleur, tympanisme, etc.), la « variante australienne » offre une quasi-certitude, qui commande au moindre signe de mauvaise tolérance un drainage immédiat de raison.

Potentiels diagnostiques

1. Les cas spontanés vus aux urgences ont en général déjà une radiographie. Nous acceptons ce point provisoirement, mais mettons toute notre énergie à empêcher les incidences de profil, inutiles, ou expiratoires, dangereuses. Le patient est monitoré par l'échographie seule. Les femmes enceintes et les enfants devraient bénéficier de cette approche minimalement invasive.
2. Si le pneumothorax survient sous ventilation mécanique, un jeune intensiviste peu familier avec l'échographie demandera une radiographie, mais se préparera déjà pour l'insertion du drain, procédant dès que la radiographie revient : aucun moment n'est perdu. Si le patient a une pauvre tolérance et initie une bradycardie, l'intensiviste est en place optimale pour traiter.
3. Sur site, le patient traumatisé va de plus en plus bénéficier de l'échographie en substitution à ces insertions aveugles de drains qui étaient notre seul choix.
4. En routine après ponction pleurale ou cathétérisme sous-clavier : un signe du bord de mer remplacera la radiographie dans le dossier.

Potentiel thérapeutique

Le drain est inséré à distance du point poumon. Nous n'utilisons plus les repères cliniques traditionnels (nous les avons oubliés), ni le document radiologique (ceux qui désirent quand même l'utiliser doivent savoir que le patient peut être debout pour la radiographie, et en décubitus dorsal pour l'insertion du drain, ce qui modifie les rapports). Le drain posé, l'aspiration est initiée, sonde posée sur la paroi. L'échographie est un outil unique pour voir que la réexpansion pulmonaire peut être très rapide : quelquefois deux minutes. Sachant ceci, nous préférons mener des aspirations progressives pour éviter des changements si soudains. Une coupe TM est prise, afin de garder une preuve visuelle (avec la mention BLUE-point supérieur/Stage 1', par exemple). Faire une radiographie pour voir si le drain est bien placé ? Inutile, si un glissement pleural antérieur a remplacé un signe de la stratosphère : le drain fait son travail. Quand le drain est clampé, la persistance du glissement pleural indique que la fuite est comblée. Une récurrence du signe de la stratosphère signifie une fuite encore active. Le drain est finalement retiré après que le clampage ait été jugé efficace selon ces manœuvres dynamiques échographiques. Une dernière échographie est prise

après ablation du drain. Avec une telle gestion, on devrait trouver dans le dossier du patient une seule radiographie, celle faite à l'admission (en l'absence de grossesse).

Pièges et limitations

Il n'y a pas de piège réel, seulement quelques limitations.

Emphysème pariétal

Il stoppe les ultrasons, empêchant la reconnaissance des structures sous-jacentes. Les formes mineures sont un problème pour le débutant, les cas extrêmes peuvent être un gros problème pour un opérateur expérimenté.

L'emphysème pariétal peut générer de multiples artefacts en queue de comète, ressemblant aux lignes B. Des bulles d'air dispersées au hasard vont dessiner une sorte de « W » : les lignes W (voir fig. 25.4, p. 248). Quand la collection gazeuse génère une large bande régulière entre deux muscles, les queues de comètes peuvent être alignées, naissant d'une ligne horizontale (fig. 18.14). Ces lignes, alors nommées lignes E (pour Emphysème), simulent des lignes B naissant d'une ligne pleurale à

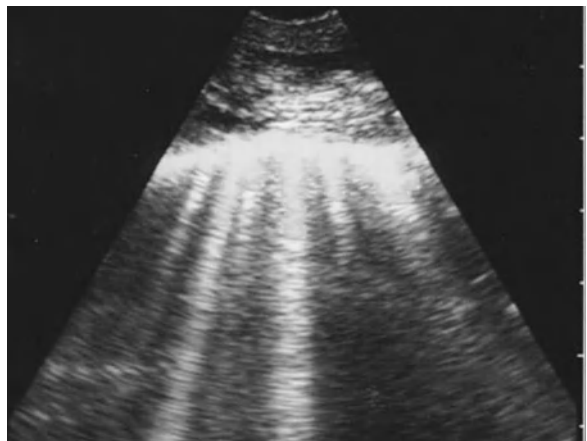


Fig. 18.14 – Lignes E. Sur cette coupe longitudinale de la paroi thoracique chez un patient traumatisé, des artefacts en queue de comète bien définis sont visibles, quelques-uns s'étendant jusqu'au bord de l'écran. Ils pourraient donner l'illusion de fusées pleurales. Toutefois, aucune côte n'est identifiée : pas de signe de la chauve-souris. Nous ne sommes plus dans l'échographie pulmonaire. La ligne hyperéchogène discontinue d'où naissent les queues de comètes n'est pas la ligne pleurale. Couche d'emphysème pariétal chez un patient avec pneumothorax massif. Ces lignes ont été nommées lignes E (E pour Emphysème).



Fig. 18.15 – La situation le permettant, la main de l'opérateur doit être autant que possible bien immobile, capable d'attendre... sans fatigue, tel un *sniper*.

Une main non stable est un facteur sûr d'échec. Seul le patient (son poumon) est censé bouger.

toute première vue : un piège mortel pour le débutant. Or, de même qu'une partition musicale sans clé ne doit être utilisée, le réanimateur va d'abord contrôler le signe de la chauve-souris. L'emphysème pariétal empêche sa reconnaissance, et ceci permet le diagnostic d'air extra-thoracique. Cette ligne horizontale hyperéchogène visible n'est pas la ligne pleurale. Sans le signe de la chauve-souris (accessible en coupes longitudinales seulement), nous ne sommes pas dans l'échographie pulmonaire. À ce point, nous conseillons à u débutant d'éteindre la machine, et de faire avec les outils traditionnels, si l'urgence le permet.

À présent pour les non-débutants, la clé dans ces cas est l'échographie de compression thoracique (*compression lung ultrasound examination*). Notre sonde à petite surface peut exercer une pression (s'il n'y a pas de douleur prévisible – fracture de côte, etc.) avec douce manœuvre de Carmen. Les collections aériques sont petit à petit chassées entre la sonde et la paroi rigide. À un moment, telle une piste d'atterrissage salvatrice apparaissant à travers le brouillard, deux larges ombres acoustiques vont apparaître : les côtes. La ligne pleurale, plus ou moins dégradée, peut être localisée dès ce moment (*bat in the fog*). La manœuvre de Carmen permanente rend cette localisation plus facile. On peut dès lors apprécier si le glissement pleural est présent (évitant le transfert au scanner), ou absent associé avec lignes A (rendant le pneumothorax probable). Même un point poumon peut quelquefois être détecté. La manœuvre de Mocelin (un Ceurfer brésilien) est une exception à la règle de repérer la ligne pleurale par son rapport aux côtes (signe de

la chauve-souris), puis seulement d'y chercher un glissement. Dans ces conditions si dégradées, il faut utiliser le moindre indice. La détection d'un scintillement caractéristique de cette ligne, au sein du « brouillard » de l'emphysème sous-cutané, permet de localiser la ligne pleurale avec certitude, et de conclure en l'absence de pneumothorax.

Noter que les lignes E et W sont immobiles.

Pneumothorax postérieur

Une telle localisation est rare. Mal tolérée cliniquement, elle est encore plus rare. Un signe paradoxal mais théorique est attendu : un glissement pleural antérieur aboli. Il est attendu parce qu'un pneumothorax postérieur ne peut se développer que s'il y a symphyse pleurale massive (donc antérieure). De même, un glissement pleural antérieur devrait éliminer la possibilité physique d'un pneumothorax postérieur. Un signe logique de pneumothorax devrait être l'absence de fusées postérieures, une constatation surprenante après un séjour prolongé en décubitus dorsal.

Pneumothorax doisonné et complexe

Certains pneumothorax sur poumon très pathologique peuvent avoir des formes complexes dans l'espace, avec larges zones d'adhérences, larges cloisons, brides. On est ici dans une limitation, parce que tout le paysage est immobile. S'il n'y a pas d'atteinte interstitielle ou alvéolaire

en regard de la zone juxtant la zone décollée, les lignes A immobiles se suivront sans transition. Ce diagnostic est réellement subtil. Évidemment, de tels cas ne peuvent pas générer de point poumon (on comprend pourquoi ce signe est requis pour un diagnostic de certitude). C'est ici le temps pour demander un scanner traditionnel. À noter que les fusées du SDRA, inflammatoires, sont bien plus stables que les fusées hémodynamiques. Ainsi, la disparition soudaine de fusées inflammatoires est suggestive.

Dyspnée majeure

Elle nécessite de distinguer le glissement pleural du glissement musculaire généré par les muscles respiratoires accessoires (particulièrement dans la variante Nogué-Armandariz). Noter que ce souci n'affecte pas le pneumothorax sans dyspnée, c'est-à-dire la majorité des cas idiopathiques et ceux surveillant sous ventilation mécanique. L'agitation rend l'examen plus délicat avec les équipements laptop traditionnels et certaines techniques prônées ci et là (approche transversale).

Pansements

La plupart des pansements sont volumineux (particulièrement autour des drains thoraciques) et empêchent l'analyse échographique. Notre solution est de « penser échographie », c'est-à-dire éviter de couvrir le patient inutilement.

Le drain est-il intraparenchymateux?

Toutes les conditions sont présentes pour faire de cette question un défi : le pansement est à la pire localisation, un emphysème sous-cutané est parfois présent, et un poumon qui n'est pas pleinement consolidé ne va jamais donner une fenêtre acoustique satisfaisante pour un diagnostic aussi subtil.

Matériels sous-cutanés (balles, éclats d'obus, divers)

Cette situation, heureusement rare chez nous, quotidienne dans certaines zones instables, génère des queues de comètes qui ne sont pas des lignes B car elles naissent au-dessus de la ligne pleurale, dans les tissus mous.

Erreurs techniques

Utiliser une technique autre que la voie longitudinale, avoir des filtres non adéquats, une main non stable, confondre les lignes B, E et Z, ne pas connaître la variante mangrove, choisir des machines inappropriées, une sonde inappropriée... sont des erreurs qu'une formation correcte réduit efficacement.

Le futur de l'échographie

Demander des tests de confirmation (radiographies, scanners) peut être valable dans la courbe d'apprentissage de l'échographie, mais demander ces tests en permanence reviendrait à faire de l'échographie une perte de temps. Elle offre tant d'avantages qu'un investissement mineur est valable. Et l'utilisateur va bénéficier :

- d'un diagnostic immédiat, plus rapide que la radiographie la plus rapide (et évidemment que le plus rapide des scanners) ;
- d'un diagnostic d'exclusion immédiat, en routine (patients ventilés, procédure invasive, défaillance respiratoire...) ;
- une sensibilité supérieure à la radiographie au lit : quelques millimètres d'épaisseur sont suffisants. Depuis la naissance de la radiographie, les médecins ont craint les pneumothorax « retardés », ceux qui se dévoilaient quelques heures après insertion de cathéters sous-claviers avec radiographie de contrôle normale. Ces formes « retardées » n'ont probablement... jamais existé. Cette notion met en lumière une profonde insuffisance de la radiographie de contrôle faite trop tôt ;
- une ouverture au diagnostic pré-hospitalier ;
- des économies majeures, une providence pour la plupart des Terriens ;
- une diminution majeure en irradiation, d'intérêt spécial pour l'enfant et la jeune femme.

Le potentiel est de plus en plus utilisé [24-27].

Pour en revenir à l'irradiation, il pourrait sembler pathétique d'investir dans l'échographie pulmonaire pour éviter quelques radiographies, si un scanner est programmé pour documenter un pneumothorax idiopathique – irradiation équivalente à 100-200 radiographies. La principale information, c'est-à-dire recherche d'une anomalie contrôlée, est peu valable car 89 % de patients ont de telles anomalies, et le scanner ne contribue pas à prédire un nouveau pneumothorax [28].

Dix points principaux caractérisant le pneumothorax

1. Un pneumothorax libre se projette sur les zones antérieures chez le patient en décubitus dorsal.
2. La première étape est la reconnaissance du signe de la chauve-souris, qui localise la ligne pleurale.
3. Les BLUE-points rendent la recherche effective en quelques secondes.
4. L'échographie est supérieure à la radiographie de thorax au lit pour la détection du pneumothorax.
5. Une sonde cardiaque est habituellement inadéquate, une sonde linéaire est limitée pour un usage corps entier, une sonde abdominale est trop grosse mais peut représenter le meilleur compromis.
6. Le glissement pleural élimine le pneumothorax.
7. Le glissement pleural est aboli par l'atélectasie, la symphyse pleurale aiguë, toutes causes de dégradation de l'expansion pulmonaire, et de grossières erreurs techniques : abus de filtres, réglage de gain inapproprié, sonde inappropriée...
8. Les lignes B éliminent le pneumothorax à l'endroit où elles sont observées.
9. Le point poumon est un signe spécifique de pneumothorax (et dans le même temps, en indique la taille).
10. Faites un usage modéré du mode temps-mouvement.

Références

1. Kollef MH (1991) Risk factors for the misdiagnosis of pneumothorax in the intensive care unit. *Crit Care Med* 19: 906-10
2. Pingleton SK, Hall JB, Schmidt GA (1998) Prevention and early detection of complications of critical care In: Hall JB, Schmidt GA, Wood LDH (eds) *Principles of critical care*, 2nd ed, McGraw Hill, New York, p. 180-4
3. Tocino IM, Miller MH, Fairfax WR (1985) Distribution of pneumothorax in the supine and semirecumbent critically ill adult. *Am J Roentgenol* 144: 901-5
4. Kurdziel JC, Dondelinger RF, Hemmer M (1987) Radiological management of blunt polytrauma with CT and angiography: an integrated approach. *Ann Radiol* 30: 121-4
5. Hill SL, Edmisten T, Holtzman G, Wright A (1999) The occult pneumothorax: an increasing diagnostic entity in trauma. *Am Surg* 65: 254-8
6. McGonigal MD, Schwab CW, Kauder DR, *et al.* (1990) Supplemented emergent chest CT in the management of blunt torso trauma. *J Trauma* 30: 1431-5
7. Gobien RP, Reines HD, Schabel SI (1982) Localized tension pneumothorax: unrecognized form of barotrauma in ARDS. *Radiology* 142: 15-9
8. Enderson BL, Abdalla R, Frame SB, *et al.* (1993) Tube thoracostomy for occult pneumothorax: a prospective randomized study of its use. *J Trauma* 35: 726-30
9. Steier M, Ching N, Roberts EB, Nealon TF Jr (1974) Pneumothorax complicating continuous ventilatory support. *J Thorac Cardiovasc Surg* 67: 17-23
10. Holzapfel L, Demingon G, Benarbia S, *et al.* (1990) Diagnostic du pneumothorax chez le malade présentant une insuffisance respiratoire aiguë. Évaluation de l'incidence en décubitus latéral. *Réan Soins Intens Med Urg* 1: 38-41
11. Lichtenstein D, Lascols N, Prin S, Mezière G (2003) The lung pulse: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 29: 2187-92
12. Laënnec RTH (1819) *Traité de l'auscultation médiate, ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur*. Paris: J.A. Brosson & J.S. Chaudé. New York: Hafner 1962
13. Chiles C, Ravin CE (1986) Radiographic recognition of pneumothorax in the intensive care unit. *Crit Care Med* 14: 677-80
14. Lichtenstein D, Holzapfel L, Fria J (2000) Projection cutanée des pneumothorax et impact sur leur diagnostic échographique. *Réan Urg* 9 [Suppl 2]: 138
15. Lichtenstein D, Mezière G, Lascols N, *et al.* (2005) Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 33: 1231-8
16. Lichtenstein D, Menu Y (1995) A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding. *Chest* 108: 1345-8
17. Rantanen NW (1986) Diseases of the thorax. *Vet Clin North Am* 2: 49-66
18. Wernecke K, Galanski M, Peters PE, Hansen J (1989) Sonographic diagnosis of pneumothorax. *ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed* 150: 84-5
19. Targhetta R, Bourgeois JM, Balmes P (1992) Ultrasonographic approach to diagnosing hydropneumothorax. *Chest* 101: 931-4
20. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (2000) The lung point: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 26: 1434-40
21. Lichtenstein D, Mezière G (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE-protocol. *Chest* 134: 117-25
22. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, *et al.* (1997) The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 1640-6
23. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (1999) The comet-tail artifact, an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 25: 383-8
24. Soldati G, Testa A, Sher S, *et al.* (2008) Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest* 133: 204-11
25. Dulchavsky SA, Hamilton DR, Diebel LN, *et al.* (1999) Thoracic ultrasound diagnosis of pneumothorax. *J Trauma* 47: 970-1
26. Maury E, Guglielminotti J, Alzieu M, *et al.* (2001) Ultrasonic examination: an alternative to chest radiography after central venous catheter insertion? *Am J Respir Crit Care Med* 164: 403-5
27. Blaivas M, Lyon M, Duggal S (2005) A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Acad Emerg Med* 12: 844-9
28. Sahn SA, Heffner JE (2000) Spontaneous pneumothorax. *New Engl J Med* 342: 868-74

Les patients les plus sévèrement atteints sont ceux qui peuvent le moins bénéficier du scanner ou de l'IRM. L'échographie au lit résoud élégamment ce paradoxe.

À présent que nous sommes familiers avec l'échographie pulmonaire, nous allons voir quatre principaux potentiels cliniques : comment être capable de diminuer l'irradiation médicale (le présent chapitre). Comment contrôler une défaillance respiratoire aiguë (chapitre 20). Comment faire bénéficier le nouveau-né en état critique de cette approche (chapitre 21). Comment simplifier l'échographie cardiaque (chapitre 22), en l'enrichissant de l'échographie pulmonaire pour l'évaluation hémodynamique (chapitre 23).

Quelques académiciens ont trouvé que l'échographie pulmonaire était une idée futile eu égard aux progrès technologiques de l'imagerie. C'était extrêmement faux en 1986, à nos débuts, l'heure pour une révolution absolue. À l'ère actuelle des scanners multibarrettes ultrarapides, et malgré leur apport incontestable, cette position reste encore très discutable, si l'on prend soin d'analyser les inconvénients occultes du scanner. Nous allons voir pourquoi l'échographie peut éviter la plupart des transferts à ce traditionnel géant de l'imagerie.

L'échographie pulmonaire face aux standards en imagerie traditionnelle chez les patients en état critique

Les cinq chapitres précédents ont montré comment l'échographie fait mieux que la radiographie au lit pour la plupart des indications critiques. Nous devons garder cette technique centenaire [1, 2] pour des indications particulières (besoin d'une vue d'ensemble, localisation exacte de voies centrales...).

Il pourrait sembler impertinent de comparer à présent l'échographie avec le scanner. C'est pourtant ce que nous faisons quotidiennement. Durant des décennies, l'échographie thoracique était cantonnée au diagnostic d'épanchement pleural

liquidien [3-5], quand cette simple application n'était pas oubliée [6]. En conséquence, pour de nombreux médecins, l'alternative à la radiographie au lit pour l'évaluation en urgence du poumon était le scanner [7], un dilemme que l'échographie va résoudre tranquillement.

L'échographie pulmonaire et la radiographie au lit

Un nombre croissant d'intensivistes se rendent compte des faiblesses de la radiographie thoracique au lit [8-15]. Des diagnostics basiques sont occultés : pneumothorax (même sous tension), épanchements pleuraux (jusqu'à 500 mL), consolidations pulmonaires (surtout des lobes inférieurs), et syndrome interstitiel (à un point que ce diagnostic n'est même pas requis d'une radiographie au lit). La sommation des images rend les désordres difficiles à interpréter. Quelques radiologues de renom savent comment lire ces radiographies au lit, mais ils ne sont pas disponibles 24/7/365 dans les petits hôpitaux non universitaires. Nous avons l'évidence que l'étude des dix signes échographiques est bien plus reproductible. Que la radiographie soit normale ou très anormale (poumon blanc), l'échographie rend immédiatement compte de la part alvéolaire, interstitielle, pleurale, etc.

La radiographie est disponible seulement au sein des hôpitaux. Pour toutes les autres situations (des enfants déshérités des villages indiens aux astronautes isolés dans ces vaisseaux spatiaux), la radiographie n'est pas une option. Enfin, le potentiel irradiant de la radiographie est un souci chez chaque femme enceinte, chaque enfant, ou, par extension, toute personne.

Les tableaux XIX.I et XIX.II montrent pourquoi l'échographie montre habituellement ce que la radiographie ne peut pas montrer.

Tableau XIX.I – Désordres qui peuvent être manqués ou confondus avec d'autres désordres par la radiographie au lit (entre parenthèses, diagnostics qui sont portés par erreur).

Par rapport au scanner	Épanchement pleural	Consolidation pulmonaire	Syndrome interstitiel	Pneumothorax libre	Sujet normal
Faux négatifs	– localisation rétro diaphragmatique (<i>normal</i>) – localisation extensive mais postérieure (<i>normal, ou syndrome alvéolaire</i>)	– trop petite lésion (<i>normal</i>) consolidation totalement cachée par la coupole (<i>normal</i>) – consolidation partiellement cachée par la coupole avec comblement du cul-de-sac (<i>épanchement pleural</i>) – sommation de consolidation sans bronchogramme aérique avec épanchement pleural (<i>épanchement pleural</i>)	– image trop petite (<i>normal</i>) – aspects trop denses (<i>syndrome alvéolaire</i>) – sommation avec images postérieures pleurales et alvéolaires (<i>syndrome alvéolaire ou pleural</i>)	– ligne pleurale non tangentielle aux rayons X (<i>normalité</i>)	– non applicable
Faux positifs	– consolidation pulmonaire basale oblitérant le cul-de-sac	– épanchement pleural avec localisation diffuse postérieure – quelques épanchements pleuraux interscissuraux – sommation d'images pleurales avec syndrome interstitiel de haut degré	– aucun	– aucun	– syndrome interstitiel (si faible inspiration) – pneumothorax (pli cutané)

Tableau XIX.II – Désordres qui peuvent être manqués ou confondus avec d'autres désordres par l'échographie (entre parenthèses, diagnostics qui sont portés par erreur).

Par rapport au scanner	Épanchement pleural libre	Consolidation pulmonaire	Syndrome interstitiel	Pneumothorax	Sujet normal
Faux négatifs	(1)	– lésion profonde (<i>normal</i>) – localisation non balayée (<i>normal</i>)	(1)	– absence de point poumon (2)	(1)
Faux positifs	(1)	– thymus – quelques collections pleurales localisées échogènes	(1)	(1)	(1)

(1) Condition non encore considérée à ce jour.

(2) En cas de point poumon absent, chez ces patients avec glissement pleural aboli et absence de lignes B, il est préférable pour l'échographie de ne pas conclure, car une compliance effondrée sur un poumon non interstitiel peut expliquer un tel aspect.

L'échographie pulmonaire et la tomодensitométrie thoracique

Le scanner est un géant de l'imagerie. Il a l'avantage majeur de fournir une vue d'ensemble facile à interpréter. Nous respectons cet outil précieux qui a sauvé de nombreuses vies, mais nous nous devons, pour donner une place à l'échographie à côté de ce standard, de rappeler sept de ses inconvénients.

1. Le coût (machine, maintenance...).

Pour nous, c'est un problème mineur. Pour plus de deux tiers des patients sur Terre, qui ne verront jamais un scanner, c'est un problème critique.

2. L'irradiation.

Les institutions qui ont le privilège d'offrir le scanner doivent maintenant faire face à son haut degré d'irradiation : 200 à 300 fois la valeur d'une radiographie thoracique. Les effets secondaires néfastes du scanner sont à présent reconnus [16-19]. L'investigation des désordres pulmonaires chez les femmes enceintes soulève un problème majeur [20]. Les radiographies diagnostiques sont la plus large source d'exposition artificielle aux radiations, la source de 0,6-3,2 % de risque cumulatif de cancer [18, 19]. Quand un scanner est pratiqué sur le thorax d'une femme

de 30 ans ou moins, le risque de cancer du sein est augmenté de 35 % [21]. L'exposition avant l'âge d'un an rend compte pour 3 %, l'exposition dans l'enfance (1-14 ans) pour 19 % de cancers liés aux radiations [18]. Depuis longtemps, des auteurs ont mis le doigt sur ces inconvénients, mais sans proposer de réelles alternatives [22].

3. Le délai.

Quelques experts anonymes avaient trouvé que l'échographie pulmonaire était une idée mineure, pour le motif que le scanner fournissait toutes les réponses en 10 secondes. Non seulement cette vision a mené à des rejets innombrables de manuscrits, retardant des publications princeps, mais avant tout ce n'est simplement pas vrai. Alors que l'échographie pulmonaire était pleinement mature, depuis 1982 (ou moins), les scanners étaient dans leur enfance. L'acquisition était longue (une issue mortelle pour quelques patients). À présent, les scanners sont dits rapides. Mais le temps efficace réel, c'est-à-dire le moment où l'équipe thérapeutique en arrive au point qu'un scanner est nécessaire chez ce patient ventilé, argumente avec le radiologue, prépare le patient, l'amène à la salle du scanner, puis sur la table, assiste à l'acquisition (dix secondes donc), comprend les résultats du scanner, ramène le patient en réanimation et gère le désordre selon ces résultats, ce temps est bien supérieur à 10 secondes. Ceux qui peuvent faire la même exacte séquence incompressible en moins d'une heure peuvent nous contacter.

4. Le besoin du transport.

C'est un inconvénient majeur chez le patient en état critique. Demander un scanner reste une *décision majeure*. L'échographie est l'opposé.

– Un patient instable est à risque permanent. De multiples supports (cathéters, sondes) peuvent être endommagés.

– Le transport de patients instables est une épreuve pour toute l'équipe médicale et paramédicale.

– L'intensiviste est condamné à ne rien pouvoir faire durant toute la procédure et reste bloqué là, derrière la vitre plombée. Rappelons que durant la nuit, un seul intensiviste est présent pour toutes les urgences extrêmes de l'hôpital.

– Le scanner fait dans l'urgence n'est pas le temps pour garantir une parfaite asepsie – le patient en état critique avec multiples germes multirésistants se comporte comme une bombe bactériologique pour tout l'hôpital.

5. L'iode génère une surcharge vasculaire, un risque de choc anaphylactique, une atteinte rénale.

6. Le confort et la sécurité du patient sont en jeu. La salle du scanner est froide ; la nécessaire mise en décubitus dorsal peut être un problème ; ces deux éléments peuvent générer une stimulation vaso-active avec redistribution liquidienne non anodine.

7. Failles diagnostiques.

Le signal est dégradé par nombreux artefacts : cathéters intracavitaires, bras du patient quand ils ne peuvent être mobilisés, dynamique respiratoire ou cardiaque.

Le pouvoir de résolution focal du scanner est inférieur à celui de l'échographie. Les septations dans un épanchement pleural ne sont pas visibles. Ce pouvoir de l'échographie a été prouvé pour les pneumopathies nécrosantes [23]. Les collègues peuvent voir encore la figure 8.13, p. 63 ou la figure 19.1, et les plus sceptiques peuvent faire une démonstration *in vitro* (fig. 19.2). La distinction entre consolidation



Fig. 19.1 – L'échographie pulmonaire supérieure au scanner. La figure de gauche (scanner à Jour 0) indique une pneumopathie massive du poumon gauche. La figure du milieu (échographie) montre un aspect hétérogène, typique de

pneumopathie *nécrosante*. La figure de droite est le scanner pratiqué à Jour 5, mettant enfin en évidence les zones de nécrose. Un détail vu à l'échographie et non au scanner : un glissement pleural gauche aboli.

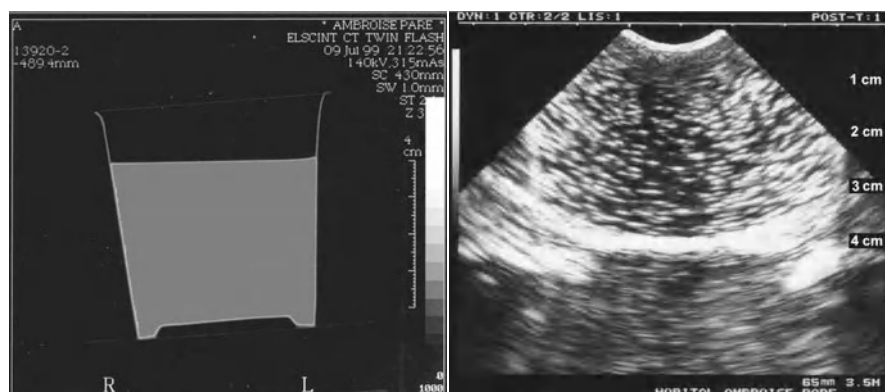


Fig. 19.2 – L'échographie pulmonaire supérieure au scanner. Cette simple manipulation fait usage d'un gobelet empli de notre Ecolight. Le gobelet a été remué avant acquisitions scanographique et échographique. Le liquide semble inerte à la vision directe. Profondeur du gobelet grossièrement 4 cm.
Gauche (CT) : le lecteur a une vue d'ensemble agréable du récipient, mais le contenu est homogène, montrant juste du liquide.

Droite (échographie) : il n'y a pas de vue d'ensemble. La forme du récipient est distordue (la bande blanche concave en haut), mais d'innombrables particules sont visibles, animées d'un tourbillonnement incessant en temps réel. Ni l'œil ni le scanner n'ont été capables de voir ces particules ni cette dynamique. Le lecteur peut dès lors choisir entre une belle vue d'ensemble, et une vision en profondeur de la matière réelle. Nous remercions Marina Perennec qui nous a ouvert la porte de la salle de scanner pour cette démonstration.

pulmonaire et épanchement pleural nécessite habituellement une injection iodée. Un épanchement millimétrique peut être manqué au scanner, créant en passant (pour les études) un « faux positif » de l'échographie. Le syndrome interstitiel peut être difficile à détecter chez le patient ventilé. Les caractéristiques dynamiques ne sont pas détectées : bronchogramme aérien dynamique, abolition de l'expansion pulmonaire, dynamique diaphragmatique ne peuvent en aucune façon être documentées par le scanner. Un pneumothorax modéré devient minime sur une acquisition en inspiration. Les coupes transversales sont peu adaptées pour les lésions phréniques.

Tous ces points sont précisément les points forts de l'échographie. Le poumon est un organe dynamique. C'est d'une méthode temps réel qu'il a besoin avant tout.

Le tableau XIX.III montre que les performances de l'échographie, comparée au scanner haute

Tableau XIX.III - Performances publiées de l'échographie comparée au scanner.

	Sensibilité	Spécificité
Épanchement pleural [1]	94 %	97 %
Consolidation pulmonaire [2]	90 %	98 %
Syndrome interstitiel [3]	93 %	93 %
Pneumothorax complet [4]	100 %	96 %
Pneumothorax occulte [5]	79 %	100 %

1. Intensive Care Med 25:955-958
2. Intensive Care Med 30:276-281
3. Am J Respir Crit Care Med 156:1640-1646
4. Intensive Care Med 25:383-388
5. Crit Care Med 33:1231-1238

résolution dans le SDRA, sont proches de 100 %. Discrètement inférieure au scanner ici, clairement supérieure là, nous pensons que la résultante devrait faire de l'échographie un *gold standard* raisonnable, au lit, chez le patient en état critique.

L'échographie pulmonaire : une discipline simple

Ici (ou partout ailleurs) est l'opportunité de répéter que la sémiologie des principaux désordres aigus, avec une acuité proche du scanner, est basée sur un système de pas plus de *dix signes* (fig. 19.3).

Suggestion pour classer les artefacts aériques

Les artefacts utiles ou non pour des diagnostics urgents sont nombreux, et une vue d'ensemble pourrait être utile. Nous avons pris l'initiative de suggérer l'ordre alphabétique (et un peu de logique pour aider la mémoire). La figure 19.4 réunit les plus importants.

Lignes A (A pour la première lettre)

Poumon

Artefacts horizontaux naissant de la ligne pleurale à intervalles réguliers, qui sont égaux à la distance peau-ligne pleurale. Ils indiquent l'air (physiologique ou pathologique).

Les lignes A' et A'' sont des réflexions de second ou troisième degré, situés entre deux lignes A.

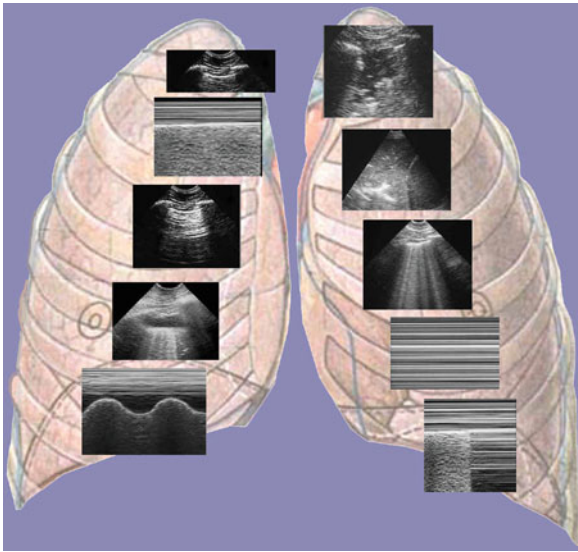


Fig. 19.3 – Les dix signes qui font l'échographie pulmonaire du patient en état critique. Le premier, en haut à gauche, est la base (le signe de la chauve-souris). Le second et le troisième sont des signes de normalité (les lignes A et le glissement pleural). Le reste décrit l'épanchement pleural (signe du dièse, de la sinusoïde), la consolidation pulmonaire (signe de l'image pseudo-tissulaire, signe du fractal), le syndrome interstitiel (fusées pleurales) et le pneumothorax (signe de la stratosphère et point poumon – NB, le signe de la ligne A figure déjà, plus haut). La seule couleur est celle du fond, à fin esthétique. Pas de place pour le Doppler ici.

Lignes B (B pour la seconde lettre, et aussi parce que ce label évoque déjà le syndrome interstitiel pour la plupart des médecins. Nous spécifions en fait « lignes B échographiques ».)

Poumon

Artefacts corrélés avec le syndrome interstitiel. Ils sont définis selon sept critères : (1) artefacts en queue de comète, (2) naissant de la ligne pleurale, (3) hyperéchogènes, (4) définis tels des rayons laser, (5) longs, (6) effaçant les lignes A, (7) se déplaçant avec le glissement pleural.

Ligne b : une ligne B visible entre deux côtes. Le terme *ligne b* est toujours au singulier.

Lignes bb : deux lignes B.

Lignes B+ : trois lignes B ou plus, représentatives de syndrome interstitiel.

Lignes B7 : lignes B+ séparées de 7 mm, c'est-à-dire la distance entre deux septa interlobulaires (épaississement interlobulaire septal).

Lignes B3 : lignes B+ séparées de 3 mm, c'est-à-dire, deux fois plus nombreuses, dues à un élément liquidien atteignant la plèvre entre deux septa : un autre type de syndrome interstitiel (lésions en verre dépoli).

Sous-lignes B (voir fig. 15.2, p. 124) : artefacts ayant tous les traits des lignes B sauf qu'elles naissent de la ligne pulmonaire (c'est-à-dire d'un épanchement pleural), ou de la ligne fractale (c'est-à-dire d'une consolidation pulmonaire), et donc pas de la ligne pleurale. Signification différente.

Ligne C (comme Consolidation Curvilinéaire Centimétrique)

Poumon

Consolidation pulmonaire curvilinéaire, centimétrique (visible entre deux côtes), atteignant la ligne pleurale. Entité fréquente donc isolable.

Lignes D

Espace disponible.

Lignes E (comme Emphysème)

Tissus sous-cutanés

Multiplés artefacts en queue de comète en rayon laser, hyperéchogènes, s'étendant jusqu'au bas de l'écran, mais naissant *au-dessus* de la ligne pleurale (qu'ils effacent), d'une ligne horizontale sur l'écran, hyperéchogène, une bande d'emphysème sous-cutané. Aucun signe de chauve-souris n'est visible.

Lignes F (de Fabien Rolland)

F comme Fantôme aussi. Désigne ces lignes, punctiformes ou obliques, quelquefois trouvées à la surface pulmonaire normale, et simulant, pour des débutants, des bronchogrammes aériques. Elles sont identifiées comme parasites car immobilisées alors qu'il y a un glissement pleural.

Lignes G (comme *Guts* - Digestif)

Extra-poumon

Lignes G-A, G-B et G-Z

Elles sont du type des lignes A, B et Z, mais naissent de structures abdominales.

Lignes H (pour la forme du H)

Lignes grossièrement horizontales (en fait, courbes avec les sondes microconvexes) naissant d'une sonde qui est sur son stand (ou pas encore en contact avec la peau), témoignant de l'air de la chambre.

Lignes I (comme la lettre i)

Poumon. Aspect rare. Ont les traits des lignes B mais sont courtes (2-3 cm). Signification non connue.

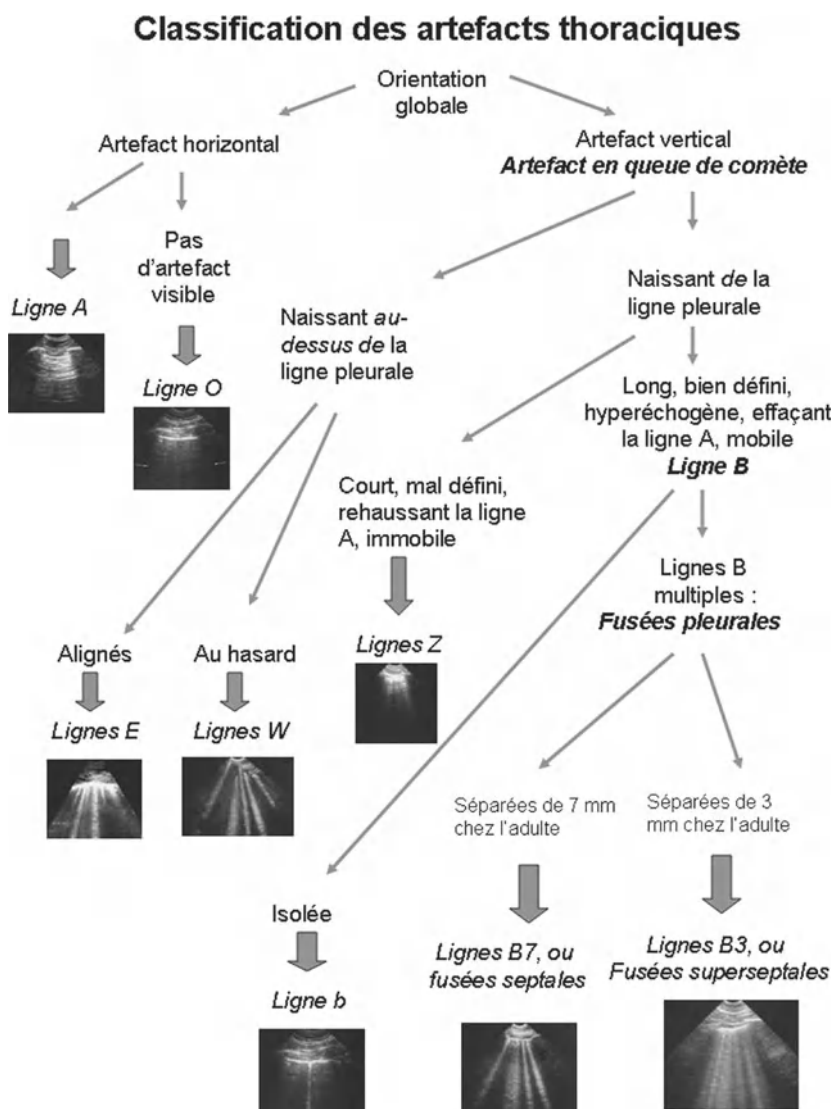


Fig. 19.4 – Les principaux artefacts thoraciques. Cette figure montre la filiation scientifique entre l'artefact en queue de comète, la ligne B et les fusées pleurales.

Lignes J (pour Julie)

Poumon

Petites lignes horizontales (1-3 mm de large) superposées tous les 1-2 mm, et générant la ligne B.

Lignes K (K pour Klingons)

Toute localisation.

Désigne des parasites dus aux interférences électriques externes (fig. 19.5 et voir fig. 11.11 p. 84).

Lignes L

Espace disponible

Lignes M (pour Fernand Macone, un Ceurfer)

Artefacts horizontaux hyperéchogènes souvent générés en profondeur de la surface d'une côte. Peuvent avoir une relevance didactique (fig. 19.5).

Lignes N (comme Noir, et aussi comme Neri)

Poumon

Artefacts verticaux naissant de la ligne pleurale, longs, bien définis, effaçant les lignes A, mobiles avec le glissement, soit presque les caractéristiques de la ligne B, sauf une et non des moindres : elles sont hypoéchogènes. Probablement dénués de

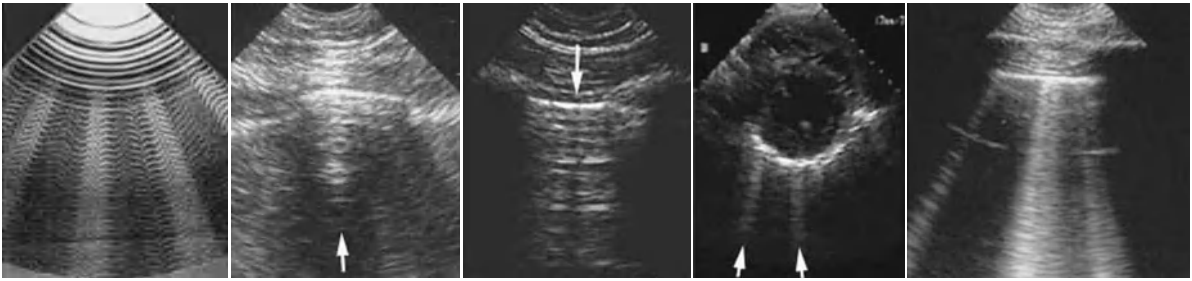


Fig. 19.5 – Quelques artefacts à ne pas confondre avec les lignes B. *Gauche*, lignes K, venant de grossiers parasites de secteur (il faudrait un filtre entre prise et appareil) Voir un autre exemple fig. 11.11, p. 84. Plus à *droite*: lignes M, petits artefacts horizontaux souvent vus naissant de la côte, au sein de son ombre

acoustique (*flèche*). *Milieu*, ligne N (*flèche*). Plus à droite : lignes R, ces artefacts en queue de comète naissant du péricarde, à l'interface pulmonaire. Tout à droite, lignes X, une variante exceptionnelle où quelques lignes B typiques sont toutefois effacées par des lignes A.

signification pathologique. Clin d'œil à Luca Neri, qui avait pointé le doigt dessus (fig. 19.5).

Lignes O (comme non-A non-B)

Poumon

Absence du moindre artefact visible – ni d'image anatomique pleurale ou alvéolaire.

Lignes P ou Pi ou π (ressemblent à la lettre grecque π)

Poumon

Chez quelques patients, les lignes A peuvent être nombreuses, s'enrichir de lignes A', A'', et simulent une structure grossièrement verticale. Cependant, elles sont à la distance attendue (peau/ligne pleurale), et leur longueur est grossièrement celle de la ligne pleurale (les lignes B ont grossièrement un dixième de la longueur de la ligne pleurale).

Lignes Q

Espace disponible

Lignes R (de Roberta Capp)

Artefacts ayant pratiquement toutes les caractéristiques des lignes B, mais naissant de l'interface péricardo-pulmonaire (fig. 19.5).

Lignes S (comme des lignes en S)

Poumon

Artefacts générés par des instruments, pace-makers, et ayant une propagation caractéristique, sinueuse, en S.

Lignes T (elles ressemblent à la lettre T)

Poumon

Mode temps-mouvement. Fines lignes verticales qui naissent strictement de la ligne pleurale. Elles

sont un étroit équivalent du pouls pleural et signifient absence de pneumothorax.

Lignes U

Abdomen

Artefact arciforme généré par les anses digestives (aérées), dessinant un U inversé.

Lignes V

Espace disponible.

Lignes W (forme de la lettre W)

Tissu sous-cutané

Variété d'artefacts proches des lignes E, mais non alignées. Elles sont la conséquence de multiples collections aériques dans les tissus mous (emphyème pariétal).

Lignes X (comme la forme d'un X)

Poumon

Exceptionnellement, les lignes B et les lignes A sont simultanément visibles, résultant en une image en croix (fig. 19.5). Signification sous investigation.

Lignes Y

Espace disponible

Lignes Z (comme la dernière lettre)

Poumon

Artefacts ayant deux points communs avec les lignes B (artefacts en queue de comète, naissant de la ligne pleurale) et cinq points opposés : non hyperéchogène (plutôt gris), mal définis, non longs, n'effaçant pas les lignes A, et ne se déplaçant pas avec le glissement pleural. Les lignes Z sont, elles seules, des parasites de l'échographie.

Références

1. Roentgen WC (1895) Ueber eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mittheilung, Sitzungsberichte der Würzburger Physik-mediz Gesellschaft 28: 132-141
2. Williams FH (1901) The Roentgen rays in medicine and surgery. MacMillan, New York
3. Mueller NL (1993) Imaging of the pleura, state of the art. *Radiology* 186: 297-309
4. McLoud TC, Flower CDR (1991) Imaging the pleura: sonography, CT and MR imaging. *Am J Roentgenol* 156: 1145-53
5. Matalon TA, Neiman HL, Mintzer RA (1983) Noncardiac chest sonography, the state of the art. *Chest* 83: 675-8
6. Desai SR, Hansel DM (1997) Lung imaging in the adult respiratory distress syndrome: current practice and new insights. *Intensive Care Med* 23: 7-15
7. Ivatury RR, Sugerman HJ (2000) Chest radiograph or computed tomography in the intensive care unit? *Crit Care Med* 28: 1033-9
8. Greenbaum DM, Marschall KE (1982) The value of routine daily chest X-rays in intubated patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med* 10: 29-30
9. Henschke CI, Pasternack GS, Schroeder S, *et al.* (1983) Bedside chest radiography: diagnostic efficacy. *Radiology* 149: 23-6
10. Janower ML, Jennas-Nocera Z, Mukai J (1984) Utility and efficacy of portable chest radiographs. *Am J Roentgenol* 142: 265-7
11. Peruzzi W, Garner W, Bools J, *et al.* (1988) Portable chest roentgenography and CT in critically ill patients. *Chest* 93: 722-6
12. Wiener MD, Garay SM, Leitman BS, *et al.* (1991) Imaging of the intensive care unit patient. *Clin Chest Med* 12: 169-98
13. Winer-Muram HT, Rubin SA, Ellis JV, *et al.* (1993) Pneumonia and ARDS in patients receiving mechanical ventilation: diagnostic accuracy of chest radiography. *Radiology* 188: 479-85
14. Tocino IM, Miller MH, Fairfax WR (1985) Distribution of pneumothorax in the supine and semi-recumbent critically ill adult. *Am J Roentgenol* 144: 901-5
15. Hendrikse K, Gramata J, ten Hove W, *et al.* (2007) Low value of routine chest radiographs in a mixed medical-surgical ICU. *Chest* 132: 823-8
16. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000) Source and effects of ionizing radiation. New York: United Nations
17. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE (2001) Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol* 176: 289-96
18. Berrington de Gonzales A, Darby S (2004) Risk of cancer from diagnostic X-Rays. *Lancet* 363: 345-51
19. Brenner DJ, Hall EJ (2007) Computed Tomography – an increasing source of radiation exposure. *New Engl J Med* 357: 2277-84
20. Felten ML, Mercier FJ, Benhamou D (1999) Development of acute and chronic respiratory diseases during pregnancy. *Rev Pneumol Clin* 55: 325-34
21. Hopper KD, King SH, Lobell ME, *et al.* (1997) The breast: in-plane X-ray protection during diagnostic thoracic CT. *Radiology* 205: 853-8
22. Di Marco AF, Briones B (1993) Is chest CT performed too often? *Chest* 103: 985-6
23. Lichtenstein D, Peyrouset O (2006) Lung ultrasound superior to CT? The example of a CT-occult necrotizing pneumonia. *Intensive Care Med* 32: 334-5

La dyspnée sévère est une des situations les plus éprouvantes pour un patient. Viser à améliorer le diagnostic afin de permettre une thérapeutique immédiate adaptée est un objectif raisonnable.

L'incapacité aiguë à respirer normalement est une des situations les plus pénibles qu'on puisse vivre [1]. Le BLUE-protocol concentre 18 années d'efforts (principalement des soumissions répétées) qui ont visé à soulager ces patients asphyxiques.

L'idée de pratiquer un examen échographique chez de tels patients n'était pas une routine en 1989. Notre approche a pu intriguer quelques docteurs et infirmières dans les services d'urgences de nos institutions. Au cours de la prise en charge de ces situations critiques, ce n'était jamais le moment pour des explications tranquilles, et les urgentistes fatigués, après leur garde, allaient droit à une sieste bien méritée, tournant un peu le dos à ce potentiel. On ne pouvait leur en vouloir.

Ce que ces collègues n'avaient pas le temps de voir, c'est qu'après quelques minutes, nous étions capables de donner à l'infirmière des options thérapeutiques, tout en organisant le transfert en réanimation. Et ce qu'ils ne voyaient pas du tout (occupés par 1 001 autres tâches), c'est que ces options étaient en accord avec le diagnostic final.

La publication du BLUE-protocol a été une des trois raisons, avec les chapitres 21 et 23, qui ont justifié l'édition anglaise 2010.

Les outils habituellement utilisés dans l'urgence, c'est-à-dire l'examen physique [2] et la radiographie [3], ne sont pas d'une précision majeure. La salle d'urgence surpeuplée n'est pas la place idéale pour un diagnostic serein, c'est un problème reconnu [4-8]. Un quart des patients du BLUE-protocol dans les deux premières heures de prise en charge ont reçu des diagnostics incertains ou erronés, et beaucoup d'autres ont reçu un traitement inapproprié. Le document en ligne de *Chest* 134 : 117-125 détaille ces 26 % de mauvais diagnostics. Le scanner semble une solution, mais le chapitre 19 nous a déjà montré ses lourds inconvénients. Un jour,

la communauté trouvera peut-être cet outil vraiment trop irradiant [9].

Nous avons initié ce long travail avec un ADR-4000 (de 1982) et sa sonde sectorielle de 3,0 MHz depuis 1989 puis avons suivi avec notre Hitachi-405 avec la sonde microconvexe de 5 MHz depuis 1994.

Le design du BLUE-protocol

Le BLUE-protocol a été conçu dans une étude observationnelle menée en hôpital universitaire. L'échographie a été pratiquée à l'admission, au climax de la dyspnée, sur des patients consécutifs présentant une défaillance respiratoire aiguë, elle-même définie selon des critères cliniques et biologiques nécessitant l'admission en réanimation. Elle aboutissait à un diagnostic présumé. Le diagnostic final pris comme référence était celui figurant dans le compte rendu d'hospitalisation, établi par l'équipe universitaire de la réanimation médicale, qui n'avait pas pris en compte les données de l'échographie pulmonaire. Les diagnostics incertains, multiples, les causes rares (fréquence < 3 %) ont été exclus (voir plus bas).

Après des années nécessaires pour la publication de la base préliminaire (surtout la terminologie pulmonaire), nous avons pu proposer l'analyse de *trois* items à la surface pulmonaire – avec réponses binaires, le tout collecté sur les points standardisés (BLUE-points supérieur et inférieur, PLAPS-point).

1. Abolition du glissement pleural (item présent ou absent).
2. Fusées pleurales sur la paroi antérieure (présent ou absent).
3. Syndrome alvéolaire et/ou pleural, postérieur et/ou latéral. Cette association a été appelée « PLAPS » (voir fig. 15.3). Lire plus bas.

4. Il a été ajoutée une analyse veineuse adaptée (indiquée dans 54 % des cas, lire soigneusement plus loin).

Introduction aux BLUE-profiles

L'idée du BLUE-protocol a été d'associer des signes à des territoires, créant des profils spécifiques. Un travail de profiler, analysant soigneusement nos prédonnées, nous a permis de suggérer une nomenclature basée sur *sept profils*.

Le *profil A* désigne des lignes A antérieures bilatérales prédominantes associées à un glissement pleural.

Le *profil A'* désigne un profil A avec glissement pleural aboli.

Le *profil B* désigne des fusées antérieures bilatérales prédominantes associées à un glissement pleural.

Le *profil B'* désigne un profil B avec glissement pleural aboli (voir fig. 18.6, p. 162).

Le *profil A/B* désigne des fusées antérieures prédominantes d'un côté, des lignes A prédominantes de l'autre (voir fig. 23.2 p. 223).

Le *profil C* désigne tout aspect de consolidation pulmonaire antérieure.

Le *profil normal*, ou *profil nu*, associe un profil A avec absence de PLAPS (sans différencier lignes A ou B postérieures).

Nous avons associé :

- le *profil B* avec l'œdème pulmonaire ;
- le *profil B'* avec la pneumonie ;
- le *profil A/B* avec la pneumonie ;
- le *profil C* avec la pneumonie ;
- le *profil A plus PLAPS* avec la pneumonie ;
- le *profil A plus thrombose veineuse* avec l'embolie pulmonaire ;
- le *profil nu* avec la BPCO ou l'asthme (nous considérons ces deux groupes ensemble) ;
- le *profil pneumothorax* (pour faire court, profil A' et point poumon) avec le pneumothorax.

Les résultats

À la soumission du papier, 260 patients dyspnéiques avec un diagnostic défini ont été enrôlés. Les causes principales de défaillance respiratoire aiguë vues dans nos murs étaient la pneumonie (31 %), l'œdème pulmonaire (24 %), la BPCO décompensée sans cause (18 %), l'asthme sévère

(12 %), l'embolie pulmonaire (8 %) et le pneumothorax (3 %). Le tableau I détaille nos résultats.

Dans cette population, le BLUE-protocol seul a fourni le diagnostic correct dans 90.5 % des cas. Chacun des BLUE-profiles a garanti une spécificité pour les groupes considérés supérieure à 90 %.

Le tableau II détaille l'acuité de l'échographie pour chaque diagnostic. Ces résultats sont pleinement expliqués par des bases physiopathologiques (voir plus bas). Toutes ces grandes causes de défaillance respiratoire aiguë chez l'adulte ont des aspects caractéristiques.

Œdème pulmonaire hémodynamique aigu : presque tous les cas, c'est-à-dire 62 sur 64 (97 %), ont donné des fusées pleurales bilatérales disséminées antérieures, un aspect toujours associé à un glissement pleural. Des PLAPS étaient présents dans 56 cas sur 62 (90 %).

Embolie pulmonaire : les patients avaient presque toujours (20 sur 21, 95 %) une surface antérieure normale. Aucun n'avait de fusées antérieures (dans les variantes B, A/B ou B'). La moitié avait des PLAPS. Quatre-vingt-un pour cent avaient une thrombose veineuse profonde visible.

Exacerbation de BPCO, asthme sévère : les patients avaient habituellement un aspect normal. Sur 49 cas de BPCO, 7 avaient des aspects pathologiques. Ces profils seront commentés en profondeur plus bas (Cas « manqués » du BLUE-protocol).

Pneumothorax : tous avaient une abolition du glissement pleural antérieur avec le signe de la ligne A. Huit sur neuf avaient un point poumon.

Pneumonie : sur 83 cas, 74 (89 %) avaient un des quatre profils caractéristiques. Le profil A plus PLAPS était vu dans 35 cas, le profil A/B dans 12, le profil C dans 18, le profil B caractéristiques dans 9. Chacun de ces quatre profils était peu fréquent, mais la somme des quatre donnait une sensibilité de 89 %, et une spécificité de 94 % pour la pneumonie.

Base physiopathologique du BLUE-protocol

La connaissance de la physiopathologie permet de comprendre les résultats du BLUE-protocol.

Œdème aigu pulmonaire hémodynamique

Cette condition crée un transsudat sous pression. Il envahit tous les septa interlobulaires, contre la gravité jusqu'à la paroi antérieure. L'œdème des

septa interlobulaires est un fait constant [10, 11]. De même, les fusées pleurales sont constamment présentes, usuellement disséminées, permettant un diagnostic immédiat où que la sonde soit appliquée à la paroi antéro-latérale chez des patients avec défaillance respiratoire aiguë. Comme des poils quand vous avez la chair de poule, comme des soldats au garde-à-vous, tous les septa interlobulaires d'une large région donnée (latérale, antérieure) ont un même comportement. Cela explique les aspects symétriques et diffus dans le profil B.

Le transsudat est une sorte de lubrifiant, non censé dégrader la dynamique pulmonaire, ce qui explique bien que le glissement pleural soit conservé (voir plus bas).

Il y a un double niveau de dichotomie à la base du profil B. D'abord la surface pulmonaire génère des lignes *soit A soit B*, sans espace à notre connaissance pour des artefacts intermédiaires. Ceci démontre que la transformation de lignes A en lignes B survient d'un instant à l'autre, selon une loi du tout ou rien, quand une quantité critique de liquide a élargi le septum interlobulaire. Ce septum sous-pleural parle pour le compartiment plus profond (non accessible à l'échographie), car l'observation montre que l'œdème interstitiel est superficiel aussi bien que profond au scanner – il ne semble pas y avoir de place, ici non plus, pour des états incomplets [12]. Le second niveau de dichotomie regarde une ligne B isolée (c'est-à-dire un septum interlobulaire épaissi) par rapport aux septa voisins. L'observation montre que ce sont de vastes zones de septa interlobulaires sous-pleuraux qui sont atteintes simultanément,

générant les fusées pleurales. On ne saurait expliquer scientifiquement pourquoi un septum serait épaissi par un processus hémodynamique et pas son voisin. Des stades intermédiaires entre profil A et profil B (c'est-à-dire par exemple, des lignes b diffuses, ou des lignes bb éparses, ou des fusées focales) sont possibles, mais d'une façon si rare qu'il n'a pas été nécessaire de créer une section spéciale dans le BLUE-protocol.

Nous distinguons le syndrome interstitiel échographique antérieur, latéral et postérieur. Les fusées pleurales antérieures correspondent aux lignes de Kerley antérieures, jamais visibles sur les radiographies de face, mais les plus importantes cliniquement. Le syndrome interstitiel latéral n'a pas été considéré dans notre arbre décisionnel par simplicité (voir plus bas). Le syndrome interstitiel postérieur n'était pas recherché, car il peut être simplement lié à la gravité [13].

Noter que la recherche de PLAPS n'était pas requise, puisqu'elle n'affecte pas notre arbre décisionnel (manque de spécificité de ce seul signe). Elle était positive dans 89 % des cas.

Des zones antérieures de consolidations (même de taille minimale – lignes C) n'étaient pas observées dans l'œdème pulmonaire hémodynamique. De telles zones auraient la signification d'un comblement alvéolaire massif, du postérieur à l'antérieur dans l'axe Ciel-Terre, un désordre peu compatible avec la survie dans notre hypothèse (fig. 20.1).

Nous détaillons la distinction entre œdème pulmonaire hydrostatique et lésionnel dans un paragraphe dédié afin d'éviter les répétitions (voir plus bas).

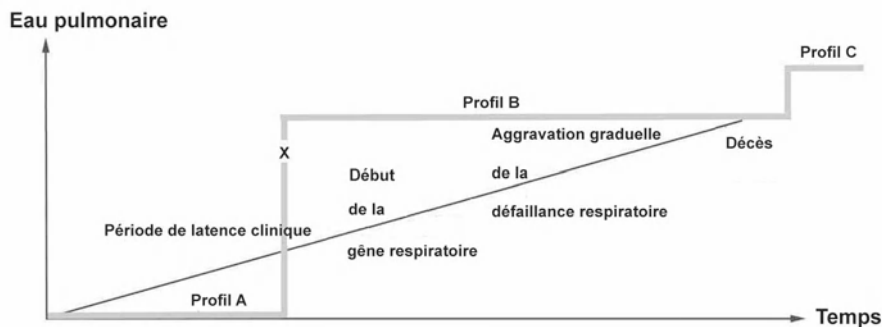


Fig. 20.1 – Dynamique échographique de l'œdème pulmonaire
 Cette figure montre qu'en fonction du temps, le profil B apparaît soudainement, contrairement au statut clinique, qui s'aggrave graduellement. Dans cette figure, les premiers signes cliniques apparaissent une fois un profil B présent. Peut-être chez quelques patients, la ligne X pourrait être décalée à droite (quoique non logiquement). Surtout, cette figure montre

que les patients avec le même profil échographique (le profil B) peuvent avoir une large bande de présentations cliniques, de la dyspnée modérée jusqu'à la défaillance respiratoire aiguë. Ce diagramme met aussi en lumière l'hypothèse selon laquelle le profil C est improbable dans l'œdème pulmonaire hémodynamique et devrait survenir seulement à un stade très tardif (s'il peut survenir).

Embolie pulmonaire

L'occlusion vasculaire n'est pas supposée accessible à un examen échographique de surface. Or, l'embolie pulmonaire n'a pas de raison de donner un syndrome interstitiel. Une surface pulmonaire antérieure normale est attendue (sauf cas particuliers, embolie survenant sur SDRA en premier). En fait, dans notre série de 260 patients, et sur 120 qui n'avaient pas de profil A, un seul avait une embolie pulmonaire. Et aucun des 92 patients avec profil interstitiel antérieur (profil B, profil B' et A/B) n'avait d'embolie. Le profil A est réellement un signe sensible – bien entendu non spécifique : seuls 20 des 122 patients avec le profil A avaient une embolie pulmonaire.

La valeur prédictive positive d'une thrombose veineuse profonde seule était de 89 %, mais 94 % si associée avec le profil A. Ceci montre que la recherche d'une thrombose veineuse doit être faite après analyse pulmonaire révélant un profil A.

Le profil C peut être certes vu avec l'embolie pulmonaire, l'infarctus antérieur étant possible, mais les causes infectieuses étaient 18 fois plus fréquentes. Le profil C a été vu chez un patient avec embolie ; il était entouré d'une surface pulmonaire normale. Séparer les profils C avec fusées alentour ou lignes A aurait compliqué le design du BLUE-protocol. Les PLAPS étaient fréquents (50 % des cas).

BPCO et asthme

Ces pathologies incluent des désordres bronchiques. Les bronches (entourées d'air) sont inaccessibles à l'échographie de surface, qui est donc normale. Le signe essentiel est indirect : l'absence de fusées pleurales chez un patient dyspnéique.

Pneumothorax

Il mène à un glissement pleural aboli, des lignes A et un point poumon (voir le chapitre 18).

Pneumonie

La pneumonie doit être considérée à part. Alors qu'il n'y a qu'un œdème pulmonaire, qu'une embolie pulmonaire, qu'un asthme, qu'une BPCO, qu'un pneumothorax, il y a de nombreuses pneumonies, au vu des multiples micro-organismes, qui donc vont générer plusieurs profils. Cela demande juste

un peu plus d'attention. Ces profils sont décrits ici sans commentaire mais nous invitons le lecteur à voir plus bas la section sur le débat entre œdème pulmonaire hémodynamique et lésionnel.

Nous expliquons l'abolition du glissement pleural (*profil B'*) par des adhérences inflammatoires dues à l'exsudat, qui semble générer une symphyse pleurale. Ce trouble, décrit depuis longtemps [14], semble fréquent dans la pneumonie massive et le SDRA. Alors que le transsudat est un lubrifiant qui n'altère donc pas le glissement pleural, l'exsudat agit comme une sorte de colle biologique. Nous assumons que chaque ligne B exsudative agit comme un *clou*. Comme les lignes B sont très nombreuses, ces multiples clous semblent finir par fixer le poumon à la paroi. Une symphyse pleurale aiguë devrait logiquement gêner l'expansion pulmonaire et générer un trouble restrictif dans le SDRA. L'abolition du glissement, visible en ventilation spontanée, persiste après mise sous ventilation mécanique. Noter qu'un glissement pleural aboli montre une bien faible spécificité pour le pneumothorax (27 % de valeur prédictive positive dans ce cadre). Sur 83 cas de pneumonie, 23 avaient un glissement pleural aboli.

La pneumonie peut être trouvée dans une vaste variété de localisations, c'est pourquoi l'asymétrie est un trait majeur : latéro-latérale (profil A/B), antéro-postérieure (profil A/PLAPS). La localisation antérieure d'une consolidation est très spécifique. Noter la principale différence entre le PLAPS de la pneumonie ayant un profil A/PLAPS et celui de l'œdème pulmonaire hémodynamique : le syndrome interstitiel antérieur, absent ici, présent là.

Approche physiopathologique par les signes

Les lignes A indiquent l'air, qu'il soit physiologique (surface pulmonaire normale vue dans la BPCO, l'asthme, l'embolie pulmonaire et des pneumonies localisées ailleurs) ou pathologique (pneumothorax).

Les fusées pleurales antérieures indiquent le syndrome interstitiel. L'œdème pulmonaire hémodynamique et quelques cas de pneumonie affichent des fusées pleurales antérieures et symétriques.

Les anomalies alvéolaires et pleurales sont usuellement postérieures (définissant les PLAPS), et sont communes à l'œdème pulmonaire, la pneumonie, l'embolie pulmonaire. Elles sont donc sans grand intérêt discriminatif si utilisées seules. Une

consolidation antérieure est typique de pneumonie. Un PLAPS non associé avec des anomalies interstitielles antérieures est vu dans des pneumonies et des embolies pulmonaires. Les PLAPS sont intéressants seulement chez les patients avec le profil A et sans thrombose veineuse : ceci réduit le champ diagnostique vers la pneumonie.

Le glissement pleural est présent dans l'œdème pulmonaire hémodynamique, l'embolie pulmonaire, la BPCO. Nous l'avons vu présent dans l'asthme, quoiqu'on eût pu s'attendre à une amplitude limitée.

Le glissement pleural est aboli dans de nombreux cas de pneumonie (avec fusées pleurales) et dans le pneumothorax.

L'arbre décisionnel du BLUE-protocol (fig. 20.2)

Pour obtenir une acuité de 90,5 % en quelques minutes, nous vérifions d'abord le glissement pleural antérieur. Sa présence élimine le pneumothorax. Des lignes B antérieures sont alors recherchées. Le profil B dirige d'emblée sur l'œdème pulmonaire. Les profils B', A/B, et C éliminent pratiquement l'œdème, et dirigent sur la pneumonie. Le profil A demande une recherche de thrombose veineuse. Si celle-ci est présente, l'embolie pulmonaire est le diagnostic qui s'impose. Si elle est absente, des PLAPS sont cherchés. Leur présence (*profil A plus PLAPS*) appelle pour la pneumonie, leur absence (*profil nu*) pour la BPCO ou l'asthme.

Usage pratique du BLUE-protocol

La raison d'être du BLUE-protocol, qui utilise l'échographie *seule*, et donne déjà une acuité de 90,5 %, est d'être inséré dans les premières étapes de la prise en charge habituelle, où nous pouvons considérer trois étapes (fig. 20.3).

1. *Étape 1* : le médecin reçoit le patient, prend connaissance de l'histoire, pratique l'examen physique. Cette étape est décisive. Un jeune patient dyspnéique avec fièvre n'a pas les mêmes diagnostics qu'un cardiopathe âgé apyrétique, etc.
2. *Étape 2* : de simples tests sont faits, comme l'ECG, les D-dimères et des prises de sang *veineuses* (voir plus bas).
3. *Étape 3* : avec tous ces éléments en mains, le médecin décide si des examens sophistiqués

seront ordonnés. C'est en général le temps du scanner, ou d'une échocardiographie Doppler.

Le BLUE-protocol vise à être inséré entre les étapes 1 et 2. Son acuité de 90,5 % sera largement rehaussée par ces informations de base. Ainsi, l'urgence de la traditionnelle étape 3 devient moindre (voir plus bas).

Le BLUE-protocol est usuellement fait en Stage 1' (patient semi-assis), permettant d'éliminer le pneumothorax et le syndrome interstitiel en quelques secondes. Devant un profil B (c'est-à-dire aux quatre BLUE-points antérieurs), un profil A/B, un profil C (un point est suffisant, en termes de spécificité), ou un profil B', le protocole est conclu. Le reste du poumon sera évidemment analysé, mais cela est fait en dehors du BLUE-protocol (chercher des PLAPS après avoir détecté un profil B, B', C ou A/B est redondant pour le diagnostic). Même remarque pour le réseau veineux (voir plus bas). Le profil A requiert une analyse veineuse, avec la même sonde, selon un protocole pensé. Si aucune thrombose veineuse n'est détectée (deux minutes), le diagnostic d'embolie pulmonaire n'est pas éliminé bien sûr, mais l'opérateur est invité à retourner au poumon pour étudier le PLAPS-point, en considérant le diagnostic de pneumonie ou de simple BPCO/asthme en quelques secondes. Face au profil A', les parois latérales sont balayées, à la recherche d'un point poumon. Une fois le BLUE-protocol conclu, l'intensiviste décide si cette information est en accord avec les étapes 1 et 2, puis initie un traitement dirigé (ou va plus en détails, jusqu'à l'étape 3 si nécessaire).

Nous faisons en routine une analyse veineuse extensive chez les patients sans profil A, ou chez les patients avec une zone de thrombose d'emblée vue (concluant le BLUE-protocol), mais ceci est fait encore en dehors du BLUE-protocol.

Le BLUE-protocol et les causes rares de défaillance respiratoire aiguë

Nous n'avons pas considéré les causes dont la fréquence était < 3 %, dans notre institution parisienne, afin de garder le BLUE-protocol simple et utilisable. Parmi 269 patients ayant bénéficié d'un solide diagnostic, la fréquence a été la suivante :

– 97 % des causes ont inclu la pneumonie, l'œdème pulmonaire, la BPCO, l'asthme, l'embolie pulmonaire et le pneumothorax ;

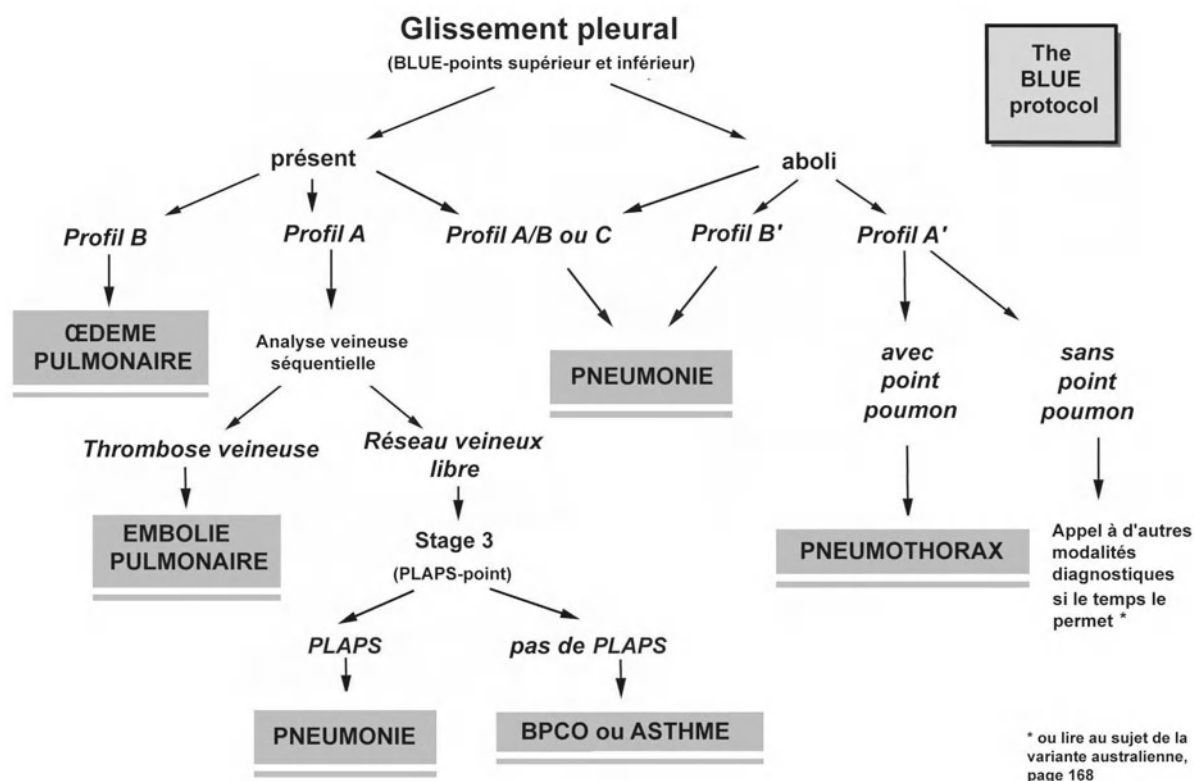


Fig. 20.2 – Arbre décisionnel. Un arbre décisionnel utilisant l'échographie pulmonaire et veineuse pour guider le diagnostic de défaillance respiratoire aiguë : le BLUE-protocol (adapté de *Chest* (2008) 134: 117-125, avec l'autorisation de *Chest*).

Guide d'utilisation du BLUE-protocol Dans la gestion d'une défaillance respiratoire aiguë

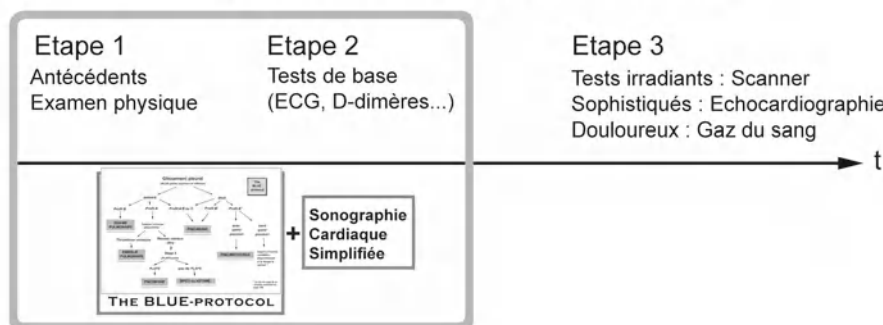


Fig. 20.3 – Intégration du BLUE-protocol dans la prise en charge traditionnelle.

Cette figure illustre les étapes habituelles de prise en charge d'une défaillance respiratoire aiguë, et la place que le BLUE-protocol et la sonographie cardiaque simplifiée peuvent prendre, entre l'examen clinique et les premiers tests

paracliniques. Un but principal du BLUE-protocol est de soulager le patient avant – ou en substitution – des tests usuels de l'étape tardive (Étape 3). Nous visons à ce que l'examen clinique simple, des tests basiques courants initiaux, enrichis du BLUE-protocol, et de la sonographie cardiaque simplifiée et combinés ensemble, deviennent les *fab four* de la prise en charge d'une défaillance respiratoire aiguë.

- 1,4 % étaient des exacerbations de maladies interstitielles chroniques ;
- 1 % : épanchement pleural massif comme cause directe de la dyspnée ;
- 0,3 % : sténose trachéale ;
- 0,3 % : embolie graisseuse ;
- 0 % : épanchement péricardique.

La liste des maladies très rares occasionnant une défaillance respiratoire s'allonge avec le nombre de patients inclus, mais il faut comprendre un point crucial : *Cause rare ne signifie pas diagnostic difficile*. Les causes rares ont elles aussi leur profil. Le meilleur exemple en est l'épanchement pleural massif, plutôt facile à voir. La maladie interstitielle chronique pure donne un profil B (voir plus bas). La sténose trachéale, cliniquement assez parlante, peut montrer un granulome antérieur (place habituelle) vu par l'examen échographique. L'atélectasie massive donne de nombreux signes (voir p. 139 du chapitre 16). Une dyspnée aiguë peut venir d'une défaillance respiratoire aiguë mais aussi bien d'autres causes. Les dyspnées métaboliques, l'hypovolémie, la dilatation gastrique aiguë, donnent un *profil normal* en règle générale. Citons l'œdème pulmonaire hémodynamique dû à une myocardite compliquant une pneumonie infectieuse. Ces patients auront sans grand doute le profil B approprié. Notre culture en matière d'autres causes très rares est proportionnelle à leur rareté. Les troubles thoraciques survenant chez l'enfant et le nouveau-né sont relatés au chapitre 21.

Qu'est-ce qui peut changer par l'utilisation du BLUE-protocol

Trois domaines devraient être intéressés.

1. Le *poumon* devrait enfin être admis dans la cour des grands de l'échographie.
2. Les *veines* devraient bénéficier d'un protocole totalement adapté, générant un test rapide, simple et approprié.
3. Le *cœur* sera le grand vainqueur. La combinaison de nos approches pulmonaire et veineuse devraient permettre de considérer l'usage d'une sonographie cardiaque simplifiée.

L'examen physique, le BLUE-protocol, la sonographie cardiaque simplifiée et les tests de base (gaz du sang exclus) devraient résumer l'investigation de la plupart des patients (fig. 20.3).

Noter que l'analyse veineuse, si elle est requise (la moitié des cas) prend la plus longue part (deux minutes sur un protocole de trois minutes), ce qui

reste court, car nous utilisons une machine simple avec allumage immédiat, la même sonde microconvexe, des manœuvres économisatrices de temps, un seul réglage, un produit de contact générant un gain de temps substantiel. Cela a été écrit au chapitre 13 et sera répété plus bas.

Nous apprécions surtout la possibilité de soulager immédiatement le patient dyspnéique en lui donnant la thérapeutique appropriée. Le taux de décès comme conséquence immédiate ou retardée d'erreurs initiales devrait aussi diminuer.

Diminuer les besoins pour les examens de l'étape 3 (surtout le scanner) est notre seconde cible (lire les inconvénients du scanner page 174 du chapitre 19). La ponction artérielle, familière, a été mise dans ce cadre. Ce test est douloureux au point que les patients s'en souviennent. La simple perspective de diminuer ce test aurait pleinement justifié notre recherche permanente depuis 1989. À la question « Pourquoi avons-nous besoin des gaz du sang chez un patient en défaillance respiratoire », on devine que ces patients cyanosés sont hypoxiques. Vouloir connaître la PCO_2 ne fait que révéler l'étendue de notre détresse scientifique devant une défaillance respiratoire. Monitorer un état circulatoire chez un patient sédaté est un tout autre débat. Quant à l'échocardiographie Doppler experte, nous ne voyons aucun inconvénient à ce qu'elle soit pratiquée, à condition qu'elle le soit chez un patient ayant déjà reçu le traitement adapté à la lumière des étapes 1 et 2 enrichies du BLUE-protocol (et de la sonographie cardiaque simplifiée), et qu'on soit dans les zones du Monde où cette option est envisageable.

À ce propos, le BLUE-protocol devrait favoriser le développement de machines simples.

FAQ. Questions fréquemment posées à propos du BLUE-protocol

Pourquoi le cœur ne figure t'il pas dans le BLUE-protocol ?

C'est la question la plus fréquente. Bien évidemment, nous jetons un regard attentif au cœur – mais ceci est fait comme un complément du BLUE-protocol. L'analyse du poumon est une approche *directe* chez un patient souffrant d'un problème respiratoire. Démontrer l'absence du profil B répond à la question de la fonction cardiaque gauche : normale (ou alors, pas le problème actuel). Le BLUE-protocol ne cherche pas une anomalie du cœur gauche, mais

bien la conséquence clinique de cette anomalie. La détection du profil B a montré une haute acuité pour le diagnostic d'œdème pulmonaire hémodynamique (avec de rares cas de pneumonie, et d'exceptionnels cas de maladie interstitielle chronique). La détection d'un non-profil B s'est vue chez 2/3 de nos patients en défaillance respiratoire aiguë, et était hautement corrélée avec l'absence d'œdème pulmonaire hémodynamique.

Noter que combiner le BLUE-protocol avec des items très simples de l'étape 1 (âge, température...) et de l'étape 2 (NFS, CRP...) augmente encore son acuité, déjà de 90,5 %. À ce niveau de connaissances, une sonographie cardiaque simplifiée (qui sera soigneusement décrite et commentée aux chapitres 22 et 23) rapproche encore notre acuité des 100 %. Le profil B chez un jeune homme fébrile sans histoire cardiaque et un ventricule gauche contractant bien sera immédiatement identifié comme une « défaillance » du BLUE-protocol (guillemets car il ne prétend qu'à une acuité de 90,5 %). Ce patient bénéficiera d'antibiotiques avec sans doute intubation (car l'exsudat disparaît lentement) plus que de diurétiques avec CPAP (car le transsudat disparaît vite).

Nous conseillons donc de débiter l'analyse du patient avec le poumon (confirmant ou non l'œdème) puis de faire la sonographie cardiaque simplifiée. Cette inversion des priorités crée un gain de temps, car l'échographie pulmonaire nécessite une formation plus rapide, a moins de dépendances entre opérateurs, moins de dépendances entre patients, et est économique. Dans le même temps, le médecin est libre d'initier une formation en échocardiographie traditionnelle, qui lui permettra de mieux comprendre et gérer des situations plus rares, et où plus d'information est requise – par exemple, quand il est temps de réparer une valve cardiaque en extrême urgence.

En fait, le traitement est généralement décidé au terme du BLUE-protocol, avec une subtilité : le temps où l'infirmière prépare ce traitement (héparine, diurétique, bêta-agoniste, antibiotique, débit d'oxygène faible ou fort, CPAP ou intubation) est exploité pour faire notre sonographie cardiaque simplifiée. La séquence du BLUE-protocol est ainsi, en fait : poumon – veines – infirmière – cœur. En-dehors de cas exceptionnels, une défaillance respiratoire aiguë avec ventricule gauche hypokinétique mais avec un profil A sera considérée comme une dyspnée non cardiaque survenant chez un patient ayant une maladie quiescente chronique du cœur gauche.

Note sophistiquée : pour optimiser les économies, l'infirmière est formée à briser l'ampoule la plus onéreuse (fibrinolytique, etc) *en dernier*. Si l'échographie cardiaque venait à trouver, par exemple, un épanchement péricardique, il serait temps d'arrêter la procédure – le temps pour une réflexion afin de reconstruire l'histoire – qui pourrait être ici, une embolie pulmonaire compliquant une néoplasie responsable d'un épanchement péricardique hémorragique. Par cette façon de faire, peu d'ampoules onéreuses seront ouvertes pour rien.

Non seulement le BLUE-protocol, mais aussi notre Limited Investigation (diagnostic de défaillance circulatoire) décrite au chapitre 23 réhausse le poumon à la hauteur du cœur. L'absence de profil B indique une pression artérielle pulmonaire d'occlusion < 18 mmHg, avec des conséquences directes sur la gestion hémodynamique [15].

Les autres raisons ayant prélué à l'absence du cœur dans le BLUE-protocol peuvent être lues à la fin de ce chapitre.

Le BLUE-protocol n'est-il accessible qu'à une élite ?

Autre question très fréquente. Avant de répondre, considérons toutes ces techniques hautement expertes, échocardiographie en première ligne. La réanimation elle-même est une discipline d'élite (comme la médecine tout court), et, *même s'il était compliqué*, le BLUE-protocol devrait être maîtrisé par une telle élite. À première vue, quand le lecteur découvre en même temps l'alphabet de l'échographie pulmonaire *et* la façon de s'en servir, le BLUE-protocol peut sembler complexe. Or, le débouché final est simple. Des détails innombrables et certes longs à expliquer concourent à faire une courbe d'apprentissage rapide (exemple : expliquer la philosophie de la sonde unique). Voir plus bas, ainsi que les premières lignes du chapitre 31. Un signe du fractal au premier poser de sonde, et voilà le protocole conclu. Tout étudiant un peu motivé peut s'approprier le BLUE-protocol. L'analyse veineuse est un peu plus longue à maîtriser, encore que chaque étape soit élémentaire.

Trois minutes sont-elles vraiment possibles ?

Ce timing a intrigué certains collègues [16]. Ces trois minutes (disons « moins de quatre » pour être juste) étaient acquises dans le feu du BLUE-protocol par des opérateurs expérimentés, dans le but précis de ne pas interférer avec la gestion traditionnelle (dans ce travail indépendant et aveugle). Bien sûr, un novice est libre de prendre plus de temps. Trois

minutes étaient un temps moyen, autorisé par le *protocole rapide* que nous avons défini depuis 1992 : une machine intelligente, une sonde universelle, un réglage unique, pas de Doppler et notre produit de substitution au gel sont les clés. Le poumon est superficiel. Le temps pour trouver des fenêtres est nul (contrairement au cœur). Détecter des lignes A ou B est immédiat. Ce timing moyen peut être raccourci jusqu'à une minute, dans ces 46 % de cas où, mettant en lumière un profil B, B', A/B ou C, le BLUE-protocol ne requiert pas l'analyse veineuse ni pulmonaire postérieure.

Nous utilisons le même *protocole rapide* pour chercher la thrombose veineuse profonde, avec la même sonde, les mêmes réglages, un abord petit axe, la manœuvre de Carmen, notre produit de contact qui nous permet de passer d'une région à une autre (poumon et veines surales) en moins de 5 secondes (nous gardons simplement notre compresse près de notre champ d'action, sans temps perdu à prendre le flacon traditionnel, le secouer, appliquer le gel, le nettoyer...).

Que penser des patients « manqués » du BLUE-protocol ?

Nous entrons à présent dans une phase plus scientifique.

Chez 25 des 260 patients inclus, le BLUE-protocol a donné un profil qui n'était pas en agrément avec le diagnostic final officiel, soit 9,5 % des cas. Il faut considérer deux groupes.

1. Il y a des limitations réelles (n = 10)

L'embolie pulmonaire sans thrombose veineuse visible (19 % des cas) est la limitation typique que le BLUE-protocol ne prétend pas résoudre, mais voir plus bas. La pneumonie avec le profil B (7 % des cas) simule l'œdème pulmonaire hémodynamique. Pour ces deux situations en particulier, nous répétons que le principe du BLUE-protocol est d'être combiné avec les éléments de base, permettant de réduire la marge d'erreur. Pour la pneumonie avec profil B, des signes simples (histoire, fièvre, NFS...) et la sonographie cardiaque simplifiée permettent une réduction immédiate de l'erreur (voir plus bas sur le cœur).

2. L'analyse attentive des autres cas (n = 15) nous fait considérer une possible faille du diagnostic final basé sur les outils traditionnels.

Un patient avec des signes échographiques flagrants de consolidation pulmonaire et dont le diagnostic final officiel est une simple exacerbation de BPCO est probablement victime d'une telle faille. Cette situation avec pneumonie occulte a

été vue dans 2 % de nos cas. Les patients avec le profil B et considérés comme BPCO étaient possiblement d'autres victimes (1 % dans notre série). Les patients sans profil B et considérés comme œdème pulmonaire (0,7 % des cas) de même. Le tout monte à 5,5 %.

Au total, nous avons bien dû accepter le diagnostic final comme référence, mais notre taux global d'acuité de 90,5 % est largement en dessous de la réalité.

Le BLUE-protocol peut-il distinguer œdème pulmonaire hémodynamique et lésionnel ?

Certainement. Le BLUE-protocol a inclus 64 cas d'œdème pulmonaire hémodynamique aigu et 83 cas de pneumonie, dont 8 % initiaient un SDRA, et ont été inclus en tant que « pneumonie » pour garder l'arbre décisionnel simple (le traitement immédiat est le même). Les patients avec un œdème pulmonaire hémodynamique avaient le profil B. De cette petite série, 85 % des patients avec SDRA avaient le profil soit A, soit A/B, C ou B'. Seulement 15 % avaient un profil B. La détection d'un profil non B chez un patient avec poumons blancs radiographiques donne ainsi un argument fort vers le SDRA. On peut aussi étendre le BLUE-protocol hors des deux points antérieurs. Détecter un amas alvéolaire (ligne C ou plus large) antérieur, même à distance de ces points, va modifier le profil, qui passera de B à C. Le diagnostic d'œdème pulmonaire se déplace alors d'hémodynamique vers lésionnel. L'erreur de base du BLUE-protocol (qui fonctionne déjà à 90,5 % avec un arbre simple) est réduite.

Pour simplifier, les fluides dans l'œdème pulmonaire hémodynamique sont soumis à la pression hydrostatique et se déplacent activement, contre la gravité, vers le ciel, soit les zones antérieures, à travers les septa interlobulaires. Les fluides de l'œdème lésionnel descendent passivement vers les zones déclives. Ainsi, le profil B, qui offre 97 % de sensibilité dans l'œdème pulmonaire hémodynamique aigu, ne se retrouve que dans 15 % des cas de pneumonie initiant un SDRA.

L'exsudat envahit les septa interlobulaires sous-pleuraux et cloue pour ainsi dire le poumon à la paroi thoracique avec ses sécrétions collantes. Cela explique le fréquent profil B'. Devant un syndrome interstitiel diffus, le BLUE-protocol distingue les patients avec glissement pleural (suggérant un processus transsudatif) de ceux sans glissement (indiquant un processus exsudatif).

Les consolidations antérieures (le profil C), fréquentes dans le SDRA, n'ont pas été vues dans l'œdème pulmonaire hémodynamique et semblent illogiques (lire Discussion physiopathologique, et voir fig. 20.1).

Des désordres asymétriques peuvent être vus (si le désordre vient d'une infection vraiment unilatérale). Cela explique les profils A/B. Noter que les cas d'œdème pulmonaire hémodynamique « unilatéraux » sont, déjà, très rares, et ensuite, la définition est radiologique – nos observations ont certes montré davantage de PLAPS du côté œdématié, mais un profil B, c'est-à-dire une atteinte antérieure interstitielle symétrique.

Nous ne mentionnons pas la mesure du volume de la consolidation, ni la ponction pleurale, qui ne sont pas inclus dans le BLUE-protocol (mais le sont dans un protocole étendu, voir plus bas).

Comment gérer les patients avec embolie pulmonaire sévère sans thrombose veineuse visible ?

Quand le cadre clinique pointe sur une possible embolie, les explorations doivent aller plus loin (angioscanner). Un jeune patient sans histoire d'asthme, avec un récent souci orthopédique, qui se plaint de douleur thoracique soudaine, dyspnée aiguë, et affiche de surcroît un profil A (avec D-dimères et ECG évocateurs) est un parfait suspect.

Le BLUE-protocol offre toutefois la possibilité de diminuer les transferts au scanner spiralé. D'abord, de nombreux médecins veulent profiter du scanner spiralé pour non seulement éliminer l'embolie, mais aussi trouver une autre cause (pneumonie, œdème...). Mais l'échographie fournit aussi ce diagnostic. Ensuite, un profil nu (la moitié des cas d'embolie) est une belle opportunité de demander, non pas un scanner spiralé, mais une simple scintigraphie – plus élégante car bien moins irradiante. Habituellement, les docteurs ne demandent pas la scintigraphie car ils craignent d'avoir un test non contributif. Précisément, un profil nu prédit une scintigraphie aisément interprétable.

Mais ces lésions sous-pleurales décrites dans l'embolie pulmonaire ne sont-elles pas un excellent signe, sensible et spécifique ?

Développons donc ce point. Ces lésions, assumées infarctus ou zones hémorragiques, ont une sensibilité de 71 % et une spécificité de 95 % dans l'embolie dans certains travaux [17]. On pourrait donc se demander l'intérêt d'un BLUE-protocol dans ces conditions.

Première raison de notre désaccord. Nous pensons que Mathis *et al.* voient bien de telles lésions, sans discussion. Si nous n'en voyons pas en antérieur, zone prédéfinie dans le BLUE-protocol, c'est parce qu'elles y sont effectivement rares. Si nous n'y prêtons pas attention en postérieur, c'est parce que de telles lésions sont communes à la majorité des causes de défaillance respiratoire : œdème pulmonaire, pneumopathie, embolie, certains pneumothorax même. En bref, peu sensibles en antérieur, peu spécifiques en postérieur, ces découvertes passent au second plan.

Seconde raison : les contrôles de Mathis *et al.* sont tous ces patients vus dans le calme, présentant une simple dyspnée, ou alors de simples douleurs, hémoptysies, en d'autres termes, une population déjà sélectionnée (détail augmentant naturellement la spécificité) et de plus totalement différente de celle des patients asphyxiques du BLUE-protocol qui sont nos contrôles de l'embolie. Dans ces conditions, nous ne discutons aucunement les performances de Mathis *et al.*, mais elles ne peuvent être en aucune manière comparées avec le BLUE-protocol. Nous avons répondu sur ce point dans une correspondance ouverte [18, 19].

Comment faire avec un œdème pulmonaire compliquant une fibrose interstitielle chronique ?

Ce cadre a été présenté comme une possible limitation [16]. Le profil B indique habituellement un œdème pulmonaire, rarement une pneumonie, exceptionnellement un syndrome interstitiel chronique. Considérer l'œdème pulmonaire comme pouvant compliquer une maladie rare revient à analyser une situation encore plus rare. Il faudrait des années d'études multicentriques pour concentrer un nombre statistique de cas. En attendant, chez un patient porteur de fibrose connue, une hypocontractilité ventricule gauche suggèrera déjà une décompensation gauche additionnelle. Autre point, des PLAPS ne sont pas supposés être présents dans une simple fibrose décompensée. Leur présence indiquerait une complication : œdème, pneumonie, embolie, ou causes rares (tumeur). De même, un profil C indique une pneumonie, l'absence de fusées un pneumothorax quasi sûr, etc.

L'exclusion de patients n'a t'elle pas créé un biais limitant la valeur du BLUE-protocol ?

Il a été supposé que ces patients généraient un problème méthodologique [16]. Répondons à ces commentaires un par un.

1. Les patients exclus pour absence de diagnostic final (5 % des cas). De tels cas ne peuvent être inclus dans aucune méthodologie. Qu'en faire, sinon les exclure ? Toutefois, remarquons que le BLUE-protocol a été désigné pour fournir un profil, menant à un diagnostic échographique, corrélé avec un diagnostic final. D'intérêt, l'ensemble de ces patients exclus avaient un BLUE-profil précis, partagé entre des profils B, A/PLAPS, C... Nous faisons le pari que dans le futur et précisément pour ces patients sans diagnostic, le BLUE-protocol aura la plus grande utilité.
2. Les patients exclus car ayant plus d'un diagnostic (5 % des cas). Ce point soulève une intéressante question méthodologique. Quand deux mécanismes sont suggérés (œdème pulmonaire et pneumonie étant les plus fréquents), chaque mécanisme va-t-il générer exactement 50 % de la dyspnée ? Ce peut être 51 % aussi, et pourquoi pas jusqu'à 99 % (soit 1 % pour l'autre mécanisme suspecté). Or, nous ne connaissons pas de gold standard chiffrant ce taux avec précision. Notons seulement que le BLUE-protocol a donné un des deux diagnostics avec une acuité identique à celle de la population des 260 patients qui avaient un diagnostic unique : 87,5 %. Ainsi, le BLUE-protocol était peut-être incomplet, mais n'induisait pas en erreur. Voir plus bas.
3. Les patients exclus pour causes rares (3 % des cas). Leur exclusion aurait créé un biais, selon l'argument que ces patients étaient les plus difficiles [16]. Mais selon quelle logique un diagnostic rare serait difficile ? Comme meilleur exemple, une dyspnée due à un épanchement pleural massif n'offre pas une difficulté diagnostique majeure. Les médecins n'ont même pas besoin du BLUE-protocol ici. Le diagnostic est aisé par les outils usuels, incluant... l'échographie traditionnelle. Pour la fibrose interstitielle chronique, dans la plupart des cas, l'histoire est connue. Le docteur au courant de cette histoire saura interpréter le profil B comme marqueur interstitiel chronique et non pas aigu. La probabilité de voir ces cas en salle d'urgence est basse (1 % de nos dyspnées), et la probabilité que le patient vienne pour le premier épisode, avec un diagnostic encore non connu, est bien plus basse (moins de 1 %). À cette étape, une sonographie cardiaque simplifiée devrait montrer des anomalies droites et une normalité gauche, rendant les cas difficiles encore plus rares (bien moins de 1 %)... Nous aurions pu construire un arbre de décision plus complexe, pour un avantage modéré. Les

diagnostics rares ont été exclus afin de le garder simple, en priorisant les problèmes quotidiens.

Pour le dire différemment, le BLUE-protocol marche toujours, même quand il... n'est pas utilisé. Quand des diagnostics rares ou doubles sont suspectés par l'approche usuelle, il peut être enrichi. C'est le BLUE-protocol étendu (voir plus bas), moins simple à manier. Le BLUE-protocol natif ne fait rien d'autre que d'ajouter des points décisifs à la gestion habituelle.

Et ces patients modérément dyspnéiques, gérés simplement aux urgences ?

Ils ne sont pas dans le champ du BLUE-protocol.

Grossièrement, la BPCO, l'asthme, la pneumonie et le pneumothorax ne vont pas changer leur profil trop rapidement.

Les cas d'embolie pulmonaire modérée devraient donner plus de lignes C, car les embols mineurs vont créer des infarctus pulmonaires [17].

L'œdème pulmonaire mérite possiblement une approche particulière. Nous assumons que le patient a un profil pulmonaire normal avant tout événement. Il digère tranquillement ses huîtres au fauteuil, devant la télévision. Le chlorure de sodium en excès est extrait du tractus intestinal et petit à petit intégré dans le compartiment circulant, augmentant son volume. Quand la fonction cardiaque atteint la portion plate de la courbe de Franck-Starling, la pression télé-diastolique ventriculaire gauche augmente, augmentant en retour la pression capillaire. Le transsudat envahit tranquillement les septa interlobulaires, qui se comportent en puisards ne participant pas aux échanges gazeux. L'œdème des septa interlobulaires est un phénomène précoce, qui précède l'œdème alvéolaire [10, 11]. Le compartiment interstitiel se comble graduellement. Notre patient est toujours en train de regarder sa série TV favorite. Éventuellement, sa surface pulmonaire antérieure est déjà envahie de fusées pleurales « silencieuses ». À un moment, l'ensemble du réseau interstitiel est saturé, et la résorption lymphatique est insuffisante. Le transsudat envahit alors l'espace alvéolaire. Nous assumons que c'est là le moment où notre patient sent un inconfort. Sa femme appelle le docteur. Quand le docteur visite le patient, encore modérément dyspnéique, nous assumons que le profil B est déjà présent (et le restera au cours de l'aggravation, même à un degré supérieur, passant juste de B7 à B3).

Pour ainsi dire, le compartiment interstitiel antérieur initie une course avec le compartiment

alvéolaire postérieur, selon l'axe Ciel-Terre. La question est : est-ce que le liquide en excès atteint d'abord les septa sous-pleuraux antérieurs, ou commence-t-il à remplir les alvéoles postérieures avant que les septa antérieurs ne soient saturés ? Dans la première hypothèse, l'échographie pulmonaire va détecter l'œdème pulmonaire avant le stade alvéolaire, clinique. La seconde hypothèse pourrait expliquer les cas légers d'œdème clinique sans profil B (voir plus bas). La figure 20.1 montre que le cours clinique évolue graduellement tandis que les profils échographiques changent soudainement – ce qui montrerait que des patients avec un profil B puissent ne pas avoir encore de signe clinique d'œdème pulmonaire. Voir la fig. 17.6, p. 149 : dans un thorax standard, la colonne postéro-antérieure fait environ 18 cm. Une PAOP de 18 mmHg est équivalente à une colonne de pression haute de 24 cm d'eau environ (moins l'impédance du tissu pulmonaire). Et encore, la référence du zéro hydrostatique n'est pas à la paroi postérieure mais au niveau du cœur. En d'autres termes, une pression capillaire de 18 mmHg (seuil pour l'œdème interstitiel mais pas encore alvéolaire) créera aisément un œdème septal antérieur, contre la gravité. On devrait imaginer un geyser (pressurisé par définition) haut de 24 cm.

Des auteurs ont trouvé une absence de profil B (antérieur donc) dans quelques cas d'œdème pulmonaire modéré – trouvant des fusées pleurales latérales [20]. Cette hypothèse pourrait être expliquée par la physiopathologie de l'œdème pulmonaire, toutefois notre concept assume que le syndrome interstitiel est complet avant que le patient ne se plaigne. Rarement appelés pour des patients modérément dyspnéiques, nous ne pouvons encore nous faire une opinion. Possiblement, de tels patients initieraient un début d'amélioration lors de l'échographie initiale. Possiblement, une dystrophie bulleuse géante avec bulles antérieures donnerait une explication partielle. Possiblement, ces études pourraient avoir la même proportion irréductible de diagnostics officiels erronés. Nous rappelons que notre gold standard était le diagnostic fait par une équipe académique de réanimateurs médicaux sur des patients admis dans un hôpital universitaire. On peut imaginer que dans une salle d'urgence, les conditions pour un diagnostic fin ne seront pas plus favorables.

La paroi thoracique latérale n'était pas incluse dans le BLUE-protocol. Dans notre série de patients sévèrement dyspnéiques, cette information était redondante. Associées au profil B, des fusées pleurales latérales étaient redondantes pour

diagnostiquer un œdème pulmonaire. Associées aux profils B', C ou A/B, elles étaient redondantes pour diagnostiquer une pneumonie. Associées au profil A, elles étaient redondantes avec les PLAPS pour toujours démontrer une pneumonie. Brièvement, chez un patient sévèrement dyspnéique, si un profil A est vu avec des fusées pleurales latérales diffuses, la pneumonie devrait être considérée avant l'œdème pulmonaire hémodynamique.

Patients difficiles ?

Une force majeure de l'échographie pulmonaire est d'être faisable par tous temps. Une approche antérieure permet une détection immédiate de fusées pleurales, même avec une couche graisseuse pariétale de 7 cm. Le PLAPS-point sera toujours strictement défini. Le haut gradient d'impédance entre air et gaz permet la détection, même grossière, des PLAPS. L'analyse veineuse peut être plus difficile par endroits (ilio-caves surtout).

Le BLUE-protocol fonctionne-t-il partout ?

Nous assumons que non. Dans de nombreuses parties du monde, il y aura plus de pneumonies, comme la tuberculose. De plus, le temps manque à beaucoup de gens pour atteindre l'âge de développer les maladies modernes (BPCO, obstructions coronariennes...). Dans des zones avec soins pauvres mais faible exposition à la vie moderne et sa pollution (contrées amazoniennes ?), le taux de maladies infectieuses est peut-être paradoxalement faible. Notre prochaine édition devrait clarifier ces points.

Un but additionnel mais critique du BLUE-protocol est de fournir aux médecins qui ont un accès limité aux radiographies, un outil à coût avantageux et haute acuité.

Que se passe-t-il quand le BLUE-protocol est pratiqué sur des patients non bleus ?

Le BLUE-protocol est défini pour des patients sévèrement dyspnéiques. Un sujet sain aura le BLUE-profil d'un asthme ou d'une BPCO. Un patient post-opératoire avec simples atélectasies basales a un profil A/PLAPS de pneumonie. Un SDRA « non compliqué » (qui est rose, sous oxygène pur) présente des profils B, B', A/B et C, parfois A/PLAPS. Un œdème pulmonaire aigu qui devient rose sous thérapie appropriée aura, à un moment, absence de fusées antérieures, présence de fusées latérales extensives bilatérales et habituellement PLAPS, soit un profil de pneumonie. Lors de la guérison – on verra seulement des PLAPS, c'est-à-dire

encore un profil de pneumonie, jusqu'à ce que le thorax soit bien sec, créant un profil de BPCO/asthme.

Va-t-on lancer des études multicentriques pour valider le BLUE-protocol ?

Nous travaillons activement sur ce point, tentant de court-circuiter de multiples problèmes.

Former des équipes sera le moindre.

Disposer d'un matériel approprié, intelligent, peut être un autre problème.

Un problème substantiel sera méthodologique : le diagnostic final doit être aussi parfait que possible. Notre étude a déjà des limites, la salle d'urgence ne fera sans doute pas mieux.

Mais le problème essentiel sera éthique : mettre en place des études randomisées signifie que les informations données par le BLUE-protocol ne seront pas prises en compte pour soulager ces patients asphyxiques.

Quel est l'intérêt du concept de PLAPS ?

Le label PLAPS est d'abord une onomatopée qui voudrait suggérer une éblouissance, car l'image bi-teinte avec aspect tissulaire et liquidien et limite profonde déshabillée évoque bien ce terme. L'intérêt du PLAPS est que ce terme est toujours correct quand une telle image remplace la barrière artefactuelle : qu'il y ait seulement de la consolidation, seulement de l'épanchement, les deux, ou seulement une image mal définie, mais générant une fenêtre acoustique avec image mesurable, le terme de PLAPS est correct.

Différencier finement le pleural de l'alvéolaire n'influence pas l'arbre décisionnel. Dit différemment, le concept du PLAPS fait de quatre signes un signe, qui est : « absence d'aspect artefactuel ». De ce fait, le nombre des signes pulmonaires décroît de dix à sept. La gamme décaphonique devient diatonique. Ce concept utilise le principe n° 1 de l'échographie pulmonaire – la simplicité – et permet une formation plus rapide des équipes intéressées.

Au fait, pourquoi « BLUE » protocol ?

Le bleu est le ton dominant de ces patients.

Le bleu est la couleur des veines, mettant en lumière que l'analyse veineuse est en première ligne.

Nous avons soigneusement vérifié qu'il n'y avait pas d'espace pour la confusion. Le terme « BLUE-protocol » ne se référerait à aucun cadre particulier connu. Notre souhait était de créer une association d'idées indiquant d'emblée à l'utilisateur qu'il ou elle :

- utilise un *protocole rapide* totalement adapté à l'urgence extrême ;
- n'a besoin que d'un appareil très simple, sans Doppler, s'allumant en 7 secondes ;
- analyse le poumon (un organe supposé interdit aux ultrasons) ;
- bénéficie de points standardisés (les BLUE-points) ;
- utilise seulement sept signes ;
- n'utilise pas plus de sept profils ;
- fait une approche adaptée des veines, utilisant la même sonde et quelques particularités techniques ;
- utilise un produit de contact sans gel contribuant à un examen vraiment rapide (< 3 minutes) ;
- et intègre en permanence cette approche au contexte clinique, ce qui augmente d'autant le taux d'acuité qui est déjà de 90,5 %.

L'acceptation du BLUE-protocol par *Chest* a initié la création du SLAM [21]. Lire le chapitre 30 p. 300, pour savoir si « BLUE » est un acronyme ou non.

Le futur du BLUE-protocol

Son futur immédiat est d'être développé en utilisant des méthodes d'enseignement adaptées. Se référer au chapitre 31.

Une fois les collègues habitués à son arbre décisionnel, il sera possible de sophistiquer l'approche. Le BLUE-protocol étendu, que nous utilisons en routine, intègre de simples données cliniques, une sonographie cardiaque simplifiée, des données de l'échographie pulmonaire additionnelles, de simples procédures (ponction pleurale) et des données évolutives. Il permet entre autres d'établir des diagnostics doubles ou rares. Voici quelques exemples :

Cedème pulmonaire plus pneumonie : le profil B avec contractilité ventriculaire gauche dégradée et consolidation postérieure large (index élevé, voir p. 137) invite à la double thérapie.

Cedème pulmonaire plus BPCO : la disparition sous traitement du profil B associée à une persistance d'une défaillance respiratoire suggère le diagnostic de BPCO résiduelle.

Épanchement pleural massif : un PLAPS-index de 5 cm indique que le volume de l'épanchement est certainement responsable de la dyspnée. Etc.

Avec ces sophistications ultimes, les demandes en tests tardifs de l'étape 3 (scanner, échocardiographie, gaz du sang...) devraient être réservées aux situations vraiment rares.

Petite histoire du BLUE-protocol

Ayant eu le privilège de travailler, dès 1989, dans une réanimation pionnière en échocardiographie, nous avons d'emblée un accès aisé au cœur. Ayant tout loisir d'utiliser nos nuits à la réflexion, nous avons rapidement intégré des éléments venus des plèvres, puis des poumons, et des veines, nous autorisant à prôner l'échographie dans la dyspnée aiguë dès 1991-1993 [22].

Notre première mention d'un arbre décisionnel pour gérer une défaillance respiratoire aiguë était rendue publique en 1995 [23].

Cet arbre était alors plutôt touffu à cette époque, incluant largement cœur, veine cave inférieure. La veine cave inférieure fut rapidement retirée, pour une faible valeur ajoutée. Trois items cardiaques figuraient jusqu'aux années 2000-2003 : contractilité ventriculaire gauche, taille du ventricule droit, épanchement péricardique [24]. Retirer le cœur n'était pas dans nos intentions initiales, mais nous avons un jour reçu le conseil de rester éloignés de cette zone, réservée aux spécialistes. Nous allâmes alors en profondeur dans nos dossiers, et fîmes trois découvertes séquentielles.

Première étape : la péricardite générant plus une douleur avec limitation de la respiration qu'une dyspnée vraie, il était facile de retirer le status péricardique sans dommage.

Dans une seconde étape, plus intéressante, nous avons observé que tout patient bleu sans profil B avait un désordre de nature à générer un élargissement du ventricule droit (embolie, pneumonie, BPCO, asthme, pneumothorax...). L'œdème pulmonaire était éliminé, la maladie restante affectait les cavités droites. Nous pûmes retirer l'analyse du ventricule droit, redondante.

La troisième étape regardait le ventricule gauche, qui demeurait encore dans notre arbre décisionnel [25]. C'était définitivement la plus intéressante. Conscients du défi, mais désirant garder l'outil simple et efficace, nous analysâmes de près les dossiers. Dans 3,0 % de cas, l'analyse ventriculaire gauche s'est montrée contributive, montrant une contractilité correcte alors qu'il y avait un profil B, et le diagnostic final était celui de pneumonie. Dans 3,4 % des cas, l'analyse ventriculaire gauche montrait une contractilité altérée chez des patients dont le diagnostic final n'était pas l'œdème pulmonaire hémodynamique – aucun d'entre eux n'ayant

du reste le profil B. Une information supérieure était ainsi acquise dans le challenge « œdème pulmonaire *versus* pas d'œdème pulmonaire » que perdue dans le challenge « œdème pulmonaire hémodynamique *versus* lésionnel ». Retirer le cœur gauche a été non seulement possible, simplifiant notre arbre décisionnel, mais aussi légèrement avantageux, améliorant l'acuité du BLUE-protocol (90,3 % en incluant le cœur gauche, 90,5 % en le retirant). Les résultats détaillés figurent dans le document on-line de l'article *Chest* 134:117-125. Une idée centrale du BLUE-protocol est ici : si une analyse directe du poumon montre l'absence d'œdème pulmonaire, le besoin pour une analyse sophistiquée du cœur ne devrait pas générer une énergie exagérée au moment de l'admission (voir chapitre 23 pour des détails additionnels).

Comme la population prend de l'âge, un ventricule gauche hypocontractile est vu avec une fréquence croissante, mais n'est pas forcément la cause de la dyspnée. Chez les patients sans profil B, une anomalie du cœur gauche n'est pas attendue... sauf maladie chronique latente qui ironiquement ne participe pas à la défaillance aiguë. En d'autres termes, détecter un non-profil B informe immédiatement sur la *fonction systolique ventriculaire gauche, la fonction diastolique ventriculaire gauche, de même que la fonction de la valve mitrale et celle de la valve aortique* : normales. Aucune de ces fonctions n'est altérée. Quand bien même elle le serait, la cause princeps de la détresse respiratoire est ailleurs.

Pour pouvoir soumettre le BLUE-protocol, il avait été nécessaire de publier la totalité de nos observations princeps, surtout une nomenclature préliminaire pour une analyse standardisée, c'est-à-dire des articles basiques sur le pneumothorax, l'épanchement pleural (proposant des critères universels pour cette application pas si standardisée), la consolidation pulmonaire, le syndrome interstitiel... Ceci a été à l'origine d'environ 30 rejets, faisant durer l'histoire entre 1991 et 2008. Tout cet effort avait dû être fait au détriment d'innombrables autres applications (entre-temps publiées par d'autres équipes) et au détriment de la prise du moindre leadership (idem). Le manuscrit lui-même du BLUE-protocol a été rejeté par trois journaux internationaux (notre taux usuel). Ces facteurs expliquent pourquoi nous n'avons pu partager notre approche sur le soulagement prompt d'une détresse respiratoire dans la littérature à comité de lecture que 13 ans après sa première mention publique.

Tableau XX.I – Résultats regroupés du BLUE-protocol

	Profil A plus PLAPS	Profil normal, et A' sans PLAPS	Profil B	Profil B'	Profil C	Profil A/B	Point poumon
Cedème pulmonaire aigu hémodynamique	2	0	62 ¹	0	0	0	0
Pneumonie	35	3	6	9	18	12	0
BPCO ou asthme	4	75 ¹	3	0	1	0	0
Embolie pulmonaire	10 ⁸	10 ⁹	0	0	1 ⁰	0	0
Pneumothorax	0	1	0	0	0	0	8

Notes. Pour simplifier le tableau I de l'article original :

- BPCO et asthme sont considérés ensemble
- Un patient avec pneumonie et profil A' avec PLAPS (sans point poumon) a été inséré dans la colonne « profil A plus PLAPS »
- Exposit : cas avec thrombose veineuse (les chiffres sans exposant signifient exploration veineuse *négative*)
- Le terme « point poumon » implique en antérieur un glissement aboli sans ligne B

Tableau XX.II - Acuité des profils

Pathologie	Profils du BLUE-protocol	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive	Valeur prédictive négative
Cedème aigu pulmonaire hémodynamique	<i>Profil B</i>	97 % (62/64)	95 % (187/196)	87 % (62/71)	99 % (187/189)
BPCO ou asthme aigu	<i>Profil nu</i>	89 % (74/83)	97 % (172/177)	93 % (74/79)	95 % (172/181)
Embolie pulmonaire	<i>Profil A avec thrombose veineuse</i>	81 % (17/21)	99 % (238/239)	94 % (17/18)	98 % (238/242)
Pneumothorax	<i>Glissement pleural antérieur absent, lignes B antérieures absentes, et point poumon présent</i>	88 % (8/9)	100 % (251/251)	100 % (8/8)	99 % (251/252)
Pneumonie	<i>Profil B'</i>	11 % (9/83)	100 % (177/177)	100 % (9/9)	70 % (177/251)
	<i>Profil A/B</i>	14,5 % (12/83)	100 % (177/177)	100 % (12/12)	71,5 % (177/248)
	<i>Profil C</i>	21,5 % (18/83)	99 % (175/177)	90 % (18/20)	73 % (175/240)
	<i>Profil A avec PLAPS</i>	42 % (35/83)	96 % (170/177)	83 % (35/42)	78 % (170/218)
	<i>Les 4 profils</i>	89 % (74/83)	94 % (167/177)	88 % (74/84)	95 % (167/176)

(Parenthèses : nombre de patients)

Références

1. Irwin RS, Rippe JM (2008) Intensive Care Medicine. 6th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p. 491-6
2. Laënnec RTH (1819) Traité de l'auscultation médiate, ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur. J.A. Brosson & J.S. Chaudé, Paris. New York: Hafner, 1962 ; 455-6
3. Roentgen WC (1895) Ueber eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mittheilung, Sitzungsberichte der Würzburger Physik-mediz Gesellschaft, December 28: 132-41
4. Wasserman K (1982) Dyspnea on exertion: is it the heart or the lungs? J Am Med Assoc 248: 2039-43
5. Greenbaum DM, Marschall KE (1982) The value of routine daily chest X-rays in intubated patients in the medical intensive care unit. Crit Care Med 10: 29-30
6. Aronchick J, Epstein D, Gefter WB, *et al.* (1985) Evaluation of the chest radiograph in the emergency department patient. Emerg Med Clin North Am 3: 491-501
7. Lichtenstein D, Goldstein G, Mourgeon E, *et al.* (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. Anesthesiology 100: 9-15
8. Ray P, Birolleau S, Lefort Y, *et al.* (2006) Acute respiratory failure in the elderly: etiology, emergency diagnosis and prognosis. Crit Care 10: R82
9. Brenner DJ et Hall EJ (2007) Computed Tomography. An Increasing Source of Radiation Exposure New Engl J Med 357: 2277-84
10. Staub NC (1974) Pulmonary edema. Physiol Rev 54: 678-811
11. Safran D, Journois D (1995) Circulation pulmonaire. In: Samii K, ed. Anesthésie Réanimation Chirurgicale. 2nd ed. Paris: Flammarion, p. 31-8
12. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, *et al.* (1997) The comet-tail artifact, an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. Am J Respir Crit Care Med 156: 1640-6
13. Rémy-Jardin M, Rémy J (1995) Œdème interstitiel. In: Rémy-Jardin M, Rémy J, eds. Imagerie nouvelle de la pathologie thoracique quotidienne. Paris: Springer-Verlag, p. 137-43
14. Laënnec RTH (1819) Traité de l'auscultation médiate, ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur. Paris: J.A. Brosson & J.S. Chaudé. New York: Hafner 1962
15. Lichtenstein D, Mezière G, Lagoueyte JF, *et al.* (2009) Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. Chest 136: 1014-20
16. Khosla R (2009) Utility of lung sonography in acute respiratory failure. Chest 135: 884
17. Mathis G, Blank W, Reißig A, *et al.* (2001) Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism. Chest 128: 1531-1538
18. Reißig A, Kroegel C (2009) Relevance of subpleural consolidations in chest ultrasound, letter to the Editor. Chest 136: 1706
19. Lichtenstein D, Mezière G (2009) Response to Reißig & Kroegel letter to the Editor. Chest 136: 1706-7
20. Volpicelli G, Cardinale L, Mussa A, Caramello V (2009) Diagnosis of cardiogenic pulmonary edema by sonography limited to the anterior lung. Chest 135: 883
21. SLAM - Section pour la Limitation des Acronymes en Médecine (2009) Déclaration 1609. 1^{er} avril 2008. Journal Officiel de la République Française, 26 avril 2008 (n° 17), p. 2009
22. Lichtenstein D, Axler O (1993). Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit, a prospective study of 150 consecutive patients. Intensive Care Med 19: 353-5
23. Lichtenstein D (1995) Échographie pulmonaire. Diplôme Inter-Universitaire National d'Échographie, Paris VI, December 1995
24. Lichtenstein D, Mezière G (2003) Ultrasound diagnosis of an acute dyspnea. Critical Care 7: suppl 2: S93
25. Lichtenstein D (2005) Analytic study of frequent and/or severe situations. In: General ultrasound in the critically ill. Springer Verlag, Berlin, p. 177-83

Nous avons promis à nos lecteurs un chapitre entier consacré aux enfants dans notre prochaine édition. Ce chapitre était une urgence. Grâce au privilège qui nous avait été donné par Philippe Mauriat de faire profiter le nouveau-né en état critique de cette méthode pacifique, le voici enfin.

Ici plus que dans les 20 chapitres précédents (tacitement dédiés à l'adulte), l'échographie doit être envisagée comme une priorité, en particulier l'échographie pulmonaire. Les effets de l'irradiation causés par le scanner ne sont pas acceptables chez le nouveau-né [1-4]. Nous allons voir comment il est possible d'implémenter l'échographie pulmonaire.

Une sonde microconvexe de 5 MHz est un peu juste ici. Des fréquences de l'ordre de 8-12 MHz seront préférées. L'utilisation d'une haute fréquence donne la résolution la plus fine.

Échographie pulmonaire chez le nouveau-né : une opportunité majeure

Dans les champs usuels de la médecine, l'enfant n'est pas un adulte en miniature. Cette assertion classique est-elle valable dans le domaine de l'échographie pulmonaire ? Comment le nouveau-né réagira-t-il face aux désordres vus chez l'adulte ? Notamment, est-ce que les septa interlobulaires épaissis de son petit thorax seront capables de générer des lignes B, permettant le diagnostic de syndrome interstitiel ? Le pneumothorax, la pneumopathie, vont-ils générer des signes similaires à ceux déjà décrits ?

Peu d'auteurs ont eu l'opportunité de passer le barrage du processus de *Reviewing* dans ce cadre sensible [5]. Pendant ce temps, nous étions bloqués par la nécessité de simplement soumettre les signes de base de l'échographie pulmonaire avant

de pouvoir passer à l'étape suivante : montrer leur application pratique [6-8], la pédiatrie étant une urgence extrême.

Nous avons analysé des bébés (35+/- jours) admis dans la réanimation néonatale post-chirurgie cardiaque dirigée par Philippe Mauriat, durant trois ans. Nous avons utilisé la technique, les stages et la sémiologie décrits, évalués et standardisés chez l'adulte. Nous avons pris le plus grand soin à éviter les infections croisées. Ceci est quasi impossible avec la plupart des machines, qu'elles soient traditionnelles ou dites miniatures, car la profusion de boutons et de sondes rend futile toute tentative de nettoyage efficace. Nous avons évité l'utilisation du Doppler, car nous ne sommes toujours pas rassurés sur l'absence d'effets négatifs [9-11].

Nous avions à utiliser un Philips Sonos 5500 (Philips, Andover, Netherlands) avec une sonde phased array de 12 MHz. Ce matériel était loin d'être l'idéal pour de nombreuses raisons et nous avons connu quelques difficultés. N'ayant pas le choix, et devant exploiter à fond notre expérience, il nous a été possible de tirer des conclusions solides. Un opérateur non chevronné aurait pu être découragé face à de telles conditions.

Le design de notre étude. Technique de base

Nous avons évalué si les 10 signes qui ont fait l'échographie pulmonaire chez l'adulte se retrouvaient aussi chez le nouveau-né :

1. La ligne pleurale (avec le signe de la chauve-souris) ;
2. Les lignes A ;
3. Le glissement pleural (avec le signe du bord de mer) ;
4. Le signe du dièse (avec la ligne pulmonaire) ;
5. Le signe de la sinusoïde ;
6. Le signe pseudo-tissulaire ;

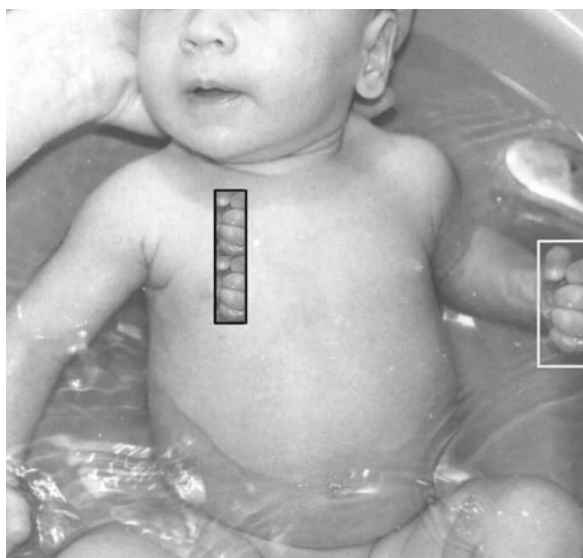


Fig. 21.1 – BLUE-hands chez le nouveau-né. Cette figure montre un moyen simple pour déterminer les BLUE-points (voir p. 114). On imagine deux mains du bébé, l'une au-dessus de l'autre, à partir du bord inférieur de la clavicule (sans les pouces). L'auriculaire de la main basse indique la base du poumon (noter ici que la main gauche – *cadre blanc* – est plus proche de nous, et nous avons corrigé la projection de la main pour les besoins de l'image). Un moyen rapide pour identifier la localisation du diaphragme est de prendre la demi-distance du thorax (de l'apex au rebord costal).

7. Le signe de la fractale ;
8. Les fusées pleurales ;
9. L'abolition du glissement pleural (avec le signe de la stratosphère) ;
10. Le point poumon.

La ligne des mamelons (un repère pratique chez l'adulte) est située trop haut chez le nouveau-né. Après avoir utilisé la mi-distance entre apex pulmonaire et rebord costal inférieur comme un repère basique, nous avons finalement utilisé la technique des BLUE-hands (fig. 21.1). Voir description p. 114 (chapitre 14).

L'échographie pulmonaire chez le nouveau-né est plus aisée que chez l'adulte. Notre sonde de 8 cm était un peu longue pour l'investigation du PLAPS-point, mais le faible poids du bébé permet une rotation plus facile (en veillant à la sonde d'intubation).

Aspects de base normaux : signes n° 1, 2 et 3

La ligne pleurale (avec signe de la chauve-souris) a été retrouvée dans tous nos examens (fig. 21.2). Le glissement pleural a été enregistré, avec le

signe du bord de mer. La surface pulmonaire d'un nouveau-né était capable de générer des lignes A.

Épanchement pleural : signes n° 4 et 5

Le signe du dièse et le signe de la sinusoidé étaient présents, identiques à l'adulte, avec possibilité de faire des mesures précises (fig. 21.3).

Consolidation pulmonaire : signes n° 6 et 7

Tous les signes décrits chez l'adulte étaient présents, c'est-à-dire le signe du pseudo-tissu, le signe de la fractale, le bronchogramme aérien, le bronchogramme aérien dynamique, les tubulogrammes fluides (fig. 21.3). Un index de consolidation était faisable pour chacun.

Syndrome interstitiel : signe n° 8

Les fusées pleurales, signe caractéristique, étaient enregistrées, sans particularité (fig. 21.4). La ligne B était comparable en tout point à celle de l'adulte. Seuls les termes B7 et B3 perdent de leur sens (désignant des distances chez l'adulte), mais lire à ce sujet l'addendum p. 155.

Pneumothorax : signes n° 9 et 10

Glissement pleural aboli (avec signe de la stratosphère), signe de la ligne A et surtout point poumon ont été observés, de la même manière que chez l'adulte, en cas de pneumothorax.

Résultats : échographie comparée avec la radiographie au lit

La radiographie thoracique au lit est l'outil usuel pour évaluer le poumon du nouveau-né. Nous avons trouvé dans cette série un désaccord grossièrement semblable à celui mis depuis longtemps en lumière chez l'adulte (chez qui le scanner, accessible, démontrait la supériorité de l'échographie). À la lumière de ce fossé majeur et de l'absence de gold standard sérieux (le scanner), nous nous attendons à de nombreux rejets (déjà deux) sur le

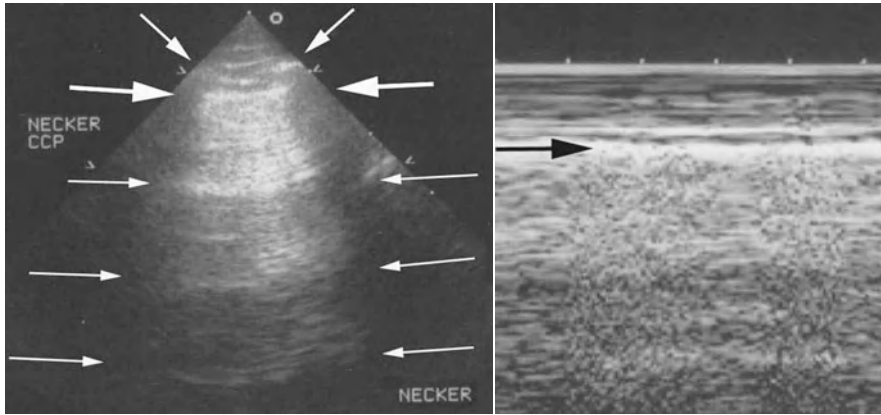


Fig. 21.2 – Surface pulmonaire normale chez le nouveau-né. *Gauche* : comme chez l'adulte, les côtes du nouveau-né mature donnent des ombres acoustiques, et un signe de la chauve-souris peut être décrit, avec des proportions identiques à l'adulte. Chez cet enfant, la ligne pleurale entre deux côtes est visible sur 9 mm, et la distance entre ligne des côtes et ligne pleurale est de 2,5 mm. Les

flèches fines horizontales indiquent les lignes A. *Droite* : un signe du bord de mer, exactement similaire à celui d'un adulte. Noter la discrète variante mangrove (sous le corps de la flèche, qui indique la ligne pleurale). Image acquise avec un Hewlett-Packard Sonos 5500.



Fig. 21.3 – PLAPS. De haut en bas : les *flèches larges* indiquent la ligne pleurale. Les *petites flèches blanches* indiquent une ligne pulmonaire (petit épanchement pleural). L'aspect tissulaire naissant de la ligne pulmonaire est limité par les *flèches noires*, soulignant le signe de la ligne fractale. Exemple de PLAPS (détecté au PLAPS-point). Une fois de plus, noter la pauvre résolution. Image acquise avec un Hewlett-Packard Sonos 5500.

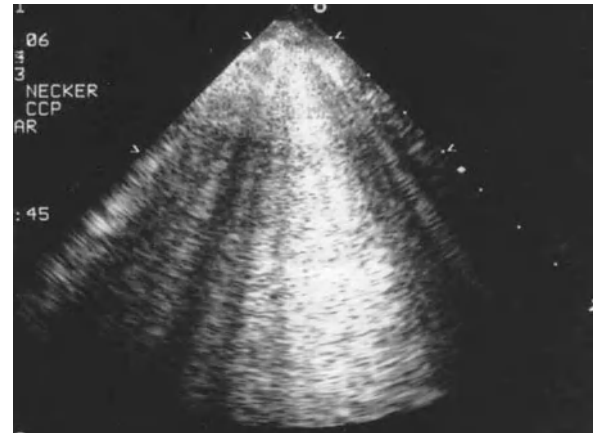


Fig. 21.4 – Lignes B. Multiples lignes B à la surface pulmonaire d'un nouveau-né, comme chez l'adulte, indiquant un désordre interstitiel (syndrome inflammatoire après by-pass cardiaque). Image acquise avec un Hewlett-Packard Sonos 5500.

manuscrit informant de la valeur de la radiographie thoracique au lit, l'échographie faisant foi.

Démonstration du potentiel de l'échographie pulmonaire à se substituer à la radiographie thoracique au lit en tant que gold standard

Quand deux tests divergent, l'un est correct, l'autre erroné, sans espace pour des possibilités intermédiaires. Voici une démonstration en 10 étapes

montrant que, en dépit de l'absence de corrélation scanographique, la différence trouvée entre radiographie et échographie est en faveur de l'échographie.

Étape 1 : les signes échographiques évalués chez l'adulte sont exactement les mêmes chez le nouveau-né

Notre expérience de trois ans menée dans cette réanimation néonatale a montré que les dix signes de base, standardisés chez l'adulte (voir plus haut) étaient tous retrouvés chez des bébés réanimés. Durant toute cette observation, nous

n'avons vu aucun signe « nouveau », particulier au nouveau-né, qui n'avait pas été observé auparavant chez l'adulte.

Étape 2 : un désaccord entre échographie et radiographie est mis en lumière chez le nouveau-né en état critique

La radiographie chez le nouveau-né, lue par des radiologues avertis et en aveugle, était en désaccord avec l'échographie dans à peu près les mêmes proportions que celles observées depuis longtemps chez des adultes – où le scanner démontrait la supériorité de l'échographie.

Étape-3 : les traits anatomiques de chaque syndrome (pneumothorax, etc.) sont les mêmes chez l'adulte et le nouveau-né

En ce qui concerne les atteintes évaluées, aucune distinction radiologique n'a été faite à notre connaissance entre adultes et enfants [12]. Il n'y a pas d'argument physiopathologique pour avancer que ces deux populations devraient générer des aspects radiologiques différents [13]. Le même raisonnement est valable avec l'échographie. C'est la seule spéculation de notre démonstration.

Étape-4 : la radiographie thoracique au lit chez l'adulte est imparfaite

Les limitations de la radiographie ont été démontrées chez l'adulte [14-23] (tableau XXI-I).

Étape-5 : l'échographie a une acuité proche de celle du scanner chez l'adulte

À l'inverse, l'échographie a prouvé chez l'adulte une sensibilité et une spécificité proches de celle du scanner [21-28] (voir tableau XIX-III, p.176), et même supérieure à l'occasion [29].

Étape 6 : la radiographie thoracique au lit chez le nouveau-né est un outil qui n'a pas été évalué

Aucun travail à notre connaissance n'a évalué la valeur de la radiographie thoracique chez le nouveau-né. Quelques travaux commentent l'intérêt des radiographies de routine en réanimation néonatale quand elles montraient des désordres inattendus [30-32], mais aucun n'a creusé la valeur des résultats négatifs (ni non plus une analyse critique des résultats positifs).

Étape 7 : chez l'adulte, la radiographie thoracique au lit est plus spécifique que sensible

La radiographie thoracique au lit chez l'adulte en situation critique a démontré une faible sensibilité [21]. La spécificité était meilleure. Les faux négatifs sont 6 fois plus fréquents que les faux positifs (tableau 21.1). Cela va fournir un argument majeur dans notre raisonnement.

Tableau XXIII.I – Acuité de la radiographie comparée au scanner dans le SDRA de l'adulte.

	Sensibilité	Spécificité
Épanchement pleural	39 %	85 %
Consolidation pulmonaire	68 %	95 %
Syndrome interstitiel	60 %	100 %

(from *Anesthesiology* 100:9-15)

Étape-8 : comparée à la radiographie, l'échographie chez le nouveau-né semble plus sensible que spécifique.

Dans notre expérience, si l'on prenait la radiographie comme gold standard, l'échographie montrait cinq fois plus de faux positifs que de faux négatifs. Le ratio global de faux positifs/faux négatifs était de 5.3. Cette similitude de taux avec l'étape 7 va à présent être exploitée.

Étape 9 : dans l'étude présente, l'échographie a eu les pires résultats dans les domaines où la radiographie est connue pour avoir les pires résultats, précisément.

Nous reprenons à présent la spéculation de l'étape 3. Démontrer qu'une méthode (l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né) a une faible spécificité précisément dans les domaines où la radiographie montre une pauvre sensibilité (chez l'adulte) revient à dire que les faux positifs échographiques auraient été en fait de vrais positifs, si on les avait comparés avec un gold standard valable. Notre expérience a montré que l'échographie a eu la pire spécificité dans les domaines où la radiographie est connue pour avoir la pire sensibilité. La spécificité de la radiographie est bonne pour le pneumothorax [28] et le syndrome interstitiel [21]. Dans ces domaines où la radiographie peut être considérée comme gold standard assez valable, l'échographie a montré une haute sensibilité.

Étape 10 : nos quelques corrélations scanographiques

Elles n'ont pas encore de pouvoir statistique, mais, précisément, elles montrent ce qui devait être démontré. De ce début modeste de preuve définitive, des cas de consolidation pulmonaire qui étaient indiscutables à l'échographie et absents ou incertains à la radiographie étaient clairement prouvés – comme prévu – sur le scanner.

Le fait de retrouver les dix signes échographiques standardisés n'est pas dû au hasard ou à quelque construction artefactuelle. Conceptuellement, il n'est pas possible d'imaginer quelle maladie peut simuler un signe de la sinusoidé si ce n'est un épanchement pleural (ou un point poumon, si ce n'est un pneumothorax, etc.).

Parmi des limitations théoriques, s'il peut être démontré que les consolidations pulmonaires chez le nouveau-né n'atteignent pas la paroi dans la même proportion que chez l'adulte, c'est-à-dire 98,5 % des cas, cela devrait diminuer la sensibilité de l'échographie. Nos quelques corrélations scannographiques montrent déjà l'opposé, soit régulièrement un large contact pariétal.

Une explication est disponible pour chacun de nos résultats (voir tableaux 19.1 et 19.2 p. 174). La radiographie thoracique au lit manque de sensibilité. Surtout, chez un nouveau-né couché, elle laisse passer les consolidations petites et rétrodiaphragmatiques. Quand elles sont à peine visibles (émoussement du cul-de-sac), elles sont facilement interprétées comme épanchements pleuraux. La radiographie thoracique au lit laisse passer les anomalies interstitielles subtiles, le pneumothorax quand la ligne pleurale n'est pas tangentielle aux rayons X, le petit épanchement pleural. Par exemple, les enfants dans notre série avaient des épanchements pleuraux de petite taille, bien détectés à l'échographie, manqués par la radiographie. La radiographie thoracique au lit manque de spécificité car elle procède par sommation, faisant fusionner désordres alvéolaires et pleuraux, ce qui n'est jamais un problème avec l'échographie, une méthode qui ne fait aucune sommation.

Contrairement à la radiographie, l'échographie a à la fois une haute sensibilité (car presque tous les désordres atteignent la surface et ont un contact extensif) et une haute spécificité (car il n'y a pas d'effet de sommation, surtout). Des épanchements pleuraux minimes sont identifiés au PLAPS-point. Des pneumothorax minimes sont identifiés aux BLUE-points. Pour les consolidations pulmonaires, le problème est légèrement différent, du fait que leur localisation n'est pas aussi précisément standardisée (un balayage incomplet peut manquer des petits cas), et quelques cas (1,5 % chez l'adulte) ne touchent pas la paroi. De façon non surprenante, c'est ici que nous avons trouvé la plupart des faux négatifs échographiques (comparativement à la radiographie).

Le cas du syndrome interstitiel est le plus intéressant. Nous avons d'abord retrouvé la définition exacte en 7 points de la ligne B chez le nouveau-né (fig. 21.4). Or, presque *tous* nos premiers cas avaient des aspects échographiques interstitiels – non vus à la radiographie, créant un taux alarmant de faux positifs échographiques. Les lignes B étaient-elles possiblement un signe physiologique sur de très jeunes poumons ? Or, tous les enfants de cette réanimation post-chirurgie cardiaque avaient bénéficié d'une circulation extracorporelle

– condition générant une réponse inflammatoire systémique – et donc aussi pulmonaire [33]. Ainsi, une haute prévalence de syndrome interstitiel était attendue. Nous concluons que l'échographie détecte un trouble qui est la plupart du temps occulté par la radiographie thoracique au lit. Les lignes de Kerley antérieures, presque jamais détectées sur les radiographies au lit antéro-postérieures, sont immédiatement accessibles à l'échographie. Les variantes B7 aussi bien que B3 étaient observées, ce qui suggère que, chez le nouveau-né aussi, l'échographie peut distinguer le simple œdème septal des lésions en verre dépoli. Cela aura éventuellement un futur impact pour certaines décisions thérapeutiques.

Autres applications de l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né

Une fois l'alphabet acquis, on peut utiliser des combinaisons et ainsi former des mots, des phrases, des textes... à l'instar de l'échographie de l'adulte. Ainsi, dans la bronchiolite aiguë du nourrisson, dans la dysplasie bronchopulmonaire, des atteintes interstitielles et alvéolaires (lignes C plutôt) coexisteront. Le nouveau-né sain transforme deux blocs hépatisés en organes aériques dès la première inspiration. Il est logique qu'on trouve des fusées à ce stade précoce de vie.

Limitations de l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né

Un thymus hypertrophique donnera une image tissulaire située dans une zone attendue, parasternale. Nous n'avons pas vu trop d'images de thymus, car ils avaient été le plus souvent retirés par nos chirurgiens. Nous attendons de voir une limite profonde régulière, c'est-à-dire l'absence de signe fractal, distinguant cette masse d'un syndrome alvéolaire. Noter que cette distinction peut être un souci aussi avec la radiographie au lit.

Les limitations trouvées chez les adultes seront les mêmes chez le nouveau-né (emphysème sous-cutané, pansement).

Sécurité de l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né

Nous sommes attentifs à toute issue qui pourrait encadrer l'usage de l'échographie critique. En ce qui concerne l'asepsie, nous avons décrit

notre politique au chapitre 3, et exposerons notre réticence envers les claviers des machines laptop traditionnelles au chapitre 30. Pour la question d'une mauvaise formation, nous garantissons les conditions pour une formation efficace au chapitre 31. En ce qui concerne le Doppler [9-11], nous avons répondu par la non-utilisation de cette sophistication. Pour ce qui est des possibles effets secondaires de l'échographie simple, déjà, il faudrait nous dire quel type de maladie serait généré, or, nous n'avons pas de preuve concrète d'un tel fait avec 60 ans de recul. Pour anticiper toute question, nous pouvons toutefois spécifier que l'échographie pulmonaire peut être faite sans diminution de qualité avec le bouton de contrôle du pouvoir d'émission mis en position *minimale*. Et pour les utilisateurs pusillanimes, nous ajoutons que quelques secondes d'analyse sont suffisantes pour déterminer, sur les BLUE-points, le glissement pleural, les fusées pleurales et les PLAPS. Un tel protocole rapide peut même être enregistré et relu au calme.

Une retombée critique de l'échographie pulmonaire : le contrôle de la volémie chez le nouveau-né

C'est une question sensible chez ces petits organismes. Nous observons autour de nous des options larges, centre-dépendantes. Le PICCO est peu aisé à installer chez ces bébés de petit poids. L'échocardiographie est bien sûr une option valable, mais l'accès (machine, formation) est encore limité. Certains font une évaluation purement clinique, faute de mieux. Nous assumons que le paramètre offert par l'échographie pulmonaire, c'est-à-dire la ligne B comme un marqueur direct de la volémie clinique, pourra être extrapolé chez le nouveau-né [8]. Lire chapitre 23.

Échographie critique non pulmonaire en réanimation néonatale

Comme pour l'adulte, un vaste domaine est à découvrir. Nous étions fortement handicapés avec notre matériel, un échocardiographe classique – pas vraiment notre tasse de thé. Notre prochaine édition comblera ce point.

Tête

L'approche transfontanellaire est un domaine hautement développé. Une littérature profuse est disponible. Nous posons la question de la priorité de ce test dans la logique de l'échographie *critique* (une image, une action thérapeutique).

Cou

Le placement correct de sondes endotrachéales est une application basique.

Veines

L'insertion de lignes veineuses centrales sera grandement facilitée. Leur placement correct peut être vérifié, avec les mêmes limitations que chez l'adulte.

Cœur

Le cœur comme cible est une affaire de spécialistes (malformations congénitales). Le cœur comme marqueur indirect de phénomènes hémodynamiques est accessible à une simple approche associant le poumon (voir nos chapitres 22 et 23).

Diaphragme

Son anatomie, sa fonction peuvent être précisément analysées.

Abdomen

Les organes de l'adulte sont présents, aux mêmes localisations : aorte, veine cave inférieure, tractus digestif, foie, rate, reins, pancréas, surrénales, vésicule biliaire, vessie... Quelques champs sont plus propres à l'enfant, comme l'invagination intestinale aiguë [34], mais là, nous nous éloignons trop du sujet (qui devrait inclure toutes les malformations digestives : toute une discipline).

L'échographie pulmonaire chez le nouveau-né, conclusions

Nos observations montrent de façon objective que les signes échographiques décrits et standardisés chez l'adulte sont retrouvés chez le nouveau-né. Ceci invite à considérer que, dans le domaine de l'échographie, le poumon du nouveau-né est un poumon d'adulte miniature [7].

Le haut degré de standardisation des signes (voir figures) fait de l'échographie un examen de référence raisonnable au lit pour l'adulte en état critique, et, encore plus, pour le nouveau-né (tableau XXI.I). La mise en place de l'échographie pulmonaire chez l'enfant et le nouveau-né doit être considérée comme une cible prioritaire [35].

Ouvrir le champ avec le nouveau-né était un raccourci salutaire, car on peut à présent extrapoler que les nourrissons, bambins, jeunes enfants, adolescents, etc., bénéficieront de la même sémiologie.

En plus de fournir des données immédiates et correctes, cet usage générera une diminution des doses d'irradiation. Actuellement, réunissant ici et là des scanners demandés de façon sporadique, nous accumulons les preuves qui convaincront les Académiciens sceptiques. En attendant, nous invitons les réanimateurs pédiatriques à lire les radiographies thoraciques avec un esprit d'autant plus critique que l'échographie aura montré des éléments discordants.

L'échographie critique nous a accoutumés à des surprises. Pourquoi n'a-t-elle pas été développée plus tôt ? Pourquoi le poumon a-t-il été si strictement prohibé ? Pourquoi utilise-t-on ce gel collant ? Pourquoi cette frénésie pour le Doppler ? Pourquoi des appareils laptops dans les hôpitaux ? Etc. Quand le problème concerne une nouvelle vie, toutes ces questions doivent recevoir une réponse sérieuse, non dirigée par l'émotion. Les opinions académiques doivent être nuancées, car la vraie urgence est ici, dans ces services de réanimation pédiatrique et néonatale.

Références

- Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE (2001) Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol* 176: 289-96
- Berrington de Gonzales A, Darby S (2004) Risk of cancer from diagnostic X-Rays. *Lancet* 363: 345-51
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000) Source and effects of ionizing radiation. New York: United Nations
- Brenner DJ, Hall EJ (2007) Computed Tomography - an increasing source of radiation exposure. *New Engl J Med* 357: 2277-84
- Copetti R, Cattarossi L (2007) The « double lung point »: an ultrasound sign diagnostic of transient tachypnea of the newborn. *Neonatology* 91: 203-9
- Lichtenstein D, Mezière G (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE-protocol. *Chest* 134: 117-25
- Lichtenstein D (2009) Ultrasound examination of the lungs in the intensive care unit. *Pediatric Crit Care Med* 10: 693-8
- Lichtenstein D, Mezière G, Lagoueyte JE, et al. (2009) A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest* 136: 1014-20
- Taylor KJW (1987) A prudent approach to Doppler ultrasonography. *Radiology* 165: 283-4
- Miller DL (1991) Update on safety of diagnostic ultrasonography. *J Clin Ultrasound* 19: 531-40
- Guidelines of the British Medical Ultrasound Society 2000
- Tuddenham WJ (1984) Glossary of terms for thoracic radiology: Recommendations of the Nomenclature Committee of the Fleischner Society. *Am J Roentgenol* 143: 509-17
- Guyton CA, Hall JE (1996) Textbook of medical physiology. 9th Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 496-7
- Greenbaum DM, Marschall KE (1982) The value of routine daily chest X-rays in intubated patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med* 10: 29-30
- Janower ML, Jennas-Nocera Z, Mukai J (1984) Utility and efficacy of portable chest radiographs. *Am J Roentgenol* 142: 265-7
- Peruzzi W, Garner W, Bools J, et al. (1998). Portable chest roentgenography and CT in critically ill patients. *Chest* 93: 722-6
- Wiener MD, Garay SM, Leitman BS, et al. (1991) Imaging of the intensive care unit patient. *Clinics in Chest Medicine* 12: 169-98
- Tocino IM, Miller MH, Fairfax WR (1985) Distribution of pneumothorax in the supine and semi-recumbent critically ill adult. *Am J Roentgenol* 144: 901-5
- Hendrikse K, Gramata J, ten Hove W, et al. (2007). Low value of routine chest radiographs in a mixed medical-surgical ICU. *Chest* 132: 823-8
- Henschke CI, Pasternack GS, Schroeder S, et al. (1983) Bedside chest radiography: diagnostic efficacy. *Radiology* 149: 23-6
- Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. (2004). Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 100: 9-15
- Lichtenstein D, Mezière G, Lascols N, et al. (2005) Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 33: 1231-8
- Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, et al. (1999). Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 25: 955-8
- Lichtenstein D, Lascols N, Mezière G, Gepner A (2004) Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med* 30: 276-81
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, et al. (1997). The comet-tail artifact, an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 1640-6
- Lichtenstein D, Menu Y (1995) A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding. *Chest* 108: 1345-8
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (1999) The comet-tail artifact, an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 25: 383-8

28. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (2000) The lung point: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 26: 1434-40
29. Lichtenstein D, Peyrouset O (2006) Lung ultrasound superior to CT? The example of a CT-occult necrotizing pneumonia. *Intensive Care Medicine* 32: 334-5
30. Spitzer AR, Greer JG, Antunes M, *et al.* (1993) The clinical value of screening chest radiography in the neonate with lung disease. *Clin Pediatr* 32: 514-9
31. Hauser GJ, Pollack MM, Sivit CJ, *et al.* (1989) Routine chest radiographs in pediatric intensive care: a prospective study. *Pediatrics* 83: 465-70
32. Greenough A, Dimitriou G, Alvares BR, Karani J (2001) Routine daily chest radiographs in ventilated, very low birth weight infants. *Eur J Pediatr* 160: 147-9
33. Day JR, Taylor KM (2005) The systemic inflammatory response syndrome and cardiopulmonary bypass. *Int J Surg* 3: 129-40
34. Kairam N, Kaiafis C, *et al.* (2009): Diagnosis of pediatric intussusception by an emergency physician-performed bedside ultrasound: a case report. *Pediatric Emergency Care* 25: 177-80
35. van der Werf TS, Zijlstra JG (2004) Ultrasound of the lung: just imagine. *Intensive Care Med* 30: 183-4

« *Le cœur, cet organe qui nous empêche d'examiner le poumon...* »
Philippe Biderman (26 décembre 2007)

Une introduction est nécessaire car le cœur occupe une place symbolique. Le terme « sonographie » du titre a été choisi intentionnellement, pour éviter toute confusion. Il vise à sonner différemment du terme anglo-saxon « echo », traditionnellement réservé à l'échocardiographie Doppler prestigieuse du cardiologue, mais aussi du terme « ultrasound », plutôt dérivé de la culture radiologique, et qui traditionnellement se restreint à l'abdomen. Cardiologie et radiologie sont deux mondes. La réanimation est un autre monde.

On aurait pu placer le cœur en premier, ou en dernier (une autre forme de respect). Le cœur est un organe vital écho-accessible comme un autre, sa place peut donc être considérée ici. Ayant acquis, depuis 1989, une expérience dans une réanimation pionnière en échocardiographie [1], les auteurs sont arrivés à la tentative de conclusion que des procédures thérapeutiques peuvent être déduites de l'observation de phénomènes simples. Le cœur est un parfait exemple du principe de simplicité utilisé à travers ce livre. Des signes simples, une technique simple et une approche holistique définissent un champ différent des cultures traditionnelles.

De prestigieux ouvrages exhaustifs sont disponibles, du champ traditionnel cardiologique [2], du champ plus pionnier de la réanimation [1], de nombreuses sources honorables [3, 4], de récentes tendances [5-7] et de tant de sources que nous ne pouvons les citer, nous excusant humblement pour ce manque d'espace... et de culture. Notons que de nombreux appels de travaux figurent au chapitre 23.

Deux questions seront soulevées au sujet de la sonographie cardiaque simplifiée. *Comment voir le cœur*, ceci est modestement évoqué dans ce chapitre. *Pourquoi voir le cœur*, pourquoi l'intensiviste veut-il vraiment le voir, et avec quel débouché thérapeutique immédiat en tête, est une

autre question critique, soulevée à la lumière de l'émergence de nouveaux fronts, comme l'échographie pulmonaire. Pour la défaillance respiratoire, la question a reçu une réponse basique avec le BLUE-protocol (chapitre 20), qui démontre que l'œdème *pulmonaire* est un diagnostic *pulmonaire*. Pour ce qui est de la défaillance circulatoire, le chapitre 23 va donner des clés montrant encore que l'échographie pulmonaire fournit peut-être le paramètre direct pour la question du remplissage vasculaire. Le présent chapitre voudrait préparer le lecteur à penser différemment pour tirer profit du prochain chapitre.

L'échocardiographie sophistiquée sera toujours nécessaire, afin d'affiner l'analyse, mais il y a une place pour le concept d'une sonographie cardiaque simplifiée, pratiquement initiée par François Jardin, annoncée dans notre édition de 1992, et visant aux toutes premières minutes de prise en charge. Le concept a été étendu récemment par plusieurs protocoles aux acronymes élégants. Citons le dynamique RACE développé par MacLean, le FEER [8], le FATE [9], le FOCUS. Bien que notre approche simple n'ait inclus aucun acronyme (ce n'était pas à la mode – ni nécessaire – en 1992), nous sommes heureux de voir qu'elle a aidé à ouvrir cette voie dynamique.

Débattre sur l'échocardiographie sans mentionner le Doppler ou les approches transœsophagiennes en 2011 pourrait paraître provocateur. Les chapitres 20, 23, 29 et 30 commentent le pourquoi de cette approche intentionnelle. Nous verrons comment une simple vue bidimensionnelle du cœur, *intégrée dans un tout* (incluant notamment le poumon) améliore le niveau d'information : la quantité perdue en termes de Doppler ou de données transœsophagiennes sera potentiellement équilibrée par l'apport de données directes, pulmonaires. Le lecteur ne prendra pas offense si l'ETO ne figure pas ici.

Toutes les figures fournies (à part deux) viennent d'une technologie 1982 (ADR-4000®).

La sonographie cardiaque simplifiée, médecine visuelle avant tout, mesure rarement. Les diagnostics salvateurs sont visuels, simplement. Ils peuvent être établis sans compromis avec notre sonde microconvexe de 5 MHz et notre machine à échelle de gris.

Voies du cœur

La route parasternale se situe sur l'aire parasternale gauche (fig. 22.1). La route apicale correspond au choc de pointe. La mise en décubitus latéral gauche n'est pas facile chez un patient ventilé. La ventilation mécanique crée une gêne à l'approche transthoracique du cœur, et la route sous-costale a été largement exploitée chez ces patients. C'est une approche abdominale, sonde appliquée juste au creux xyphoïdien, le corps de la sonde presque à plat sur l'abdomen (voir fig. 9.12, p. 70).

Quand le cœur n'est pas totalement accessible, beaucoup d'approches sont disponibles.

– Dans l'approche parasternale, par exemple, attendre la phase télé-expiratoire permet souvent d'obtenir, même juste une fraction de seconde, une image dynamique suffisante pour une évaluation approximative du fonctionnement du cœur gauche. Si nécessaire, on peut baisser fréquence et/ou volume respiratoire afin de prolonger cet instant.

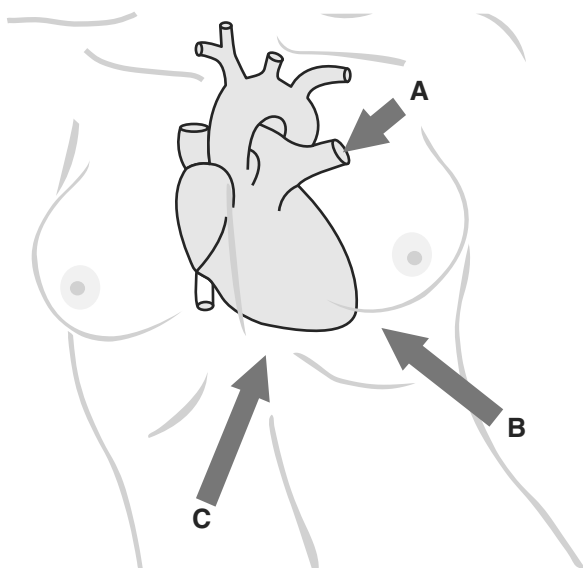


Fig. 22.1 – Les routes classiques du cœur. A, la route parasternale. B, la route apicale. C, la route sous-costale, une approche basique du patient ventilé.

– La qualité de la route sous-costale est améliorée si le parenchyme hépatique est exploité comme fenêtre acoustique. Il faut donc savoir, parfois, éloigner le capteur du cœur. Une approche intercostale droite à travers le foie peut analyser les oreillettes, ou même plus (voie personnelle).

– Une approche parasternale droite peut montrer des cavités droites dilatées.

– Quand rien ne marche, on peut étudier le poumon à la place du cœur.

Notions d'anatomie échographique du cœur

Le cœur est une masse complexe, schématisable à partir du ventricule gauche, masse ovoïde avec un long axe pointant à gauche, en bas et en avant. Il a une base (où l'aorte et l'oreillette gauche sont localisées), un apex, et quatre parois : inférieure, latérale, antérieure, septale. Le ventricule droit a une anatomie plus complexe. Son apex recouvre le septum, sa base (infundibulum) recouvre l'aorte initiale. Il a une paroi septale et une paroi libre. Les principales structures intracavitaires sont les valves et les piliers ventriculaires gauches. Les oreillettes sont visibles derrière les ventricules. Le muscle cardiaque est échogène. Les cavités sont anéchogènes (sauf dans l'arrêt cardiaque).

Un moyen efficace d'apprendre l'anatomie cardiaque est d'utiliser l'échographie – qui aide à comprendre cet organe dans l'espace.

La route parasternale, coupe grand axe, étudie le ventricule gauche, l'oreillette gauche, l'aorte initiale, l'infundibulum ventriculaire droit, et la dynamique des valves mitrale et aortique (fig. 22.2).

La route parasternale, coupe petit axe, étudie les ventricules et le septum en bas (fig. 22.3). En haut, elle montre une vue où l'oreillette droite, la valve tricuspide, la portion basale du ventricule droit, l'artère pulmonaire et ses deux branches de division, qui entourent le départ de l'aorte, et l'aorte initiale, sont visibles (fig. 22.4).

La route apicale fournit une vue générale des quatre cavités (coupe quatre cavités). Elle montre le cœur dans son vrai axe de symétrie : ventricules en avant, oreillettes en arrière, cavités gauches à droite, droites à gauche (fig. 22.5). Les parois latérale et septale et l'apex du ventricule gauche sont visibles. Elle apprécie efficacement la taille du ventricule droit.

La route apicale, coupe deux cavités, est obtenue en pivotant la sonde de 90° sur son grand axe, et

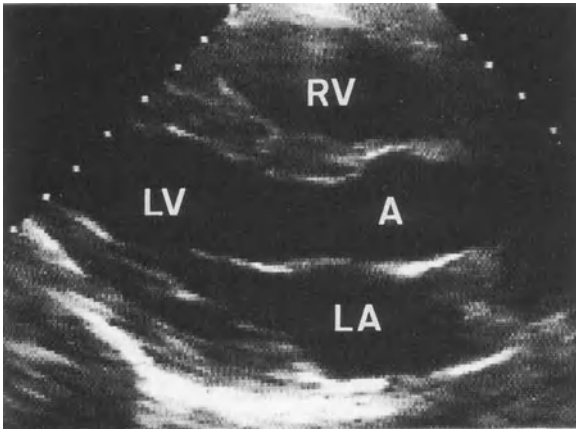


Fig. 22.2 – Coupe grand axe du cœur, route parasternale gauche. Une concession à la cardiologie a été faite, car cette figure est orientée avec la tête du patient à la droite de l'image. LA, oreillette gauche ; LV, ventricule gauche ; RV, ventricule droit ; A, aorte initiale.

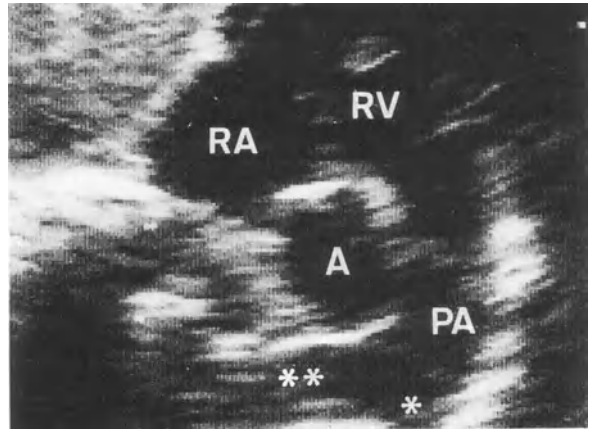


Fig. 22.4 – Coupe parasternale petit axe de la base. RA, oreillette droite ; RV, ventricule droit, prolongé par l'artère pulmonaire (PA), qui entoure l'aorte initiale (A). Branches droite (***) et gauche (*) de l'artère pulmonaire – un site où les signes directs d'embolie pulmonaire massive devraient être cherchés.

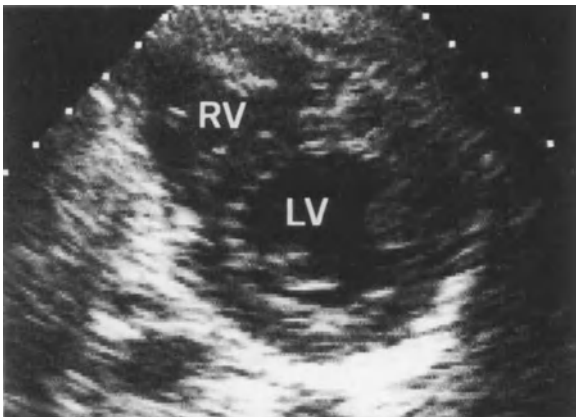


Fig. 22.3 – Coupe parasternale petit axe biventriculaire. La section du ventricule gauche (LV) est ronde. Les deux structures proéminentes sont les piliers de la valve mitrale. Le ventricule droit (RV) entoure la paroi septale du ventricule gauche.

permet l'analyse des parois antérieure et inférieure du ventricule gauche.

La route sous-costale donne une vue tronquée du cœur, pas pleinement adéquate pour des mesures rigoureuses, mais d'intérêt majeur car elle est accessible chez un patient grave, ventilé, et donne une vue d'ensemble du volume des chambres et de la performance myocardique (fig. 22.6).

Toutes les routes permettent l'analyse du péri-card, normalement virtuel ou quasi virtuel.

Seule une estimation approximative de mesures sera donnée. Sur une coupe petit axe au niveau des

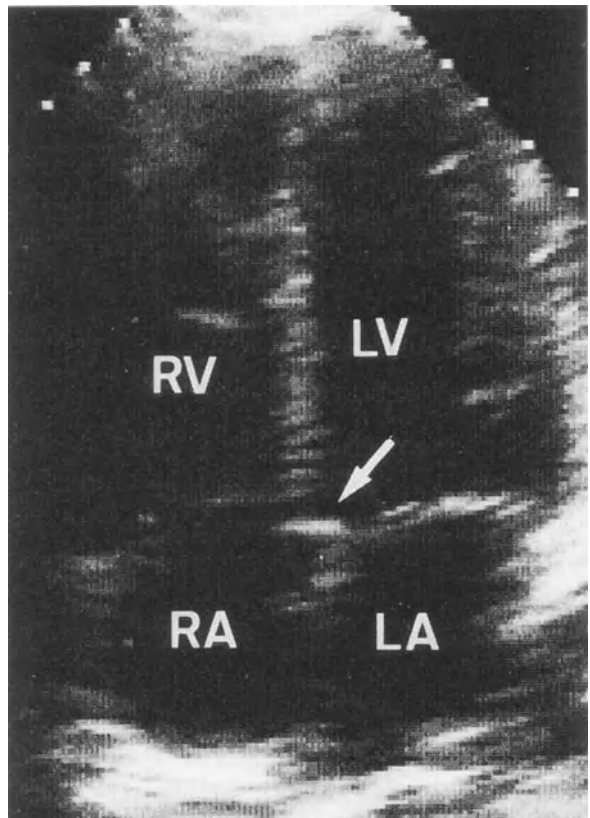


Fig. 22.5 – Coupe quatre cavités, fenêtre apicale. Ici, le cœur semble enfin avoir une structure symétrique. LV, ventricule gauche, LA, oreillette gauche, RV, ventricule droit ; RA, oreillette droite. Cette incidence permet une comparaison immédiate du volume et de la dynamique de chaque cavité. Noter que le plan de la valve tricuspide est plus antérieur que le plan de la valve mitrale. Oreillette droite et ventricule gauche sont en contact (flèche), un détail qui permet une orientation correcte.

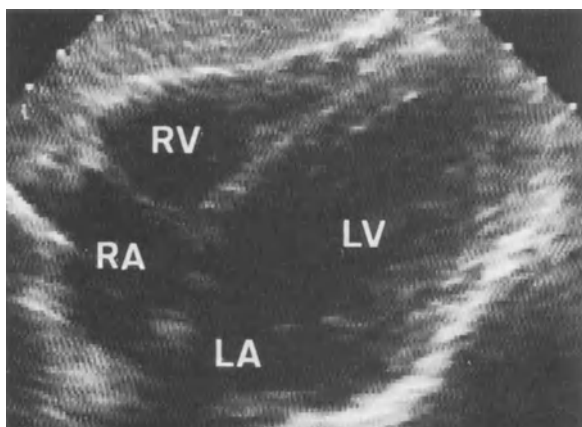


Fig. 22.6 – Coupe sous-costale du cœur. Cette approche est un classique en réanimation. C'est un équivalent tronqué de la coupe apicale quatre cavités de la fig. 22.5. RV, ventricule droit ; RA, oreillette droite ; LV, ventricule gauche ; LA, oreillette gauche. L'opérateur peut mobiliser la sonde du sommet à la base (sorte de large manœuvre de Carmen en fait) pour acquérir une représentation tri-dimensionnelle correcte des volumes. Le péricarde est virtuel ici.

piliers, les parois ventriculaires gauches (septale ou postérieure) sont épaisses de 6-11 mm en diastole. Le diamètre de la cavité ventriculaire gauche est de 38-56 mm. La paroi libre du ventricule droit mesure moins de 5 mm. Une mesure précise du volume ventriculaire droit, qui a une forme assez complexe, devrait inclure des critères subtils. Retenons déjà que sur une coupe apicale quatre cavités, la taille du ventricule droit est inférieure à celle du ventricule gauche.

L'analyse en temps réel permet l'évaluation de la contractilité ventriculaire et, plus secondaire pour nous, l'épaississement pariétal et la dynamique des valves (fig. 22.7).

Une coupe temps-mouvement à travers le petit axe ventriculaire peut mesurer (fig. 22.8) la dimension de la cavité ventriculaire gauche en diastole, qui indique une dilatation. Cette dimension en systole définit la contractilité. La différence entre ces deux valeurs, divisée par la dimension diastolique, définit la fraction de raccourcissement ventriculaire gauche, un paramètre basique de la fonction systolique. Il est normalement de 28-38 %. Cette information peut remplacer la fraction d'éjection dans l'extrême urgence, car elle est bien plus facile à acquérir. Il est aussi rapidement possible de grossièrement apprécier qu'un ventricule gauche est hypo-, normo- ou hypercontractile sans prendre trop de temps en mesure.

La fraction d'épaississement pariétal (le ratio de la différence d'épaississement diastolique et

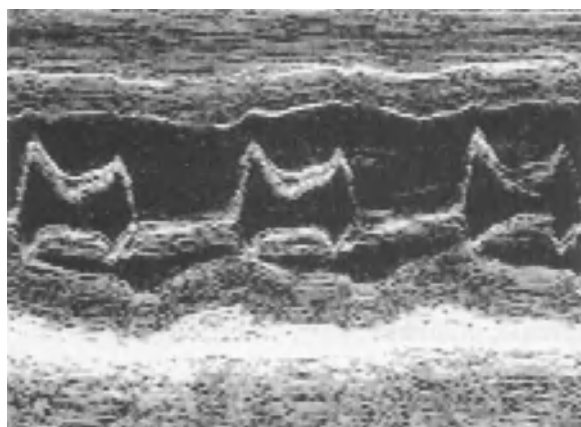


Fig. 22.7 – Enregistrement temps-mouvement de la valve mitrale. La lettre M est inscrite dans le ventricule gauche. Coupe parasternale grand axe.

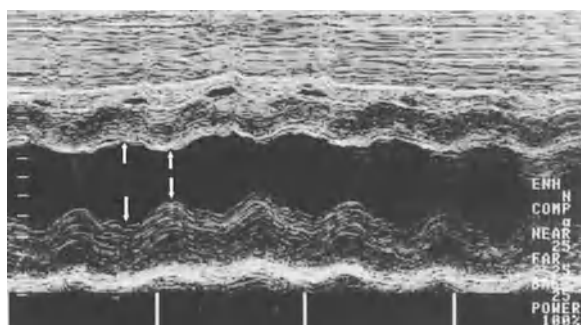


Fig. 22.8 – Cœur normal. Quand le ventricule gauche est coupé par la ligne temps-mouvement (voir fig. 22.3), sa contractilité peut être mesurée sur papier. Plus la vague sinusoïde est étroite, plus faible est la contractilité. Si des données précises sont préférées à une impression visuelle, une technique rigoureuse est requise, en utilisant un axe parfaitement perpendiculaire, évitant ainsi des distorsions dues à la tangence, et une mesure entre piliers et coaptation de la valve mitrale, une aire reproductible. Les flèches indiquent le diamètre diastolique puis systolique du ventricule gauche. La contractilité est encore normale ici (fraction de raccourcissement, 28 %). Des variations d'épaisseur du muscle pourraient aussi être mesurées.

systolique sur l'épaississement diastolique, étendue normale de 50 % à 100 %) est moins utile dans notre routine de jour (et surtout de nuit).

Arrêt cardiaque

Une asystolie ne requiert pas de culture supplémentaire, puisqu'elle montre les points précédents, simplement dépourvus de dynamique. La prise en charge écho-éclairée de l'arrêt cardiaque, une évidence, est détaillée au chapitre 29 (voir fig. 29.3, p. 277).

Défaillance ventriculaire gauche

Quand la fonction systolique est altérée, la contractilité globale est diminuée, avec fraction de raccourcissement basse (fig. 22.9). Ce profil est vu dans la défaillance ventriculaire gauche d'origine ischémique, les cardiomyopathies dilatées (fig. 22.10), le choc septique avec atteinte cardiaque, et certaines intoxications médicamenteuses.

La dégradation de la fonction diastolique est plus délicate à détecter sans approche sophistiquée incluant le Doppler. Dans quelques cas, elle est due à une hypertrophie myocardique, ce que la simple échographie bidimensionnelle détecte (fig. 22.11).

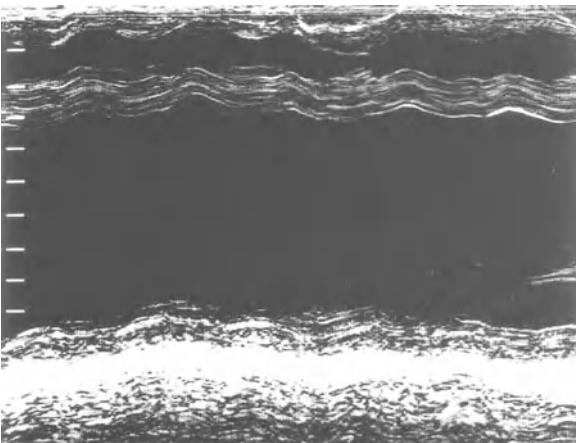


Fig. 22.9 – Ventricule gauche hypocontractile. La vague sinusoïdale a une amplitude basse chez ce patient avec cardiomyopathie dilatée (diamètre diastolique, 67 mm).

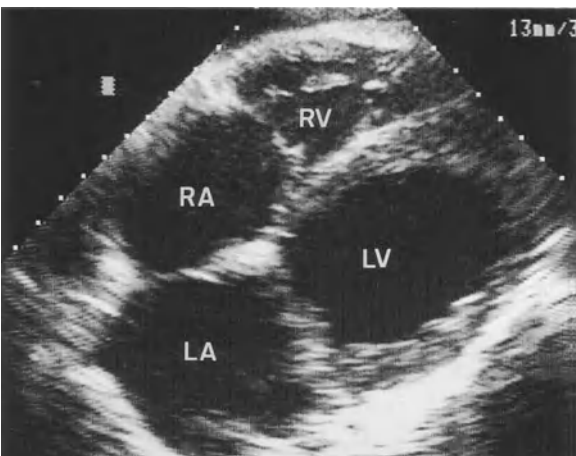


Fig. 22.10 – Cardiomyopathie dilatée. Élargissement massif des quatre chambres.



Fig. 22.11 – Ventricule gauche hypertrophique avec une épaisseur pariétale de 20 mm. Une sorte de choc pariétal était perçu chez ce patient (non reproduit ici pour manque d'acquisition temps-mouvement). Il était synchrone de la systole auriculaire et indiquait probablement une hausse soudaine de pression dans une chambre dont le volume ne pouvait pas augmenter. Coupe parasternale grand axe.

Précisons ici que chez un patient suspect d'œdème pulmonaire, la procédure usuelle est de chercher une insuffisance cardiaque. La fonction ventriculaire gauche est un domaine riche en subtilités, conditionné par l'état de la pré-charge et de la post-charge, mais aussi la fenêtre cardiaque, sans oublier l'expérience de l'opérateur. Une étape initiale évitera quelques fausses notes : tout d'abord vérifier la réalité de l'œdème pulmonaire : le profil B (voir chapitre 20). Une absence de fusées pleurales signifie absence d'œdème pulmonaire.

Défaillance ventriculaire droite

Le ventricule droit travaille normalement à basse pression. Toute gêne à l'éjection ventriculaire droite, comme vu dans l'embolie pulmonaire sévère, mais aussi l'asthme sévère, le SDRA, la pneumonie extensive (etc.) va promptement générer une dilatation [10]. La défaillance ventriculaire droite aiguë associe donc une dilatation ventriculaire droite (figs 22.12 et 22.13), un déplacement du septum vers la gauche, et une régurgitation tricuspide (démontrée, sans Doppler, à la veine cave inférieure quand il y a un flux échogène). Un ventricule droit est dilaté quand il a au moins le volume du ventricule gauche en coupe apicale 4 cavités. La paroi libre du ventricule droit est épaissie en cas d'obstacle chronique, comme la BPCO (fig. 22.14).

Une défaillance ventriculaire droite aiguë devrait mener à une hypocontractilité de la paroi libre avec

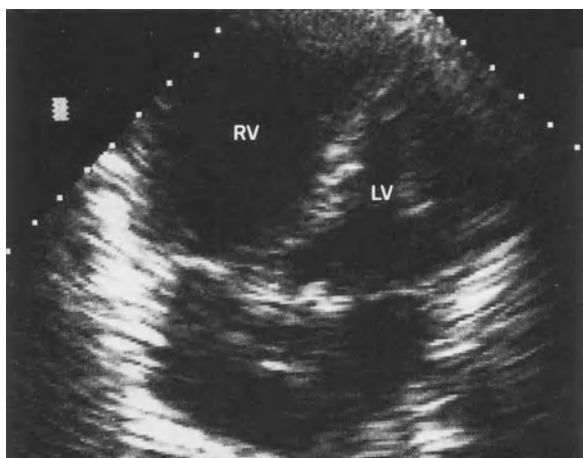


Fig. 22.12 – Embolie pulmonaire massive. Dilatation substantielle du ventricule droit dans une coupe quatre cavités par la route apicale.

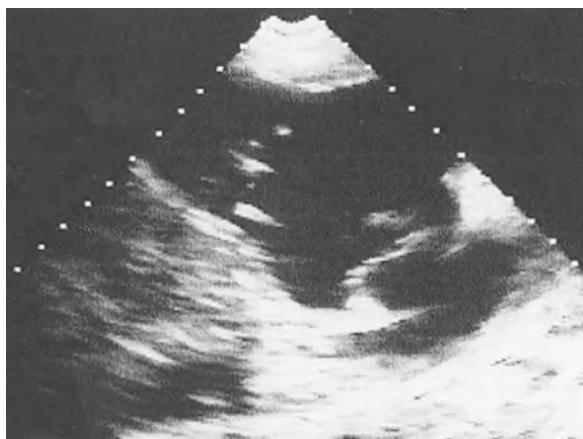


Fig. 22.13 – SDRA. Aspect particulier évoquant une tête de python royal. Coupe parasternale grand axe d'un ventricule droit fortement dilaté chez ce jeune patient avec pneumonie d'inhalation.

contractilité apicale conservée. Quand le cœur droit est non accessible à l'échographie trans-thoracique, on peut utiliser, soit l'approche transœsophagienne, soit une approche pulmonaire. L'absence de profil B chez un patient avec défaillance respiratoire aiguë indique immédiatement que des anomalies cardiaques droites – pas gauches – sont attendues – mise à part une éventuelle interférence septale jouant sur la performance ventriculaire gauche (mais lire les chapitres 20 et 23).

Embolie pulmonaire

L'échocardiographie est une voie traditionnelle du diagnostic. Les outils et approches que nous



Fig. 22.14 – Dilatation majeure du ventricule droit. Noter le ventricule gauche écrasé, et l'épaississement substantiel de la paroi libre du ventricule droit. Coupe parasternale petit axe.

utilisons (poumons et veines), décrits aux chapitres 13-19, ont été exploités au chapitre 20. Une synthèse sera faite au chapitre 29. La combinaison d'un aspect pulmonaire normal et d'une thrombose veineuse chez un patient vu pour défaillance respiratoire aiguë offre une spécificité de 99 % [11]. Le diagnostic d'embolie pulmonaire chez un patient avec SDRA, un défi apparent [12], sera peut-être résolu p. 280 du chapitre 29.

L'embolie pulmonaire donne des signes de défaillance ventriculaire droite aiguë. Nous essayons toujours d'exposer les artères pulmonaires, estimant qu'elles font partie de la sonographie cardiaque. Le petit axe para-sternal tente d'exposer la branche principale. Avec notre sonde microconvexe, dont la forme et la résolution sont idéales, une route supra-sternale montre dans les cas favorables l'artère pulmonaire droite, dans la concavité de la crosse aortique (fig. 22.15). La détection d'un caillot franc, mobile, par ces routes, est rare, mais donne une preuve directe. L'échocardiographie transœsophagienne essaie aussi de détecter cette preuve, quand l'embol est localisé dans les principales branches [13].

À noter que la place du Doppler, majeure ici depuis des décennies, diminue légèrement depuis que des travaux ont démontré que la sévérité de l'embolie pulmonaire était corrélée avec le degré d'obstruction, une donnée qui est apparue peu corrélée avec la pression de l'artère pulmonaire (pas toujours élevée dans des cas sévères), mais mieux corrélée avec le volume du ventricule droit, c'est-à-dire une acquisition bidimensionnelle [14].



Fig. 22.15 – Artère pulmonaire. Coupe transverse de l'artère pulmonaire droite (PA), entourée par la crosse aortique (A). Voie suprasternale (seules des sondes de très petite surface peuvent y accéder). Des aspects tissulaires, flottants, peuvent ici démontrer directement l'embolie pulmonaire aiguë dans des urgences extrêmes.

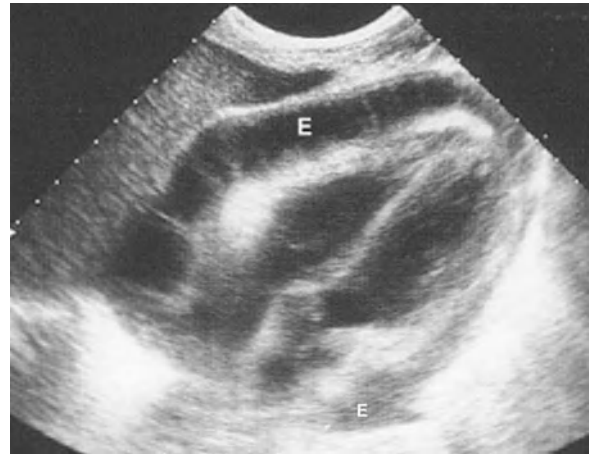


Fig. 22.16 – Collection fluide dans l'espace péricardique (E). Les septations indiquent une cause infectieuse. Noter que l'effusion entoure le cœur dans son entier : elle est visible en avant du ventricule gauche sur cette approche sous-costale (petit E). Pleuropéricardite à pneumocoque.

Tamponnade péricardique

Ce diagnostic est une illustration basique de la sonographie cardiaque simplifiée – celle qui devrait être sous contrôle de tout intensiviste.

Les deux couches du péricarde sont séparées par une collection. Son épaisseur varie dans le cycle cardiaque – formant une sorte de sinusoïde. Le fluide se collecte d'abord postérieurement au ventricule gauche, puis devant le ventricule droit, devenant circonférentiel. Le fluide peut contenir des échos (péricardite purulente, hémopéricarde...), des septations (fig. 22.16). La graisse péricardique est habituellement limitée en avant, ne forme pas de sinusoïde, et n'a pas en épaisseur l'abondance des épanchements tamponnants.

Quand un épanchement péricardique est détecté chez un patient instable, la tamponnade est possible. Une tamponnade péricardique est abondante et circonférentielle (fig. 22.17) en dehors de quelques cas postopératoires, où de petits épanchements localisés en regard de points stratégiques altèrent l'hémodynamique. Au sein d'un sac péricardique distendu, le cœur apparaît nageant (parfois dansant). Les cavités droites ont un volume diminué, jusqu'à devenir indétectables.

Quelques signes en rythme avec les cycles cardiaque et respiratoire peuvent être observés, chez le patient respirant spontanément, mais leur analyse, qui demande de l'expertise, ne doit pas retarder la prise en charge. L'inspiration facilite le retour veineux, et le ventricule droit se dilate aux



Fig. 22.17 – Tamponnade péricardique. Le cœur est entouré par une collection fluide abondante (*). Un aspect dansant était visible en temps réel. Les cavités droites sont collabées, spécialement la paroi libre du ventricule droit (flèche). Cette figure sous-costale montre aussi la route pour une ponction péricardique salvatrice.

dépens du septum, qui est plus compliant que la paroi libre. Le septum est déplacé vers la gauche et occupe de la place dans la cavité ventriculaire gauche. La diastole crée une baisse des pressions intracavitaires, tandis que la pression intrapéricardique demeure constante. Les chambres droites sont ainsi davantage comprimées par la pression avoisinante. La paroi auriculaire droite se collabe, puis le ventricule droit. Le collapsus des chambres droites est amplifié par l'hypovolémie.

La description de signes utilisant les données Doppler aurait un effet bénéfique : montrer les

désordres dans leur physiopathologie. Elle peut aussi compliquer le design (opérateur rompu, matériel sophistiqué), si la logistique nécessaire n'est pas présente sur site. Insérer une aiguille, sous guidage échographique, chez un patient polytraumatisé instable avec épanchement péricardique abondant comprimant les cavités droites sera moins souvent regretté que toute perte académique de temps conduisant à l'abstention. Notre approche est aussi basée sur la rareté courante de ce diagnostic (traumatisme excepté, et encore, il faut considérer la baisse du taux d'accident dans les pays civilisés).

L'échographie permet une ponction péricardique sûre, au lit. L'évacuation d'une quantité faible de liquide peut notablement améliorer l'hémodynamique. Nous utilisons encore une fois notre matériel multi-usage, décrit au chapitre 26 (voir fig. 26.2, p. 259). On peut utiliser des calibres larges si un liquide très épais est suspecté. Nous gardons ces matériels en permanence dans une place dédiée de notre chariot (ce qui réduit au passage l'intérêt des appareils ultraminiatures déjà dans l'hôpital car l'aiguille ne peut encore être miniaturisée malgré les progrès de la technologie du toujours plus petit).

Le péricarde est au mieux approché via la route sous-costale. L'asepsie est adaptée à la situation clinique, avec une désinfection simple mais suffisante en cas d'arrêt cardiaque – le désinfectant sera exploité en tant que produit de contact, épargnant de précieuses secondes, et n'endommagera pas la sonde s'il est utilisé très rarement. La progression de l'aiguille est suivie à travers le parenchyme hépatique (fig. 22.18). Nous essayons de viser vers l'oreillette

plutôt que le ventricule. Une manœuvre de Carmen millimétrique localise en permanence le bout de l'aiguille. Quand il est localisé dans la collection liquidienne, on aspire, tout en maintenant fermement l'aiguille sous contrôle permanent, sur l'écran, car le cœur est proche (certains préfèrent une technique à deux opérateurs). Si du sang est retiré, il peut être réinjecté, seringue fermement tenue. Si ce sang vient du sac péricardique, cette manœuvre crée une turbulence échogène au sein de la collection. Aucune turbulence ne peut être vue si l'aiguille est dans une cavité cardiaque – une situation qui ne doit pas survenir si on utilise le guidage visuel et un matériel simple. Des microbulles externes peuvent aussi être utilisées, si le temps le permet, mais nous préférons une manœuvre plus simple : garder un minime réservoir d'air dans la seringue avant connexion. Quelques va-et-vient de la seringue assurent le minime mélange gaz/fluide suffisant pour créer un microbullage.

Choc hypovolémique

Habituellement, chez un patient choqué, le cœur est la cible obligée. Le profil typique inclut un ventricule gauche hypercontractile, avec une petite cavité télédiastolique et parfois un volume télé-systolique virtuel (fig. 22.19). Des signes Doppler et l'approche par ETO sont de grande valeur, mais ne seront pas décrits ici. À leur place, nous regardons plutôt le poumon – spécialement dans l'extrême urgence si aucune fenêtre cardiaque n'est disponible (ou si on préfère anticiper cette situation,



Fig. 22.18 – Ponction péricardique écho-guidée. L'approche sous-costale a été utilisée. L'aiguille a pénétré le parenchyme hépatique puis l'espace péricardique, et a été retirée. Ici, l'entourage plastique de l'aiguille est visible, sur toute sa longueur. Péricardite purulente à pneumocoque, suite de la figure 22.16.

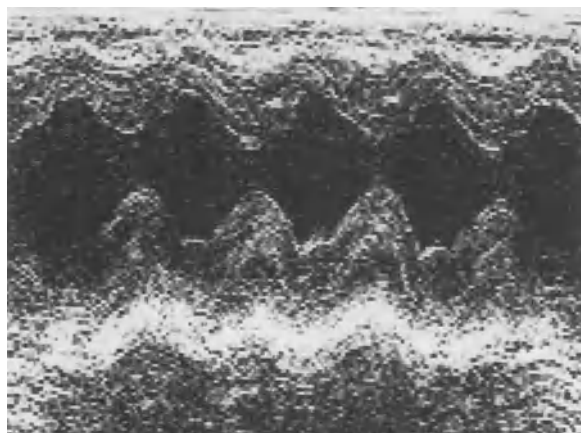


Fig. 22.19 – Possible hypovolémie. Aspect hypercontractile du ventricule gauche. Acquisition temps-mouvement dans une coupe petit axe parasternale. Petite cavité diastolique. Cavité systolique quasi virtuelle. Tachycardie. Ce patient en choc avait un sepsis abdominal. L'hypovolémie est possible au vu de l'évolution des images sous remplissage (contractilité, taille, fréquence).

qui coûte toujours du temps). Des commentaires sur ce rôle de l'échographie extra-cardiaque dans l'évaluation des besoins pour un remplissage vasculaire sont disponible au chapitre 23. Voir aussi le SESAME-protocol, au chapitre 29, dont le principe est de démontrer le choc hypovolémique aussi en détectant des collections liquidiennes massives.

Le chapitre 23 va détailler le pouvoir hémodynamique de l'échographie pulmonaire pour définir les volumes de remplissage vasculaire et évaluer le risque d'œdème pulmonaire.

Embolie gazeuse

Elle génère des échos très clairs, avec ombre postérieure (fig. 22.20). Ils sont hautement dynamiques. Chez un patient ventilé, ces bulles gazeuses se collectent de façon fugace à la partie antérieure du ventricule droit et migrent petit à petit vers l'artère pulmonaire – à moins que le patient ne soit vite tourné en décubitus latéral gauche pieds haut positionnés. L'embolie gazeuse comme complication d'un cathétérisme veineux central peut être prédite (voir chapitre 12, p. 91).

Tamponnade gazeuse

Dans cette situation critique, la barrière gazeuse peut gêner toute approche cardiaque. On peut rarement parvenir à voir, par la seule approche

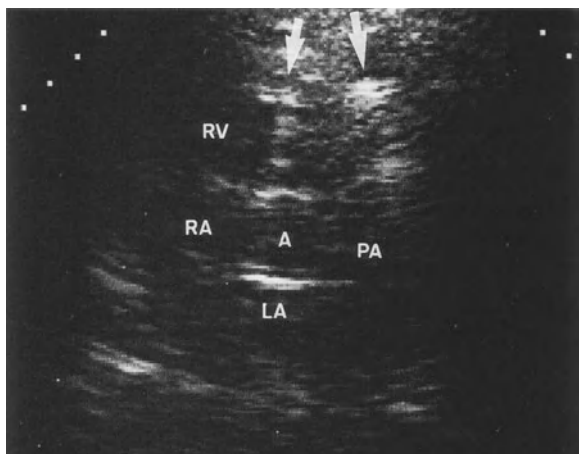


Fig. 22.20 – Embolie gazeuse. Dans cette coupe petit axe parasternale de la base, une visualisation temps réel permet un diagnostic immédiat d'images hyperéchogènes (flèches) identifiées au toit du ventricule droit (RV), hautement mobiles, comme des bulles gazeuses peuvent l'être dans un circuit hydraulique. Elles apparaissent de façon répétée et sont progressivement drainées vers l'artère pulmonaire (PA). Image de qualité sous-optimale, obtenue dans un contexte d'urgence extrême. RA, oreillette droite ; LA, oreillette gauche ; A, aorte.

sous-costale, des cavités cardiaques collabées, sans épanchement péricardique, mais avec veines jugulaires élargies. La mise en évidence d'un pneumothorax sous tension complète cette exploration éclair (ou elle peut être faite avant, en face de l'imminence d'un arrêt cardiaque, c'est le principe du SESAME-protocol au chapitre 29).

Endocardite

C'est un diagnostic rare. Elle peut être suspectée quand une image échogène, naissant du bord libre d'une valve, peut être détectée (fig. 22.21). Le gold standard est l'approche transœsophagienne et il n'y a pas d'espace pour argumenter ceci. Dans notre expérience toutefois, tous les cas que nous avons rencontrés donnaient des signes déjà suggestifs, parfois spécifiques, avant confirmation par les procédures semi-invasives. L'endocardite est l'indication typique, à notre avis, pour une logistique DIAFORA, un examen sophistiqué, par un spécialiste, à heure ouvrable, dès la série d'hémocultures faite.

Thrombose ou tumeur intracavitaire

Les thromboses intracardiaques peuvent être identifiées (fig. 22.22), donnant une masse en addition, échogène, parfois mobile, de haute spécificité. Pour la sensibilité, l'approche transœsophagienne devrait donner de meilleurs résultats (si l'approche simple n'a



Fig. 22.21 – Endocardite. Masse d'allure tissulaire dépendant de la valve tricuspidienne. Un diagnostic d'endocardite chez une jeune toxicomane a été immédiatement porté avec cette vue sous-costale, vite confirmée par des hémocultures positives (à *Staphylococcus*). M, végétation.



Fig. 22.22 – Volumineuse thrombose apicale (M) ventriculaire gauche. Coupe sous-costale.

pas répondu). Les tumeurs sont des raretés que nous ne développons pas (voir fig. 22.25). Ne pas confondre des structures ventriculaires droites normales (muscles papillaires, etc.) avec des thromboses.

Matériels intracavitaires

L'extrémité distale d'un cathéter trop long inséré peut donner, si la fenêtre est de qualité, une image mobile avec ombre postérieure dans une cavité droite. Quand un cathétérisme de Swan-Ganz est indiqué, il est intéressant de suivre sa progression en temps réel à travers veine cave, oreillette, ventricule, artère pulmonaire... (fig. 22.23). Un opérateur stérile insère le matériel, l'autre guide le cathéter par abord échographique sous-costal. Une asepsie efficace est aisée.

La position d'une sonde électrosystolique dans le ventricule droit peut être vérifiée.

Infarctus myocardique

Le diagnostic d'anomalies segmentaires est subtil et nécessite de la compétence. Le mouvement des parois, mais, peut-être plus important, leur épaisseur systolique est à considérer. Dans les cas caractéristiques, la paroi ischémique est immobile, en contraste avec la dynamique non altérée des autres parois (fig. 22.24). L'investissement est valable s'il est accepté que les anomalies échographiques sont visibles très précocement [15]. Une dilatation du ventricule droit suggérerait l'infarctus du ventricule

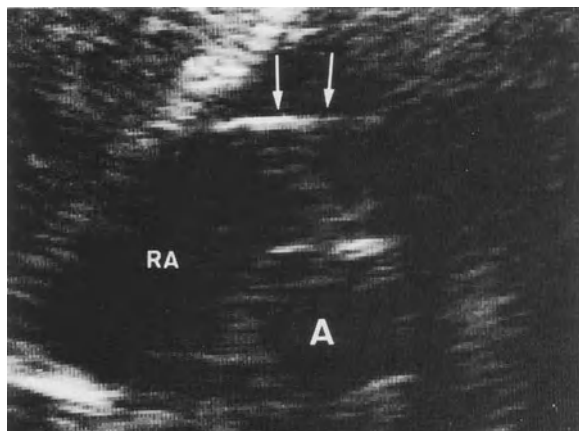


Fig. 22.23 – Cathéter de Swan-Ganz (flèches) dans le ventricule droit. L'inflation du ballon et la route du cathéter vers l'artère pulmonaire peuvent être suivies sur l'écran. RA, oreillette droite, A, aorte.

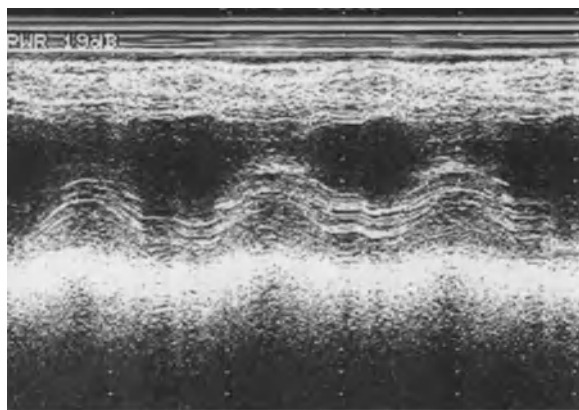


Fig. 22.24 – Infarctus myocardique. Akinésie franche de la paroi antérieure du ventricule gauche. Coupe petit axe parasternale, temps-mouvement. Noter l'hypercontractilité de la paroi inférieure, à l'opposé. Infarctus vu à la 3^e heure.

droit. L'échographie critique a le mérite d'éliminer des diagnostics rares comme la péricardite ou la dissection aortique, de traitement différent.

Divers

De nombreuses situations anecdotiques peuvent être rencontrées aux urgences ou en réanimation, mais leur description encombrerait ce livre. Par exemple, une masse rétro-auriculaire comprimant l'oreillette gauche, et responsable d'une défaillance hémodynamique liée à la gêne au retour veineux (fig. 22.25). Chez les patients échogènes, de nombreuses données peuvent être extraites de l'examen des valves avec notre simple machine.

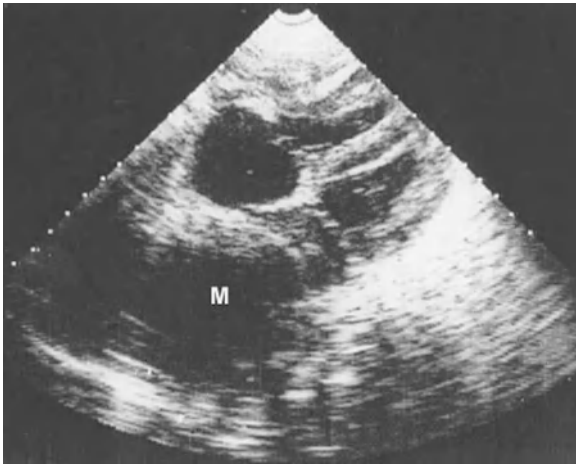


Fig. 22.25 – Un cas difficile. Coupe sous-costale d'une jeune femme en choc avec poumons blancs. Une masse est visible à l'endroit de l'oreillette gauche (M). Il s'agit d'un abcès œsophagien qui compliquait une chirurgie œsophagienne mineure faite quelques semaines plus tôt. Le choc était septique (avec hémocultures positives) aussi bien que cardiogénique, du fait d'une gêne au retour veineux pulmonaire. Nous rassurons le lecteur : le diagnostic était juste suspecté ici. Il a été plutôt péri-opératoire (une échographie transœsophagienne en urgence avait aussi été pratiquée, et n'avait pas été pleinement contributive).

Prolapsus mitral, épaississements valvulaires, même sans données Doppler, peuvent souvent être diagnostiqués à bon compte. La sonographie cardiaque simplifiée peut encore informer sur des pathologies d'organes proches [16].

Les maladies valvulaires complexes, les dysfonctions de valves mécaniques, certaines complications de l'infarctus, rupture septale, cardiomyopathies hypertrophiques asymétriques sont rares, et largement au-delà du cadre de ce livre. Place ici à la voie transœsophagienne, maniée par des spécialistes [17].

Références

- Jardin F, Farcot JC, Boisante L, *et al.* (1981). Influence of positive end-expiratory pressure on left ventricle performance. *New Engl J Med* 304: 387-92
- Braunwald E (1992) *Heart disease*. Saunders, Philadelphia
- Benjamin E, Oropello JM, Stein JS (1996) Transesophageal echocardiography in the management of the critically ill patient. *Current Surgery* 53: 137-141
- Via G, Braschi A (2006) Echocardiographic assessment of cardiovascular failure. *Minerva Anesthesiol* 72: 495-501
- Vignon P, Goarin JP (2002) *Échocardiographie-Doppler en réanimation, anesthésie et médecine d'urgence*. Elsevier, Amsterdam
- Diebold B (1990) Intérêt de l'échocardiographie Doppler en réanimation. *Réan Soins Int Med Urg* 6: 501-7
- Price S, Nicol E, Gibson DG, Evans TW (2006) Echocardiography in the critically ill: current and potential roles. *Intensive Care Med* 32: 48-59
- Breitkreutz R, Walcher F, Seeger FH (2007) Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med* 35: S150-161
- Sloth E (2006) Echocardiography in the ICU. *Intensive Care Med* 32: 1283
- Jardin F, Dubourg O (1986) *L'exploration échocardiographique en médecine d'urgence*. Masson, Paris
- Lichtenstein D, Mezière G (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE-protocol. *Chest* 134: 117-25
- Schmidt GA (1998) Pulmonary embolic disorders. In: Hall JB, Schmidt GA, Wood LDH (eds) *Principles of critical care*, 2nd edn. McGraw Hill, New York, p. 427-49
- Goldhaber SZ (2002) Echocardiography in the management of pulmonary embolism. *Ann Intern Med* 136: 691-700
- Jardin F (2009) Acute cor pulmonale. *Current Opinion in Critical Care* 15 (1)
- Horowitz RS, Morganroth J, Parrotto C, *et al.* (1982) Immediate diagnosis of acute myocardial infarction by two-dimensional echocardiography. *Circulation* 65: 323
- Karabinis A, Saranteas T, Karakitsos D, *et al.* (2008). The "cardiac-lung mass" artifact: an echocardiographic sign of lung atelectasis and/or pleural effusion. *Critical Care* 12: R122
- Vignon P, Mentec H, Terré S, *et al.* (1994) Diagnostic accuracy and therapeutic impact of transthoracic and transesophageal echocardiography in mechanically ventilated patients in the ICU. *Chest* 106: 1829-34

Le potentiel de l'échographie pulmonaire à détecter le syndrome interstitiel permet d'éviter à la fois de noyer le poumon d'un patient en état critique, et de le laisser en hypovolémie occulte profonde.

Par une simple approche considérant une part de la sonographie cardiaque simplifiée, une part de l'échographie veineuse, et cette simple part de l'échographie pulmonaire qui considère un paramètre direct, il est permis de définir des arbres décisionnels alternatifs pour la prise en charge hémodynamique du patient instable.

Une science exacte est dominée par l'idée de l'approximation.

Bertrand Russel (1872-1970)

Tout le travail clinique de l'intensiviste est de fournir un débit d'oxygène adéquat aux tissus dans la défaillance circulatoire aiguë. L'acceptation d'un manuscrit est à l'origine de ce chapitre, lequel a motivé le lancement de cette nouvelle édition. Nous avons pris soin de faire ce chapitre aussi modéré que possible et ouvert à toute critique. Nous invitons juste le lecteur à penser différemment, par l'introduction de quelques réflexions dans un champ où il faut d'emblée préciser qu'aucun gold standard parfait n'est disponible. Pour ce faire, nous allons proposer la considération d'un paramètre qui peut être discuté à l'instar de tous les autres outils, mais dont la particularité unique est de fournir une évaluation *directe* dans la question du remplissage.

Pour rendre la lecture de ce chapitre plus aisée, nous avons encore condensé l'édition anglaise. Nous ne consacrerons aucun espace pour décrire la force du BLUE-protocole pour définir les différents désordres (l'embolie pulmonaire, la distinction entre œdème hémodynamique et lésionnel, etc.). Le terme de remplissage sous-entendra remplissage *vasculaire*.

Évolution des concepts considérant l'évaluation hémodynamique chez le patient en état critique

Avant que les unités de réanimation ne fussent créées (dans les années 1950), les patients en défaillance circulatoire mouraient. Puis, les

praticiens en charge de ces nouvelles unités firent de leur mieux, aidés de petits outils (la pression veineuse centrale – PVC), avant que le cathétérisme de Swan-Ganz ne soit développé, au début des années 1970 [1].

Cet outil fournissait des données précises, qui donnaient aux utilisateurs le sentiment d'aller vers une direction censée être la bonne. Après des décades d'usage, le cathétérisme de Swan-Ganz connaît une période difficile, depuis que certains travaux ont considéré de possibles effets indésirables, ou une utilité questionnable [2-18], quand ce ne fut pas un usage sous-optimal d'une méthode potentiellement intéressante [19-21]. Des techniques alternatives, notamment l'échographie, trans-thoracique et surtout transcesophagienne (ETO), ont été conséquemment prônées [22-32], rendant obsolète le cathétérisme de Swan-Ganz. Comme l'ETO n'était pas aisément accessible (coût, formation), quoiqu'en usage depuis 1976 [33], les fabricants développèrent rapidement d'autres outils, surtout des procédés de mesure du débit cardiaque continu et de l'eau pulmonaire (PICCO), le Doppler œsophagien, les variations de pouls pulsé, l'analyse pulsée de la pression artérielle, des méthodes sophistiquées d'évaluation du transport d'oxygène, ou encore une évaluation de la microcirculation et dérivés, tels que la tonométrie gastrique, la capnométrie sublinguale, la spectroscopie proche infrarouge, la débitmétrie laser Doppler, la gravimétrie... [34-45]. La courbe familière de nombreuses innovations est la suivante : un enthousiasme initial suivi par des conclusions plus nuancées après un

Tableau XXIII.I Données usuelles et possibilités thérapeutiques usuelles chez le patient en choc.

Données dérivées des approches habituelles	Thérapeutiques déduites
– acide lactique (taux)	Inotrope ou non (1)
– analyse de contour pulsé	Vasopresseur ou non (2)
– analyse pulsée de la pression artérielle	Fluide ou non
– aspect Doppler du flux ventriculaire droit	
– capnométrie sublinguale	
– CO ₂ expiré	
– débit cardiaque	
– débit urinaire	
– delta PP	
– dimension télé-diastolique ventriculaire gauche	
– Doppler œsophagien	
– DTE, temps de décélération de l'onde mitrale Doppler Es	
– E = vitesse Doppler maximale de l'onde diastolique précoce mitrale	
– E/E' - onde Doppler pulsée analysée à l'extrémité de la valve mitrale (E)	
– E' = vitesse Doppler tissulaire maximale du déplacement diastolique précoce de l'anneau mitral	
– eau pulmonaire extravasculaire	
– élastance diastolique ventriculaire gauche : relaxation active et compliance passive	
– élastance ventriculaire droite	
– expansion systolique de l'anneau tricuspide	
– flux mitral régurgitant (Doppler couleur)	
– flux restrictif (E/A ≥ 2, DTE < 120 ms) à la veine pulmonaire	
– fluxmétrie laser Doppler	
– fonction systolique globale ventriculaire droite	
– fonction systolique globale ventriculaire gauche	
– fraction systolique du flux de la veine pulmonaire	
– fréquence cardiaque	
– index cardiaque	
– index de collapsibilité de la veine cave inférieure	
– index de collapsibilité de la veine cave supérieure	
– liquide péricardique (analyse)	
– mesure du shunt intra-cardiaque	
– mesure du shunt intra-pulmonaire	
– marbrure cutanée	
– modifications de débit cardiaque après lever passif de jambes	
– mouvement paradoxal septal	
– onde E/A	
– onde Doppler pulsée enregistrée à l'extrémité de la valve mitrale	
– onde Doppler pulsée enregistrée à la veine pulmonaire supérieure gauche	
– pH artériel	
– pression artérielle pulsée	
– pression artérielle systolique	
– pression capillaire pulmonaire	
– pression moyenne de l'artère pulmonaire	
– pression d'occlusion de l'artère pulmonaire	
– pression systolique de l'artère pulmonaire	
– pression télé-diastolique artérielle pulmonaire	
– pression télé-diastolique ventriculaire gauche	
– pression veineuse centrale	
– résistances systémiques	
– saturation veineuse centrale en oxygène	
– spectroscopie infra-rouge (NIRS)	
– surface télé-diastolique ventriculaire droite	
– surface télé-diastolique ventriculaire gauche	
– tonométrie gastrique	
– variation de pression artérielle systolique	
– variations des pressions pulsées	
– variation de pression systolique	
– variations respiratoires systoliques	
– variations respiratoires de la vitesse Doppler maximale du flux aortique	
– vitesse aortique	
– vitesses de l'onde Doppler pulsée du ventricule droit	
– vitesse Doppler d'insuffisance pulmonaire	
– vitesse Doppler d'insuffisance tricuspidiennne	
– vitesse Doppler maximale de l'onde diastolique tardive mitrale lors de la contraction atriale	
– volume global ventriculaire droit	

(1) Habituellement décidé sur une analyse ventriculaire gauche bi-dimensionnelle

(2) Habituellement déduit d'autres paramètres

usage prolongé. Comme exemple, une valeur supra-normale en transport d'oxygène dans le choc septique était un but honorable [46], avant qu'il ne soit discrédité [47]. Pour quelques auteurs, le retour à plus de simplicité devient une option valable [48]. Encourageant cette option, certains suggèrent des manœuvres simples [25, 49].

Bref, le nombre de techniques disponibles pourrait déconcerter quelques intensivistes (tableau XXIII-I). Il reflète éventuellement l'absence d'un gold standard imparable. Les méthodes successives sont comparées aux précédentes, qui elles-mêmes ne bénéficiaient pas réellement de gold standard. Parfois même, des attitudes autoritaires remplacent l'évidence scientifique. En fait, de larges études randomisées contrôlées manquent toujours [31]. La plupart des techniques ont des inconvénients [50]. Voir tableau XXIII-II. Chaque point peut être débattu, même la place de paramètres familiers tels que le débit cardiaque – en considérant qu'il n'est pas universellement admis que la tentative de l'optimiser affecte vraiment le devenir lointain du patient [51], jusqu'à des opinions d'experts qui ne recommandent pas sa mesure en routine [52].

La confusion augmente quand on considère les désordres complexes du choc septique, où les altérations de la microcirculation, la fuite capillaire, l'œdème des cellules interstitielles et endothéliales, l'acidose hyperchlorémique et la coagulopathie se mélangent, l'étape du syndrome de défaillance multiviscérale [53, 54]. La confusion continue avec l'émergence de nouveaux concepts, comme la reconnaissance récente du vieux concept de syndrome du compartiment abdominal [55, 56]. Dans ces situations, où il semble peu clair que les tissus nécessitent vraiment des suppléments en oxygène, la question même de savoir à tout prix si le débit cardiaque augmente sous remplissage pourrait se poser, s'il s'avère que cette action n'est

pas de bénéfice prouvé au patient. Le choc septique est une part essentielle de ce chapitre. Nous verrons l'étape aux urgences, où on sait que le remplissage doit être urgent et massif [57], mais pas vraiment quand l'arrêter. Nous allons ensuite considérer l'étape en réanimation [58], où un remplissage excessif ou insuffisant créerait ces troubles occultes menant aux désordres de la microcirculation, avec la pensée qu'une fois installés, les stratégies usuelles pour optimiser l'hémodynamique sont d'une efficacité limitée [59].

La question de l'hémodynamique remplit les congrès de réanimation, avec des discussions complexes et des débats pro/con entre experts de haut niveau. La mêlée qui oppose cathétérisme cardiaque droit, ETO, PICCO, etc., arrive à un état chronique, tandis que de nouvelles méthodes apparaissent chaque jour. Mais, tout ceci crée un concert dynamique favorable à un excitant *brainstorming*.

Nous comprenons pleinement que l'échographie simple est ici introduite dans un poste sensible, toujours ouvert pour certains [60], pas pour d'autres qui ont trouvé des solutions solides [61]. Tout en prenant soigneusement en compte toutes les positions, nous nous sentons libres de penser que toute nouvelle idée qui peut trouver une place dans cette symphonie devrait être considérée de près – si elle peut fournir la moindre aide – ou plus. Notre idée est de prendre, encore, notre échographe 1992 à échelle de gris de 29 cm de large, avec notre sonde microconvexe, celle que nous avons déjà utilisée pour achever de multiples applications dans l'urgence extrême.

Est-ce qu'une approche différente pourrait être considérée pour l'éternel problème de l'évaluation hémodynamique ?

Est-ce que notre bien aimé principe de simplicité peut être à nouveau utilisé dans un domaine aussi complexe ?

Tableau XXIII.II – Comparaisons de quelques méthodes hémodynamiques.

	Coût	Aspect invasif	Facilité technique	Possibilité de monitoring	Longueur globale (1)	Possibilité de mesure directe de l'œdème pulmonaire
Cathétérisme de Swan-Ganz	Modéré	Élevé	Relativement aisée	Oui	Long	Non
Échographie trans-œsophagienne	Élevé	Relatif	Longue formation	Limitée	Long	Non
PICCO	Relatif	Élevé	Aisée	Oui	Long	Non (eau globale seulement)
Le <i>Limited Investigation</i>	Faible	Nul	Aisée	Oui	Quelques instants	Oui

(1) incluant stérilisation, pansements au patient, etc.

Comment peut-on déjà simplifier le problème de la prise en charge hémodynamique du patient en état critique

Prenons un réanimateur anxieux qui, voyant qu'il ne dispose d'aucun paramètre direct, voudrait utiliser tous les outils disponibles pour la gestion optimale d'un patient en choc. Il bénéficierait d'une liste impressionnante de données (tableau XXIII-I, *gauche*).

Nous considérons à part les discussions sur les actions désobstruatives. L'embolie pulmonaire et la tamponnade péricardique ne sont pas réellement le sujet, étant attendu qu'une échographie simple a fait le diagnostic, et que rien sinon une thérapie spécifique ne lèvera l'obstruction. Nous considérerons encore à part des thérapies spécifiques du sepsis (hémodilution, etc.) car elles ne sont pas déduites de mesures hémodynamiques, mais décidées au vu du diagnostic de choc septique.

Le lien commun entre les multiples données de la partie gauche du tableau XXIII-I est le moment précis où le médecin donne des instructions à l'infirmière. Soudainement, on passe de raisonnements complexes à des décisions d'une simplicité extrême... Comparons le nombre de données de la partie gauche du tableau XXIII-I à celles de la partie droite. L'information dont l'infirmière a besoin n'est pas la valeur de la pression télédiastolique ventriculaire gauche, ou autres, mais, basiquement, quelle option vite préparer. Le choix de l'infirmière est entre agent *inotrope*, *vasopresseur*, et *volumique*.

Juste ces trois options.

Quelle que soit la sophistication des méthodes initialement utilisées, seules ces trois options sont disponibles pour améliorer l'état circulatoire. Et à présent, on peut encore largement simplifier le débat. L'intensiviste doit documenter :

Choix 1. Les besoins en inotrope. Ce point est accessible à une sonographie cardiaque simplifiée.

Choix 2. Les besoins en remplissage (voir plus bas).

Choix 3. La valeur des résistances, toujours pas mesurée directement, mais déduite des deux postes précédents.

Comme nous l'avons vu, ce qui demeure du débat hémodynamique est réduit au besoin en remplissage vasculaire. C'est une étape majeure, celle qui soulève les issues les plus lourdes, sachant qu'aucun gold standard ne peut être considéré [62]. Dans les minutes chaudes de la prise en charge du choc septique, nous savons tous que le remplissage précoce et massif est bénéfique [57], quoiqu'il ne

soit pas vraiment précisé quelle est la quantité limite à administrer. En conséquence, les docteurs hésitent à prodiguer un remplissage trop libéral, craignant l'œdème pulmonaire – une des issues essentielles [63]. Cet œdème d'une part va compromettre les échanges gazeux, et signifie d'autre part que le cœur se retrouve sur le plateau de la courbe de fonction systolique. Or, l'autre risque majeur, bien plus grave, est de laisser le patient en hypovolémie occulte, particulièrement si des drogues vaso-actives sont initiées.

Ainsi, des outils sont développés pour identifier ceux qui vont monter leur débit cardiaque de plus de 15 %. Ceux qui ne le peuvent pas n'auront que le risque d'œdème pulmonaire, sans bénéfice. Ceci a initié l'excellent concept de la réponse au remplissage [29, 34, 41, 64-66]. Ce concept fondamental et élégant est basé sur une approche physiopathologique solide de la dynamique des fluides, et est utilisé quotidiennement pour anticiper le dommage pulmonaire résultant d'un remplissage inutile. Il a un inconvénient toutefois : il n'est pas capable de démontrer ce dommage pulmonaire. En conséquence, le volume test de fluide est donné de façon aveugle. Toute notre approche sera basée sur ce manque de « visibilité » dans les premières heures (appendice 1).

Il est universellement admis qu'aucun paramètre isolé de mesure de la pré-charge n'est valable pour prédire la réponse au remplissage [67]. Cette assertion reconnaît le fait que nous ne détenons pas le paramètre direct – celui qui nous dit que nous créons ce dommage aux tissus interstitiels, poumon en premier. La réponse au remplissage, un des meilleurs concepts, a possiblement été créée faute de mieux.

À notre connaissance, deux questions majeures n'ont pas reçu de réponse scientifique.

1. Quelle est la tolérance pulmonaire d'un patient donné, sa capacité à recevoir un remplissage ?
2. Une fois un remplissage initié, comment déterminer le point où ce patient a reçu la quantité optimale de fluide ?

Cette perspective a été le point de départ de notre Investigation Limitée (*Limited Investigation Considering Hemodynamic Therapy*). Cette investigation est « limitée ». Ce terme indique qu'elle est ouverte à toute critique, qui devra toutefois venir de gold standards documentés. Notre *Limited Investigation* ne vise pas à être comparée avec les techniques classiques en termes de paramètres (c'est-à-dire valeur, ou évolution, du débit cardiaque, etc.) – ce qui serait dépourvu de sens car notre approche donne une

vision complètement différente – mais en termes de choix thérapeutique.

Notre protocole considère bien sûr la pompe (ventriculaire gauche), mais à égalité, l'extracteur d'oxygène (le poumon), les deux faisant le travail principal. Il propose un paramètre direct de la volémie, extrait de l'échographie pulmonaire. Plus en retrait, il considère les routes, soit les veines caves, inférieure *et* supérieure.

Un choc ne peut être, sauf rareté, qu'obstructif, cardiogénique, hypovolémique ou septique. Notre protocole ne fait qu'éliminer tour à tour les premières causes pour arriver au diagnostic précoce de choc septique.

Pour pratiquer notre *Limited Investigation*, notre sonde microconvexe de 5 MHz est en général idéale.

Première étape : l'option désobstructive. La place de la sonographie cardiaque simplifiée

Pour le choix du terme « sonographie », relire les premières lignes du chapitre 22.

Dans le BLUE-protocol (défaillance respiratoire aiguë), l'analyse du cœur n'était pas incluse. Dans la défaillance circulatoire aiguë, elle tient une place majeure. Nous prenons le meilleur de notre édition de 1992, pages 125-136 (chapitre « Cœur »).

Rappel : le stade initial du *Limited Investigation* est d'éliminer un choc obstructif. La tamponnade, rare, est d'emblée vue. Ce n'est pas vraiment du domaine du débat de l'évaluation hémodynamique. Un élargissement du ventricule droit suggère immédiatement une embolie, en contexte de choc (dans la défaillance respiratoire aiguë, un tel aspect suggère bien d'autres pathologies). Pour ces deux désordres, seule une désobstruction est de mise (drain, thrombolysé...).

Dans la défaillance circulatoire aiguë, une hypo-contratilité ventriculaire gauche, qu'elle soit d'un choc cardiogénique ou septique, invite au support inotrope [68].

Une place pour la simplicité existe : la contratilité ventriculaire gauche peut être appréciée visuellement de façon satisfaisante (hypo-, normo-, hypercontractilité). Selon le principe sain des vases communicants, face à une contratilité normale ou exagérée, laquelle suggère que l'option inotrope n'est pas à considérer, la probabilité augmente pour l'une des options restantes : remplissage, vasopresseurs.

À cette étape, nous n'avons pas encore eu à actionner le bouton du Doppler.

Seconde étape : l'option du remplissage, contrôlé par l'échographie pulmonaire : le FALLS-protocol (Fluid Administration Limited par Lung Sonography)

À présent nous considérons la question de l'administration ou non de fluides.

Le cœur est un site traditionnel pour répondre à cette question. Nous avons respecté cet organe vital en le plaçant en premier. Or, regarder des dimensions cardiaques pour apprécier la volémie d'un patient est intéressante mais à quelle dimension s'arrêter de remplir, et selon quel gold standard ? Notre *Limited Investigation* suggère de voir à présent le poumon.

Nous présentons un paramètre direct pour apprécier la volémie clinique.

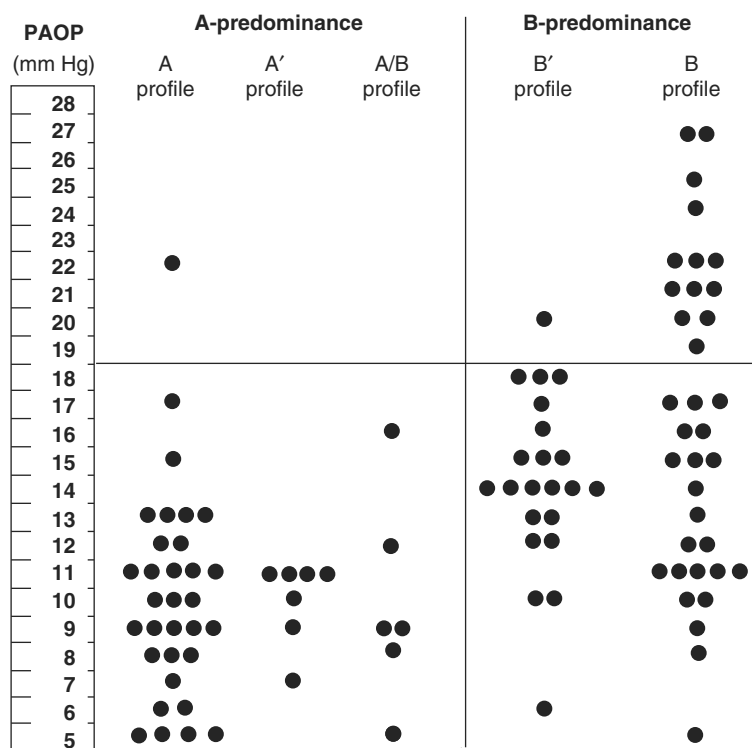
Les artefacts pulmonaires, ces ex-indésirables de l'échographie, vont montrer leur potentiel dans ce domaine, triant ceux dont les poumons sont encore secs, de ceux qui ont déjà reçu trop de fluides.

Le chapitre 17 a montré que l'œdème interstitiel était une application basique de l'échographie [69] avec des retombées cliniques directes [70, 76]. Nous en tirons à présent profit pour évaluer le comportement pulmonaire face au remplissage. C'est le concept du FALLS-protocol, qui veut répondre à ces deux questions de base, que nous rappelons à dessein. Un remplissage peut-il être initié chez ce patient ? Si oui, peut-on déterminer le point final, où le risque devient supérieur au but thérapeutique ?

Rappel de notre étude

Le cathétérisme de Swan-Ganz utilisait la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO) [1, 71]. La PAPO prédit la pression télédiastolique ventriculaire gauche [63, 71-73], qui classiquement guide le remplissage [74], et définit le risque pour l'œdème pulmonaire hydrostatique [63, 75]. Une étude prospective a comparé l'échographie pulmonaire avec la PAPO (appendice 2). La nomenclature du BLUE-protocol a été adaptée [76], pour simplifier le travail princeps, définissant la prédominance A comme les profils A, A' et A/B, et la prédominance B comme les profils B et B'. Glissement pleural et profil C n'étaient pas pris en compte. La sonde était appliquée sur les BLUE-points. La prédominance A a montré, pour une PAPO \leq 18 mmHg, une spécificité de 98 % et une valeur prédictive positive de 97 % (fig. 23.1). La sensibilité était de 50 %, la valeur prédictive négative de 24 %. Pour ceux

Fig. 23.1 – Échographie pulmonaire et PAPO. Ce graphe indique une zone quasi déserte chez des patients avec PAPO haute et absence de prédominance B. Comme prévu, une prédominance B, indiquant un œdème pulmonaire soit hémodynamique soit lésionnel, est vue avec des valeurs hautes comme basses de PAPO.



intéressés par une valeur de PAPO ≤ 13 mmHg, la spécificité a été de 93 % et la valeur prédictive positive de 91 % [77]. Les fusées ont été vues dans une large échelle de valeurs de PAPO, empêchant de conclure sur sa valeur.

Base physiopathologique du concept du FALLS-protocol

Schématiquement, en phase aiguë, les lignes B correspondent à l'œdème pulmonaire, d'une cause hémodynamique (avec PAPO haute) ou lésionnelle (avec PAPO basse), tandis que les lignes A correspondent à un poumon sec.

L'œdème pulmonaire combine des phénomènes respiratoires et hémodynamiques. L'œdème pulmonaire aigu hémodynamique amène constamment une augmentation de la PAPO avec œdème interstitiel [63, 78, 79], une *étape silencieuse* qui précède l'œdème alvéolaire [80, 81]. Nous rappelons que le liquide en excès infiltre en premier les septa interlobulaires, qui forment cette partie du tissu interstitiel non impliquée dans les échanges gazeux : ces derniers ont lieu à la membrane alvéolo-capillaire [82]. Le fluide sous pression atteint les septa antérieurs, non dépendants. Quand la capacité de résorption lymphatique est dépassée, le liquide envahit les alvéoles [83, 84]. Cette étape initie

l'œdème alvéolaire, avec signes cliniques (dyspnée, râles), les anomalies radiologiques et la dégradation des échanges gazeux, c'est-à-dire l'étape qu'aucun intensiviste ne veut voir. L'œdème interstitiel échographique précède cette étape.

Le FALLS-protocol bénéficie d'un double niveau de dichotomie, qui rend cette approche providentiellement simple.

1. Il n'y a pas de stade intermédiaire entre la ligne A et la ligne B. Les artefacts pulmonaires cliniques sont de type soit A soit B, sans espace pour d'autres aspects (nous écrivons ceci après 20 années d'observation). Ceci démontre sans trop de place pour le doute que la ligne B se génère tout d'un coup. Et ceci permet le triage binaire de toute surface pulmonaire.
2. L'observation de nos patients en état critique montre que, dans un large territoire donné (latéral, antérieur), il y peu de place pour des aspects intermédiaires (« patchy »). Sous l'influence de modifications hémodynamiques, de nombreux septa sont simultanément envahis par l'œdème hémodynamique. Si l'on se restreint aux zones antérieures chez un patient instable, l'échographie pulmonaire offre une approche dichotomique : prédominance A versus prédominance B.

Implications cliniques du FALLS-protocol

Annoncée dans notre ouvrage de 2002 [85], cette application indique que les septa interlobulaires sous-pleuraux sont saturés, permettant au réanimateur de bénéficier d'un temps d'avance pour limiter le remplissage, en d'autres mots, d'une *marge de sécurité* (fig. 23.2) : un concept similaire au facteur de sécurité de Guyton, avec des outils plus modernes [83].

Chez un patient avec défaillance circulatoire aiguë, une prédominance A n'indique pas que ce patient doit recevoir un remplissage. Il indique qu'il ou elle *peut*. Même si cette notion n'apparaîtra pas académique à certains, elle se réfère ici encore à la

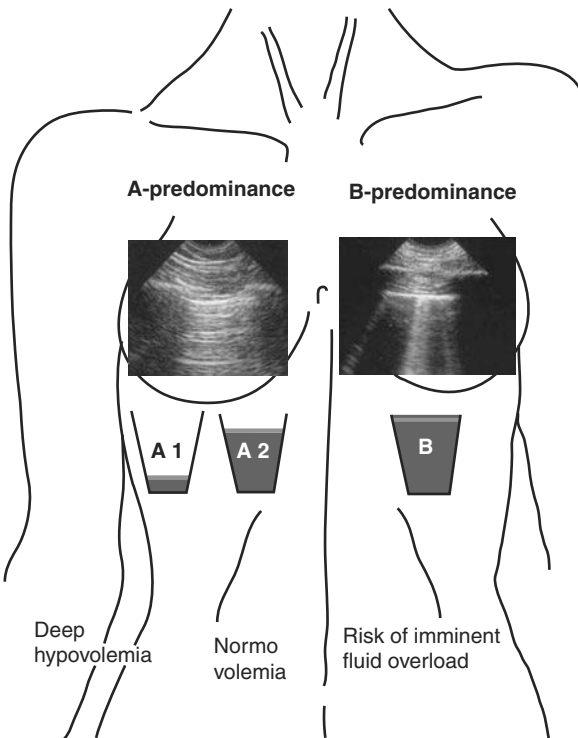


Fig. 23.2 – Le FALLS-protocol. Pour limiter le nombre de figures, nous montrons au poumon droit un profil A, supposé être bilatéral. Le concept du FALLS-protocol invite à considérer un patient en défaillance circulatoire avec un tel profil comme capable de recevoir un remplissage vasculaire. Le poumon gauche est une image de même patient arrivant à la phase interstitielle sous remplissage. Cette phase, qui ne crée pas encore d'œdème alvéolaire, invite à arrêter le remplissage. Mais possiblement le patient s'est amélioré entre-temps.

Les trois conteneurs, qui schématisent trois états de volémie, résumant l'esprit du FALLS-protocol. Le conteneur A-1 indique une hypovolémie profonde. Le conteneur A-2 est probablement la volémie idéale. A-1 et A-2 donnent une prédominance A. Le conteneur B indique que la limite a été atteinte. Ici, un remplissage additionnel va faire déborder. Le but du FALLS-protocol est d'éviter la situation A-1 (profonde hypovolémie) et de s'arrêter à la situation B.

Pour gagner de la place, l'image affichée (lignes A droites, lignes B gauches) serait un exemple de profil A/B dans le BLUE-protocol.

loi de Grotowski, que nous utilisons quotidiennement pour pratiquer une médecine plus simple et plus efficace. Si l'on exploite encore le principe des vases communicants, un patient en choc qui peut recevoir des liquides est possiblement un patient qui doit en recevoir. Comme un choc cardiogénique est exclu (en considérant la contractilité du ventricule gauche et surtout la prédominance A), la probabilité que l'une des deux options restantes pour la gestion du choc soit la bonne, est encore augmentée. Tous ces éléments se rajoutent à l'impression clinique, mais peuvent parfois prendre le dessus.

En initiant un remplissage avec une sonde d'échographie posée sur le thorax, le médecin entre dans le FALLS-protocol. Deux événements peuvent survenir.

1. Sous remplissage, le choc s'amende (les marbrures s'estompent, une diurèse apparaît, etc.). Le remplissage peut être interrompu. Le but a été atteint : cette seule option a corrigé les signes de choc et on est resté en prédominance A.
2. Sous remplissage, le choc résiste. À un moment, forcément, une prédominance B apparaîtra, remplaçant la prédominance A. Ce syndrome interstitiel indique *vraisemblablement* un œdème aigu, *vraisemblablement* d'origine hydrostatique : le point limite a été atteint. C'est le moment d'arrêter le remplissage. De faire dix hémocultures (voir plus loin pourquoi). Enfin, d'introduire un vasopresseur (voir plus loin).

Cette situation ne concerne pas le choc cardiogénique, où le profil B est usuel à l'admission, aidant au diagnostic [76].

Intérêts additionnels du FALLS-protocol

L'échographie pulmonaire s'est élégamment positionnée pour protéger contre un remplissage abusif. Elle fournit cet indicateur direct d'œdème interstitiel, c'est-à-dire le désordre anatomique initial de la surcharge vasculaire. L'atout du FALLS-protocol est de fournir un paramètre non seulement direct, mais avant tout complètement indépendant de toutes les limitations des autres méthodes (nécessité de calculs subtils, pondérations, considération de pressions transmursales, rythme cardiaque, etc.). La valeur d'alarme du FALLS-protocol est plus précoce que celle, classique, du PICCO. Il est logique de penser qu'elle se tient en place compétitive par rapport à l'analyse Doppler des flux restrictifs. Dans ce respect, peut-être l'échographie pulmonaire cernerait mieux la valeur de la pression

capillaire pulmonaire, une valeur basique que la PAPO tente de refléter.

Trois autres atouts majeurs peuvent être considérés.

1. La courbe d'apprentissage est rapide (90 minutes pour une efficacité de 95 %).
2. Quelques secondes suffisent pour initier une décision thérapeutique (démontrer un profil A même unilatéral définit une prédominance A).
3. La machine adéquate est simple, non onéreuse, et donc acquise en quelques mois.

Limitations du FALLS-protocol

Des fusées pleurales à l'admission peuvent être liées à un œdème pulmonaire hémodynamique ou lésionnel, ou à de rares maladies interstitielles chroniques. Pour garder ce chapitre simple, nous ne considérons pas le potentiel du profil B'. Des cas particuliers de choc hypovolémique avec lignes B, ou d'œdème pulmonaire massif peuvent bénéficier de remplissage : deux poumons soudainement blancs peuvent à l'évidence être l'indice d'une hypovolémie sévère (par vases communicants). Un profil B à l'admission est en général une limitation car la PAPO ne peut être appréciée. Ici, notre *Limited Investigation* s'ouvre à l'analyse des veines caves.

La présente approche est qualitative. Nous ne nous sommes pas penchés sur les lignes B postérieures, qui pourraient indiquer des modifications gravitationnelles [82]. En ce qui concerne les modifications latérales, voir plus bas.

Neuf questions anticipées sur le FALLS-protocol

1. Pourquoi la PAPO comme valeur de référence ?

Comme tout, ce choix peut être débattu, quoique régulièrement prôné encore [75, 86]. Pour d'autres auteurs, la PAPO n'est pas un reflet idéal des performances ventriculaires gauches ni de la réponse au remplissage [18, 74, 87-91]. Déjà, nous invitons à revoir nos commentaires, plus haut, sur la limitation du concept de réponse au remplissage, en ce qui concerne la tolérance pulmonaire au remplissage. Ensuite, obsolète ou non pour refléter les pressions d'aval, la PAPO indique toujours le risque d'œdème pulmonaire. Pour beaucoup, la PAPO reste un outil précieux, valable quand des restrictions sont appliquées (comme pour toute technique), et est regrettée par de nombreux

intensivistes qui sont à présent démunis de cathéters de Swan-Ganz tout en n'ayant pas encore accès à l'ETO. Notre approche sera appréciée par tous ceux qui envisageraient un remplissage basé sur une PAPO basse et considèrent que le concept d'un facteur de sécurité fourni par l'échographie pulmonaire est logique.

2. Quand un profil B apparaît, le cœur ne travaille-t-il pas déjà sur la portion plate de la courbe de Starling ?

Nous imaginons qu'une telle question va poser problème à quelques lecteurs. Remplir un patient en choc et créer une prédominance B a la double signification d'un trouble pulmonaire (même si les échanges gazeux n'en sont pas encore affectés) et d'une difficulté de la fonction cardiaque. L'avantage de notre concept est de situer exactement le patient sur cet événement, afin de prendre les mesures nécessaires de façon éclairée.

On pourrait déjà se demander, scientifiquement, si le danger est réel (et non théorique). Notons simplement que le médecin qui tente une manœuvre de réponse au remplissage ne vérifie habituellement pas si son patient n'est pas déjà en profil B.

Nous allons répondre au souci du praticien puriste qui, en dehors d'interrompre l'apport liquidien, apprécierait de pouvoir retirer ce léger excès de liquides. Les solutions ne manquent pas. Une hémofiltration traditionnelle est l'une d'elles, mais une si lourde manœuvre pour retirer un peu de liquide serait questionnable (en revanche, chez un patient très sévère bénéficiant déjà d'une hémofiltration, la logistique présente est parfaite). On pourrait sinon pratiquer une saignée. Ce geste était le traitement essentiel et efficace de l'œdème aigu pulmonaire hémodynamique du temps de Molière, dans les années 1600 (on parlait alors de « fluxion de poitrine »). Mais parler de saignée à l'ère de la médecine moléculaire pourrait paraître provoquant, et il y a d'autres options. Avant de les envisager, rappelons à ceux qui trouveraient discutables de retirer du sang à un patient en choc que ce choc n'est précisément pas hypovolémique (donc pas hémorragique), du simple fait que le passage de la prédominance A à la prédominance B permet d'éliminer ce cas (un tel patient aurait été amélioré avant). Notre option est de faire prélever une dizaine d'hémocultures. Pourquoi des hémocultures ? Pourquoi une dizaine ? Voir « Utilisation pratique du *Limited Investigation* », section « Choc septique des premières heures ».

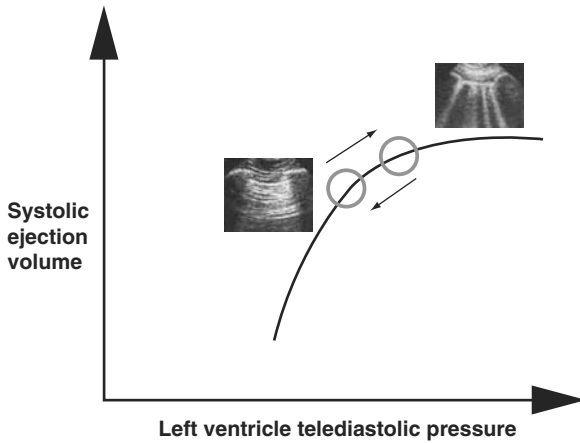


Fig. 23.3 – FALLS-protocol et courbe de fonction cardiaque. Comme le remplissage est contrôlé par le réanimateur, le moment où une prédominance B apparaît peut être considéré comme un point précoce sur la portion plate de la courbe de fonction ventriculaire (cible supérieure). Une évacuation minimale de fluide va déplacer la cible à un point inférieur (cible inférieure), c'est-à-dire le point idéal.

Dernière option, pour ceux qui sont sensibles à la vue du sang : pratiquer « l'Extended FALLS-protocol ». Il s'agit de surélever les membres inférieurs en début de prise en charge, vérifier que cette manœuvre de mobilisation des fluides ne génère pas de lignes B antérieures, remplir, et, dès la prédominance B apparue, rabaisser les jambes du patient. La saignée est alors interne, réalisant une optimisation non invasive de la prise en charge hémodynamique du patient.

Au final, notre patient qui reçoit des fluides, initie une prédominance B, et bénéficie d'une légère soustraction de volume va se trouver parfaitement positionné sur la courbe de fonction ventriculaire, juste avant la portion plate (fig. 23.3). Le FALLS-protocol est encore une illustration de la simplicité de l'échographie critique.

3. Comment va marcher le FALLS-protocol dans l'embolie pulmonaire massive ?

Ici, aucune thérapeutique, sinon la désobstruction, n'est une vraie solution. Le remplissage est souvent considéré comme à double tranchant. Beaucoup recommandent des volumes modestes afin d'éviter l'interférence septale avec gêne au remplissage du ventricule gauche. La *Limited Investigation* est-il en échec dans ce cas, dans les premières minutes, quand le diagnostic est encore en attente ? Nous pourrions avancer que la balance entre l'avantage offert par le remplissage et l'inconvénient lié à la baisse du débit cardiaque n'a pas été scientifiquement évaluée.

En attendant, nous suggérons qu'une défaillance ventriculaire gauche induite par une interférence septale aura une conséquence : une augmentation de la pression ventriculaire gauche, même légère s'il y a une limitation de pression en amont, mais qui va se répercuter à l'oreillette gauche, aux veines pulmonaires et enfin aux capillaires pulmonaires – une augmentation de pression suffisante pour initier un discret syndrome interstitiel – celui qui est précisément parfaitement détecté par l'échographie – et clôturera un FALLS-protocol.

4. Pourquoi ne pas rechercher des lignes B latérales, ou même postérieures, durant un remplissage vasculaire ?

Pourquoi pas, en effet ? Le FALLS-protocol était notre première étape, pour partager un message simple. Mais il peut être sophistiqué car des approches latérales vont informer sur des valeurs de PAPO sans doute plus basses que 18 mmHg.

5. Certains comptent les lignes B de façon extensive. Ce score est-il applicable ici ?

Notre étude se centre sur des patients critiques, et utilise un protocole dichotomique, définissant en quelques secondes un profil caractéristique, considérant une zone thoracique limitée, antérieure. Le comptage exhaustif des lignes B, tâche fastidieuse, peut être intéressant pour des résultats subtils chez des patients non graves, mais n'a pas sa place (à notre avis autorisé) chez le patient en état critique.

6. Dans la figure 23.1, le profil B' semble associé avec une PAPO basse. Ceci peut-il être exploité ?

Des fusées pleurales immobiles permettent la distinction entre l'œdème pulmonaire hémodynamique et le SDRA. Relire le mécanisme de l'abolition du glissement pleural dans l'œdème lésionnel (p. 184). Pour simplifier (et favoriser l'acceptation de notre manuscrit), nous n'avions pas mis cet item en première ligne, mais la simple lecture de cette figure, tirée de [77] montre la corrélation, et l'implication clinique se déduit : un tel profil dans un choc ne contre-indique pas formellement le remplissage.

7. Mais le débit cardiaque ? Peut-on vraiment gérer un patient en état critique sans ce paramètre fondamental ?

Sans problème. Voir le tableau XXIII.I et considérer d'abord que l'infirmière, qui fait le travail

essentiel, voudra connaître, non pas le débit cardiaque, mais laquelle des trois actions de base a été retenue (fluide, inotrope, vasopresseur). Nous sommes ouverts à des études comparatives (avec un gold standard solide). Entre-temps, nous assumons fortement que les patients avec une prédominance B acquise ne vont plus augmenter leur débit cardiaque (et seront non-répondeurs au remplissage). Il faut considérer ensuite que le débit cardiaque est supposé bas (en valeurs absolue ou relative) chez un patient en choc – cela n'informe pas sur le mécanisme du choc. Il faut considérer enfin que la valeur précise de l'index cardiaque sous traitement chez un patient septique donné peut être sans grande signification (par exemple haute, mais pas assez haute).

8. Et ces patients post-opérés à péricarde ouvert ?
Et comment éviter qu'un remplissage ne génère une interférence septale délétère ?

Dans ce type de cas, rare et tout à fait spécifique de services spécialisés, on surveillera soigneusement le volume ventriculaire droit sous remplissage, car le péricarde ne limite plus son volume. Pour ce qui est de la crainte de l'interférence septale, revoir la question 3.

9. Le FALLS-protocol peut-il être associé aux outils traditionnels de l'investigation hémodynamique ?

Sans le moindre problème.

Note annexe

Jusqu'à maintenant, le Doppler n'a pas été utilisé. Nous utilisons toujours notre simple machine à échelle de gris.

Seconde étape de notre *Limited Investigation* si le FALLS-protocol ne peut pas être appliqué, l'analyse des veines caves – (1) La veine cave inférieure (VCI)

Si une prédominance B est présente à l'admission, le poumon ne peut pas être utilisé pour guider le remplissage. Nous utilisons alors l'outil veineux, un paramètre dont l'évolution est intéressante, mais qui n'indique pas le point limite de remplissage sur la base d'un gold standard solide.

Une évaluation de cette zone était décrite dans notre édition 1992, créant tout son chapitre 13. La VCI a été le privilège de notre unique travail que François Jardin avait cosigné [92]. L'idée, à cette époque, était que le calibre d'un vaisseau était plus direct, pour apprécier un volume (la volémie), qu'une pression (la PVC), sachant que 65 % du sang systémique circulait dans le système veineux. Dans cette étude, nous comparions la VCI avec la PVC. Un calibre < 10 mm était corrélé avec une PVC < 10 cm H₂O avec une spécificité de 95 % et une sensibilité de 84 % [92]. La corrélation était étroite avec les petits calibres (fig. 23.4). Les changements de calibre de la VCI se sont révélés parallèles aux modifications de la PVC (fig. 23.4). Quelques travaux menés venaient de la cardiologie [93-95], étudiant des patients ambulatoires, respirant spontanément, positionnés latéralement (le poids du foie pouvant écraser la VCI), mesurant au niveau des veines sus-hépatiques, rendant la comparaison difficile. L'étude de Jue concernait, elle, des patients ventilés, montrant qu'un calibre < 12 mm prédisait une PVC < 10 mmHg [96].

Mesure technique, aspects observés

Une coupe transversale à l'épigastre chez un patient en décubitus dorsal détecte la VCI (en l'absence de gaz). Bien que la communauté semble s'être

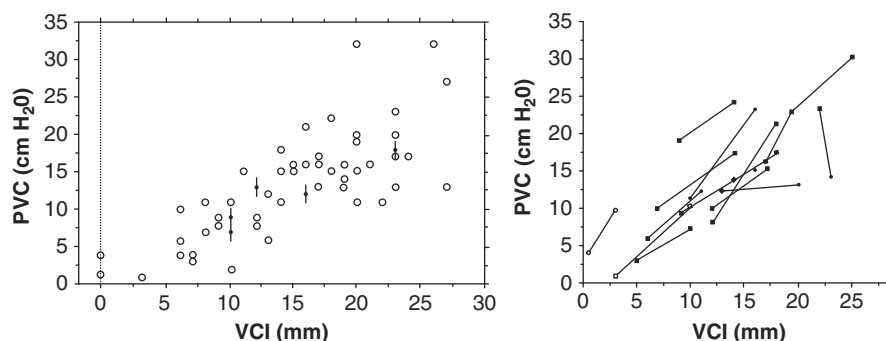


Fig. 23.4 – VCI et PVC. *Gauche* : corrélation entre calibre expiratoire de la VCI (VCI) à la veine rénale gauche et PVC (PVC) chez 59 patients ventilés. *Droite* : calibre de la VCI quand la PVC est modifiée (remplissage, etc.)



Fig. 23.5 – VCI et veine rénale gauche. Cette coupe transversale épigastrique montre le point d'arrivée des veines rénales (v). La veine rénale gauche (v) est bien visible, passant entre l'aorte (A) et l'artère supérieure mésentérique (a), le point où nous mesurons le calibre de la VCI. Ici, un calibre expiratoire de 8 mm (flèches) indique une PVC basse. Noter que ces flèches suivent la légère obliquité (20°) de la veine, afin de traiter à partir d'une mesure ayant un sens. Toujours mesurer de face à face, pas de bord à bord. Voir les veines rénales dans une coupe frontale à la figure 13.1, p. 98.

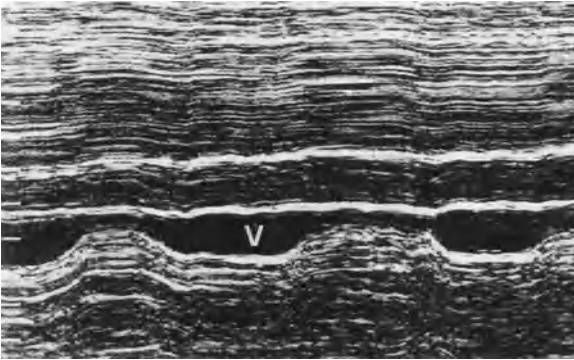


Fig. 23.6 – VCI en mode temps-mouvement. Collapsus inspiratoire de la VCI, montrant un calibre diastolique de 12 mm (V) et qui passe à 4 mm en inspiration chez un patient avec hémorragie majeure, respirant spontanément.

formatée à mesurer juste au niveau du renflement (voir fig. 13.14, p. 105), bien près du cœur, nous insistons sur un niveau plus bas, à l'abouchement de la veine rénale gauche, un repère facile, reproductible et logique, car ce point est éloigné du fréquent renflement hépatique (fig. 23.5). Ce niveau produit notre corrélation avec la PVC [97]. La mesure doit être faite à l'expiration (voir plus bas). Une indexation avec la surface corporelle est risquée (il faudrait peser un patient instable à l'admission) et peu utile, la taille de la VCI n'étant pas corrélée avec celle du patient (Sykes, 1995).



Fig. 23.7 – VCI moniliforme. Aspect irrégulier, globalement collabé. Patient supposément hypovolémique. Noter le renflement (profil en sabre) à la gauche de l'image (où la lettre v est localisée) : la zone où précisément nous ne mesurons pas le calibre de la VCI.

Le calibre augmente à l'inspiration chez le patient ventilé car la pression thoracique positive ralentit le retour veineux. Il diminue en inspiration chez le patient respirant spontanément car la pression thoracique négative attire le flux. Le calibre expiratoire est peu modifié après intubation et sédation, contrairement au calibre inspiratoire. L'index de collapsibilité – en ventilation spontanée – est maintenant un paramètre populaire [98, 99]. Le collapsus inspiratoire (fig. 23.6) peut être expliqué par l'hypovolémie, ou une dyspnée avec recrutement des muscles accessoires, car le collapsus inspiratoire crée une aspiration du sang systémique, avec effet Venturi. Cette situation est marquée dans l'asthme aigu (où le remplissage n'est nullement contre-indiqué).

Une VCI aplatie chez un patient en choc indique une PVC basse (fig. 23.5). Nous considérons aplatie une veine irrégulière, moniliforme (fig. 23.7). Une large VCI expiratoire (voir fig. 7.5, p. 53) est vue dans la défaillance ventriculaire droite, l'hypovolémie, le sujet normal parfois, et est parfois vue sur PVC basse (fig. 23.3).

Erreurs usuelles vues

1. Faire une compression abdominale pour chasser les gaz écrase le calibre de la VCI.
2. Le syndrome de la veine sus-hépatique : nous voyons souvent les collègues confondre la VCI et la veine sus-hépatique médiane (voir fig. 4.2 et 4.5 p. 28).
3. Le syndrome de la paralysie : la main de l'opérateur

semble paralysée, collée au cœur, incapable de faire ce petit balayage qui l'entraînerait loin de ce renflement hépatique précardiaque. Il est habituellement vu chez des docteurs formés seulement en échocardiographie. Une VCI mesurée sur ce renflement où elle reçoit les veines sus-hépatiques (fig. 23.7 et voir fig. 4.2, p. 28) ne mène pas à nos corrélations. La VCI est un puzzle embryologique, avec un tissu veineux qui devient du tissu cardiaque dans cette zone. Ce n'est pas un endroit logique de ce seul fait. On nous avait poliment suggéré de soumettre un papier en mesurant sur cette zone, avec la peur qu'aucun médecin formé à l'échocardiographie ne s'éloigne du cœur et que la diffusion de la méthode échoue mais nous n'avions pas trouvé ce raisonnement complètement scientifique.

Limitations

Considérer une VCI aplatie comme un signe d'hypovolémie est incorrect, les valeurs normales de la PVC variant de 12 à... zéro mmHg. Bien que la PVC ait longtemps été utilisée comme un outil valable [48], la considérer comme gold standard reviendrait à présenter les cas discordants comme des échecs de l'échographie. La PVC est un concept dynamique. Seule son évolution est à considérer, ce qui signifie implicitement qu'une donnée isolée a une valeur limitée. La PVC connaît de nombreuses contraintes (définition et contrôle du zéro hydrostatique, localisation supposée de l'oreillette droite dépendant des habitudes, nécessité d'interrompre le passage des drogues à chaque mesure).



Seconde étape, analyse des veines caves – (2) La place de la veine cave supérieure

La VCI devenait rapidement un outil populaire. Vint alors la veine cave supérieure, qui était plus proche du prestigieux cœur que son infortunée voisine du dessous, baignant parmi les produits fumants de la digestion. À cet égard, sans doute la veine cave supérieure est supérieure. Son analyse s'est montrée de première importance pour le diagnostic de l'hypovolémie [27]. Il fallait donc en venir à l'ETO, c'était un des messages essentiels. Gardant notre distance habituelle du fait que le gold standard n'est toujours pas défini, nous nous ouvrons toutefois sur cet élégant concept, prenons une fois encore notre bonne sonde microconvexe de 5 MHz et l'insérons juste contre le cou (fig. 23.8). Nous obtenons une mesure non invasive, obtenue avec succès en quelques instants chez environ 75 % des patients. Nous bénéficions d'au moins une dimension, du bord médial au bord latéral (fig. 23.8) et pouvons déceler un possible collapsus inspiratoire. Seule cette sonde a l'ergonomie et la résolution idoines pour cet usage. Des corrélations avec la méthode semi-invasive (ETO) sont en cours.

La place des autres paramètres

Notre prochaine édition va traiter de données issues de l'échographie critique simple une fois publiées. Elles pourraient indiquer si le débit cardiaque est suffisamment augmenté, et surtout, bien plus utile cliniquement, s'il est en adéquation

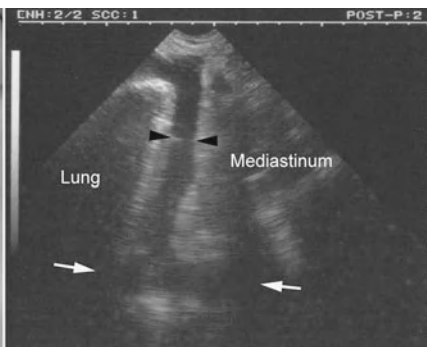


Fig. 23.8 – La veine cave supérieure (VCS) sans invasion.

Gauche : en pratique, nous prenons la veine jugulaire interne en approche transversale, descendons à la VCS, puis progressivement positionnons la sonde le long du cou. La partie distale de la sonde est légèrement orientée en arrière pour exposer la VCS.

Droite : la VCS (têtes de flèches) est exposée à travers son entière longueur (8-9 cm) dans cette coupe. L'artère pulmonaire droite, postérieure à la veine,

est un repère (flèches). Les têtes de flèches indiquent un calibre latéro-latéral de 10 mm, une donnée immédiatement obtenue. Un collapsus inspiratoire peut être détecté. Aucune sonde sinon une microconvexe ne peut être appliquée sur une zone aussi étroite et aussi peu linéaire, ni fournir cette qualité d'image. C'est une alternative pour tous ceux qui ne peuvent pas faire bénéficier leurs patients de l'approche transœsophagienne

avec l'oxygénation tissulaire – au moyen d'un *paramètre direct*. Nous allons aussi voir des clés mesurant directement les résistances vasculaires, au lit du patient, qui pourrait résulter en une administration plus raffinée des vasopresseurs. Au vu de ces divers avantages, prévoir une publication laborieuse sans trop attendre cette prochaine édition.

L'examen physique, qui fournit une information critique, entoure notre *Limited Investigation*. De simples signes comme le temps de recoloration capillaire, un peu négligée depuis la maturation de méthodes telles que l'ETO, pourraient trouver une nouvelle jeunesse.

Utilisation pratique de notre *Limited Investigation*

Les mots-clés qui la résument sont simplicité, rapidité et logique.

Pour simplifier, nous considérons à part le choc obstructif (nécessitant juste une manœuvre désobstructive). Les options restantes (pas plus de trois en gros) mènent à 8 combinaisons (tableau XXIII.III). Voici notre synthèse schématique (fig. 23.9).

Comment procédons-nous en pratique ? Nous sommes appelés aux urgences, ou voyons un patient en réanimation qui s'aggrave, avec défaillance circulatoire aiguë. Notre machine s'allume en 7 secondes. Le regard à la contractilité ventriculaire gauche prend au mieux moins de 20 secondes. La détection d'une prédominance A ou B prend moins de 20 secondes. L'analyse veineuse inclut deux parts distinctes : une analyse des veines caves, devant une prédominance B, pour évaluer la volémie. Ou une analyse veineuse dans l'esprit du BLUE-protocol, devant un profil A, un ventricule droit dilaté ou non accessible, pour le diagnostic d'embolie. Une telle analyse veineuse prend moins de 150 secondes. Le timing global est de l'ordre de 3 minutes... Depuis l'année 1982, ce timing permet d'évaluer les cibles veineuse, inotrope et pulmonaire (un protocole VIP, pour ainsi dire) dans la logique de l'échographie critique, sur site.

Choc obstructif

Le problème a longtemps été le diagnostic, problème pratiquement résolu par l'échographie, portable depuis 1982. Une fois le diagnostic fait, le traitement de ce choc est plutôt standardisé : retirer le liquide péricardique en excès, dissoudre ou extraire le caillot embolisé. Tamponnade et embolie donnent une prédominance A. Un remplissage a été

Tableau XXIII.III – Combinaisons d'options thérapeutiques dans le choc.

Remplissage vasculaire	Inotropique	Vasopresseur	Mécanisme du choc
+	–	–	Choc hypovolémique
+	–	+	Choc septique
–	+	–	Choc cardiogénique
–	–	+	Choc septique vasoplégique
–	+	+	Choc septique avec atteinte cardiaque
+	+	–	Option parfois considérée mais pas pleinement logique
+	+	+	Option pas pleinement logique
–	–	–	Pas une option, mais une réalité fréquente (signifiant aussi appeler la famille)

logiquement suggéré dès les premières secondes du FALLS-protocol, mais apporte peu s'il reste isolé.

Le choc cardiogénique

Il est grossièrement défini par le FALLS-protocol comme un choc avec d'emblée prédominance B. Habituellement, l'échographie y ajoute un cœur gauche hypocontractile. Il n'y a pas de place pour le FALLS-protocol. Si l'intensiviste décide d'initier le remplissage, d'autres règles doivent être suivies. Des cas subtils (certains désordres valvulaires, une dysfonction diastolique exclusive) ne seront pas détectés par notre sonographie cardiaque simplifiée, mais seront reconnus de toute façon grâce au profil B.

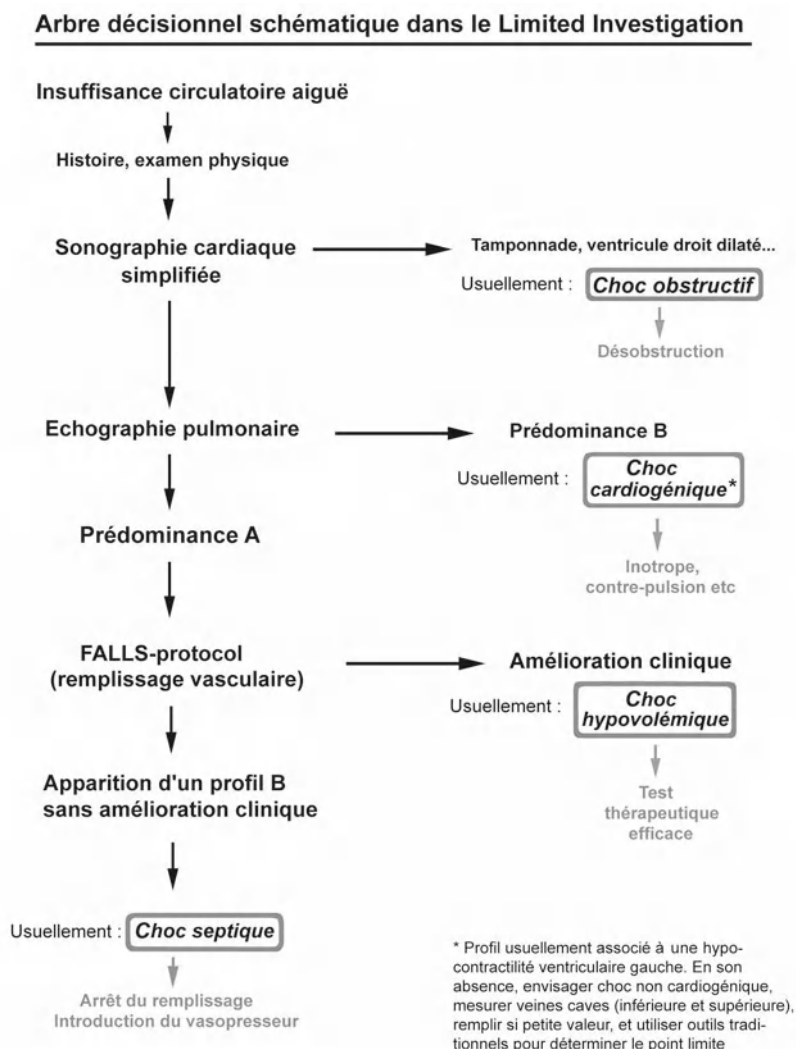
Le choc hypovolémique

Il est grossièrement défini par le FALLS-protocol comme une prédominance A qui se maintient sous remplissage, avec amélioration du patient. Un profil typique y associe de petits ventricules hypercontractiles, des veines caves aplaties. Le FALLS-protocol permet d'administrer la quantité appropriée de volume liquidien pour rétablir une circulation correcte avant toute apparition de prédominance B.

Choc septique – Les premières heures

Le choc septique est défini, par le FALLS-protocol, comme une prédominance A qui, sous remplissage,

Fig. 23.9 – L'arbre décisionnel simplifié du *Limited Investigation* (*considering hemodynamic therapy*). Pour faire un arbre lisible, de nombreuses branches ont été coupées. Rechercher un choc obstructif se fait en utilisant l'échographie cardiaque et/ou le BLUE-protocol. L'évacuation de fluide quand le point final a été atteint (au moyen de tests sanguins ou du FALLS-protocol étendu, etc.) n'est pas figuré. Une contractilité ventriculaire gauche altérée avec prédominance B peut être vue dans quelques cas de sepsis avec SDRA.



passé à la prédominance B, sans amélioration clinique. C'est l'application majeure du FALLS-protocol. Il faut pour apprécier sa philosophie bien comprendre que tout choc septique va mourir. Très vite si aucun traitement n'est instauré, et un peu plus tard pour un certain pourcentage de ceux qui seront traités immédiatement (lire l'appendice 3). Nous sommes dans une logique de mort. Le vœu du FALLS-protocol est d'améliorer ce pronostic global. Il est probable qu'au cours de ce temps fort, bien plus de décès ont été dus à l'hypovolémie mal comprise qu'à l'hypervolémie. Ceci étant d'emblée précisé, nous sommes dans un cadre subtil, où plusieurs désordres peuvent se mélanger, mais considérons ici la phase initiale, avant que les choses ne se compliquent. Notre but est de fournir un remplissage précoce et massif, en accord avec les

données de la littérature [57]. Une altération de la contractilité myocardique sera corrigée. La volémie sera rétablie selon le FALLS-protocol. Une amélioration clinique signifie que la part vasoplégique était faible. L'absence d'amélioration, avec apparition du profil B, signifie que le point limite a été atteint, et que la part vasoplégique prédominait. Par la même, le diagnostic de choc septique est (dans les grandes lignes) établi.

C'est pour cette raison précise que nous demandons à ce moment une série de dix hémocultures. Pourquoi dix ? Pour réaliser une saignée utile. Pourquoi des hémocultures ? Pour l'évidence que notre choc est septique. Par définition, il n'a pas été cardiogénique, il ne peut plus être hypovolémique. On peut bien sûr remplacer quelques hémocultures par l'excellent dosage de l'acide lactique, marqueur

de l'état circulatoire. On peut utiliser des termes modernes, et définir le non-répondeur à la lumière du FALLS-protocol, comme ce patient qui est passé, sous remplissage, de la prédominance A vers B, sans amélioration clinique.

Le terme d'un FALLS-protocol en mode « prédominance B » est donc l'heure pour introduire la thérapie vasopressive, après évacuation du liquide excédentaire selon l'une des modalités vues pour bien positionner la fonction cardiaque. Une pneumonie avec syndrome interstitiel antérieur bilatéral comme cause du choc est une limitation évidente du FALLS-protocol (sans considérer le cas du profil B', pour simplifier), et il faudra utiliser les veines caves, ou tout autre moyen, traditionnel.

Les médecins ont toujours craint les effets délétères des vasopresseurs quand ils sont donnés sur une hypovolémie occulte. Précisément, ce geste sera toléré chez ces patients qui ont été protégés de cette hypovolémie par le FALLS-protocol. C'est un message essentiel de ce chapitre.

Quel monitoring initial ? Il faut bien comprendre que le degré d'hypovolémie initial peut varier de très profond à minimal. Une prédominance A signifie une PAPO proche de zéro comme de 18 mmHg, avec tous les intermédiaires. Le débit de remplissage et le contrôle en tiendront compte. En pratique, le FALLS-protocol implique un monitoring très serré de la surface pulmonaire en début de prise en charge. L'avantage est que ce temps intense est limité. Une fois le niveau de volémie repéré, le travail du FALLS-protocol est terminé. La surveillance va s'espacer, chez un patient contrôlé.

On peut bien sûr sortir du FALLS-protocol à tout moment, car ce n'est qu'un protocole (rigide par définition). On peut par exemple administrer une dose minime de noradrénaline en début de remplissage, et piloter l'évolution en diminuant petit à petit le débit de remplissage et en augmentant le débit de vasopresseur.

Choc septique – Les heures tardives

Peut-il y avoir un futur pour l'approche pulmonaire dans la gestion du choc septique, une fois passées les 24 premières heures ? Ici, la situation est subtile, avec altérations de la microcirculation, syndrome de défaillance multiviscérale, la période où la question n'est peut-être plus sur la quantité de fluide à administrer, quel que soit l'outil utilisé pour l'évaluation hémodynamique. Comme notre *Limited Investigation* prend en

compte un paramètre direct (la saturation interstitielle), rien n'empêche l'intensiviste, petit à petit, d'étendre la prise en charge des premières heures aux heures plus tardives. Nous sommes conscients que ce concept va entraîner un débat passionné, mais assumons que l'œdème interstitiel est un indicateur d'œdème d'autres régions (cerveau, abdomen). Dans cette hypothèse, où les lignes B pourraient être ce signe précoce, l'échographie pulmonaire aurait un avenir assuré dans la prise en charge au plus long cours du choc septique. De nombreuses conditions subtiles devraient être mises au clair (détermination de la plus faible des pompes cardiaques entre autres).

Entre des protocoles trop doux qui risquent de laisser persister une hypovolémie occulte, et ceux trop agressifs, qui noient les cellules, le FALLS-protocol aimerait contribuer à fournir un équilibre limitant les complications tardives.

Les cas de SDRA n'affichant pas de fusées antérieures pourraient aussi bénéficier de cette approche pour la détection d'une surcharge hydrostatique [100].

Choc septique – Heures d'or

Finalement, où sont ces moments décisifs pour la prise en charge ? Et si un remplissage efficace dès les premières heures réduisait les problèmes vus dans les heures tardives, créant des conditions optimisées pour un meilleur pronostic ? Les heures d'or sont-elles dans l'obscur salle des urgences (où le diagnostic s'élabore), ou dans la prestigieuse réanimation ? Nous aimerions voir une réponse scientifique, issue d'études bien profilées.

Cas d'un patient en choc extrêmement sévère : le SESAME-protocol

Le SESAME-protocol indique une nuance dans la gravité du patient, ici en imminence d'arrêt cardiaque. Son principe, qui mêle mécanisme et cause pour un diagnostic immédiat, est détaillé au chapitre 29. L'accession du poumon au diagnostic échographique (diagnostique et hémodynamique) permet d'inverser quelques priorités. La *Limited Investigation* est adaptée, avec un ordre légèrement différent, qui positionne l'analyse pulmonaire (FALLS-protocol) en première ligne, afin de donner une instruction immédiate à l'infirmière, suivie

d'emblée par la sonographie cardiaque simplifiée, puis un examen des séreuses et/ou des veines (voir p. 273).

Pour conclure sur l'intérêt et le futur de notre *Limited Investigation (considering hemodynamic therapy)*

Son intérêt initial est d'introduire pour une fois un paramètre direct permettant de « voir » la volémie, indépendant des limitations usuelles des méthodes traditionnelles, et autorisant un remplissage en sécurité. Nous spéculons que l'information fournie par l'échographie pulmonaire est suffisante pour contrebalancer l'absence de Doppler. Cela débouche sur une échographie pour tous, entre autres. La *Limited Investigation* fait de l'échographie un outil universel, adapté aussi bien dans une réanimation sophistiquée, que dans toutes ces zones moins privilégiées dans le monde (lire Appendice 3). La *Limited Investigation* amène à des réflexions de décisions sur la formation et le matériel à utiliser. Enfin, tout notre positionnement pour proposer un système simple trouve sa raison d'être. La *Limited Investigation* était une opportunité de prouver que notre simple matériel, sans Doppler, etc., était le stéthoscope de demain, utilisant au lit une technologie de 1982, parfaitement valable.

Notre approche se veut ouverte à la critique... à la condition qu'un gold standard consistant soit proposé. Nous planifions une étude où un opérateur pratique la *Limited Investigation*, pendant le temps où un autre opérateur se prépare pour insérer un cathéter de Swan-Ganz, ou aille chercher l'appareil d'ETO. Non pas les données mais les seules options thérapeutiques seront prises en considération. Une telle étude va pour sûr soulever des questions méthodologiques afin de classer correctement les cas discordants. L'étape pour répondre à cette issue cruciale sera de randomiser les outils utilisés et de comparer la durée de séjour en réanimation (ou la survie à long terme).

Un peu d'histoire?

Les auteurs utilisent cette *Limited Investigation* depuis 1989 de façon rudimentaire, devenue mature autour de 1996, publiée en 2009. Pourquoi autant de temps perdu ? Parce que la pièce principale venait de l'application pulmonaire. Les

auteurs avaient à tenir bon contre des rejets sans fin et attendre l'acceptation d'articles basiques préliminaires, de la description de la ligne B [69] à son usage clinique [70] jusqu'au BLUE-protocol [76] et les applications chez le nouveau-né, avant d'être en mesure de soumettre le FALLS-protocol. Les auteurs ont pris la décision de donner la priorité à la défaillance respiratoire aiguë (parce que le patient est conscient et vit une si dure épreuve) et l'échographie pulmonaire néonatale (une priorité absolue), par rapport à la défaillance circulatoire aiguë, où le patient est habituellement inconscient ou lointain, et souffre moins. Ce choix, que les auteurs ne regrettent en aucune façon, a généré un délai substantiel pour publier la présente information – délai qui fut une providence pour d'autres équipes.

Le FALLS-protocol dérive de notre publication de 1994 sur l'œdème pulmonaire, et est décrit dans notre édition de 2002 [85]. La page 130 a inspiré des équipes transalpines de cardiologie, où le label de « *lung comets* » est apparu. *Comets* ou *rockets* n'est pas le problème (enfin, pas celui de la communauté), pourvu que les mêmes notions soient utilisées avec une description homogène¹.

L'essentiel de notre *Limited Investigation* en 7 points

Notre *Limited Investigation (considering hemodynamic therapy)* est un concept combinant une sonographie cardiaque simplifiée et un dérivé de l'échographie pulmonaire, le FALLS-protocol.

1. L'approche cardiaque élimine d'emblée un choc obstructif, puis contrôle l'administration d'inotrope.
2. Le FALLS-protocol considère les artefacts échographiques comme la donnée directe pour indiquer si le remplissage vasculaire peut être initié, et le moment où il doit être interrompu.
3. La *Limited Investigation* définit le choc cardiogénique chez le patient qui présente un profil B dès la prise en charge.
4. La *Limited Investigation* définit le choc hypovolémique chez le patient qui, sous remplissage, améliore sa circulation tout en restant en prédominance A.

1. Pour ceux qui veulent utiliser le terme de *lung comet*, nous signalons qu'il ne désigne pas la même entité que le terme *lung rockets*.

5. La *Limited Investigation* définit le choc septique chez le patient qui, sous remplissage, passe d'une prédominance A à une prédominance B, sans amélioration clinique. Ce passage invite à l'arrêt du remplissage, une mesure pour réduire l'excédent cliniquement latent, et l'introduction d'un vasopresseur.
6. Quand le FALLS-protocol ne peut pas être appliqué, l'analyse des veines caves inférieure et supérieure (en utilisant en première ligne un équipement simple, par voie externe) est de valeur.
7. À aucun moment, le LI ne fait appel au Doppler.

Appendice 1

Commentaires couramment entendus dans nos couloirs¹

« Ce patient a déjà reçu 3 000 cc d'apport liquide. Je considère que c'est suffisant ».

« Quel est le bon outil hémodynamique ? Ça dépend. Probablement tous. Si vous n'avez qu'un PICCO dans votre institution, vous allez utiliser le PICCO. Si vous avez deux outils, vous pouvez choisir, au cas par cas. Ce patient donné sera mieux géré par l'utilisation d'une ETO, cet autre par un PICCO. »

« Je ne crois pas trop au PICCO. Quels sont mes arguments ? Aucun argument précis, juste je n'y crois pas ».

« J'ai réussi à maintenir ce patient au prix de doses massives d'adrénaline et de noradrénaline, il était vraiment extrêmement sévère ».

« J'ai perdu ce patient malgré des doses massives d'adrénaline et de noradrénaline, il était vraiment trop sévère ».

« J'ai envoyé mon patient au scanner, après l'avoir stabilisé ».²

« La première valeur de cette mesure (PVC, diamètre, etc.) ne m'intéresse pas. Ce qui m'intéresse, c'est son évolution sous ma thérapeutique ».

1. Tous ces commentaires ont été entendus, ici ou là (et même dits par le jeune auteur). Ils sont insérés ici dans le but de démontrer, non pas quelque ignorance de certains intensivistes, mais plutôt, par le texte, que les outils traditionnels sont indirects (et donc sujets à réflexion).

2. Implicitement, à l'aveugle.

Appendice 2

Méthodes et patients du FALLS-protocol (Adaptation de la réf. 77)

Une étude prospective sur 5 ans a évalué 102 patients en état critique, ventilés et sédatisés (62 hommes, âge moyen 57, PEEP entre 0 et 7 mmHg, volume courant moyen 7+/- 1 mL/kg, pression plateau < 32 cm H₂O, choc septique (n = 24), SDRA (n = 28), œdème pulmonaire hémodynamique (n = 13), traumatisme sévère (n = 9), complications suivant chirurgies variées (n = 8), choc hypovolémique ou anaphylactique (n = 6), autres désordres pulmonaires sévères (n = 5), désordres abdominaux sévères ou désordres cardiaques sévères ou variés (n = 9), et aucun cas de tamponnade péricardique) ayant reçu un cathétérisme cardiaque droit dans des réanimations médicales et chirurgicales. Mesures hémodynamiques faites à la discrétion de l'équipe traitante en face de situations d'instabilité hémodynamique complexe.

Les opérateurs de l'échographie étaient sans connaissance des valeurs hémodynamiques. Ont été vérifiés, la position correcte de la tête de pression, la purge de la ligne, le niveau zéro, la position du cathéter sur la radiographie, le fait que les courbes de pression avant et après inflation du ballonnet étaient appropriées. Seule la courbe de PAPO affichant des courbes caractéristiques et logiques (variations respiratoires de PAPO restant sous les variations respiratoires de la pression diastolique de l'artère pulmonaire) était considérée. Les patients restaient connectés aux ventilateurs.

Appendice 3

Application de la loi de Grotowski au *Limited Investigation Considering Hemodynamic Therapy*

Un patient en choc a spontanément peu ou pas de chances de survivre. Admis dans un hôpital, de quelque qualité, et pris en charge par un intensiviste de quelque qualité, les chances de survie à moyen terme augmentent dramatiquement, de zéro à peut-être 60 % dans des institutions de bas niveau (que nous appellerons séries B), et à 75 % dans les meilleures institutions du monde (appelées séries A), en utilisant l'ETO, etc. Ces nombres sont des estimations de l'auteur. Si on les accepte, les différences entre une réanimation de série A ou de série B est approximativement de seulement 15 points, déjà.

Supposons qu'un travail statistique prouve que, dans un collectif de patients en choc, un remplissage systématique améliore 51 %, ou plus, des patients – ou le contraire. Il sera conclu que ces institutions feraient plus de bien que de mal – ou le contraire – en donnant un remplissage *systématique*. Notre taux spéculatif de 60 % est rehaussé d'un point. À présent 61 %.

Allons maintenant introduire dans ces institutions de séries B notre simple échographe à échelle de gris. La simple analyse de la contractilité cardiaque va donner une information précieuse sur le besoin en inotrope, rehaussant le taux, qui était de 61 %, de quelques points. Disons 65 %.

Introduisons maintenant le FALLS-protocole. Un remplissage donné sur la base d'une prédominance A, et non donné sur la base d'une prédominance B, augmenterait le taux de bonne indication de ce remplissage – donnant encore des points additionnels.

Si nous poursuivons l'intégration de données simples de notre *Limited Investigation*, c'est-à-dire veines caves inférieure et supérieure, etc., les performances des institutions de série B seront rehaussées par ces nouveaux points de bonus. Une question est à présent ouverte : à quel taux en sont nos séries B ? Le taux de 60, puis 61, 65 % etc., n'est-il pas en train de rejoindre – voire dépasser – celui des séries A ? Dans ce scénario, nous voulons en arriver au point que le choix qui préside entre ETO, PICCO, Swan-Ganz, etc. ne sera peut-être pas une issue critique, tant que l'échographie pulmonaire ne sera pas exploitée.

Références

- Swan HJ, Ganz W, Forrester J, *et al.* (1970) Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 283: 447-51
- Krausz MM, Perel A, Eimerl D, Cotev S (1977) Cardiopulmonary effects of volume loading in patients in septic shock. *Ann Surg* 185: 429-34
- Packman RI, Rackow EC (1983) Optimum left heart filling pressure during fluid resuscitation of patients with hypovolemic and septic shock. *Crit Care Med* 11: 165-9
- Zion MM, Balkin MM, Rosenmann D, *et al.* (1990) Use of the pulmonary artery catheter in patients with acute myocardial infarction. *Chest* 98: 1331-5
- Mimoz O, Rauss A, Rekiq N, *et al.* (1994) Pulmonary artery catheterization in critically ill patients: a prospective analysis of outcome changes associated with catheter prompted changes in therapy. *Crit Care Med* 22: 573-9
- Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV, *et al.* (1996) The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. SUPPORT Investigators. *J Am Med Assoc* 276: 889-97
- Wagner JG, Leatherman JW (1998) Right ventricular end diastolic volume as a predictor of the hemodynamic response to a fluid challenge. *Chest* 113: 1048-54
- Wilson J, Woods I, Fawcett J, *et al.* (1999) Reducing the risk of major elective surgery: randomized controlled trial of preoperative optimisation of oxygen delivery. *Brit Med J* 318: 1099-103
- Boldt J (2000) Volume therapy in the intensive care patient – We are still confused, but... *Intensive Care Med* 26: 1181-92
- Rhodes A, Cusack RJ, Newman PJ, *et al.* (2002) A randomised, controlled trial of the use of pulmonary artery catheter in critically ill patients. *Intensive Care Med* 28: 256-64
- Richard C, Warszawski J, Anguel N, *et al.* (2003) French Pulmonary Artery Catheter Study Group - Early use of the pulmonary artery catheter and outcomes in patients with shock and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *J Am Med Assoc* 290: 2713-20
- Sandham JD, Hull RD, Brant RF, *et al.* (2003) A randomized, controlled trial of the use of pulmonary artery catheters in high-risk surgical patients. *New Engl J Med* 348: 5-14
- Monnet X, Richard C, Teboul JL (2004) The pulmonary artery catheter in critically ill patients. Does it change outcome? *Minerva Anesthesiol* 70: 219-24
- Shah MR, Hasselblad V, Stevenson LW, *et al.* (2005) Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients: meta-analysis of randomized clinical trials. *J Am Med Assoc* 294:1664-1670
- Sakr Y, Vincent JL, Reinhart K, *et al.* (2005) Use of the pulmonary artery catheter is not associated with worse outcome in the ICU. *Chest* 128: 2722-31
- Simini B (2005) Pulmonary artery catheters in intensive care. *Lancet* 366: 435-437
- Harvey S, Harrison DA, Singer M, *et al.* (2005) PAC-Man study collaboration. Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-Man): a randomised controlled trial. *Lancet* 366: 472-477.
- Osman D, Ridel C, Rey P, *et al.* (2007) Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med* 35: 64-68
- Gnaegi A, Feihl F, Perret C (1997) Intensive care physicians insufficient knowledge of right-heart catheterization at the bedside: time to act? *Crit Care Med* 25: 213-20
- Squara P, Bennett D, Perret C (2002) Pulmonary artery catheter: does the problem lie in the users? *Chest* 121: 2009-15
- Pinsky MR, Vincent JL (2005) Let us use the pulmonary artery catheter correctly and only when we need it. *Crit Care Med* 33: 1119-1122
- Jardin F, Valtier B, Beauchet, *et al.* (1994) Invasive monitoring combined with two-dimensional echocardiographic study in septic shock. *Intensive Care Med* 20:550-554
- Benjamin E, Oropello JM, Stein JS (1996) Transesophageal echocardiography in the management of the critically ill patient. *Current Surgery* 53: 137-141
- Costachescu Tudor, Denault A, Guimond JG, *et al.* (2002) The hemodynamically unstable patient in the ICU: hemodynamic vs. transesophageal echocardiographic monitoring. *Crit Care Med* 30: 1214-1223
- Boulain T, Achard JM, Teboul JL, *et al.* (2002) Changes in BP induced by passive leg raising predict response to fluid loading in critically ill patients. *Chest* 121: 1245-52
- Axler O, Megarbane B, Lentschener C, Fernandez H (2003) Comparison of cardiac output measured with echocardiographic volumes and aortic Doppler methods during mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 29: 208-17
- Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, *et al.* (2004) Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 30: 1734-9

28. Slama M, Masson H, Teboul JL *et al.* (2004) Monitoring of respiratory variations of aortic blood flow velocity using esophageal Doppler. *Intensive Care Med* 30: 1182-7
29. Monnet X, Rienzo M, Osman D, *et al.* (2005) Esophageal Doppler monitoring predicts fluid responsiveness in critically ill ventilated patients. *Intensive Care Med* 31: 1195-201
30. Poelaert JI, Schupfer G (2005) Hemodynamic monitoring utilizing transesophageal echocardiography: the relationships among pressure, flow, and function. *Chest* 127: 379-90
31. Via G, Braschi A (2006) Echocardiographic assessment of cardiovascular failure. *Minerva Anesthesiol* 72: 495-501
32. Price S, Nicol E, Gibson DG, Evans TW (2006) Echocardiography in the critically ill: current and potential roles. *Intensive Care Med* 32: 48-59
33. Stoddard MF, Liddell NE, Vogel RL, *et al.* (1992) Comparison of cardiac dimensions by transesophageal and transthoracic echocardiography. *Amer Heart J* 124: 675-8
34. Perel A (1998) Assessing fluid responsiveness by the systolic pressure variation in mechanically ventilated patients. Systolic pressure variation as a guide to fluid therapy in patients with sepsis-induced hypotension. *Anesthesiology* 89: 1309-10
35. Shoemaker WC (1996) Oxygen transport and oxygen metabolism in shock and critical illness. Invasive and noninvasive monitoring of circulatory dysfunction and shock. *Crit Care Clin* 12: 939-69
36. Taylor DE, Simonson SG (1996) Use of near-infrared spectroscopy to monitor tissue oxygenation. *New Horiz* 4: 420-5
37. Tavernier B, Makhotine O, Lebuffe G, *et al.* (1998) Systolic pressure variation as a guide to fluid therapy in patients with sepsis-induced hypotension. *Anesthesiology* 89: 1313-21
38. Michard F, Boussat S, Chemla D, *et al.* (2000) Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 162: 134-8
39. Michard F, Teboul JL (2002) Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest* 121: 2000-8
40. Reuter DA, Felbinger TW, Schmidt C, *et al.* (2002) Stroke volume variation for assessment of cardiac responsiveness to volume loading in mechanically ventilated patients after cardiac surgery. *Intensive Care Med* 28: 392-8
41. Pinsky MR (2004) Using ventilation-induced aortic pressure and flow variation to diagnose preload responsiveness. *Intensive Care Med* 30: 1008-10
42. Perel A, Minkovich L, Preisman S, *et al.* (2005) Assessing fluid responsiveness by a standardized ventilatory maneuver: the respiratory systolic variation test. *Anesth Analg* 100: 942-5
43. Combes A, Arnoult F, Trouillet JL (2004) Tissue Doppler imaging estimation of pulmonary artery occlusion pressure in ICU patients - *Intensive Care Med* 30: 75-81
44. Pavlinic I, Tvrtkovic N, Holcer D (2008) Morphological identification of the soprano pipistrelle in Croatia. *Hystrix It J Mamm* 19: 47-53
45. Magder S (2005) How to use central venous pressure measurements. *Curr Opin Crit Care* 11: 264-70
46. Schumaker PT, Cain SM (1987) The concept of a critical oxygen delivery. *Intensive Care Med* 13: 223-29
47. Hayes MA, Timmins AC, Yau EH *et al.* (1994) Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients. *N Engl J Med* 330: 1717-22
48. Magder S (1998) More respect for the CVP (Editorial). *Intensive Care Med* 24: 651-3
49. Walley KR (2005) Shock. In: Hall JB, Schmidt GA, Wood DH, Eds. *Principles of Critical Care*. 3rd Ed. New York. McGraw Hill. 249-65
50. Teboul JL (1991) Pression capillaire pulmonaire. In: Dhainaut JF &, Payen D *Hémodynamique, concepts et pratique en réanimation*. Masson, Paris, p. 107-21
51. Jardin F (1997) PEEP, tricuspid regurgitation and cardiac output. *Intensive Care Med* 23: 806-7
52. Antonelli M, Levy M, Andrews P, *et al.* (2007) Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International Consensus Conference, Paris, April 27-28, 2006. *Intensive Care Med* 33: 575-90
53. De Backer D, Creteur J, Preiser JC *et al.* (2002) Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis. *Am J Respir Crit Care Med* 166: 98-104
54. Sakr Y, Dubois MJ, De Backer D *et al.* (2004) Persistent microcirculatory alterations are associated with organ failure and death in patients with septic shock. *Crit Care Med* 32: 1825-31
55. Fietsam RJ, Villalba M, Glover JL, Clark K (1989) Intra-abdominal compartment syndrome as a complication of ruptured abdominal aortic aneurysm repair. *Am Surg* 55: 396-402
56. Malbrain ML, Cheatham, Kirkpatrick A, *et al.* (2006) Results from the international conference of experts on intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. *Intensive Care Med* 32: 1722-32
57. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, *et al.* (2001) Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 345: 1368-77
58. Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, *et al.* (2008) Surviving Sepsis Campaign. International guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Intensive Care Med* 34: 17-60
59. Abid O, Akca S, Haji-Michael P, Vincent JL (2000) Strong vasopressor support may be futile in the intensive care unit patient with multiple organ failure. *Crit Care Med* 28: 947-9
60. Hollenberg SM, Ahrens TS, Annane D, *et al.* (2004) Practice parameters for hemodynamic support of sepsis in adult patients: 2004 update. *Crit Care Med*. 32: 1928-48
61. Vieillard-Baron A, Slama M, Cholley B, *et al.* (2008) Echocardiography in the intensive care unit: from evolution to revolution? *Intensive Care Med* 34: 243-9
62. Pinsky MR (2003) Hemodynamic monitoring in the intensive care unit. *Clin Chest Med* 24: 549-60
63. Braunwald E (1984) *Heart disease*. W.B. Saunders Compagny, Philadelphia, p. 173
64. Vincent JL, Weil MH (2006) Fluid challenge revisited. *Crit Care Med* 34: 1333-7
65. Michard F, Teboul JL (2000) Using heart-lung interactions to assess fluid responsiveness during mechanical ventilation. *Crit Care* 4: 282-9
66. Rex S, Brose S, Metzelder S, *et al.* (2004) Prediction of fluid responsiveness in patients during cardiac surgery. *Br J Anaesth* 93: 782-8
67. Pinsky MR, Payen D (2005) Functional hemodynamic monitoring. *Critical Care* 9: 566-72
68. Vieillard-Baron A, Slama M (2008) Prise en charge hémodynamique du sepsis sévère et du choc septique à l'aide de l'échocardiographie. In: *Echocardiographie Doppler chez le patient en état critique*. Vignon P. Elsevier SRLF, Paris, p. 97-114
69. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, *et al.* (1997) The comet-tail artifact : an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 1640-6
70. Lichtenstein D, Mezière G (1998) A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 24: 1331-4
71. Cholley BP, Payen D (2003) Pulmonary artery catheters in high-risk surgical patients. *N Engl J Med* 348: 2035-7
72. Braunwald E, Rahimtoola SH, Loeb HS (1961) Left atrial and left ventricular pressure in subjects without cardiovascular disease. *Circulation* 24: 267-74
73. Flores ED, Lange RA, Hillis LD (1990) Relation of mean pulmonary arterial wedge pressure and left ventricular end-diastolic pressure. *Am J Cardiol* 66: 1532-3

74. Pinsky MR (2003) Clinical significance of pulmonary artery occlusion pressure. *Intensive Care Med* 29: 175-8
75. Boldt J, Lenz M, Kumle B, Papsdorf M (1998) Volume replacement strategies on intensive care units: results from a postal survey. *Intensive Care Med* 24: 147-51
76. Lichtenstein D, Mezière G (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure - The BLUE-protocol. *Chest* 134: 117-25
77. Lichtenstein D, Mezière G, Lagoueyte JF, *et al.* (2009). A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest* 136: 1014-20
78. Lemaire F, Brochard L (2001) ARDS. In: *Réanimation Médicale*. p. 807-10 - Masson, Paris
79. Walley KR, Wood LDH (1998) Ventricular dysfunction in critical illness. In: Hall JB, Schmidt G.A. & Wood LDH. *Principles of Critical Care*. 2nd ed. New York. McGraw Hill, p. 303-312
80. Staub NC (1974) Pulmonary edema. *Physiol Rev* 54:678-811
81. Chait A, Cohen HE, Meltzer LE, VanDurme JP (1972) The bedside chest radiograph in the evaluation of incipient heart failure. *Radiology* 105: 563-6
82. Rémy-Jardin M, Rémy J (1995) Œdème interstitiel. In: *Imagerie nouvelle de la pathologie thoracique quotidienne*. Paris, Springer-Verlag, p. 137-43
83. Guyton CA, Hall JE (1996) *Textbook of medical physiology*. 9th Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 496-7
84. Safran D, Journois D (1995) Circulation pulmonaire. In: Samii K. *Anesthésie Réanimation Chirurgicale*. 2nd ed. Paris. Flammarion, p. 31-8
85. Lichtenstein D (2002) Poumon. In: [General Ultrasound in the Critically Ill]. Second Édition. Paris Berlin New York. Springer, p. 123-36
86. Teboul JL et le groupe d'experts de la SRLF (2004) Recommandations d'experts de la SRLF. Indicateurs du remplissage vasculaire au cours de l'insuffisance circulatoire. *Réanimation* 13: 255-63
87. Thys DM (1984) Pulmonary artery catheterization: past, present and future. *Mt Sinai J Med* 51: 578-84
88. Raper P, Sibbald WJ (1986) Misled by the wedge? The Swan-Ganz catheter and left ventricular preload. *Chest* 89: 427-34
89. Tousignant CP, Walsh F, Mazer CD (2000) The use of transesophageal echocardiography for preload assessment in critically ill patients. *Anesth Analg* 90: 351-5
90. Pinsky MR (2003) Pulmonary artery occlusion pressure. *Intensive Care Med* 29:19-22
91. Kumar A, Anel R, Bunnell E, *et al.* (2004) Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects. *Crit Care Med* 32: 691-9
92. Lichtenstein D, Jardin F (1994) [Noninvasive assessment of CVP using inferior vena cava ultrasound measurement of the inferior vena cava in the critically ill]. *Réanimation Urgences* 3: 79-82
93. Mintz GS, Kotler MN, Parry WR, *et al.* (1981) Real-time inferior vena caval ultrasonography: normal and abnormal findings and its use in assessing right-heart function. *Circulation* 64: 1018-25
94. Moreno F, Hagan G, Holmen J, *et al.* (1984) Évaluation of size and dynamics of inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol* 53: 579-85
95. Nakao S, Come P, McKay R, Ransil B (1987) Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressure. *Am J Cardiol* 59: 125-32
96. Jue J, Chung W, Schiller N (1992) Does inferior vena cava size predict right atrial pressures in patients receiving mechanical ventilation? *J Am Soc Echocardiogr* 5: 613-9
97. Lichtenstein D, Jardin F (1996). Calibre de la veine cave inférieure et pression veineuse centrale (Lettre à la Rédaction). *Réanimation Urgences* 5, 431-4
98. Barbier C, Loubières Y, Schmitt JM, *et al.* (2004) Respiratory changes in IVC diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated, septic patients. *Intensive Care Med* 30: 1740-6
99. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL (2004) The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med* 32: 1832-8
100. Ferguson ND, Meade MO, Hallett DC, Stewart TE (2002) High values of the pulmonary artery wedge pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 28: 1073-7

Ici encore, l'analyse d'un domaine qui n'était pas de routine dans l'échographie peut rendre des services inattendus chez le patient en état critique.

Notre unité compacte et notre sonde microconvexe de 5 MHz d'une portée de 1 à 17 cm sont suffisantes et potentiellement plus utiles, paradoxalement, que quelques sondes linéaires habituellement utilisées.

Sinus maxillaires

La sinusite maxillaire est une source familière de pneumonie en réanimation, chez le patient ventilé [1], et un souci quotidien aux urgences, quand une méningite est suspectée. Les radiographies avec rayon vertical ne peuvent pas détecter les niveaux hydroaériques, tandis que les rayons horizontaux ne sont pas encore une routine. La solution usuelle est, une fois de plus, de transporter le patient au scanner. Ici encore, l'échographie va jouer un rôle majeur.

Nous avons vu aux chapitres 14-21 que les ultrasons étaient capables de traverser l'air. Nous allons à présent voir comment ils peuvent traverser l'os. L'aire paranasale est limitée par l'œil, le nez et les dents. Une (petite) sonde appliquée sur cette aire montre une image artefactuelle. Cependant, cette image n'est pas une ombre acoustique franche, mais un artefact de réverbération, rappelant des lignes A pulmonaires (fig. 24.1, gauche). Cela prouve que l'os est traversé, et que c'est l'air, pas l'os, qui stoppe le faisceau ultrasonique, générant cette sorte de ligne A. Cette particularité est expliquée par la finesse de l'os du sinus maxillaire – omoplate et aile iliaque peuvent aussi être traversées. Appliquons à présent la sonde sur un sinus maxillaire empli de sécrétions : l'image exacte du sinus maxillaire apparaît,

un aspect que nous avons suggéré d'appeler le « sinusogramme » (fig. 24.1, droite).

Il doit être compris que, pour générer un sinusogramme, le fluide doit être en contact avec la paroi antérieure, ce qui signifie, chez un patient en décubitus dorsal, complète opacification du sinus. Le sinusogramme peut être franc : visualisation des trois parois – deux latérales, une postérieure, sur toute la surface, et est appelé sinusogramme complet (fig. 24.1, droite et fig. 24.3). Il peut être partiel, c'est-à-dire dévoilant seulement une paroi, sur une petite surface, et il est alors appelé sinusogramme incomplet (fig. 24.2).

Nous avons analysé 100 sinus maxillaires dans notre réanimation, comparant l'échographie avec le scanner. Pour des corrélations simples et cliniquement valables, il avait fallu utiliser des routes complexes, comparant opacité complète avec niveau hydroaérique, c'est-à-dire comparant sinusite avec sinusite. L'apport de l'échographie est une fonction de la précision des termes utilisés. Le scanner peut montrer 4 types : normal, épaissement muqueux, niveau hydro-aérique (sinusite), et opacité totale (sinusite). Seuls les 2 derniers types nous intéressent donc.

« Sinus pathologique » est un terme désignant niveau hydroaérique, opacité totale mais aussi épaissement, au scanner. Ce terme est opposé à « sinus normal ».

La « sinusite maxillaire radiologique » est un terme impliquant « niveau hydroaérique » ou « opacité totale » au scanner. Ce terme contraste avec « sinus normal » et « épaissement muqueux » au scanner.

Une « opacité totale » est un terme opposé à « sinus normal », « épaissement muqueux », mais aussi avec « niveau hydroaérique », une distinction nécessaire pour des données précises.

Une manœuvre dynamique signifie que la tête, de la position à plat, est levée dans une position

Fig. 24.1 – Le sinusogramme. **a.** Sinus maxillaire normal. L'aspect échographique (*haut*) est fait d'artefacts de répétition (*flèches*), qui indiquent une barrière aérienne. **b.** Opacité totale du sinus. À l'échographie (*haut*), la forme du sinus est soulignée : sinusogramme en coupe transversale. Noter l'aspect franc, qui indique l'opacité totale, comme vue sur le scanner (*bas*).

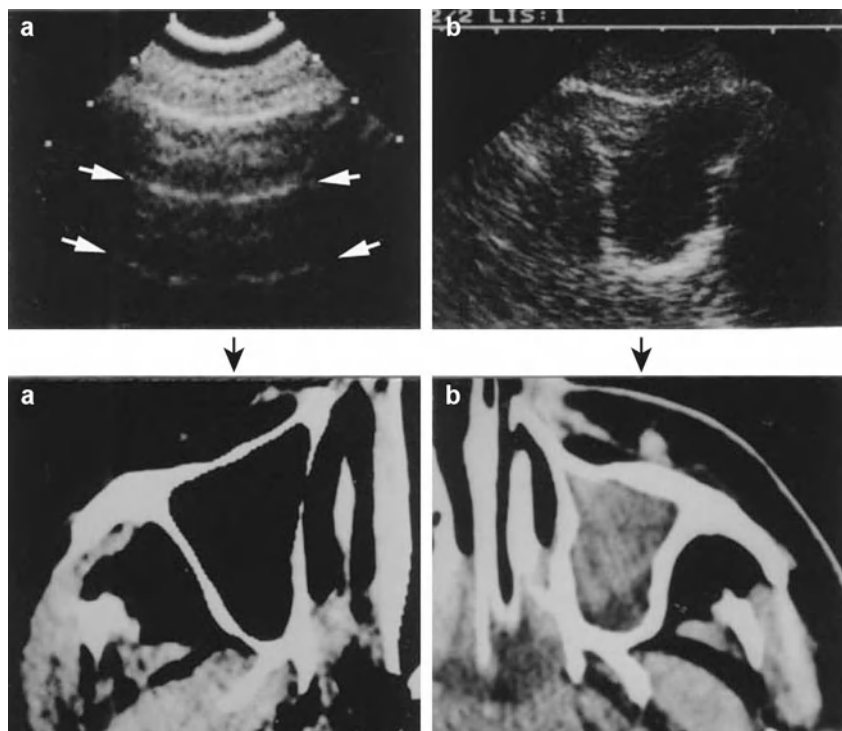
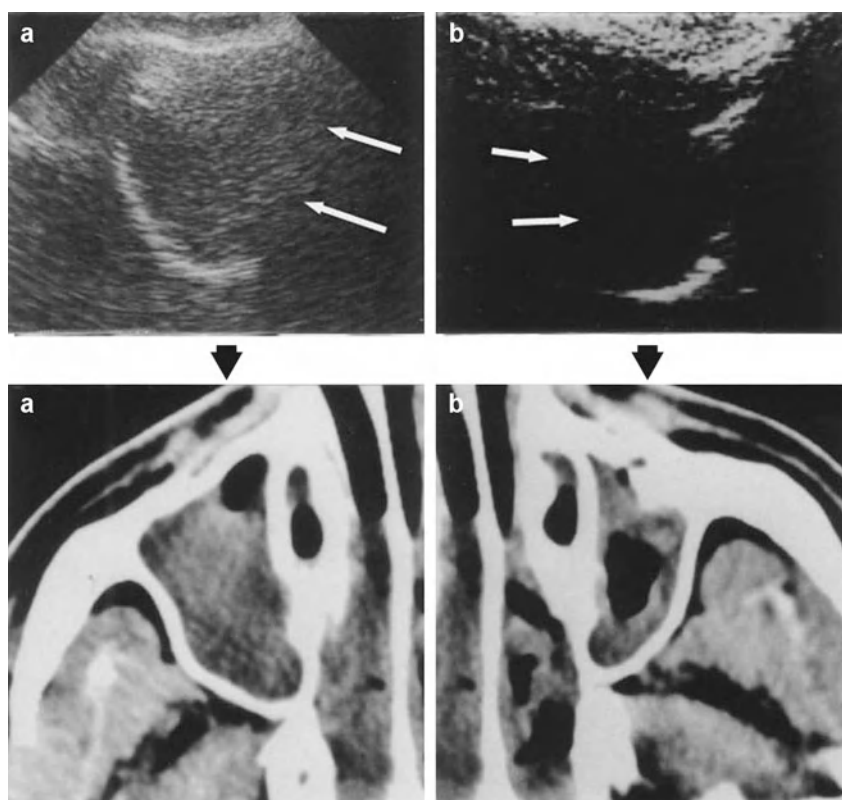


Fig. 24.2 – Exemples de sinusogrammes incomplets. **a.** Cette image correspond à une opacité subtotale avec une bulle piégée au sommet. **b.** Celle-ci est causée par un épaississement muqueux substantiel. Les *flèches blanches* désignent les parois non visualisées par l'échographie.



d'aplomb. La spécification qu'aucune manœuvre dynamique n'a été faite signifie que les patients ont été étudiés tête à plat.

Tenant compte de ces définitions précises, nos 100 sinus comprenaient 33 sinusites maxillaires radiologiques dont 21 cas d'opacité totale et 12 cas de niveau hydroaérique, 14 cas d'épaississement muqueux et 52 sinus normaux. Les performances de l'échographie ont été les suivantes, manœuvres dynamiques non prises en compte [2] :

1. Un sinusogramme diagnostique un sinus maxillaire pathologique avec une sensibilité de 66 % et une spécificité de 100 %.
2. Un sinusogramme diagnostique une sinusite maxillaire radiologique avec une sensibilité de 67 % et une spécificité de 87 %.
3. Un sinusogramme diagnostique une opacité totale, quand elle est comparée à un épaississement muqueux ou un sinus normal, mais donc aussi avec un niveau hydroaérique, avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 86 %.
4. Un sinusogramme complet (opposé au sinusogramme incomplet ou absent) diagnostique une opacité totale du sinus (si opposée à un niveau hydroaérique, un épaississement, un sinus normal) avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 100 % (tableau XXIV.I).

Un sinusogramme incomplet, ou détecté dans une aire limitée, peut indiquer soit une opacité subtotale, avec bulles piégées contre la paroi antérieure, soit un épaississement muqueux substantiel. Chez un patient en décubitus dorsal, l'absence de signal peut indiquer soit un sinus normal soit un niveau hydroaérique qui, bien que substantiel, ne touche pas la paroi antérieure. Quand il n'y a pas de signal, la manœuvre dynamique (tête érigée) faisant apparaître un sinusogramme (attendre un peu car les fluides peuvent être épais), améliore les performances de l'échographie [3].

Contrairement au scanner, l'échographie peut différencier un épaississement muqueux d'une sinusite liquidienne (fig. 24.3). Comme le scanner, l'échographie ne peut pas prédire la nature du fluide (pus, sang, solution saline ou quelque autre



Fig. 24.3 – Sinusogramme complet. À noter dans ce cas de sinusite purulente, une aire interne anéchogène, liquidienne, un cadre externe hypoéchogène régulier de 4 mm d'épaisseur, tissulaire. Cette figure prouve une fois de plus la supériorité de l'échographie sur le scanner, car elle seule souligne cette association d'un épaississement muqueux et d'une accumulation liquidienne.

fluide). L'échographie est en cours d'investigation pour déterminer si elle peut détecter la position correcte d'un drain de sinus en injectant une solution saline.

Nos données étaient préliminaires et avaient le seul but de décrire un potentiel qui semblait inexploité (avant d'entrer dans les détails, manœuvres dynamiques...). Ayant appris plus tard que des papiers étaient déjà disponibles [4, 5], un détail qui avait aussi échappé à nos... *reviewers*, nous regrettons ce temps perdu au détriment d'un effort plus prioritaire (poumons). À présent, cette application se développe doucement dans les réanimations [6, 7].

Nerf optique et hypertension intracrânienne (HTIC)

Nous traitons d'une vieille application, que nous décrivions dans notre édition de 1992 et n'avons jamais eu le temps de soumettre à part un simple abstract.

Tableau XXIV.I – Diagnostic échographique de la sinusite maxillaire.

	Sinus normal	Épaississement muqueux	Divers (polype)	Sinusite maxillaire (niveau)	Sinusite maxillaire (opacité totale)
Sinusogramme complet	0	0	0	0	10
Sinusogramme incomplet	0	8	1	2	11
Pas de sinusogramme	52	6	0	10	0

Principes

Chez tout patient comateux, la question d'une HTIC doit être soulevée. Envoyer tout coma alcoolique ou médicamenteux au scanner ne saurait être réaliste, mais il ne serait pas acceptable non plus de manquer une urgence neurochirurgicale. Or, un état d'éthylisme très avancé peut entraîner une chute sévère, avec possible fracas cranio-cérébral, et cent autres pièges. On comprend l'intérêt potentiel d'un diagnostic immédiat au lit. Le principe du fond d'œil était basé sur l'extension centrifuge, le long du nerf optique, de l'œdème cérébral, vers la papille, une zone cliniquement accessible. Entre-temps, le scanner a remplacé ce test antique, insuffisamment sensible, gêné par la cataracte, nécessitant de l'atropine, etc. Mais cela signifie, une fois de plus, transport d'un patient en état critique, délai, etc.

Le nerf optique est une évagination du cerveau et est conséquemment entouré par les *méninges*. Cet espace est normalement virtuel. Il est logique que toute augmentation de la pression intracrânienne redistribue le liquide céphalorachidien dans toutes les directions possibles, y compris ces espaces méningés entourant le nerf optique, même en quantité infime. Le calibre apparent du nerf optique va ainsi être augmenté. Comme toute structure macroscopique qui n'est pas entourée d'air ou d'os épais, le nerf optique est accessible à l'échographie. C'est la porte ouverte à un potentiel immédiat, au lit, avec ce clair avantage, de fournir une visualisation en profondeur du nerf optique, tandis que le fond d'œil peut seulement analyser la seule fin du nerf. L'échographie fournit une vue de *profil*, bien plus parlante que cette simple vue *frontale* du fond d'œil (comparons avec un nez, sur une photo de profil ou de face). La question est à présent de voir jusqu'à quel point cette supériorité de l'échographie sur le fond d'œil va la positionner par rapport au scanner, dans la recherche d'HTIC ? La technique est simple. Cela marche-t-il réellement ?

Technique

La sonde microconvexe est appliquée sur la paupière, œil fermé, dans l'axe (pour tomber sur le nerf et pas les muscles). Aucune pression ne doit être exercée sur l'œil pour éviter toute réaction vagale. La sonde est tenue, comme toujours, comme un *stylo-plume*, la main de l'opérateur bien appliquée sur le visage



Fig. 24.4 – Nerf optique normal. Coupe trans-palpébrale. Le nerf optique (flèches) a un calibre normal (2,6 mm). Noter la route sinueuse du nerf. La pression de la sonde doit être quasi nulle dans cette approche.

du patient, et la sonde doucement appliquée vers la paupière, stoppant sa progression dès l'instant où une image est obtenue à l'écran. **Rappel :** un opérateur externe peut retirer la sonde de la main de l'opérateur sans effort. C'est un moyen de savoir que la sonde est tenue sans aucune crispation.

Derrière le globe oculaire, une structure tubulaire, sinueuse, hypoéchogène, habituellement bien soulignée par la graisse hyperéchogène (fig. 24.4) est détectée par un léger balayage. Cette application nécessite quelque habileté. Les courbes du nerf doivent être reconnues, afin d'éviter la confusion avec une vulgaire ombre acoustique, qui n'est pas sinueuse.

Résultats

L'observation a pratiquement confirmé nos points théoriques. Dans le seul travail que nous avons eu le temps de publier, nous comparions 25 cas d'HTIC prouvée au scanner avec 100 patients en état critique et absence prouvée d'HTIC. Le calibre du nerf optique dans ce groupe contrôle était de



Fig. 24.5 – Œdème cérébral. Dans cette coupe, le calibre apparent du nerf optique est pathologiquement élargi : 5,3 mm (flèches noires). De plus, la papille (flèche blanche) fait saillie dans la lumière du globe oculaire. Il y avait œdème cérébral diffus au scanner. Diasonic Vingmed avec sonde de 7,5-MHz (cliché pris en 1991).

3,4 mm (range, 2,1-7,0 mm). Un nerf optique élargi était observé dans le groupe étude, avec un calibre de 5,1 mm (range, 2,8-7,0 mm) (fig. 24.5). Dans cette étude, une séparation à 4,5 mm donnait une sensibilité du test pour le diagnostic d'œdème cérébral de 80 %, et une spécificité de 83 %. Les patients qui avaient une valeur > 4,5 mm avaient un œdème cérébral dans 80 % des cas, ceux qui avaient une valeur inférieure avaient un scanner cérébral sans HTIC dans 83 % des cas [8].

Une issue majeure

Quoique n'étant pas un organe vital, le cerveau est le plus précieux et le plus fragile. Nos données sont un peu loin des 100 % auxquels l'échographie nous a habitués au niveau pulmonaire. Il est critique de mettre l'accent sur cette limitation, que nous essayons de comprendre. Le nombre de faux négatifs, tournant autour de 20 %, n'est pas acceptable. Les faux positifs sont aussi nombreux (autour de 17 %), et pourraient être expliqués par des épisodes fugaces d'authentique HTIC, comme il a été décrit dans l'hypercapnie, la défaillance hépatique aiguë [9]. Nous essayons d'affiner la méthode : la papille fait-elle issue dans le globe oculaire ? La fin du

nerf optique est-elle élargie, renflée ou amincie ? Y a-t-il un aspect de dédoublement du nerf optique ? Les mesures sont-elles strictement stables ou voit-on des variations pour un même opérateur ? Y a-t-il une asymétrie entre la gauche et la droite ? Un de ces items pourrait augmenter l'acuité de l'échographie.

Comme autres issues, citons le choix du gold standard. Ce devrait être la mesure directe de la pression intracrânienne, mais cet outil semble invasif, long à mettre en place, et sujet à caution de sources variées quant à sa valeur absolue.

Nous sommes inquiets par la possibilité que les sondes linéaires haute fréquence, largement utilisées dans la littérature, génèrent de vulgaires ombres acoustiques en lieu et place du réel nerf optique (fig. 24.6). Il est vrai que ces articles donnent de bons résultats, avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 95 % dans une étude de Blaivas [10]. Sa valeur seuil utilisée est 5,5 mm, c'est-à-dire bien plus élevée que la nôtre, et demande une mesure standardisée (3 mm derrière le globe oculaire), car l'ombre acoustique augmente régulièrement avec la profondeur. Comme nos observations mesurent le vrai nerf optique, des comparaisons directes sont difficiles. Entre-temps, un nombre croissant de travaux ont été publiés. Même le terme ONSD est à présent entré dans la routine.

Nous sommes heureux de voir que d'autres travaux confirment l'approche que nous décrivions en 1992 [10, 11]. Pour l'issue de la sonde, nous sommes soucieux de voir des collègues essayer avec la sonde endovaginale (qui a une terminaison certes microconvexe), dont l'ergonomie semble vraiment inadéquate pour cette délicate exploration.

Soulignons qu'une sonde cardiaque est totalement inappropriée pour cette application, qui requiert une précision sous-millimétrique.

Intérêt de l'échographie

On peut imaginer un intérêt, juste avant ponction lombaire, pour vérifier l'absence de danger potentiel au geste, mais cette application serait invalidée dans les méningites sévères si elles s'accompagnent d'une note d'HTIC. Si l'échographie détecte un œdème cérébral minimal trop aisément, son bénéfice sera amoindri dans cette application. De plus nombreuses données nous permettront de conclure.

Une application pratique : nous mesurons le nerf optique de tout entrant, surtout comateux. En l'absence d'évidence clinique forte (soit d'une



Fig. 24.6 – Nerf optique ou ombre acoustique ? Ce « nerf optique » est trop rigide pour être un nerf optique. Une structure rectiligne, dans le corps humain, ne peut être anatomique, et c'est ici un cône d'ombre, généré par l'utilisation d'une sonde linéaire. Notre sonde microconvexe mesure le nerf réel, pas une ombre.

extrême urgence chirurgicale soit d'une intoxication médicamenteuse ordinaire), les patients ayant une valeur au-dessous de 4,5 mm sont monitorés au lit, et les patients avec une valeur supérieure sont transportés pour un scanner en urgence. Cette politique nous empêche de sous-diagnostiquer ces rares mais dramatiques cas d'urgences neurochirurgicales cachées par le coma éthylique notamment.

Une approche alternative : le Doppler transcrânien (DTC)

Quoique disponibles depuis longtemps [12], et possiblement d'intérêt chez le patient traumatisé [13], des données sur le DTC sont pas incluses ici. À part la détection d'un arrêt circulatoire cérébral secondaire à une HTIC caricaturale, le DTC permet dans quelques cas de détecter des formes plus modérées. Quelques données sont disponibles dans le traumatisme cérébral, surtout la vélocité diastolique et l'index de pulsativité. L'ischémie est un désordre majeur dans le traumatisme cérébral.

L'idée est de perfuser le cerveau ischémique, au moyen surtout d'une osmothérapie précoce et du contrôle de la ventilation. Nous avons peu introduit le Doppler tout au long de ce livre, pensant qu'un outil simple peut déjà sauver d'innombrables vies dans d'innombrables situations. Dans le domaine précis du traumatisme crânien, nous commettons peut-être une injustice. Ouverts à toute critique dans ce domaine délicat, nous livrons nos commentaires sur la persistance de notre choix, et remercions le lecteur d'avoir la patience de lire ce qui suit.

1. Le DTC est réellement opérateur-dépendant, tandis que l'habileté requise pour la détection du nerf optique paraît plus basse.
2. Le DTC est patient-dépendant, car 20-30 % de patients n'ont pas de fenêtre correcte, tandis que la faisabilité de la mesure du nerf optique est proche de 100 %.
3. Le DTC n'est pas un outil parfait. Son acuité est loin des 100 % (plus proche des 80-85 %). Il a un mérite qualitatif, et est considéré comme un bon test de débrouillage dans la salle de déchoquage, mais sa valeur quantitative et pour le monitoring n'est pas idéale : le DTC peut être normal dans des cas d'HTIC majeure [14]. Les mesures nécessitent de nombreuses précautions, prenant en compte le niveau de capnie, la pression artérielle, la fréquence cardiaque, toutes sources de limitations [15]. Terminassian et d'autres équipes estiment qu'en aucun cas le DTC ne doit remplacer le monitoring de la pression intracrânienne. Noter qu'un réel monitoring suppose une mesure permanente, qui n'est pas compatible avec un DTC (ni du reste une mesure de nerf optique), même répété plusieurs fois par jour. Nous sommes invités à lire pour plus de détails une analyse critique de la littérature [16].
4. Le DTC n'est pas anodin, contrairement à l'échographie simple [17, 18].
5. Le taux et la sévérité des accidents de la route diminuent. Les *trauma centers* sont de plus en plus spécialisés. Dans ces structures, nous ne sommes pas opposés à voir des appareils avec DTC. Pour ce qui est des *stroke centers*, où le DTC est souvent fait par les neurologues, il n'est pas clair, à notre connaissance, s'il a un impact immédiat majeur avec thérapeutique orientée. Le diagnostic de vasospasme semble un défi, et les patients reçoivent de toute façon un traitement préventif systématique pour un désordre dont la prise en charge thérapeutique n'est pas clairement standardisée (avec de large variations

inter-centres). Vasospasme et hémorragie sous-arachnoïdienne relèvent en fait de centres spécialisés.

Toutes ces issues doivent être considérées, pour être valables, à la lumière d'une autre issue, non insignifiante, celle qui concerne le devenir lointain du traumatisé cérébral survivant, sa qualité de vie. Des études très soigneusement désignées devraient démontrer un intérêt définitif du DTC. Elles devraient démontrer si les heures en or sont réellement, ou non, les premières. Pour beaucoup, l'œdème est aisé à traiter, mais le pronostic est fonction de la profondeur des lésions cérébrales, qui elles sont fixées dès le départ et sont irréversibles. Ici, nous requérons de manière critique des données d'une médecine réellement basée sur l'évidence.

Avec tous ces points à l'esprit, nous ne devons pas oublier que l'échographie pulmonaire, spécialement le FALLS-protocol, permet un contrôle précis du statut volémique chez le patient en état critique (voir chapitre 23). Ceci devrait être un point majeur pour élargir l'indication de l'osmothérapie, qui, quand elle est aveuglement donnée, l'est au compte-goutte par peur de faire plus de mal que de bien. Le FALLS-protocol pourrait ainsi, par cette voie indirecte, améliorer le pronostic des patients et réduire les besoins en DTC.

Ainsi, nous attendons les résultats d'études comparant nerf optique et DTC (en termes holistiques). Le but est d'équiper le monde avec des machines simples. Si des machines avec Doppler ne sont pas faites au détriment de fonctions basiques – ce qui est loin d'être le cas couramment – nous allons clairement accepter leur utilisation dans ce cadre. Pour les médecins qui ne sont pas quotidiennement impliqués dans le soin de tels patients, nous voudrions nuancer l'attraction exercée par le Doppler en partageant une vision plus holistique – en s'ouvrant si besoin à l'alternative DIAFORA.

Le chapitre 30 explique de quelle façon pernicieuse le Doppler a peut-être plus tué que sauvé de vies durant des décennies.

Le cerveau

Une sonde appliquée à une localisation précise de l'os temporal crée une image caractéristique, dont la limite profonde est une structure interprétée comme l'os controlatéral (fig. 24.7). Ceci prouve encore que l'échographie traverse les os (ou peut-être, ici, une fissure). Des structures médianes



Fig. 24.7 – Cerveau. Coupe transversale. Le diamètre bipariétal est de 13,5 cm, une valeur usuelle chez des adultes. Beaucoup de détails sont visibles entre les deux os pariétaux.

peuvent être décrites. L'échographie peut-elle détecter une déviation de telles images ? Il y a bien longtemps, le mode A, un système ultrasonique rudimentaire, était utilisé pour déterminer si les structures médianes étaient déviées par quelque urgence chirurgicale [19]. Le scanner fournit des réponses directes, mais nous serions intéressés de voir si une information peut, au lit du patient, diminuer valablement – ou accélérer – le besoin d'un scanner.

Le globe oculaire

Le globe oculaire – un précieux organe – est accessible à travers la paupière, avec les mêmes précautions que pour le nerf optique (voir plus haut). Des urgences ophtalmologiques occultes chez des patients comateux peuvent ainsi être diagnostiquées (fig. 24.8).

En cas de traumatisme oculaire, une blessure du globe doit être promptement reconnue. L'échographie montre normalement un organe anéchogène, parfaitement rond. En termes de résolution spatiale, l'échographie est clairement supérieure au scanner, qui de plus irradie le cristallin.

Des soucis quotidiens pourraient être résolus. Une hémorragie rétinienne donnerait des images isoéchogènes ou hyperéchogènes devant la rétine [20]. Un décollement rétinien donne une sorte de membrane visible au pôle postérieur du globe oculaire. Une hémorragie intraoculaire mène à un



Fig. 24.8 – Hémorragie vitrée. Multiples échos, comme en apesanteur en temps réel, dans l'humeur aqueuse, mobiles avec les mouvements du globe oculaire. Diasonic Vingmed avec sonde de 7,5-MHz.

aspect homogène échogène caractéristique avec légère dynamique.

La face

La parotidite, complication classique de la ventilation mécanique dans nos questions d'internat, devrait donner une glande élargie, hypoéchogène, recherchée entre oreille et maxillaire (facilement avec notre sonde microconvexe). Nous manquons encore d'observations sur cette complication soit rare soit sous-diagnostiquée.

Le cou

Veines jugulaires internes et artères carotides

Elles sont étudiées aux chapitres 12, 13, 25 (veines) et 28 (carotides).

Trachée

La trachée ne peut pas être manquée : structure cervicale antérieure et médiane avec artefacts aériques postérieurs. Ne pas travailler à « pression zéro » peut être déplaisant pour un patient non sédaté. Chez les patients fins, une interposition de *tofu* peut éviter l'achat d'une sonde linéaire coûteuse. La trachée est vite perdue quand elle entre dans le thorax. Par



Fig. 24.9 – Trachée et thyroïde. Coupe transversale antérieure cervicale à l'isthme thyroïdien. Les deux lobes thyroïdiens (X) et l'ombre postérieure de la trachée (T) sont reconnus. Comme une barrière aérique est visible immédiatement derrière la paroi antérieure de la trachée, il peut être possible de conclure que la paroi antérieure, à ce niveau, est libre.

approche antérieure ou latérale, on peut étudier sa configuration externe (fig. 24.9). Ses diamètres antéro-postérieur et latéral peuvent être mesurés, en inspiration et expiration. Le choix du calibre de sonde peut être rapidement évalué avant l'intubation, d'intérêt chez les enfants. La paroi trachéale, fibrocartilagineuse, est traversée par l'onde échographique. Un granulome antérieur va être visible, permettant un diagnostic de sténose trachéale. Bien sûr, la fibroscopie est la référence pour des désordres trachéaux, mais le principe reste le même : donner au patient une approche initiale non invasive, rapide, qui peut modifier le traitement usuel. Dans la lumière elle-même, des sécrétions accumulées au-dessus d'un ballon gonflé peuvent être détectées, ce qui offre un débouché pratique (fig. 24.10). Quelques auteurs font usage de l'échographie pour guider leur trachéotomie percutanée [21]. La sonde d'intubation elle-même donne un signal particulier, avec des applications cliniques pour le contrôle des voies aériennes (voir chapitre 17). La trachéomalacie pourrait aussi être détectée. Avant trachéotomie, l'isthme thyroïdien (fig. 24.9), une possible hypertrophie thyroïdienne, une artère brachio-céphalique aberrante [22], ou la veine innominée, sont localisées avec l'échographie.

Œsophage cervical

C'est une zone stratégique lors d'une intubation difficile. Avec notre logique de l'échographie clinique, l'appareil est au lit du patient, aucun moment n'est



Fig. 24.10 – Contrairement à la fig. 24.9, cette trachée est entièrement traversée par les ondes échographiques – du fait d'une accumulation de sécrétions au-dessus du ballon gonflé. Ceci requiert une aspiration attentive pour éviter de noyer les bronches si on veut dégonfler le ballon. De plus, la paroi trachéale antérieure peut être précisément mesurée, ici épaissie à 4 mm.

perdu pour changer de sonde ni faire aucun réglage (c'est-à-dire le chemin que nous prônons depuis 1989). Une vue sur la zone paratrachéale gauche peut, en quelques secondes, démontrer l'intubation œsophagienne (fig. 24.11).

Thyroïde

L'échographie peut révéler une glande thyroïde anormale chez un patient avec suspicion de dysthyroïdie sévère. Chez une jeune femme admise pour hypercalcémie aiguë, l'échographie rapide a détecté une masse suspecte évoquant une tumeur parathyroïde. Ceci a accéléré une chirurgie qui a confirmé le diagnostic.

Rachis cervical

Finalement, l'intégrité grossière des vertèbres cervicales peut être évaluée via l'approche cervicale antérolatérale (fig. 24.12). Pourquoi ne pas utiliser une échographie de première ligne quand il y a suspicion de fracture du rachis cervical ?

Espace rétropharyngien

Le scanner sera préféré dans ce domaine obscur. Toutefois, on a décrit une place pour des hématomes, un abcès rétropharyngien [23], une épiglottite [24].



Fig. 24.11 – (Œsophage cervical. Section transversale du cou. La trachée est immédiatement reconnue (structure médiane, d'environ 2 cm de circonférence, suivie par une ombre acoustique (2). À sa gauche, nous ne demandons pas de reconnaître l'œsophage en extrême urgence. Toutefois, la sonde est immédiatement reconnue, créant une ombre acoustique franche (1). La sonde semble fortement déviée sur la gauche, probablement parce que l'œsophage est flexible et la sonde rigide (3 : ombre acoustique due à un contact imparfait entre la sonde et la peau).



Fig. 24.12 – Rachis cervical. Coupe longitudinale paramédiane du cou. Derrière la veine jugulaire interne (V) et le muscle, une ligne hyperéchogène épaisse manifeste la paroi antérieure du rachis cervical, ici rectiligne sans solution de continuité (flèches).

Nuque

La ponction sous-occipitale est parfois faite chez des patients avec HTIC. Le guidage échographique pourrait-il être utile dans cette technique réputée à risque ? Nous faisons des recherches sur la question.

Références

1. Rouby JJ, Laurent P, Gosnach M, *et al.* (1994) Risk factors and clinical relevance of nosocomial maxillary sinusitis in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med* 150: 776-83
2. Lichtenstein D, Biderman P, Mezière G, Gepner A (1998) The sinusogram: a real-time ultrasound sign of maxillary sinusitis. *Intensive Care Med* 24: 1057-61
3. Hilberg G, Vargas F, Valentino R, Gruson D, *et al.* (2001). Comparison of B-mode ultrasound and computed tomography in the diagnosis of maxillary sinusitis in mechanically ventilated patients. *Crit Care Med* 29: 1337-42
4. Gianoli GJ, Mann WJ, Miller RH (1992). B-mode ultrasonography of the paranasal sinuses compared with CT findings. *Otolaryngol Head Neck Surg* 107: 713-20
5. Puidupin M, Guivarch M, Paris A, *et al.* (1997) B-mode ultrasound in the diagnosis of maxillary sinusitis in ICUs - *Intensive Care Med* 23: 1174-5
6. Vargas F, Bui HN, Boer A, *et al.* (2006). Transnasal puncture based on echographic sinusitis evidence in mechanically ventilated patients with suspicion of nosocomial maxillary sinusitis. *Intensive Care Med* 32: 858-66
7. Vargas F, Boyer A, Bui HN, *et al.* (2007) A postural change improves the prediction of a radiological maxillary sinusitis by ultrasonography in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 33: 1474-8
8. Lichtenstein D, Bendersky N, Mezière G, Goldstein I (2002) Ultrasound diagnosis of intracranial hypertension by measuring optic nerve caliper. *Resuscitation* 11 [Suppl 3]: 170
9. Blei AT (1991) Cerebral edema and intracranial hypertension in acute liver failure. *Hepatology* 13: 376-9
10. Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR (2003) Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath - *Acad Emerg Med* 10: 376-81
11. Geeraerts T, Launey Y, Martin L, *et al.* (2011) Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. *Intensive Care Med* 33: 1704-11
12. Aaslid R, Huber P, Nornes H (1984). Evaluation of cerebrovascular spasm with transcranial Doppler ultrasound. *J Neurosurg* 60: 37-41
13. Czosnyka M, Matta BF, Smielewski P, *et al.* (1998) Cerebral perfusion pressure in head-injured patients: a noninvasive assessment using transcranial Doppler ultrasonography. *J Neurosurg* 88: 802-8
14. Ter Minassian A, Proust F, Berré J, *et al.* (2005). Facteurs de gravité de l'hémorragie sous-arachnoïdienne. *Ann Fr Anesth Rean* 24: 814-7
15. Ursino M, Ter Minassian A, Lodi CA, Beydon L (2000). The effect of mean arterial pressure and CO₂ pressure changes on cerebral hemodynamics. *Am J Physiol* 279: H2439-H2455
16. Sloan MA, Alexandrov AV, Tegeler CH, *et al.* (2004). Assessment: Transcranial Doppler ultrasonography: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 62: 1468-81
17. Barnett SB, Ter Haar GR, Ziskin MC, *et al.* (2000) International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine. *Ultrasound Med Biol* 26: 355-66
18. Williamson TH, Harris A (1996) Color Doppler ultrasound imaging of the eye and orbit. *Surv Ophthalmol* 40: 255-67
19. Hamburger J (1977) *Petite encyclopédie médicale*. Flammarion, Paris, p. 1377-8
20. Berges O, Torrent M (1986) *Échographie de l'œil et de l'orbite*. Vigot, Paris
21. Sustic A, Kovac D, Zgaljardic Z, *et al.* (2000) Ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a safe method to avoid cranial misplacement of the tracheostomy tube. *Intensive Care Med* 26: 1379-81
22. Hatfield A, Bodenham A (1999) Portable ultrasound of the anterior neck prior to percutaneous dilatational tracheostomy. *Anesthesia* 54: 660-3
23. Rippe JM, Irwin RS, Alpert JS, Fink MP (1991) *Intensive care medicine*. Little Brown, Boston, p. 704
24. Bohme G (1989) Clinical contribution to ultrasound diagnosis of the larynx. *Laryngorhinologie* 68: 510-5

Par « divers », ce chapitre considère des troubles aigus englobant muscles, graisse, fluides, gaz, vaisseaux, nerfs, moëlle épinière... Des parties du chapitre sur le médiastin de notre édition précédente sont retranscrites ici.

Pour ces structures, notre sonde microconvexe de 5 MHz sera suffisante. Pour analyser des parties très superficielles, un matériel inerte (sorte de méduse ou équivalent – le tofu est bien pratique) peut être inséré entre cette sonde et la peau, système bien moins onéreux que l'achat d'une sonde linéaire haute fréquence (fig. 25.1).

Fasciite nécrosante, cellulite gangréneuse, abcès des tissus mous

Ces problèmes relèvent plus des urgences, à moins qu'un choc ne se développe. L'examen physique est souvent en échec pour différencier ces maladies,



Fig. 25.1 – L'artère radiale. Localisée 3 mm sous la peau, elle est parfaitement visualisée avec notre sonde microconvexe de 5 MHz, avec un peu de tofu afin d'éloigner la peau de la tête de la sonde.

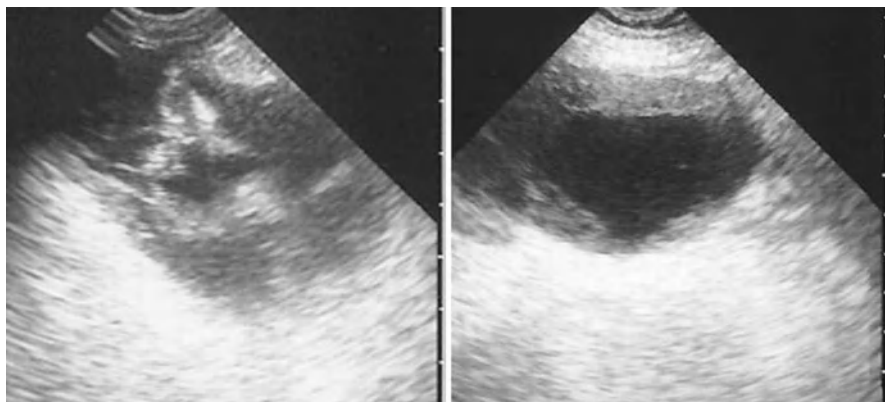
dont le traitement varie, de l'oxygène à la chirurgie [1]. En général, la fasciite nécrosante donne un aspect de zones non systématisées hypoéchogènes mal définies (œdème). Une désorganisation des fibres musculaires indique une myonécrose, tandis que la cellulite gangreneuse préserve le muscle. Des gaz bactériens, si présents, donneront des zones punctiformes hyperéchogènes. L'échographie évite la recherche douloureuse de crépitation.

Un abcès est habituellement bien défini, focalisé, hypoéchogène (fig. 25.2). Des gaz bactériens peuvent encore être vus dans la collection. Pour une fois dans cet ouvrage, nous prenons intérêt au renforcement postérieur, un artefact qui permet de différencier une collection fluide d'un hématome devenu solide. Démontrer la nature liquidienne de l'image en exerçant une pression est douloureux et peut-être risqué (dissémination), et l'insertion d'une aiguille est la manière usuelle de diagnostic, en cas d'hésitation clinique. Comme pour toute image ronde, la question de la masse vasculaire (pseudoanévrisme) sera soulevée. Le contexte clinique, l'absence d'anomalie auscultatoire (*thrill*) et l'absence de dynamisme à l'échographie créent une combinaison donnant une quasi-certitude dans presque tous les cas.

Rhabdomyolyse traumatique

Les loges musculaires ont un volume augmenté, sans abcès ou hématome pour expliquer le gonflement clinique. Un aspect hypoéchogène des muscles avec désorganisation de l'architecture musculaire a été décrit [2]. Un autre avantage de l'échographie est d'éliminer une thrombose veineuse associée (avec ici une place possible pour le Doppler si la compression est douloureuse).

Fig. 25.2 – Abscès. Volumineuses collections dans l'aire fessière d'un jeune homme traumatisé (*gauche*) et l'aire fémorale (*droite*). La collection gauche est hétérogène, contient possiblement des gaz bactériens. La collection droite est homogène. Ces deux aspects pourraient être abcès ou hématomes (voir fig. 25.3). Notez le renforcement postérieur. La ponction écho-guidée a retiré un pus pur.



Hyperthermie maligne

Un aspect hétérogène et granuleux des muscles, avec septa et fascia hypoéchogènes, est décrit par certains [3], pas par d'autres [4]. La rareté de ce syndrome dans notre service de réanimation nous a jusqu'à maintenant empêché de la moindre opinion.

Hématome profond

Un hématome donne une masse bien limitée, anéchogène au premier stage et devenant vite échogène et hétérogène (fig. 25.3). En cas de doute, une investigation écho-guidée peut donner le diagnostic (éviter les pseudo-anévrismes, lire plus haut).

Un hématome peut se développer partout et donner des signes distinctifs. Dans le muscle grand droit, sa nature extrapéritonéale sera reconnue car le glissement péritonéal sera conservé, profond par rapport à la masse. Un hématome massif peut être source de compression (digestive, vésicale, etc.) [5].

Emphysème pariétal

Les queues de comètes générées par l'emphysème pariétal, ou sous-cutané, ont été vues au chapitre 18. Elles masquent les structures sous-jacentes et créent une gêne pour l'examen plus profond (fig. 25.4 et voir fig. 18-14, p. 169). De l'autre côté, elles sont un signe précoce de désordres profonds comme le pneumothorax, mais surtout la rupture œsophagienne (voir p. 44), qui peut parfois être détectée avant les signes cliniques d'emphysème.



Fig. 25.3 – Hématome. Collection de cuisse chez un autre patient traumatisé. L'aspect est non loin de celui décrit en fig. 25.2 mais ceci est un hématome caillotté.

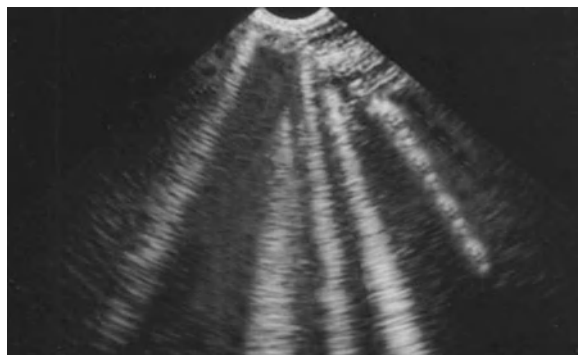


Fig. 25.4 – Emphysème pariétal. Les structures pulmonaires sur cette coupe thoracique ne sont pas reconnaissables car elles sont cachées par de nombreux artefacts en queue de comète. Ce sont des lignes W, définies comme des artefacts en queue de comète naissant de différents niveaux dans les tissus mous (contrairement aux lignes E, une forme plus organisée).

Vaisseaux pariétaux

L'échographie localise précisément les vaisseaux épigastriques ou mammaires internes si une ponction locale est considérée près de cette aire (voir fig. 5.15, p. 40). L'artère mammaire interne descend juste en dehors du sternum. Chez des patients chirurgicaux (après chirurgie cardiaque), on peut détecter des faux anévrismes de l'artère mammaire interne. L'aspect est typiquement une masse ovoïde, au grand axe vertical, et son contenu montre parfois de façon frappante un flux tourbillonnant (fig. 25.5), en rythme avec les systoles. Cet aspect dynamique est une façon de prouver l'origine vasculaire d'une masse, avant toute idée de la ponctionner, une fois de plus sans Doppler.

Quelques docteurs aiment canuler l'artère radiale sous guidage échographique, par exemple pour gérer un arrêt cardiaque. Bien que située quelques mm sous la peau, elle peut être détectée avec notre sonde universelle de 5 MHz, pourvu qu'une pièce de... tofu soit insérée (fig. 25.1).

Désordres artériels aigus

Notons que l'occlusion artérielle (artères coronaires et cérébrales à part) est rare dans l'activité de l'intensiviste. Étudier les artères carotides ne nous paraît pas une priorité dans l'échographie critique. Ce livre ne contient pas la moindre figure Doppler. Mais pouvons-nous étendre ce « paradoxe » à

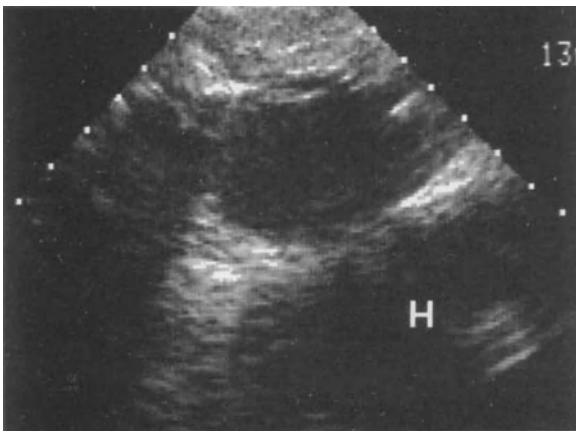


Fig. 25.5 – Faux anévrisme de l'artère mammaire interne gauche. Coupe transversale d'un espace intercostal parasternal. Masse ovoïde avec un grand axe vertical. En temps réel, un flux écougène tourbillonnant indiquait une activité artérielle au sein de cette masse. H, cœur.

l'étude des artères ? Les grosses artères (aorte, carotides, sous-clavières, fémorales communes...) ont une dynamique systolique qui indique logiquement l'absence d'occlusion. Cette dynamique n'est habituellement plus visible à partir des artères fémorales, brachiales... Peut-on, dans ce domaine, se passer une fois de plus du Doppler ? Voici notre solution, simple, à peu de frais. Si nous appliquons une pression à l'aide de notre sonde microconvexe, ce vaisseau « immobile » va initier un collapsus (la veine est collabée depuis longtemps). Quand le flux est préservé, à un moment, des pulsions systoliques vont être observées. Ce signe est observé jusqu'aux artères du mollet. Dans l'ischémie artérielle aiguë, cette « dynamique induite » est absente. Ceci peut être enregistré en mode temps-mouvement. Des études sont en cours pour confirmer la valeur de cette simple manœuvre (terme anglais : *arterial compression maneuver echography*). Voir plus bas l'intérêt de cette manœuvre dans le bloc nerveux écho-guidé.

Pour les dissections traumatiques, se référer au chapitre 28.

Des calcifications carotidiennes (échographie extra-critique) sont aisément détectées avec notre sonde microconvexe de 5 MHz.

Artères périphériques et pression artérielle

L'échographie peut-elle remplacer le tensiomètre ? Le comportement de l'artère fémorale, quand elle est comprimée par la sonde contre l'os, peut donner une autre approche. Quand la pression artérielle est normale, une légère compression n'affecte pas le calibre. Si on insiste, la lumière se collab, avec une expansion systolique devenant visible. Quand la pression artérielle est basse, l'artère se collab sans résistance. Dans une exploration initiale corps entier, cette manœuvre rapide peut possiblement faire gagner des secondes pour évaluer la pression artérielle.

Nerfs périphériques

Leur ponction écho-guidée pour l'anesthésie loco-régionale est à la fois un geste basique pour qui utilise l'échographie en routine, et une révolution actuelle qui change le visage de l'anesthésie. Une fois encore, cette explosion a favorisé la vente de machines laptop larges (et ceci, dans des hôpitaux).

Notre livre n'étant pas dédié à ce domaine, nous renvoyons le lecteur à des sources autorisées [6-9]. Entre-temps, voyez comment il est possible de localiser un nerf, avec notre sonde microconvexe de 5 MHz (voir fig. 12.1, p. 88). Quid du Doppler dans ce champ ? Il y a encore très peu, nous voyions certains le prôner avec énergie, d'autres ne pas l'utiliser. Avec le temps, cet intérêt semble se calmer. Si c'est juste pour distinguer les vaisseaux du nerf, c'est le moindre des intérêts du Doppler : une simple vue, avec compression éventuelle, est suffisante (lire texte p. 89 du chapitre 12). Voir quelques lignes au-dessus comment reconnaître une artère.

Médiastin

Le médiastin peut-il être analysé dans une approche générale, c'est-à-dire avec un matériel simple et une route trans-thoracique ? Certainement, si on accepte une faisabilité inférieure à 100 %. Une sonde microconvexe de 5-MHz est idéale pour cet usage – mieux qu'une sonde cardiaque avec une surface plate.

Une approche suprasternale a été décrite [10]. Une approche parasternale est contributive quand le médiastin est déplacé sur un côté. Après chirurgie cardiaque, une sternotomie non parfaitement fermée fournit une fenêtre, telle un trou de serrure, modeste il est vrai, mais parfois salvatrice. Le sternum du nouveau-né n'est pas calcifié, créant une large fenêtre.

La médiastinite aiguë peut être diagnostiquée par plusieurs approches. L'approche transœsophagienne va certainement donner les images les plus suggestives, mais son innocuité doit être démontrée. Les approches externes peuvent être parasternales, si la collection s'étend au-delà du sternum, ou trans-sternales s'il y a quelque désunion post-chirurgicale. Chez un patient qui avait un sepsis un mois après cure de dissection aortique, la route trans-sternale a montré une large masse, échogène, de l'espace rétrosternal (fig. 25.6). Une ponction écho-guidée de cette masse a immédiatement ramené un pus franc. Le staphylocoque fut isolé en quelques minutes par le laboratoire, une antibiothérapie adaptée initiée d'emblée, juste avant la chirurgie. Cette politique visuelle peut éviter les ponctions à l'aveugle, classiques, encore parfois tentées.

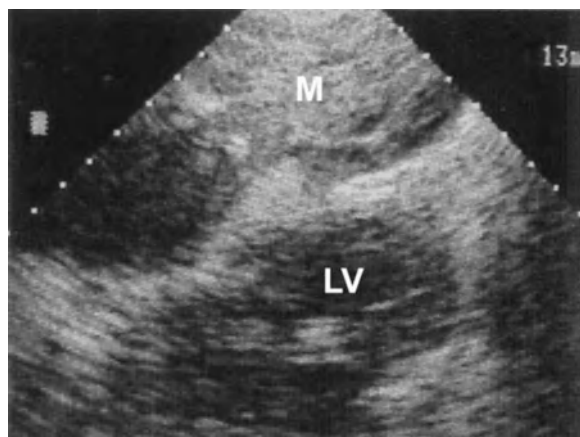


Fig. 25.6 – Médiastinite aiguë. Collection substantielle (M) visible par la route trans-sternale, chez un patient récemment opéré. La collection est échogène et d'allure tissulaire. La ponction a aisément retiré un pus franc. Noter le cœur (LV) localisé plus profondément.

Le goitre plongeant, les adénomégalies et autres tumeurs médiastinales peuvent être responsables de compression trachéale (voir fig. 12.3 p. 88). Dans un contexte suggestif de myasthénie, une masse médiastinale antérieure suggérera le thymome. Le pneumomédiastin devrait donner une barrière acoustique complète, de valeur si le cœur était précédemment localisé dans cette aire, avec glissement pleural conservé en dehors de cette aire.

Une atelectasie complète peut hautement favoriser l'analyse échographique des structures médiastinales par une approche externe (voir fig. 13.13 p. 104 et fig. 16.10 p. 140).

Malnutrition

Le status nutritionnel d'un patient est habituellement monitoré avec le pèse-personne. Ceci demande une manœuvre délicate pour l'équipe paramédicale. Surtout, le poids est une sommation de tendances inverses : chez un patient en état critique, les compartiments musculaires et graisseux diminuent tandis que le compartiment hydrique augmente souvent. Une fois de plus, l'échographie peut fournir une assistance basée sur la logique. Une analyse différentielle des compartiments graisseux [11], musculaire et interstitiel peut être menée (fig. 25.7). En assumant que ces variations sont les mêmes sur toute partie du corps, seule une zone, standardisée, peut être investiguée.

Une zone aisée d'accès est, par exemple, une coupe transversale, para-ombilicale du muscle grand droit (fig. 25.7) ou, peut-être mieux, une coupe transversale du muscle crural à mi-cuisse (fig. 25.8). L'échographie pourrait aussi détecter l'œdème interstitiel avant l'évidence clinique, mais cette issue précise n'a pas été investiguée (faute de gold standard satisfaisant).

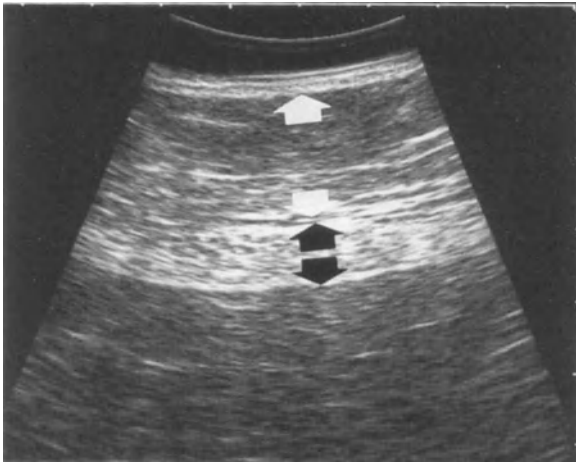


Fig. 25.7 – État nutritionnel. Coupe transversale de la paroi abdominale, en para-ombilicale. Les flèches blanches délimitent nettement le compartiment graisseux (17 mm), les flèches noires le compartiment musculaire (9 mm). Sonde de fréquence 7,5 MHz.



Fig. 25.8 – Coupe transversale de la cuisse. Le fémur est aisée à localiser. Le muscle crural (épaisseur ici 11 mm) offre l'avantage d'une forme régulière (limitant les variations intra-observateur) et une localisation aisée – autorisant de le proposer comme un point standard pour suivre l'état nutritionnel de patients à l'admission et le long du séjour. Sonde microconvexe avec une fréquence de 5 MHz.



Fig. 25.9 – Cette vision fantomatique, qui semble nous observer, ici destinée à relaxer le lecteur, montre le potentiel caché de l'échographie. Dans cette coupe transversale passant à travers un disque intervertébral, le canal spinal et le foramen intervertébral sont définis, formant le nez et les yeux de la créature. Dépendant de l'imagination de chacun, on peut y deviner un gorille dans la brume ou un personnage clé de *Star Wars*. C'était la seule figure inutile de cet ouvrage.

Divers

Syndromes œdémateux. En cas de rétention hydrique majeure, les tissus mous sont envahis d'œdème, avec zones hypoéchogènes dissociant les muscles sans les désorganiser. L'analyse des structures plus profondes n'est pas masquée, car l'eau est un bon conducteur pour les ondes échographiques. Dans des situations telles que le syndrome néphrotique avec hypoalbuminémie massive, des épanchements plus ou moins substantiels peuvent affecter tous les compartiments anatomiques.

De multiples désordres tels que kystes, anévrismes artériels, adénopathies, ostéomes, etc., non liés au désordre aigu peuvent être détectés dans les tissus mous.

Disques vertébraux

Le rachis, limite postérieure du rétropéritoine, stoppe l'onde échographique. Toutefois, l'échographie peut traverser les disques intervertébraux. Il est alors possible d'analyser des structures non usuelles telles que le contenu du canal spinal (fig. 25.9). Une approche postérieure est bien sûr possible. Nous n'avons pas donné à cette analyse une importance particulière (la méningite donnerait-elle un aspect évocateur ?), mais la figure 25.9 est un exemple frappant de quelques particularités encore inexplorées de l'échographie.

Références

1. Offenstadt G (1991) Infections des parties molles par les germes anaérobies. *Rev Prat* 13: 1211-4
2. Lamminen AE, Hekali PE, Tiula E, *et al.* (1989) Acute rhabdomyolysis: evaluation with magnetic resonance imaging compared with CT and ultrasonography. *Br J Radiol* 62: 326-31
3. Von Rohden L, Steinbicker V, Krebs P, *et al.* (1990) The value of ultrasound for the diagnosis of malignant hyperthermia. *J Ultrasound Med* 9: 291-5
4. Antognini JF, Anderson M, Cronan M, *et al.* (1994) Ultrasonography: not useful in detecting susceptibility to malignant hyperthermia. *J Ultrasound Med* 13: 371-4
5. Blum A, Bui P, Boccaccini H, *et al.* (1995) Imagerie des formes graves de l'hématome des grands droits sous anticoagulants. *J Radiol* 76: 267-73
6. Eisenberg E (2007) *Échographie en Anesthésie Régionale Périphérique*. Arnette, Paris
7. Chan VWS, Abbas S, Brull R, *et al.* (2008) *Ultrasound Imaging for Regional Anesthesia. A Practical Guide*, Second Edition
8. Peer S, Bodner G (2003) *High-resolution sonography of the peripheral nervous system*. Springer ISBN 3-540-43260-4
9. Authurs G, Nicholls B (2009) *Ultrasound in anesthetic practice*. Cambridge University Press
10. Matter D, Sick H, Koritke JG, Warter P (1987) A suprasternal approach to the mediastinum using real-time ultrasonography, echoanatomic correlations. *Eur J Radiol* 7: 11-7
11. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, *et al.* (1990) The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J Clin Ultrasound* 18: 563-7

III Applications générales de l'échographie critique

Le terme d'échographie interventionnelle évoque habituellement des procédures planifiées, mais ce potentiel peut être utilisé aussi bien en extrême urgence. Voir sa place dans l'arrêt cardiaque au chapitre 29.

La réanimation est une place privilégiée pour pratiquer l'échographie interventionnelle. Elle autorise une gestion thérapeutique au lit de patients intransportables. Elle demeure, dans des mains expérimentées, une méthode sûre [1]. Le patient est par définition sous haute surveillance : une détection précoce des complications (hémorragie ou sepsis) *s'il y en a*, est garantie. Les complications liées au stress [2] sont court-circuitées chez ces patients habituellement sédatisés. En d'autres mots, l'échographie interventionnelle est une opportunité chez le patient en état critique – presque une philosophie, indiquée pour quasiment chaque organe.

Les procédures concernant les épanchements pleuraux ou péritonéaux, la vésicule biliaire, les troncs veineux, ont été décrites dans les chapitres correspondants.

Notre sonde microconvexe de 5 MHz est parfaite pour cet usage.

Insertion de cathéter court sous sonographie en extrême urgence

Avant de rentrer dans des données techniques, nous réitérons cet usage de l'échographie critique, vu au chapitre 12. Avec notre système, c'est-à-dire une machine s'allumant en 7 secondes (voir fig. 30.5 p. 297), une sonde unique, toujours prête avec le pré réglage optimal (voir fig. 2.4, p. 14), et un cathéter particulier, de 60 mm de long et 16 Gauge de large (fig. 26.1), il est possible de procéder à un cathétérisme sous-clavier immédiat – d'intérêt salvateur dans une hémorragie majeure, quand le

temps est compté, en alternative avec les méthodes habituelles. Nous pouvons même l'insérer d'une façon stérile, employant de subtils changements de main qui seraient un peu longs à décrire, à travailler à froid (la main avec l'aiguille est gantée, l'autre main tient la sonde à distance – 1 cm). C'est le protocole-X décrit page 94.

Qu'est-ce qui peut être ponctionné en extrême urgence, en simple urgence ou en routine ?

Procédures diagnostiques immédiates

La plèvre, dont les épanchements non visibles sur la radiographie chez des patients ventilés (p. 130), le péricarde (p. 212), le péritoine (p. 40), la vésicule biliaire (p. 63), un abcès hépatique (p. 55), splénique (p. 76), un hématome rétropéritonéal (p. 86), un abcès des tissus mous (p. 247), une médiastinite (p. 250).

Prise en charge immédiate du patient

Insertion d'un cathéter veineux central (traditionnel ou court, salvateur) : jugulaire interne, sous-clavier (p. 87), cathétérisme cardiaque droit (p. 214), insertion d'un cathéter sus-pubien (p. 73), canulation de l'artère radiale lors d'une défaillance circulatoire (p. 247)...

Procédures thérapeutiques immédiates

Aspiration ou drainage d'une pleurésie purulente (p. 129), tamponnade péricardique (p. 212), abcès abdominal (foie, rate, pancréas, péritoine). Insertion de filtre cave (p. 260). Insertion de sonde de Blakemore-Linton (p. 45). Néphrostomie percutanée (p. 73). Cholécystostomie percutanée (p. 64).

Procédures diagnostiques ou thérapeutiques moins urgentes

Une biopsie de parenchyme pourrait fournir une documentation d'urgence d'une miliaire tuberculeuse, de métastases hépatiques, si nécessaire. Une gastrostomie percutanée aidée de l'échographie pourrait aussi être envisagée.

Technique de base pour une procédure écho-guidée

Pour de larges collections (projection de 4 cm² ou plus, en général effusions pleurales et péritonéales), un repère peut être établi (avec l'échographie), suivi par la ponction (sans échographie). Une fois que le repère a été déterminé, le patient doit être maintenu strictement dans la même position, l'échographe peut être éteint, la peau désinfectée, puis l'aiguille insérée. Cette procédure offre l'avantage d'une grande simplicité et peut être faite en quelques instants sans aide.

Pour les petites cibles (veines profondes) ou larges mais délicates (péricarde), la procédure est menée sous guidage échographique permanent. Il y a probablement plusieurs protocoles. Nous décrivons notre technique, menée par un seul opérateur, avec l'avantage à notre avis que les manœuvres et rencontres entre la sonde et l'aiguille sont coordonnées par un seul cerveau.

L'opérateur installe le champ opératoire stérile. L'échographie interventionnelle suppose le plein contrôle de l'asepsie. Un gant stérile qui enfle la sonde n'est pas une solution sérieuse. La sonde aussi bien qu'une longue partie du câble doivent être protégées. Tandis que rien d'officiel n'était disponible sur le marché durant des décennies, nous utilisons depuis 1994 un système parfait pour ces applications : il combine une housse dédiée à une caméra vidéo et un pansement adhésif transparent

(type OpSite), qui n'est pas un obstacle pour les ondes échographiques et ferme l'extrémité ouverte de la gaine. Cette solution, aussi élégante qu'efficace, requiert moins de 2 min à installer (fig. 26.2).

La procédure peut débuter. L'anesthésie générale ne doit pas exempter d'une anesthésie locale. La bétadine s'avère être un produit de contact effectif qui n'attaque pas la sonde car elle est protégée par le film transparent. Un gel stérile peut être utilisé si l'opérateur en décide ainsi. L'opérateur tient la sonde dans une main, l'aiguille dans l'autre, et procède à la ponction.

Une fois l'aiguille dans la cible, la sonde peut être relâchée. Elle est déposée sur le champ, prête à être réutilisée si nécessaire.

Ciblage

La procédure est planifiée si le temps le permet. Où devrait-on appliquer la sonde et l'aiguille ?

Localiser la sonde sur la cible

La cible est installée confortablement dans le viseur. Une sonde microconvexe tenue comme un stylo à plume (c'est-à-dire fermement *et* doucement) ne crée aucune fatigue ni aucun mouvement incontrôlé qui pourrait faire disparaître la cible (voir fig. 12.10, p. 92). Nous trouvons idéal de garder la sonde au zénith de la cible. Ceci génère le meilleur contact sonde/peau, donc la meilleure image, et ceci simplifie le calcul de l'angulation et l'insertion de l'aiguille.

Relation entre sonde et aiguille

Nous utilisons la simplicité, évitant les systèmes de servo-contrôle, avec l'aiguille insérée à travers des dispositifs compliqués fixés sur la sonde. Une

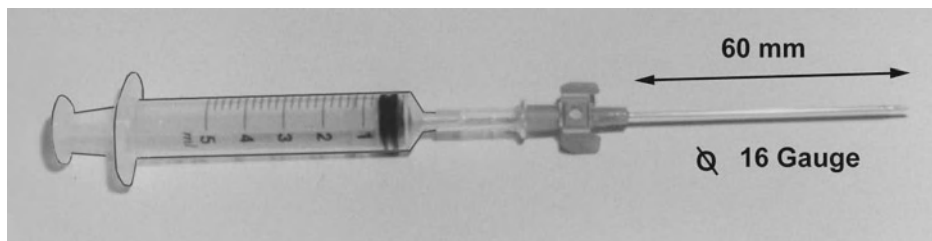


Fig. 26.1 – Un matériel interventionnel universel. Par le même chemin que nous utilisons une sonde unique pour le corps entier, ce cathéter simple a la longueur et le calibre adéquats pour, à volonté, insérer

une voie centrale (ou moins centrale), évacuer un liquide pleural, péricardique ou péritonéal : un outil simple mais vraiment universel.

main tient la sonde, une main insère l'aiguille. Les avantages sont : simple matériel, flexibilité, puisque l'opérateur est *libre* de faire de légers changements dans l'inclinaison de l'aiguille, simplicité (pas de procédures lourdes de désinfection). Surtout, c'est la même sonde et le même matériel que dans les 25 chapitres précédents. L'aiguille suit juste le plan de la sonde – plus ou moins parallèle à la sonde, plus ou moins loin – mais toujours dans son plan (nous considérons exclusivement une technique d'approche longitudinale).

Localisation du point d'insertion de l'aiguille

Nous avons simplifié nos protocoles précédents. La distance d entre le point d'insertion de l'aiguille et la tête de la sonde doit être égale à la distance entre la sonde et la cible (route verticale). Pour un accès vasculaire et une ponction péritonéale, les cibles sont souvent à 2-3 cm de la peau. Une même distance entre aiguille et bord de la sonde semble une bonne règle. Par l'usage des mêmes distances et angles aussi souvent que possible, l'utilisateur sera familier avec le site où l'aiguille va apparaître sur l'écran. L'expérience venant, ces règles rigides mais pratiques peuvent être rendues plus souples. Par exemple, pour une collection plus profonde, on rapprochera l'aiguille du point d'insertion de la sonde, et on fermera l'angle entre aiguille et sonde.

Angulation de l'aiguille

Un angle d'insertion de l'aiguille de 45° mène à la simplicité optimale (voir fig. 12.10 p. 92).

Longueur de l'aiguille

Cette section peut être simplifiée si on prend soin de prendre une aiguille longue. La distance qui sera couverte par l'aiguille avant d'atteindre la cible peut être évaluée sur l'écran (voir fig. 12.9 p. 92). Avec une angulation de 45°, la longueur de l'aiguille doit être au moins égale à 1,4 cm pour une distance sonde-cible de 1 cm.

Si l'aiguille ne va pas droit vers la cible, elle doit être retirée autant que possible et insérée à nouveau avec un angle corrigé, afin de ne pas lacérer les tissus.

Pénétration de l'aiguille dans les tissus mous

À présent, l'aiguille pénètre les tissus mous exactement dans le plan de la sonde, qui est défini par son repère. Par l'utilisation de l'approche longitudinale, l'aiguille demeure visible sur l'écran sur son entière longueur (voir fig. 12.9 p. 92). Ceci permet de vérifier que des structures indésirables ne vont pas être ponctionnées par inadvertance. Nous conseillons d'être confortable, tenant l'aiguille comme un stylo (plume), main fermement appliquée sur la peau, comme dans la figure 12.10, p. 92. Cette manœuvre fournit un contrôle fin de la procédure.

Dans environ 20 % des cas, l'aiguille n'est pas parfaitement visible. Ceci pourrait troubler pour de petites cibles comme les veines profondes. Nous voyons ce cas de figure que l'aiguille soit fine ou épaisse, le gain bas ou haut, le patient mince ou en surpoids, sous corticothérapie ou non, qu'un produit anesthésiant ait été localement injecté ou non. Ici encore, on peut suivre la règle n° 1 de l'échographie critique : notre attitude est simplement de vérifier que l'axe de l'aiguille est sur le repère de la sonde et que la sonde est bien positionnée, gardant la cible pleinement sur l'écran, et... nous poursuivons la progression de l'aiguille. Le couple formé par l'écran (montrant la veine au milieu du viseur) et le repère de la sonde montre le chemin. Finalement, le bout de l'aiguille est vu refoulant la paroi proximale de la veine (ou toute autre cible), puis pénétrant dans la lumière. Le but est atteint.

De petites manœuvres peuvent aider par ailleurs. L'opérateur peut donner de fins mouvements de va-et-vient à l'aiguille, qui peuvent aider à la visualiser.

Nous ne sommes pas convaincus par les nombreuses solutions des fabricants. Certains proposent des aiguilles sablées, qui sont prétendument détectées plus aisément. Nous sommes soucieux de savoir si cette sorte de matériel ne va pas amplifier la réponse veineuse à l'agression, par la formation de thromboses veineuses (l'aspect granuleux du métal devrait occasionner une blessure granuleuse de la paroi veineuse). Nous accepterons d'acheter ces aiguilles – onéreuses – une fois la démonstration faite que ce n'est *pas* le cas. L'aide du Doppler couleur a été décrite, bien sûr [3], aussi bien que la transmission câblée d'une source électrique à la fin de la sonde [4, 5]. Certains injectent de petites quantités d'air afin de localiser le bout de l'aiguille. Cela pourrait surtout rendre rapidement la zone impossible à analyser. S'en remettre au scanner dans cette situation particulière est

l'opposé de notre but : temps, transport, coût, et cette fois, l'irradiation atteint autant le patient que les mains de l'opérateur. Notre système simple et efficace évite toutes ces complications. Nous émettons calmement l'hypothèse que la multiplication de ces dispositifs est une conséquence directe du type de matériel, sous-optimal, utilisé (dont le choix quasi constant de sondes linéaires).

Pénétration de la cible

Quand une aiguille traverse un parenchyme, sa visualisation est en général aisée (voir le cas d'une veine sous-clavière, fig. 12.9, ou du péricarde, fig. 22.18, p. 212). Quand la cible est une collection encapsulée dont la paroi distale est concave vers la sonde (vessie, vésicule biliaire), des échos fantômes peuvent être générés, et peuvent avoir de quoi troubler. Un décalage modéré entre le milieu et la fin de l'aiguille peut être vu avec certaines sondes. Ce problème est hautement balancé par le fait que nous sommes ici sur de larges cibles.

L'aiguille refoule toujours légèrement la paroi proximale de la veine, de la vésicule biliaire, etc., avant de la percer. Certains recommandent de ce fait une insertion brutale de l'aiguille. Nous n'aimons jamais être brutaux. S'il faut vraiment le faire, le plus grand contrôle du geste doit être acquis afin que des structures profondes ne soient pas transpercées.

Points sophistiqués divers

Dans des cas exceptionnels, une absence absolue de mouvement est requise pour une procédure. Si nécessaire, il y a un clair avantage chez le patient sédaté : pouvoir générer une apnée brève (après bonne oxygénation), condition difficile à exiger d'un patient en état critique respirant encore spontanément.

Une mesure sophistiquée de la distance sondable devrait intégrer la pression qu'il faut parfois exercer, mettant l'opérateur loin de l'idéale « pression zéro ». Cela fait un facteur, dépendant de l'adiposité du patient (environ 1,2-1,4), car les tissus gras sont comprimés par la sonde, ce que l'aiguille ne fait pas. Ce facteur doit être multiplié par la longueur calculée de l'aiguille.

La seringue peut être considérée comme trop lourde par certains. Pour la ponction veineuse, il est concevable de la déconnecter, s'il n'y a pas de risque d'embolie gazeuse – un point aisément démontré

si la dimension inspiratoire de la veine ne diminue pas. Voir chapitre 12, p. 91.

Dans des cas rares et délicats (ponction péricardique), une troisième main est utile (c'est-à-dire un second opérateur) pour simplement aspirer la seringue, tandis que l'aiguille et la sonde sont fermement tenues immobiles par le premier opérateur.

Équipement pour un drainage percutané

Toujours prônant la simplicité absolue, nous proposons un matériel simple pour l'échographie interventionnelle. L'expérience montre que la majorité des procédures *d'urgence* requiert un matériel simple. Pour évacuer les épanchements pleuraux, mieux que ces drains agressifs, nous trouvons plus élégant d'utiliser notre cathéter « universel » 16 Gauge, 60 mm, qui est simplement retiré à la fin de la procédure (fig. 26.1). Voir texte chapitre 15, p. 130. Un prolongateur après le cathéter donne une flexibilité bienvenue au système. Ce matériel est suffisant pour la majorité des épanchements pleuraux, péritonéaux, et, chez la plupart des patients, péricardiques. Dans les cas où un liquide très épais est suspecté, un Pleurocath, ou un système avec Seldinger, moins traumatisant pour la paroi, seront préférés.

Les matériels utilisés en radiologie, nombreux et sophistiqués, sont rarement indiqués. Nous serons brefs. Ils sont rigides, afin d'éviter les plicatures, car posés à long terme. Leur calibre est exprimé soit



Fig. 26.3 – Cathéter queue-de-cochon. *Flèche supérieure* : cathéter en queue-de-cochon inséré au sein de l'abcès hépatique montré en fig. 7.3, p. 52. La flèche inférieure hachurée montre l'ensemble du cathéter, partiellement effacé par quelques artefacts.



Fig. 26.2 – L'échographie interventionnelle stérile mais aisée.

Sommet, gauche : la sonde est insérée, par des mains non stériles, dans la gaine dépliant.

Sommet, droite : le médecin prend stérilement la sonde par l'autre côté de la gaine, et place la tête de la sonde à la partie ouverte de la gaine, en évitant de la toucher.

Bas, gauche : le médecin étire la gaine.

Bas, droite : un pansement plastique souple stérile a été appliqué sur la tête de la sonde. Tout est maintenant stérile. L'onde échographique traverse cette épaisseur de plastique sans que la qualité d'image n'en souffre. Le produit usuel à base d'alcool pour la désinfection cutanée peut être utilisé comme produit de couplage (sans dommage à la sonde).

en F (pour *French*), où chiffre et calibre augmentent en parallèle, soit en G (pour *Gauge*), où plus le chiffre est grand, plus le calibre est petit (on aurait apprécié plus de simplicité). L'extrémité du cathéter finit droite ou en queue-de-cochon (fig. 26.3). Il est introduit avec la méthode du trocard ou de Seldinger. Cathéter, guide et dilatateur sont souvent fournis en kits.

Domaines non usuels mais critiques de l'échographie interventionnelle

Faire un diagnostic de certitude d'embolie pulmonaire massive, au lit du patient, pouvoir fragmenter un caillot de l'intérieur, ou poser un filtre cave de sauvetage au lit, peuvent devenir réalité (fig. 26.4). Sachant que le matériel se miniaturise, et qu'on peut insérer des sondes par voie endovasculaire, nous ne voyons pas la barrière qui s'opposerait à la pose, au lit, par voie fémorale, d'un échographe dans de telles situations (si ce n'est le coût). On peut imaginer le bienfait que cette logistique procurerait.

Pour le filtre cave, l'opérateur n° 1 insère le filtre par voie percutanée, tandis que l'opérateur n° 2 suit sa progression dans la veine cave, localise les veines rénales (voir fig. 23.5, p. 227), commande le déploiement du filtre. Comme pour la relation pilote-bombardier dans un B-25, les deux opérateurs doivent être prêts à inverser les rôles en permanence.

Pour le diagnostic d'embolie, une sonde est insérée par voie fémorale et explore les artères pulmonaires et au-delà.

Pour la fragmentation de caillot, sous couvert de validation d'un effet bénéfique, le geste initial serait le même.

Ces protocoles envisagés pour les patients intransportables pourraient être extrapolés chez la femme enceinte (notamment en cas d'impasse du BLUE-protocole, relire le chapitre 20).

Une biopsie hépatique par voie transjugulaire est aussi un domaine potentiel.

Pour ces potentiels particuliers, étant donné la fréquence de ces situations et l'habileté requise, peut-être une équipe expérimentée et mobile pourrait satisfaire les besoins d'une grande ville.



Fig. 26.4 – Filtre cave. Il est clairement identifié au sein de la lumière de la VCI (flèche). Coupe transversale épigastrique. L'insertion du filtre cave peut être menée au lit.

Précautions générales avant toute ponction

On doit prendre soin de contrôler :

1. La nature de la cible. Une masse vasculaire, hydatique, endocrine (phéochromocytome) doit être suspectée avant toute idée de ponction. Nous suspectons une nature vasculaire (faux anévrisme), sans Doppler, grâce aux données cliniques (histoire, thrill) et des critères échographiques parfois présents :

- Une règle d'or dans notre approche est d'être hautement attentif vis-à-vis de toute masse arrondie, extra-parenchymateuse (foie, rate).

- Un flux échogène, régulier avec une dynamique tourbillonnante pulsatile, est spécifique d'une dynamique vasculaire (voir fig. 25.5 et texte, p. 249).

- Un flux calme, non systématisé, non pulsatile, de mouvements particuliers (signe du plancton, voir fig. 7.5) signe l'absence de connexion vasculaire et peut être ponctionné en sécurité.

- En cas de doute, une étude Doppler sera prescrite. Dans ces cas, le diagnostic est en général autour d'un possible abcès, et il y a toujours le temps pour la logistique DIAFORA (*Doppler Intermittently Asked From Outside for Rare Applications*).

2. Les zones traversées.

Ponctionnant à vue un épanchement pleural, on ne traversera pas un cœur, un poumon, un foie, une rate. On évitera de même une artère mammaire interne (au niveau thoracique) ou épigastrique (au niveau abdominal). Notre sonde de 5 MHz détecte précisément ces vaisseaux (voir fig. 5.15, p. 40). On évitera la plèvre

en ponctionnant un abcès hépatique, afin de ne pas risquer de la contaminer. À la ligne axillaire moyenne, la plèvre peut atteindre la 10^e côte [6] mais ces notions sont pré-échographiques, et l'échographie est un outil parfait pour détecter la limite basse de la plèvre. Les indications non quotidiennes seront peut-être confiées à des experts qui, par exemple, sauront distinguer un abcès dans la région inguinale d'une hernie inguinale. Quand la vésicule biliaire est ponctionnée, une approche transhépatique limite le risque de fuite biliaire dans le péritoine (voir technique au chapitre 8).

3. Précautions concernant l'hémostase, typiquement altérée chez les patients en état critique. Si les règles de base décrites plus haut sont respectées, de tels troubles ne sont pas un obstacle à une ponction écho-guidée. Le seul effet secondaire créé dans notre expérience a été un hématome péri-hépatique nécessitant la transfusion de deux culots chez un patient chez qui une compression post-procédure n'avait pas été faite.

4. Précautions évidentes : patient bien sédaté. Chez un patient non sédaté, pour une procédure thoracique, contrôler un éventuel hoquet, une crise de toux (faire tousser avant la ponction évite qu'une crise de toux ne survienne en pleine procédure).

4. L'indication correcte. Nous ne détaillerons pas ce vaste domaine. Les règles peuvent changer si on utilise la médecine visuelle. Pour les effusions pleurales et péritonéales, une politique de ponction aisée est toujours bénéfique.

Alternatives à l'échographie

Certains préfèrent le guidage scanographique [7], d'autres favorisent l'échographie depuis longtemps [8]. Dans de rares cas, les premiers pourront utiliser le scanner avec notre bénédiction. Un abcès profond avec barrières aériques imposera cette logistique lourde et irradiante, mais obligée.

Moyens de formation

Pour les collègues qui veulent comprendre les relations entre l'aiguille et la sonde, et cherchent à s'entraîner sur du matériel inerte, voici quelques options.

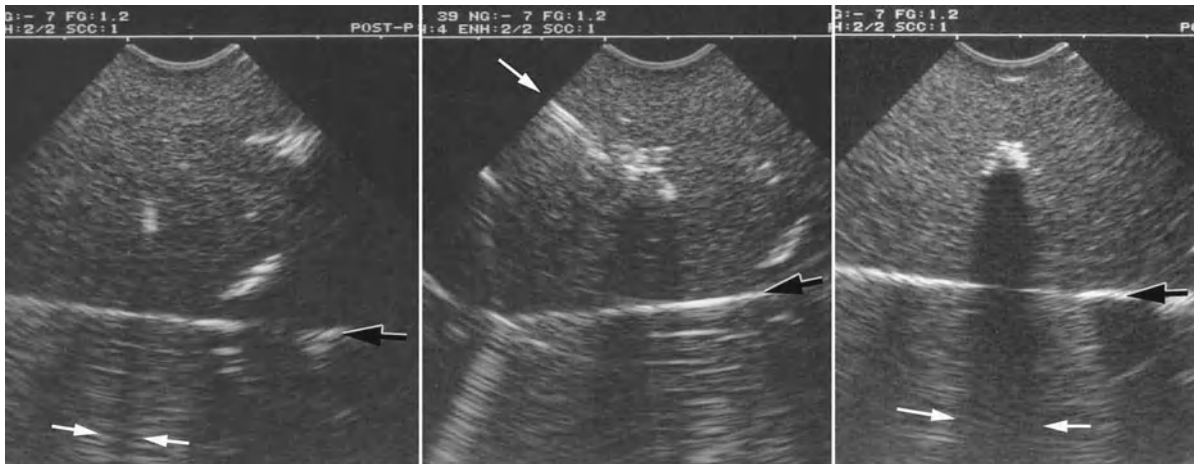


Fig. 26.5 – Un outil salubre et bon marché. Grâce à un simple bloc de *tofu*, pour un dollar, on peut observer, à la *gauche*, l'aspect d'une pièce métallique (noter l'ombre acoustique entre les flèches). Au *milieu*, une aiguille (flèche) visant une cible créée par l'injection d'air. À *droite*, l'aspect d'une sonde nasogastrique ou d'un drain thoracique (ils pénètrent aisément le *tofu*), avec sa large ombre

acoustique (flèches). Note : ces images ont été aisées à produire *in vitro*. Les conditions cliniques reproduisent les mêmes aspects. La flèche noire indique le bas du bloc de *tofu*, environ 4 cm d'épaisseur. Le *tofu* peut être conservé bien plus d'un mois pour un tel usage.

1. Acheter les fantômes en silicone du marché, souvent de couleur bleue. Ceci est pour les régions nanties. Ce n'est pas notre option.
2. Se procurer un morceau de viande (gîte nerveux, cuisse de dinde...). C'est assez réaliste et peu onéreux, mais au bout d'un moment, le sang coule, l'odeur devient entêtante, les mouches affluent... Pas notre option non plus.
3. Notre solution : simplement employer un bloc de *tofu* (aliment fait à partir de soja compacté). Facile à trouver dans tout marché à travers le monde, extrêmement peu onéreux (une équipe entière peut être formée pour un euro), délicieux avec quelque bonne garniture, le *tofu* simule parfaitement les parenchymes biologiques (fig. 26.5). L'utilisateur peut tranquillement insérer des aiguilles, voir ce qui se passe sur l'écran, raffiner l'angle de pénétration, etc. De petits objets métalliques peuvent même être insérés au sein du *tofu*, formant des cibles précises pour les débutants.

Références

1. Nolsoe C, Nielsen L, Torp-Pedersen S, Holm HH (1990) Major complications and deaths due to interventional ultrasonography: a review of 8000 cases. *J Clin Ultrasound* 18: 179-84
2. Barth KH, Matsumoto AH (1991) Patient care in interventional radiology: a perspective. *Radiology* 178: 11-7
3. Hamper UM, Savader BL, Sheth S (1991) Improved needle-tip visualization by color Doppler sonography. *Am J Roentgenol* 156:401-2
4. Winsberg F, Mitty HA, Shapiro RS, Hsu-Chong Y (1991) Use of an acoustic transponder for ultrasound visualization of biopsy needles. *Radiology* 180: 877-8
5. Perella RR, Kimme-Smith C, Tessler FN, *et al.* (1992) A new electronically enhanced biopsy system: value in improving needle-tip visibility during sonographically guided interventional procedures. *Am J Roentgenol* 158: 195-8
6. Nichols DM, Cooperberg PL, Golding RH, Burhenne HJ (1984) The safe intercostal approach ? Pleural complications in abdominal interventional radiology. *Am J Roentgenol* 141: 1013-8
7. Dondelinger RF, Kurdziel JC (1993) Drainage percutané des collections abdominales guidé par l'imagerie. In: *Actualités en Réanimation et Urgences*. Arnette, p. 3-15
8. O'Moore PV, Mueller PR, Simeone JF, *et al.* (1987) Sonographic guidance in diagnostic and therapeutic interventions in the pleural space. *Am J Roentgenol* 149: 1-5

Notre expérience en réanimation est surtout médicale, un peu néonatale, mais inclut une observation chirurgicale prolongée. Ces patients sont les mêmes, puisqu'un grand nombre de désordres sont communs – pulmonaires, thromboemboliques, infectieux... Les chapitres précédents (à part le chapitre 21) sont communs à toutes les populations. Quelques particularités subtiles sont insérées ici. Notre sonde microconvexe de 5 MHz est aussi adéquate en réanimation chirurgicale que médicale.

Issues générales

Les barrières acoustiques sont plus nombreuses chez le patient chirurgical : plaies, pansements, matériel orthopédique, collier cervical... La plupart peuvent être court-circuitées si cela est réellement nécessaire. Le contrôle du sepsis doit être aussi sinon plus important que dans le cadre médical, et une vigilance concernant les infections croisées doit être renforcée (un clavier plat semble un minimum). Dans le cadre du traumatisme, l'âge moyen, plus bas, est un facteur facilitant l'examen. Les collections profondes sont plus communes au patient chirurgical.

Échographie abdominale postopératoire

Des pansements couvrent parfois toute la paroi abdominale. Le personnel responsable (chirurgiens, infirmières) doit savoir appliquer sagement ces pansements, sachant que ces patients lourds auront inévitablement quelque examen échographique. La sonde peut être insérée stérilement sur des endroits délicats. La protection stérile de la sonde doit conduire les ondes échographiques sans

interférence [1]. Les pansements adhésifs fins tels que OpSite offrent l'avantage d'être transparents à l'échographie. Quelques pansements épais avec une trame fort épaisse semblent impénétrables, mais on peut avoir d'heureuses surprises, et des réponses basiques aux questions cliniques peuvent être obtenues (sang libre).

À part les anomalies décrites dans les chapitres précédents, l'échographie recherche des collections infectées postopératoires [2]. Pour certains auteurs, la sensibilité de l'échographie est haute, la spécificité basse [3]. Les collections non infectées, liquides séreux, lymphatiques, urinaires, biliaires, digestifs, sont en règle générale anéchogènes. L'augmentation en volume d'une collection est un critère pour la reprise chirurgicale dans la péritonite postopératoire [4]. Nous simplifions le débat par une échographie interventionnelle diagnostique libérale (voir fig. 25.2 et 25.3, p. 248). Aux dépens de ponctions parfois inutiles (mais non délétères quand les règles de base sont respectées), les complications septiques ou hémorragiques postopératoires sont promptement détectées.

Pour la partie thérapeutique, un drainage percutané peut être préféré à la chirurgie, quand les localisations ne sont pas complexes et la route non barrée par des obstacles, digestifs par exemple [5]. La ponction diagnostique aide à déjà évaluer la viscosité du fluide, et donc le matériel pertinent. Nous retirons le maximum de liquide pathologique au moyen d'un matériel fin quand la viscosité semble en accord (signe de la sinusoïde induite, voir p. 36), avant d'envisager l'insertion percutanée de drains plus larges, avec queue-de-cochon, requis pour des fluides épais ou contenant des débris [6].

Dans notre expérience, la cholécystite aiguë alithiasique est probablement particulière à la réanimation chirurgicale. De l'autre côté, des désordres tels que le familial abcès sous-phrénique sont rarement vus. Parmi les corps étrangers oubliés,

on peut reconnaître la compresse à son aspect en matrice, tressé (suivi d'une ombre franche), et un instrument métallique à sa structure toute droite (suivie typiquement de lignes S).

Les hématomes s'observent dans le rétropéritoine, le pelvis, les muscles de la paroi abdominale... D'abord anéchogènes, ils se chargent rapidement en échos, donnant lieu à des images hétérogènes d'allure solide.

Échographie thoracique postopératoire

Hémithorax, pneumothorax, tamponnade, paralysie phrénique, pneumomédiastin, médiastinite et quelques faux anévrysmes (voir fig. 25.5, p. 249) sont accessibles à l'échographie. Après des opérations longues et complexes, les patients ont souvent des atélectasies postérieures, aisées à détecter au PLAPS-point.

Dans la période postopératoire de chirurgie thoracique, l'intensiviste, ou le chirurgien, doit promptement déterminer si le contenu de l'hémithorax vidé est fluide ou gazeux, si la déviation médiastinale est contrôlée. L'échographie peut immédiatement fournir la réponse. La pneumonectomie donne un glissement pleural aboli avec signe de la ligne A, sans point poumon bien entendu. Un signe du remous sera visible quand la cavité s'emplira de fluide. Après pneumonectomie, les pressions intrathoraciques doivent être équilibrées, entre l'air résiduel et le poumon restant. Le gold standard actuel est la radiographie au lit, qui analyse la localisation médiastinale. L'échographie pourra sans nul doute s'y substituer.

Une collection péri-aortique peut être détectée et même ponctionnée avec le guidage échographique. Un sepsis de prothèse va ainsi parfois être diagnostiqué. Dans ce cadre sévère, l'habitude courante est toutefois, pour l'heure, de descendre le patient au scanner.

Désordres thromboemboliques

Veines supérieures

Aux urgences, la pose d'un cathéter veineux central est difficile. En péri-opératoire, l'hypovolémie a été cadrée. Ainsi, chez le patient de réanimation

chirurgicale, insérer une ligne veineuse centrale nouvelle peut être moins difficile qu'à l'admission en réanimation médicale. Nous avons vu une fréquence de thrombose veineuse jugulaire interne élevée chez les patients lourds de réanimation chirurgicale – mais ils étaient plus souvent porteurs, comme possible facteur d'explication, de cathéters de Swan-Ganz.

Veines inférieures

Chez le patient traumatisé, les pansements, dispositifs chirurgicaux et changes postcontusionnels peuvent diminuer le potentiel de l'échographie. La thrombose veineuse profonde semble fréquente en réanimation chirurgicale, le traumatisme local étant une cause majeure de thrombose veineuse. L'échographie de compression peut être douloureuse, et le Doppler pourrait avoir un petit intérêt ici.

Réanimations chirurgicales spécialisées : neurochirurgicale et cardiaque

Dans de telles réanimations, un équipement Doppler va possiblement être utile. Lire la riche littérature attenante.

Références

1. Kox W, Boulton J (1988) Abdominal ultrasound in intensive care. In: Kox W, Boulton J, Donaldson R (eds) *Imaging and labelling techniques in the critically ill*. Springer-Verlag, London, p. 127-35
2. Weill FS (1989) Échographie abdominale du post-opéré. In: Weill FS (ed) *L'ultrasonographie en pathologie digestive*. Vigot, Paris, p. 536-44
3. Mueller PR, Simeone JF (1983) Intra-abdominal abscesses: diagnostic by sonography and computerized tomography. *Radiol Clin North Am* 21: 425-31
4. Dazza FE (1985) Péritonites graves en réanimation: modalités du traitement chirurgical. In: *Réanimation et médecine d'urgence*. Expansion Scientifique Française, Paris, p. 271-86
5. Pruett TL, Simmons RL (1988) Status of percutaneous catheter drainage of abscesses. *Surg Clin North Am* 68: 89
6. Van Sonnenberg E, Mueller PR, Ferrucci JT (1984) Percutaneous drainage of 250 abdominal abscesses and fluid collections. *Radiology* 151: 337-47

La réanimation (médicale, chirurgicale, pédiatrique...) est la première étape, prioritaire pour développer l'échographie critique, mais il est d'innombrables domaines où l'expérience du réanimateur peut être extrapolée.

Échographie pour les *flying doctors*

Dans un avion, la place est un réel problème, et les échographes portables sont ici une bénédiction. Nous avons eu le privilège de mener la première expérience médicale d'échographie pré-hospitalière – à partir d'un hélicoptère médical dans une mission couvrant Maroc, Mauritanie, Mali, et Sénégal – et sommes heureux de voir que ce travail princeps avait initié un large usage de l'échographie pré-hospitalière [1]. Dans notre étude pilote, les intensivistes répondaient à des questions cliniques vitales sur site – la définition même de l'échographie critique. Une analyse centrée sur le pneumothorax, l'hémothorax, l'hémopéricarde et l'hémorragie abdominale fournissait la réponse à 90,6 % des questions. Les conditions locales (soleil et sable du désert, vibrations, interférences dans l'hélicoptère) n'ont aucunement affecté l'examen échographique.

Ainsi, sans erreur, c'est dans le désert mauritanien, en janvier 1996, que le premier diagnostic échographique pré-hospitalier de pneumothorax a été porté, au moyen d'une machine parfaitement portable (figs 28.1 et 28.2). Nous utilisons actuellement la machine compacte de 1,9 kg décrite au chapitre 2 pour nos missions volantes. Notre compte rendu d'échographie spécifiquement dédié au transport médical aérien, l'ULTIMAT-protocol peut être consulté (tableau XXVIII.I).

Dans quelques pays à basse densité de population (Australie), les médecins usent volontiers de la voie aérienne, et prendront avantage de cet outil clinique.



Fig. 28.1 – L'antique Dymax TM-18. C'est l'échographe que nous avions en 1995 pour le Paris-Dakar. Cette machine, avec cinq boutons, aucun espace perdu pour enregistrer des images, une seule sonde, et une batterie, c'est-à-dire une autonomie complète, préfigurait le « stéthoscope » moderne. Le stylo indique la taille de la machine.



Fig. 28.2 – Une première? 10 janvier 1996, désert Saharien (Mauritanie). Un pneumothorax chez un motard du rallye Paris-Dakar. Peut-être le premier diagnostic pré-hospitalier d'un désordre pulmonaire vital. Les concepts que nous avons définis et écrits en 1992 (l'échographie critique, l'échographie pulmonaire et l'échographie sur site) sont concentrés dans cette simple figure.

Tableau XXVIII.I – Échographie globale initiant tout transport aérien médical (protocole Ultrasound Limited Test Initiating Medical Airway Transportation).

Nom :	Date :	
Cadre:		
Indication : vérifier absence de désordres occultes pouvant influencer la sécurité du transport médical aérien		
Opérateur: D. Lichtenstein	Appareil Tringa S-50, sonde de 5 MHz	
Technique : bi-dimensionnelle	Paramètres divers (patient ventilé, etc.)	
Poumons		
– pneumothorax (2' × 2)	ABSENT	PRÉSENT (1)
– hémithorax (10' × 2)	ABSENT	PRÉSENT (1)
– intubation sélective (5')	ABSENT	PRÉSENT (1)
– profil interstitiel (6' × 2)	ABSENT	PRÉSENT (1)
Cœur		
– péricardite (10')	ABSENT	PRÉSENT (1)
– altération de contractilité ventriculaire gauche (10')	ABSENT	PRÉSENT (1)
Abdomen		
– pneumopéritoine (5')	ABSENT	PRÉSENT (1)
– hémopéritoine (30')	ABSENT	PRÉSENT (1)
– ischémie mésentérique (30')	ABSENT	PRÉSENT (1)
– globe vésical (5')	ABSENT	PRÉSENT (1)
Troncs veineux centraux :		
– thrombose touchant sur une zone stratégique, ou avec aspect instable		
– jugulaire interne (6' × 2)	ABSENT	PRÉSENT (1)
– ilio-fémorale (15' × 2)	ABSENT	PRÉSENT (1)
Tête		
– élargissement du nerf optique indiquant HTIC (7' × 2)	ABSENT	PRÉSENT (1)
Divers éléments vus durant cet examen, qui n'affecteront pas la sécurité du transport, mais pourraient avoir une conséquence clinique :		

(1) si la réponse est « PRÉSENT » à un de ces items, la sécurité du transport doit être questionnée.

Note: temps moyen, comptant 15 changements de site: moins de 5 minutes par des utilisateurs entraînés.

Ambulances médicalisées (SAMU)

Ce qui était possible dans un petit hélicoptère est encore plus facile dans une ambulance. Que l'on se retrouve en plein désert aride de Mauritanie ou dans un tunnel au cœur de Paris, on peut sentir le besoin d'un diagnostic salvateur immédiat. L'alternative traditionnelle « *Scoop and run* » contre « *Play and stay* » peut être élégamment pulvérisée si la médecine visuelle est introduite sur site.

Notre expérience pré-hospitalière a été reprise dans les ambulances par d'excitants papiers [2]. Tout le contenu du présent livre peut être lu sans la moindre adaptation. Nous sommes en revanche soucieux quand nous voyons quelques tentatives de développer une échocardiographie un peu sophistiquée (avec Doppler) dans ce cadre. Spécialement si

l'on n'intègre pas le poumon (notamment les chapitres 20 et 23), ce ne serait pas notre façon de faire.

Échographie critique dans des cadres instables

Les turbulences (air, route, mer, espace, champ de bataille...) peuvent être une source de difficultés. Une issue par exemple est le monitoring d'un pneumothorax. Nous décrivons le protocole van-Dravik (avec son autorisation) : avant le transport, nous cherchons une ligne b antérieure. Quand elle est détectée, cas fréquent, nous marquons sa localisation. Durant le transport, en dépit des vibrations, détecter cette ligne b est plus accessible qu'un subtil glissement pleural. Nous prenons régulièrement la pression artérielle, la saturation, la fréquence

cardiaque, un « point van-Dravik », et... le voyage se poursuit, sereinement.

Échographie aux urgences

Développer l'échographie aux urgences est d'un intérêt majeur. Nous ne traitons pas ici du patient en état critique, car il a été promptement géré dans un circuit privé, est rapidement admis en réanimation, et bénéficie des 27 chapitres précédents. Nous traitons de tous les autres patients, car un principal problème de l'équipe d'urgence est centré sur la nécessité de diminuer l'accumulation chronique. Nous ne sommes pas friands du mot *triage*, si régulièrement employé, pour la raison que l'échographie fournit un diagnostic, et non pas une vague indication. Un nombre impressionnant de situations (colique néphrétique, fracture costale, corps étranger, même ponction lombaire et une centaine d'autres) peuvent être vite contrôlées. D'excellents ouvrages sont disponibles depuis peu dans ce cadre.

Aux urgences, les appareils laptop étaient une solution commerciale à un problème scientifique, qui était simplement de penser différemment. Il y avait largement assez de place pour les appareils de technologie 1982 telles que l'ADR-4000 (40 cm de large !) et bien plus pour les technologies 1992 (notre machine, 29 cm de large). Nous invitons les lecteurs à utiliser l'instrument représenté à la figure 30.2 (p. 292) pour comparer la largeur des appareils qui envahissent actuellement leurs urgences, et de consulter la figure 30.4 (p. 294) sur la résolution de l'image, qui montre avec quelle subtilité la communauté a perdu 25 années de progrès. Lire pour plus de détails le chapitre 30.

Peut-être aux urgences, avec des problèmes non critiques et menaçant moins la vie, le Doppler devrait être un peu plus intéressant. Toutefois, quand nous étudions chaque situation une par une, nous avons toujours une alternative. Quand nous demandons à nos collègues urgentistes pourquoi ils ont besoin du Doppler, il est intéressant de constater que les réponses sont multiples, mais différentes d'un docteur à l'autre. Certains veulent diagnostiquer la thrombose veineuse profonde (le chapitre 13 a montré que ce n'est pas obligatoire). Certains veulent connaître le débit cardiaque (ce sont habituellement des patients gérés par le réanimateur, mais le chapitre 23 a montré une alternative simple). Certains veulent évaluer un abcès avant ponction, quand ils craignent la confusion avec un pseudo-

anévrisme. Dans ce cas, les données cliniques, le degré modéré d'urgence font que le docteur n'insérera pas d'aiguille dans ces structures (voir notre note au chapitre 26, p. 260), et demandera, donc rarement par essence, un Doppler classique fait par le spécialiste. Nous rappelons le concept DIAFORA¹, indiquant que nous ne sommes pas fermés au Doppler, pour des urgences modérées.

Certains aimeraient distinguer une torsion testiculaire d'une orchio-épididymite. Nous développons un peu ce point (fig. 28.3). Soulignons d'emblée que le Doppler occasionne des faux négatifs de torsion. Ensuite, afin de localiser son intérêt, nous devons considérer que la fréquence de la torsion testiculaire est basse. Il devrait être intéressant d'étudier l'acuité de la combinaison d'outils cliniques simples mais insuffisants (âge, température) avec des signes échographiques, un peu moins simples mais assez performants (taille de la glande, structure de l'épididyme). Nous spéculons que la combinaison de signes cliniques et échographiques, déjà exploitée dans le BLUE-protocol, sera ici aussi le couple gagnant. Par ailleurs, déjà à heures ouvrables, l'approche DIAFORA sera exploitée. Tous ces éléments mis bout à bout, le but est de voir un taux minimal de chirurgie exploratrice inutile. Entre-temps, des vies sont sauvées quotidiennement au moyen de l'échographie simple.



Fig. 28.3 – Cette sorte de mouche avec ces volumineux yeux globuleux est souvent vue se promenant aux urgences, mais elle franchit rarement les portes de la réanimation. Ce domaine ne sera donc pas développé dans ce livre. Organes de fertilité d'un homme sain.

1. DIAFORA, Doppler Intermittently Asked From Outside in Rare Applications (Doppler demandé de façon intermittente de l'extérieur dans des applications rares).

Il y a de multiples exemples où l'approche DIAFORA va résoudre des problèmes pas très urgents ni très dangereux, mais nous ne pouvons pas les envisager dans ce volume.

Le chirurgien appelé aux urgences pourrait considérer l'échographie comme un outil bénéfique [3]. Des centaines d'articles montrent que cette option est raisonnable. Appendicite aiguë [4], obstruction intestinale, sont quelques ouvertures parmi beaucoup.

Échographie en traumatologie

Ce domaine extensif sera succinctement rappelé, puisque les chapitres 5-24 contiennent l'information nécessaire.

À l'époque de notre édition de 1992, les accidents de la route créaient des lésions sévères, et le scanner était une aventure. Face à d'innombrables minutes pour acquérir l'image, de nombreux patients ne revinrent jamais de la salle froide de la scanographie. L'année 1982 (ADR-4000®) était une opportunité en or pour développer l'échographie critique. D'innombrables étoiles dans le ciel sont les poussières de vies qui auraient été aisément sauvées alors.

Actuellement, la situation change, puisque les docteurs ont juste à pousser le bouton du scanner ultra-rapide, et ont un dossier corps entier en 10 secondes, avec étude complète des organes profonds, du squelette (moelle épinière, rachis cervical), étude fonctionnelle iodée montrant les ruptures vasculaires, etc. Il est donc naturel de présenter le scanner comme le premier outil en traumatologie – maintenant [5, 6], et nous n'allons pas revenir sur ses effets pervers cachés. Il est encore réservé aux patients les plus stables, et nous avouons connaître encore quelques villages dans le monde lointain non encore équipés de scanners ultra-rapides. Nous aimerions que le développement de l'échographie pré-hospitalière fasse décroître le nombre de décès illégitimes avant l'arrivée à l'hôpital. Craignant aussi que l'accès futur au scanner ne soit réservé qu'aux cas vraiment sans alternative (pour limiter l'irradiation), nous pensons que, déjà pour des traumatismes focalisés, l'échographie aura alors une place en or [7].

Poumon

Sur site, l'échographie détecte des désordres nécessitant un geste immédiat : hémothorax, pneumothorax, intubation sélective... La contusion

pulmonaire [8] génère des fusées pleurales et de la consolidation pulmonaire, mieux que la radiographie, sensible à seulement 63 % [9].

Le second principe de l'échographie pulmonaire (l'axe Ciel-Terre) sera gardé à l'esprit si le patient est par exemple incarcéré dans un véhicule sens dessus dessous.

Médiastin

La rupture aortique peut être suspectée ou détectée chez des patients au morphotype favorable.

Une rupture trachéale survient habituellement près de la carène. La valeur du scanner standard est encore obscure. L'échographie va montrer l'emphysème pariétal, et, si celui-ci n'est pas trop étendu, le pneumothorax, le glissement pleural aboli avec souvent pouls pleural. La rupture d'une bronche souche peut occasionner une atelectasie. Le pneumomédiastin est à notre connaissance un diagnostic subtil.

Un hémopéricarde devrait être recherché en routine chez un patient traumatisé. Il n'est pas besoin d'acronyme pour cela.

Diaphragme

Il est presque toujours évalué au moyen de vues longitudinales, un gros avantage de l'échographie sur les coupes transversales du scanner, peu informatives (voir figs 4.1, 15.4, 15.6, 16.2, 16.4, 16.11). L'échographie répond une fois, avec emphase sur des signes indirects : localisation ectopique d'organes sous-phréniques, glissement pleural aboli en ventilation spontanée. Les travaux sortent à présent [10].

Abdomen

La détection de sang péritonéal est une étape basique, familière pour beaucoup [11]. Un fluide dans la cavité péritonéale peut être urinaire, biliaire ou digestif, la ponction aisée permettant le distinguo. Des signes de pneumopéritoine indiquent la rupture d'un organe creux. L'analyse parenchymateuse (foie, rate...) ne doit pas retarder le geste thérapeutique – mais donne des signes de contusion, image hétérogène souvent hypoéchogène (fig. 28.4), ligne de fracture hyperéchogène (fig. 28.5), image lunaire d'hématome sous-capsulaire. Un traumatisme pancréatique simule



Fig. 28.4 – Contusion hépatique. Image hétérogène déformée au sein du parenchyme hépatique chez une jeune femme avec traumatisme abdominal. V, veine cave inférieure.

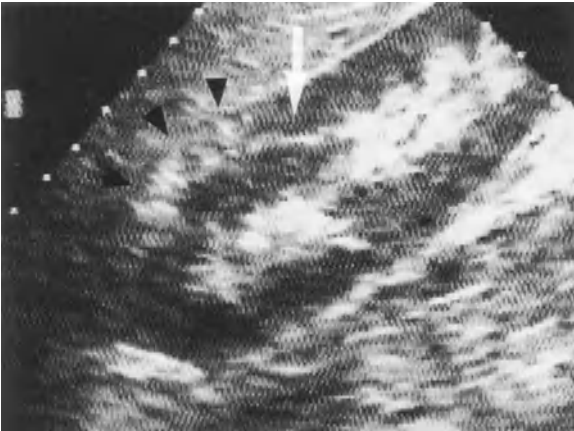


Fig. 28.5 – Fracture de rein. La ligne claire (flèche blanche) indique un espace virtuel au niveau de la fracture. Les têtes de flèches noires délimitent l'hématome de l'espace rénal. Traumatisme chez un homme de 45 ans.

une pancréatite aiguë. Le diagnostic de rupture vasculaire (artère rénale) est mieux approché par Doppler, scanner ou angiographie.

Tête et cou

Le chapitre 24 a montré comment l'analyse du nerf optique informe sur un possible œdème cérébral, comment l'intégrité du globe oculaire peut être vérifiée, comment des signes francs de rupture de vertèbre cervicale de C1 à C7 sont accessibles.

La dissection de l'artère carotide nous fait pénétrer dans un domaine complexe, contrairement à la plupart des applications vues précédemment. Le diagnostic fait classiquement appel au Doppler. Calibre élargi, ectasie segmentaire, sténose offset, occlusion en queue de radis, double lumière, voile intimal, anomalies de vitesses et d'index de pulsatilité avec inversions de flux par rapport aux artères controlatérales sont des signes disponibles [12], mais de lourds problèmes se présentent. L'habileté requise est élevée. Une analyse fine est compromise par le collier cervical, ou pire, quand il est retiré, par l'habituelle agitation du patient. L'héparinothérapie est à double tranchant chez ce patient traumatisé. Enfin, il est souvent admis qu'une étude Doppler de l'artère carotide n'a aucun sens si elle n'est pas intégrée au contexte clinique – reconnaissance implicite d'une possible faiblesse du Doppler. Nous ne sommes plus dans le domaine de l'échographie pulmonaire, où les signes peuvent être interprétés de façon totalement indépendante du cadre clinique (un épanchement est un épanchement, etc.), indiquant son haut degré de standardisation. Nous aimerions voir, dans ce contexte délicat, les mêmes conclusions qui ont été faites au sujet des veines, de l'hémodynamique et autres sur l'utilité réelle du Doppler par rapport à une simple analyse visuelle.

Échographie au bloc opératoire et autour

Si elle réussit à pénétrer dans le prestigieux bloc opératoire, l'échographie peut initier une petite révolution. Pour ceci, nous rappelons qu'attendre l'ère des laptops était inutile (les plafonds sont assez hauts au bloc opératoire), et ceci dès 1992.

Imaginons le monde orthopédique, où les chirurgiens dépendent tant des manipulateurs de radiologie, et les étudiants reçoivent tant d'irradiation, pour contrôler certains gestes.

L'anesthésiste aurait pu dès 1992 (ou même 1982) insérer immédiatement ses cathéters veineux centraux sans échec, contrôler les pertes liquidiennes massives de certaines interventions abdominales. L'ETO est utile quand il n'y a pas d'accès au thorax. L'échographie pulmonaire va trouver de nombreuses applications (même si utilisées par les chirurgiens, ou toute personne capable d'appliquer une sonde sur un thorax) pour pratiquer une *Limited Investigation* afin de contrôler la volémie – notamment dans les cadres où le thorax a été ouvert (encore une limitation de l'ETO, puisque les

variations pleurales ne sont plus disponibles). Voir encore le chapitre 23 sur la *Limited Investigation*.

À la consultation préopératoire, reconnaître les patients à haut risque chirurgical est une tâche aiguë. La fonction cardiaque, le BNP sont utiles, mais pourquoi pas une échographie pulmonaire rapide pour identifier les patients à pression capillaire élevée ? Certains auteurs regardent de près la paroi intimale de l'artère carotide (discussion privée avec Tim Macken).

Échographie osseuse

Ce peut être l'occasion de créer une nouvelle petite discipline, avec un avenir certain pour ceux qui s'y investiront (il y a 206 os, plus ou moins). Le débouché sera un diagnostic en quelques secondes de situations familières, du plus vital (odontoïde) au plus fonctionnel (scaphoïde). Il faudrait classifier les os en deux sortes :

1. Les os longs, où tout diagnostic aigu est réellement simple – diaphyse fémorale, tibia, péroné, humérus, radius, cubitus, phalanges, côtes... (fig. 28.6). À cette zone, des ruptures minimales (même 1 mm) sont détectées au moyen d'un balayage doux. Ce potentiel est enfin utilisé [13].
2. Et les os avec une anatomie plus complexe (tête du fémur, pelvis, carpe, etc.), nécessitant vraiment une expertise avancée.

Considérons la place de cette science et les champs à clarifier : fracture du rachis cervical, embarrure... (voir fig. 24.12, p. 245).

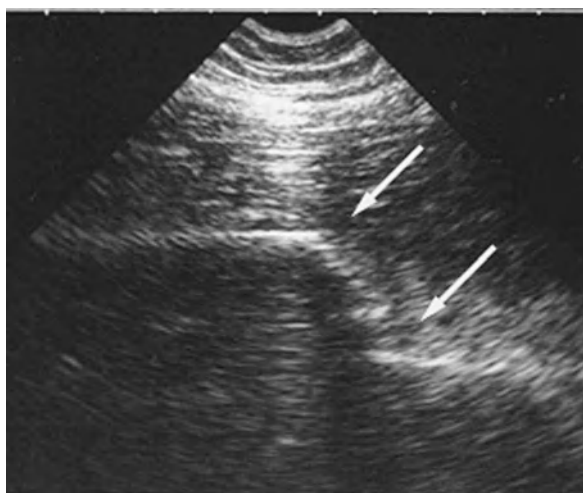


Fig. 28.6 – Fracture fémorale. Cette fracture déplacée de la diaphyse ne peut pas être manquée. Les segments proximal et distal sont distants de 20 mm (flèches). Cette femme de 88 ans peut bénéficier d'une attelle juste avant évacuation.

Autres disciplines médicales habituelles

L'échographie est bienvenue partout. Nous avons calculé que pas loin de la moitié des disciplines cliniques devraient être intéressées, y compris les réanimateurs, anesthésistes, urgentistes et médecins pré-hospitaliers.

Le pédiatre devrait être le premier à s'y investir, au vu des situations critiques qu'il vit, poumon et circulation en premier.

Le cardiologue va détecter immédiatement une surcharge interstitielle.

Le pneumologue aura un domaine extrêmement large pour un usage quotidien.

Le chirurgien thoracique contrôlera de nombreux problèmes (lire p. 264, chapitre 27).

Le néphrologue ne devrait plus pratiquer de biopsie rénale aveugle, entre autres facilités.

L'interniste gagnerait du temps et des coûts avec cette discipline.

Le dermatologue commence à voir les vertus de l'échographie haute résolution (20, 50 MHz).

Le médecin de famille pourrait immédiatement détecter si cet enfant, en consultation sur les genoux de sa mère, a une pneumonie ou non, une sinusite. Ou si cet adulte n'a pas quelque anévrisme aortique, parmi cent applications.

Les médecins les plus représentés, numériquement, obscurs hommes et femmes à tout faire de la médecine/chirurgie, opèrent anonymement dans le vaste monde non nanti. Consacrons leur un paragraphe crucial.

Échographie du monde

Nous devrions considérer une particularité frappante de l'échographie. La même approche, valable pour des réanimations sophistiquées de pays opulents (ou de vaisseaux spatiaux) va parfaitement fonctionner dans toutes ces régions désavantagées du globe, où une simple unité radiographique est déjà un luxe. Dans ce cadre, *les mêmes sémiologies échographiques seront utilisées*, avec un appareil non sophistiqué, agissant comme un terminal pour prendre des décisions thérapeutiques.

Tous les médecins impliqués dans les lieux austères, les drames massifs (tremblements, tsunamis, déplacements massifs de populations) et d'autres domaines vont découvrir un potentiel impressionnant...

Nous devons féliciter le WINFOCUS et ses fondateurs infatigables, Luca Neri, Enrico Storti, Mike Blaivas comme membres initiateurs, et tellement d'autres noms que ce livre deviendrait soudainement trop lourd... Nombreux sont déjà introduits dans des chapitres précédents. Dans le large domaine de la médecine critique, le WINFOCUS a hissé notre esprit de 1992 afin de considérer l'échographie comme un outil pour une médecine visuelle à travers toutes les parties de la médecine et du monde.

Notre prochaine édition va rapporter notre expérience d'une détection précoce d'anomalies pulmonaires chez les enfants de ces régions aux ressources limitées.

Échographie dans l'espace

Tandis que de nombreux Terriens ont à faire face à une vie difficile sur Terre, d'autres sont destinés à faire de longs voyages interplanétaires (ce qui peut initier d'autres difficultés). Une unité échographique portable est une opportunité unique pour diagnostiquer un désordre potentiel qui peut influencer sur une prise en charge sur site [14], ou une interruption de la mission.

Tendances futuristes

Un usage thérapeutique de l'échographie avait été évoqué dans les années 1960 [15]. On reparle de ce rôle potentiel dans les accidents vasculaires [16], des pathologies du poumon, du rein, du foie, du pancréas, du sein, des os...

Échographie pour les vétérinaires

Notre recherche de 20 ans s'est révélée utile chez l'être humain. Nous la pensons pleinement extrapolable à l'animal. Généralement, un peu de morphine et beaucoup de larmes sont versées quand un désordre critique survient chez un de nos animaux bien-aimés, sans grand espace pour un diagnostic sophistiqué. Imaginons le bénéfice pour ces êtres qui ne peuvent pas s'exprimer. Notons

que les vétérinaires n'étaient pas les derniers à avoir compris l'intérêt de l'échographie, déjà pour connaître des états de grossesse du bétail par exemple). Ironiquement, depuis 2000, nous utilisons pour nos missions aéronautiques une machine ultraportable du monde... vétérinaire, mais qui nous permet de sauver de temps en temps des vies humaines.

Références

1. Lichtenstein D, Courret JP (1998) Feasibility of ultrasound in the helicopter. *Intensive Care Med* 24: 1119
2. Lapostolle F, Petrovic T, Lenoir G, *et al.* (2006) Usefulness of hand-held ultrasound devices in out-of-hospital diagnosis performed by emergency physicians. *Am J Emerg Med* 24: 237-242
3. Lindelius A (2009) The role of surgeon-performed ultrasound in the management of the acute abdomen. Thesis for doctoral degree (Ph. D) Karolinska Institutet, Stockholm-4. Puylaert JBCM (1986) Acute appendicitis: ultrasound evaluation using graded compression. *Radiology* 158: 355-60
4. Van Gansbeke D, Matos C, Askenasi R, *et al.* (1989) Échographie abdominale en urgence, apports et limites. In: *Réanimation et médecine d'urgence*. Société de Réanimation de Langue Française. Expansion Scientifique Française, Paris, p. 36-53
5. Léone M, Chaumoitre K, Ayem ML, Martin C (2000) Stratégie des examens complémentaires dans les traumatismes du thorax. In: *Actualités en réanimation et urgences*. Société de Réanimation de Langue Française. Elsevier, Paris, p. 329-46
6. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE (2001) Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol* 176: 289-96
7. Soldati G, Testa A, Silva FR, *et al.* (2006) Chest ultrasonography in lung contusion. *Chest* 130: 533-8
8. Schild HH, Strunk H, Weber W, *et al.* (1989) Pulmonary contusion: CT vs plain radiograms. *J Comput Assist Tomogr* 13: 417-20
9. Blaivas M, Brannam L, Hawkins M, *et al.* (2004) Bedside emergency ultrasonographic diagnosis of diaphragmatic rupture in blunt abdominal trauma. *Am J Emerg Med* 22: 601-4
10. Rozycki GS, Ochsner MG, Feliciano DV, *et al.* (1998) Early detection of hemoperitoneum by ultrasound examination of the right upper quadrant: a multicenter study. *J Trauma* 45: 878-83
11. Ter Minassian A, Bonnet F, Guerrini P, *et al.* (1992) Carotid artery injury: value of Doppler screening in head injury patients. *Ann Fr Anesth Reanim* 11: 598-600
12. Marshburn TH, Legome E, Sargsyan A, *et al.* (2004) Goal-directed ultrasound in the detection of long-bone fractures. *J Trauma* 2004 57: 329-32
13. Dulchavsky SA, Hamilton DR, Diebel LN, *et al.* (1999) Thoracic ultrasound diagnosis of pneumothorax. *J Trauma* 47: 970-1
14. Dénier A (1961) Les ultra-sons appliqués à la médecine. L'Expansion Scientifique Française, la Tour du Pin, p. 70-133
15. Alexandrov AV, Mikulik R, Ribo M, *et al.* (2008) A pilot randomized clinical safety study of sonothrombolysis augmentation with ultrasound-activated perflutren-lipid microspheres for acute ischemic stroke. *Stroke* 39: 1464-9

Notre unité échographique petite, compacte (avec la sonde microconvexe de 5 MHz) peut faire une exploration corps entier en quelques minutes. Comment cela marche-t-il en pratique ?

Exploration échographique d'une défaillance respiratoire aiguë

Ce thème a été, dans cette nouvelle édition, débattu dans les chapitres 13 et 20.

Exploration échographique d'une défaillance circulatoire aiguë

Ce thème a été, dans cette nouvelle édition, débattu dans le chapitre 23, mais nous introduisons ici le SESAME-protocol.

Gestion d'un choc extrêmement sévère (arrêt cardiaque imminent)

L'essentiel a été développé dans le chapitre 23. Nous étendons notre *Limited Investigation* à un usage pratique : l'urgence extrême.

Il est correct, d'un point de vue académique, de distinguer le mécanisme d'un choc de son étiologie. L'échographie critique – une sorte d'approche visuelle – offre une réflexion différente chez un patient extrêmement sévère où l'arrêt cardiaque est imminent. Ici, nous trouvons intéressant de prendre tous les éléments en compte, comme ils viennent, c'est-à-dire mécanisme *ou* étiologie, avec une certaine logique. Que l'on trouve des signes d'hypovolémie (petit cœur), *ou* une source majeure d'hypovolémie (hémopéritoine), les deux vont dans

la même direction thérapeutique : un remplissage vasculaire immédiat. Le label de notre protocole se traduirait laborieusement en français, il s'agit de Sequential Emergency Sonography Assessing Mechanism *or* Origin of Shock of Indistinct Cause, à l'origine du poussif SESAMOOOSIC, que nous avons raccourci en SESAME-protocol. Noter la conjonction « *or* », qui indique toute l'essence de ce protocole, qui permet avant tout une prise en charge pragmatique. Le SESAME-protocol remplace le tortueux Personal Examination Regarding Shock Using Adapted Sonography Indicating Origin Or Nature, au nom du SLAM (voir p. 298).

Le SESAME-protocol est utilisé dans l'instabilité circulatoire extrême, un cadre où les considérations académiques peuvent être à double tranchant. Principalement conçu pour les jeunes médecins, mais couramment utilisé par de plus chevronnés, comme l'auteur, il a fait un compromis combinant les situations à la fois les plus fréquentes, les plus aisées à diagnostiquer par l'échographie et les plus accessibles à une thérapie immédiate⁽¹⁾.

Le SESAME-protocol invite à suivre un certain ordre chez un patient en arrêt cardiaque imminent. Tous les cadres sont considérés ensemble (domicile, voie publique, étages de l'hôpital, réanimation), ceci résultant en un ouvrage non inutilement hypertrophié. Le principe est simple : si la situation est critique, les signes sont caricaturaux (avec comme exception le signe du miasme, indiquant que, quand l'embolie pulmonaire est massive, la thrombose veineuse est discrète). Nous suggérons cet ordre (figs 29.1 et 29.2) :

1. Les erreurs usuelles de diagnostic, conduisant à une mort rapide dans la nuit même de l'admission – avec douloureuses remises en question –, étaient fréquentes avant l'ère de cette médecine visuelle, et tournaient autour de quelques possibilités, principalement l'obstruction (embolie, tamponnade), l'hypovolémie (hémorragie, de toute source), plus rarement le pneumothorax, puis tout le reste.

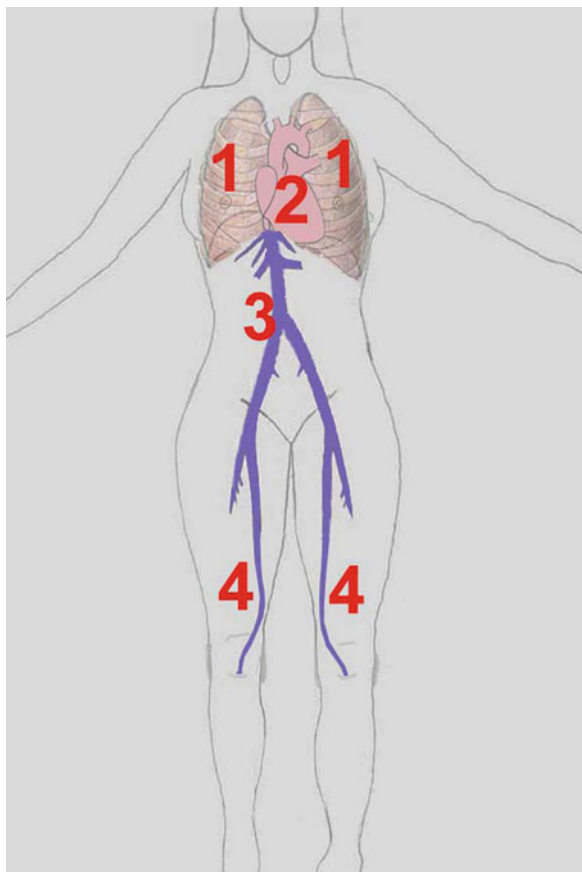


Fig. 29.1 – SESAME-protocole. Un ordre logique suggéré pour évaluer une défaillance circulatoire extrême. Dans le but de l'efficacité, ce protocole rapide combine les signes du mécanisme et les signes de la cause du choc.

1 : vérification des BLUE-points (glissement pleural, artefacts A ou B).
 2 : sonographie cardiaque simplifiée qui analyse (si le cœur est visible) le péricarde, la contractilité du cœur gauche, le volume du cœur droit.
 3 : recherche rapide d'un épanchement majeur dans le péritoine.
 4 : le protocole recherche à présent une thrombose veineuse profonde.
 Ces 4 étapes ont mis le doigt sur les diagnostics de, respectivement : hypovolémie, pneumothorax, tamponnade péricardique, choc cardiogénique, hémopéritoine (soit choc hypovolémique), et embolie pulmonaire... en moins d'une minute, et ont autorisé un remplissage d'extrême urgence. Le SESAME-protocole est réellement un *protocole rapide*.

1. Le premier contrôle doit être fait aux BLUE-points. Un glissement pleural élimine immédiatement le pneumothorax. Un profil A est consistant avec une volémie normale ou basse, et permet déjà un remplissage immédiat dans ce contexte [1]. La détection du profil B doit réfréner un remplissage immédiat (en dehors de situations particulières).
2. Le second contrôle est pour le cœur. S'il est visible, une hypercontractilité ventriculaire gauche va encore vers un remplissage, une hypocontractilité vers un inotrope (associée à un profil B, le choc cardiogénique est envisagé).

3. Un épanchement péricardique substantiel dans ce contexte signifie tamponnade péricardique (ne pas suivre cette spéculation va faire plus de mal que de bien – et la visualisation de chambres droites collabées déplace dramatiquement cette spéculation vers une réalité).
4. Une dilatation du cœur droit invite à la recherche d'une thrombose veineuse en premier (tout en demandant déjà à l'infirmière de préparer un fibrinolytique).
5. L'absence de fenêtre cardiaque immédiate est une éventualité. Au bout de 15 secondes d'essai, le SESAME-protocole doit abandonner le cœur immédiatement (quitte à y revenir plus tard, chez un patient alors en début de stabilisation), abandonnant par là même l'idée d'avoir un mécanisme de choc, et il cherche à présent une cause : épanchement péritonéal substantiel. Une telle découverte mène encore vers un remplissage, mais est toutefois redondante : l'infirmière est déjà en train de préparer le remplissage, en accord avec le profil A pulmonaire initial. Nous essayons de voir l'aorte abdominale (un anévrisme dans un tel contexte est synonyme d'hypovolémie aiguë). Voir note sophistiquée plus bas.
6. Le balayage veineux est fait avant la recherche d'épanchement péritonéal si un ventricule droit élargi avec profil A a pu être vu entre-temps. Notre *protocole rapide* utilise la technique du papillon (voir p. 103) et inclut le point fémoral commun, le point V au canal des adducteurs s'il n'y a pas de trou, et au point jugulaire interne ou iliaque s'il y a un trou local (de cathétérisme récent), suivant le CLOT-protocole (sera décrit dans une prochaine section sur l'embolie pulmonaire). Nous conseillons à l'opérateur de ne pas dépenser trop d'énergie pour la recherche d'une thrombose flottante dans la veine cave inférieure : pour sûr, cette veine chez un tel patient est libre à présent.
7. Si le premier balayage de sonde a montré des fusées pleurales disséminées, nous estimons que le problème n'est pas relié à une précharge basse. Un ventricule gauche hypocontractile commande un inotrope. Sans orientation clinique ou échocardiographique, nous étendons l'analyse au poumon, au PLAPS-point. Une consolidation pulmonaire massive, un épanchement pleural massif indiquent vraisemblablement un choc hypoxique, commandant l'oxygénation massive et l'intubation, avant tout. Le remplissage est parfois requis (un poumon soudainement blanc signifie que des litres de liquide ont envahis les poumons – des litres qui ont quitté le compartiment vasculaire).

Fig. 29.2 – Arbre décisionnel du SESAME-protocol.

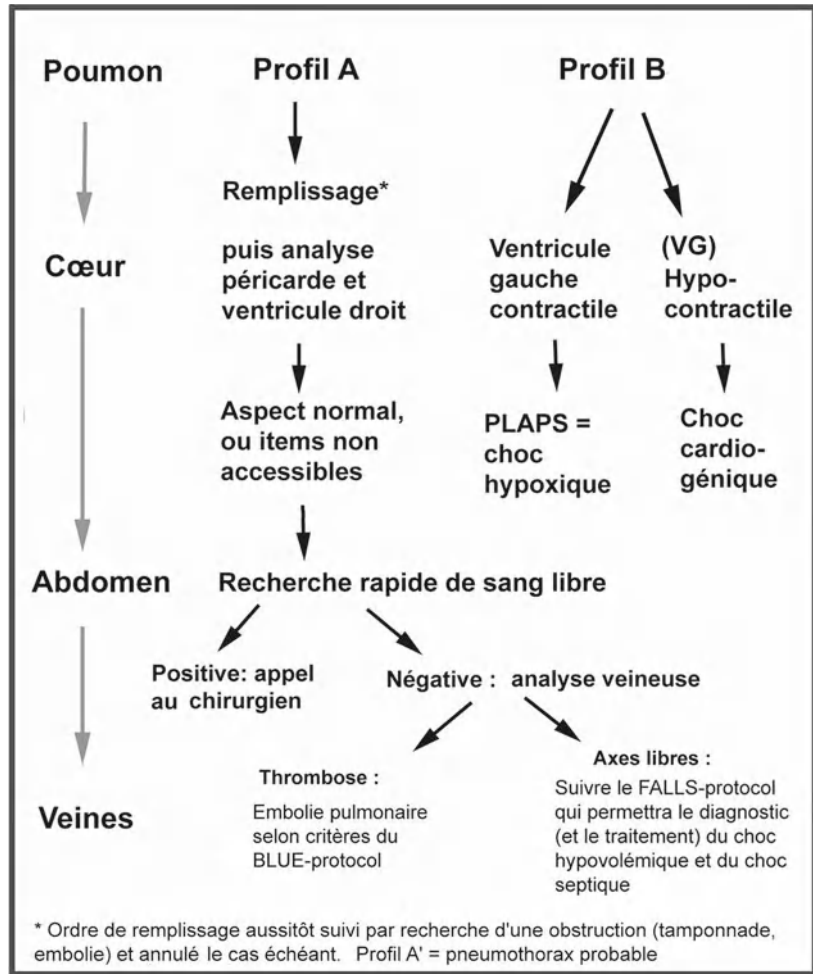
Développement du SESAME-protocol sous forme d'arbre. Les points importants à voir sont les suivants.

1) Dans l'urgence extrême, le poumon doit être prioritaire, car la fenêtre est toujours disponible d'emblée, et l'information obtenue en moins de 10 secondes.

2) Si le cœur n'est pas rapidement visible, le capteur se déplace à la recherche, non pas du mécanisme, mais de la cause du choc (hypovolémie, embolie...).

3) La note de bas (*) indique la philosophie de ce protocole rapide. Le temps que l'infirmière prend à installer le remplissage est mis à profit pour chercher une rare tamponnade, ou une embolie, et il est toujours temps d'annuler ce remplissage, alors inutile.

4) Certains opérateurs seront libres de suivre l'ordre du SESAME-protocol pour des états de choc moins sévères (le Limited Investigation, prévu pour ces cas, débute en principe par le cœur).



Le temps pour cette exploration – dans les meilleures conditions – doit être, par l'usage de notre système (une machine bien pensée, une seule sonde, notre produit de contact, etc.) inférieur à une minute. S'il est non contributif, ce protocole peut être élargi.

Nous pouvons aussi chercher le mécanisme du choc (pour simplifier, nous n'évoquons que les grands types). Résumons l'esprit du chapitre 23 :

Choc obstructif

Ce terme en tant que tout est un peu artificiel pour qui utilise l'échographie, puisque deux conditions opposées sont mises ensemble. Un ventricule droit collabé par un épanchement péricardique abondant ne crée pas de difficulté majeure pour diagnostiquer la tamponnade. Un ventricule droit élargi avec surface pulmonaire normale (profil A) plaide pour l'embolie pulmonaire. La relevance de la fibrinolyse

« aveugle » dans l'arrêt cardiaque imminent devrait être enrichie avec l'information obtenue au niveau pulmonaire.

Choc cardiogénique

La présentation usuelle est un profil B avec hypocontractilité ventriculaire gauche.

Choc hypovolémique

Il montre un profil A, un petit ventricule gauche hypercontractile, des veines aplaties. Le SESAME-protocol va associer un site liquidien (saignement majeur, sites multiples de fluide séreux, séquestration de fluides digestifs).

Choc septique

Dépendant du stade, le cœur peut être hypo- ou hypercontractile. Le profil pulmonaire est de type A si le poumon est indemne. S'il est la cause du choc, il peut présenter un profil B (prévenant en théorie d'un remplissage), B', C, A/B, ou encore A plus PLAPS.

Choc anaphyllactique

Il ne soulève habituellement pas de problème diagnostique. Il associe un profil A, un ventricule gauche hypercontractile et des veines pleines.

Note mineure : et à propos du « ABCDE management » ?

Nous ne suivons pas ce protocole populaire, encore au nom du SLAM, pour les raisons données page 299 du chapitre 30.

Note sophistiquée : rechercher un saignement péritonéal avant la thrombose veineuse n'est pas pleinement logique, car ça ne change pas la thérapie immédiate, ordonnée au vu du profil A (remplissage). Toutefois l'abdomen est sur le chemin, et un saignement péritonéal responsable d'un choc critique est supposé être substantiel. Surtout, trouver une thrombose veineuse associée à une effusion péritonéale devrait amener à quelque réflexion : peut-être ce patient était déjà sous héparine (pour quelque embolie documentée), et se retrouve... en hémorragie iatrogène. Aucun protocole ne peut être logique à 100 %.

Échographie dans l'arrêt cardiaque

L'arrêt cardiaque est une issue majeure de la vie. La meilleure médecine est d'anticiper les situations illégitimes d'arrêt et de respecter les situations terminales. Face à un arrêt cardiaque, notre rôle est de reconnaître une cause réversible, comme souligné par les recommandations de l'ACLS (qui toutefois ne précisent pas l'aide de l'échographie jusqu'à nouvel ordre).

Ici, sonographie cardiaque simplifiée et SESAME-protocol sont utilisés dans leur concept le plus ciblé : l'échographie critique simple transcendant la réanimation de l'arrêt cardiaque. Ce concept peut sonner fort, mais les termes ont été pensés pour bien appuyer

sur le fait que, quand chaque seconde compte, il nous semble correct de laisser notre sens clinique au second plan, juste le temps de quelques coupes. Le patient bénéficie immédiatement de diagnostics salvateurs : hypovolémie, pneumothorax, tamponnade péricardique, embolie pulmonaire... L'échographie jouera un rôle modeste ou nul dans les autres causes : infarctus myocardique, hypoxie (mais il n'est point besoin de l'échographie pour administrer l'oxygène à un arrêt cardiaque), hypothermie... Le tableau XXIX.I situe cette approche par rapport aux protocoles décrits auparavant.

Tableau XXIX.I – Logique séquentielle de nos protocoles en fonction de la situation.

Protocole	Séquence soumise à échographie	Indication
BLUE	Clinique -> poumon -> veines	Défaillance respiratoire aiguë
Limited Investigation (incluant le FALLS-protocol)	Clinique -> cœur simple -> poumon -> veines (si besoin)	Défaillance circulatoire aiguë
SESAME	Clinique -> poumon -> cœur simple -> reste	Défaillance circulatoire extrême
ECSTRAC	Poumon -> cœur simple -> reste -> clinique	Arrêt cardiaque

Pratiquer une échographie en cours d'arrêt cardiaque n'était pas dans la plupart des esprits quand nous parlions de cette éventualité dans notre édition de 1992. La sonographie cardiaque simplifiée que nous utilisions à cette période est à présent solidement popularisée sous des labels élégants, RACE, FEER, FATE, FOCUS, etc., montrant tout l'intérêt que la communauté a pris à ce concept.

L'arrêt cardiaque n'est pas un cadre favorable pour des études bien désignées avec des gold standards solides. Il y a peu de place pour une médecine basée sur l'évidence, mais des signaux forts sont perceptibles [2]. Faute de séries randomisées, on doit essayer de saisir ces informations sans preuves précises, avec un esprit critique majeur mais pas trop rigide. Notons que la gestion même de l'arrêt cardiaque, qui se souhaite standardisée, est encore quelque peu opérateur-dépendante – avec constamment de nouvelles propositions de modalités qui augmentent la confusion.

La sonographie cardiaque simplifiée ne sera pas utile au docteur tranquille et sûr de sa culture clinique face à un arrêt cardiaque. Elle est destinée aux jeunes intensivistes qui font face à des cas difficiles. Nous avons perdu un temps majeur pour

essayer d'expliquer que cet usage ne signifiait aucunement perte de temps – hélas de nombreux médecins ayant à l'esprit ces encombrantes machines qu'il fallait amener sur la scène, allumer avec d'incomptables minutes de démarrage, faire le tri entre ces multiples sondes, faire le réglage, etc., n'étaient pas allés plus loin dans le dialogue... Un tel usage aurait en effet fait définitivement perdre toute chance au patient. Précisément, dans un cadre où chaque seconde compte, nous disposons depuis 1982 de cet appareil mobile sur ses roues, qui s'allumait en quelques secondes, avec la sonde adéquate sur place, sans nécessité d'aucun réglage, et pas de ces modes compliqués distrayant l'utilisateur. Pour l'arrêt cardiaque, une sonde micro-convexe de 5 MHz est parfaite : cœur, poumon, vaisseaux, abdomen. Notre produit de contact fait gagner encore de précieuses secondes. Le protocole développé par Breitzkreutz et ses collègues prend en compte chaque seconde d'action [3].

Quand le débit cardiaque est interrompu, le sang devient visible dans les chambres cardiaques (fig. 29.3). L'utilisateur se focalisera sur une reconnaissance rapide de causes réversibles :

- pneumothorax sous tension avec tamponnade gazeuse. Moins de cinq secondes par poumon est suffisant pour l'éliminer ;
- hypovolémie (profil A, parfois épanchement massif des cavités péritonéale, digestive, pleurale) ;

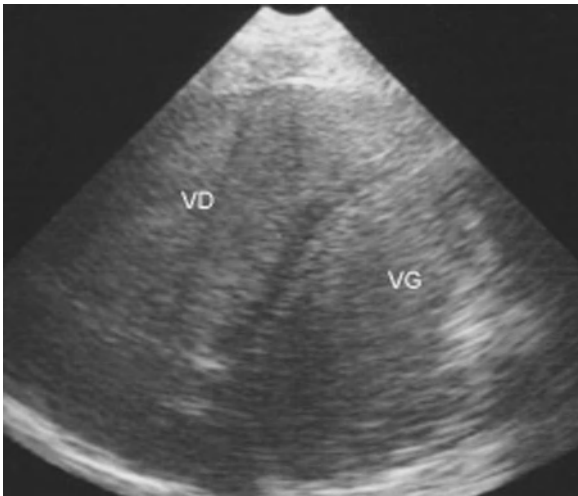


Fig. 29.3 – Sludge cardiaque. Dans cette coupe sous-costale, toutes les chambres ont un contenu écho-gène homogène. Cet aspect de sludge est le résultat immédiat d'un arrêt cardiaque (asystolie hypoxique). Les chambres vont devenir normalement anécho-gène après récupération d'une activité cardiaque spontanée (VD, ventricule droit, VG, ventricule gauche).

- tamponnade péricardique. Même si la cause est rare, la facilité de détection est une raison d'être majeure de l'échographie critique ;

- visualisation d'une dynamique cardiaque chez un patient avec arrêt clinique, sans pouls. Une activité persistante enregistrée à l'ECG définit la dissociation électro-mécanique (dite DEM, mais que nous appellerons PEA, *pulseless electric activity*, plus familière). La PEA demeure un accident sévère [3]. L'échographie peut distinguer un cœur immobile, ou une vraie PEA (une moitié des cas), d'une persistance d'activité myocardique, appelée pseudo-PEA (l'autre moitié). Le cœur dansant, le collapsus systolique pariétal sont des cas de pseudo-PEA. La moitié des cas de pseudo-PEA peuvent bénéficier du retour à une circulation spontanée ;

- confirmer une asystolie : cœur immobile, incluant la vraie PEA, de pronostic sévère, comme montré dans la série de Blaiwas *et al.* [4] ;

- reconnaître quelques causes d'arythmie : bloc auriculo-ventriculaire de haut degré. Une activité auriculaire indépendante de l'activité ventriculaire est caractéristique. La fibrillation ventriculaire pourrait simuler l'asystolie à l'ECG et donner à l'échographie un myocarde tremblant. Dans la tachycardie ventriculaire, l'observation semble montrer des contractions ventriculaires à peine détectables. La torsade de pointe semble donner des contractions plus marquées. Clairement, de nombreux autres signes potentiels existent ;

- comme typique signe « subtil », le bloc de branche gauche donne un retard de contraction septale ;

- une intubation sélective (glissement gauche aboli sous ventilation à l'ambu, avec pouls pleural gauche... si l'on dispose alors de contractions cardiaques) ou œsophagienne (aucun glissement bilatéral).

L'échographie interventionnelle permet le drainage immédiat d'une tamponnade, d'un pneumothorax, et l'accès veineux central immédiat : simple vérification du calibre favorable, ou ponction écho-guidée. Ce n'est pas le temps pour un cathétérisme traditionnel, mais pour notre protocole-X de sauvetage utilisant le cathéter de 60 mm, décrit page 94 du chapitre 12 et page 255 du chapitre 26. Ce matériel multi-usage est bien sûr à demeure avec l'échographe (une raison de plus pour avoir un chariot, une raison de plus parmi beaucoup pour ne pas trouver un intérêt majeur dans la philosophie de l'ultraminiature). Pour l'utilisateur non expérimenté, la route fémorale est le mieux car le massage peut être maintenu (le pouls artériel sous massage

peut être difficile à détecter). Pour plus expérimenté, moins de 15 secondes sont suffisantes pour l'accès jugulaire interne ou sous-clavier.

Si une sonde d'entraînement électro-systolique doit être insérée, l'échographie assurera l'accès veineux et le guidage de la sonde au sein des cavités cardiaques.

Une fois l'activité cardiaque restaurée, la même information (pneumothorax, hémithorax, tamponnade, accès veineux, etc.) peut être cherchée dans une atmosphère plus calme. Comme nous l'avons vu, tout tourne autour du concept d'être *rapide*, un mot que nous n'aimons pas galvauder. Des lecteurs académiques vont se demander si cet usage de l'échographie va diminuer la mortalité et les séquelles neurologiques de ce drame. Nous laissons la question ouverte, mais disons que notre métier est fait de beaucoup de technique, mais quelque part d'un peu d'émotion. Gérer un arrêt cardiaque en utilisant l'assistance visuelle permet au médecin de voir que tout est fait pour ce patient. Être pris au piège d'un drame réversible crée un autre drame. La réanimation est un dur métier. Tout au long de sa carrière, le médecin utilisant les ultrasons au quotidien démine ces pièges et reste ainsi efficace, pour les nombreux patients qu'il aura à gérer. L'échographie, déjà bardée d'atouts, possède encore celui-ci : nous maintenir jeunes.

Note technique : certains aiment bénéficier d'une artère radiale durant et juste après le massage, afin de distinguer un choc sans pouls d'une PEA [5]. L'approche traditionnelle, qui utilisait une sonde cardiaque pour le cœur, va devoir passer à une sonde vasculaire pour l'artère. Nous estimons ce changement de sonde dangereux en cours d'arrêt. Notre solution simple, nous autorisant à garder la même sonde microconvexe, a été présentée page 247, chapitre 25.

Choc septique

Ce paragraphe est court, puisque toutes les pages précédentes du livre ont traité de ce désordre. Ici, seule une thérapie immédiate et adaptée diminue la mortalité [6-8]. L'échographie critique révèle le site du sepsis au lit (épanchement pleural infecté, collection péritonéale, rupture d'organe creux avec pneumopéritoine, cholécystite aiguë, obstacle biliaire ou urinaire, abcès profond de foie, rate, rein, pancréas, ou même poumon, péricardite bactérienne, végétation endocardique dans la plupart des cas, collections médiastinales, sinusite maxillaire sévère, abcès des tissus mous...). Presque toutes ces découvertes peuvent bénéficier d'une ponction diagnostique

écho-guidée sécurisée sous contrôle visuel, promptement envoyée au laboratoire. C'est la clé pour une thérapie immédiate et adaptée (pas probabiliste) [9]. L'usage de l'échographie critique à l'étape à la fois hémodynamique et diagnostique, changera la prise en charge habituelle du choc septique.

L'embolie pulmonaire: un carrefour

L'embolie pulmonaire est une *guest star* dans ce livre, car elle a l'honneur de figurer aux chapitres 13, 15, 16, 17, 20, 22 et 23. Elle va ici bénéficier d'une synthèse.

Pour ce défi quotidien, évident ici, piégeant là, l'abondance de protocoles trahit le besoin de simplifications. Les tests usuels peuvent générer des résultats erronés [10]. L'usage des D-dimères lève une méfiance croissante. Le scanner spiralé, gold standard, n'est pas à 100 % parfait [11]. Toute aide devrait être étudiée avec intérêt, particulièrement si elle est non invasive.

Les signes échographiques sont rappelés :

Thrombose veineuse. Elle est trouvée dans à peu près 80 % des cas quand on a l'outil approprié appliqué aux sites appropriés.

Profil A. C'est un signe de normalité, hautement suggestif chez un patient avec défaillance respiratoire. Éliminant d'autres causes, ce profil sera dans certains contextes pratiquement synonyme d'embolie.

Épanchement pleural et/ou consolidation pulmonaire (PLAPS), lignes C typiquement. Des signes d'intérêt limité chez le patient en état critique. Nous n'y attachons pas une attention majeure. Bien que fréquentes (52 % dans le BLUE-protocol), elles manquent complètement de spécificité quand on les confronte aux autres causes de défaillance respiratoire. Comme l'infarctus n'a pas le temps de se développer, nous pensons que ces lésions sont surtout dues aux petites atélectasies, secondaires aux altérations de surfactant et au bronchospasme réflexe [12]. Pour la valeur de ces lésions sous-pleurales, revoir la FAQ n° 7, p. 190 du chapitre 20.

Ventricule droit dilaté. La relevance de ce signe est modérée dans la défaillance respiratoire aiguë mais majeure dans la défaillance circulatoire aiguë. Le BLUE-protocol a démontré qu'un patient avec défaillance respiratoire aiguë et un profil A (présentation usuelle de l'embolie) n'a pas de défaillance ventriculaire gauche – puisqu'il n'y a pas d'œdème pulmonaire – et a habituellement la défaillance ventriculaire droite commune à l'embolie, la pneumonie, la BPCO, etc. La place de l'échographie cardiaque peut ainsi être simplifiée, permettant une démocratisation de ce domaine de la médecine.

Embol. Une thrombose délogée, directement visible dans une branche de l'artère pulmonaire, permet le diagnostic direct. Notre approche simple dans des cas privilégiés (voir fig. 22.15, p. 211), ou une échocardiographie traditionnelle, ou une échographie trans-œsophagienne peuvent achever cette tâche [13]. Le chemin le plus direct sera peut-être l'échographie endovasculaire [14], qui pourrait du reste être faite au lit. Noter que l'embolie pulmonaire est rare. L'embolie pulmonaire sans thrombose veineuse est cinq fois plus rare. Nous nous demandons si une telle approche ne pourrait pas être développée par des équipes spécialisées itinérantes (comme pour l'insertion au lit d'un filtre cave, voir chapitre 26, p. 260).

L'un dans l'autre, le BLUE-protocol permet *la plupart du temps* d'éviter le transport de patients instables en salle de scanner, ou d'angiographie conventionnelle, ou pire, d'initier l'héparinothérapie voire la thrombolyse aveugle chez ce patient en choc sans preuve majeure. Trouvant ici une évidence d'embolie, là des diagnostics différentiels (pneumonie, œdème pulmonaire, désordre abdominal avec douleur thoracique...), notre approche simple devrait trouver intérêt chez l'intensiviste.

Nous ouvrons la discussion ici sur un potentiel de l'échographie critique : la possibilité de classer toute suspicion d'embolie pulmonaire vue aux urgences dans quatre catégories :

1. État sévère plus thrombose veineuse visible : risque extrême de mort subite ;
2. État sévère sans thrombose veineuse visible : risque majeur de mort subite ;
3. Bonne tolérance avec thrombose veineuse : risque de mort subite ;
4. *Bonne tolérance sans thrombose veineuse visible.*

Cette dernière catégorie est intéressante car la prise en charge peut être complètement adaptée : voir section suivante.

Cas du patient non sévère venant avec une faible suspicion d'embolie pulmonaire et une échographie veineuse négative

Pour une fois dans ce livre, nous envisageons une situation non critique. Elle concerne par exemple le cas d'une jeune femme avec douleur basithoracique isolée, vue aux urgences.

Nous traitons ici de cette situation car les protocoles traditionnels pourraient faire plus de mal que de bien. La peur du médecin de voir de tels patients soudainement mourir est légitime. Toutefois l'énergie investie dans ce diagnostic – dans le cadre particulier

décrit ici – peut aller jusqu'à l'agressif scanner spirale nocturne (sans prémédication), possiblement l'angiographie pulmonaire, l'héparinothérapie aveugle de nuit, sans compter les conséquences lointaines de l'irradiation... toutes ces conduites se payent par une morbidité établie [15-17].

La loi de Grotowski stipule que quelques instants avant une mort subite venue d'une embolie pulmonaire massive, il y a toujours une thrombose veineuse profonde volumineuse, ilio-cave, flottante, hautement instable – aisée à détecter avec la simple échographie chez un patient avec pas ou peu de plainte thoracique. On disait de la Palice qu'il était encore vivant quelques minutes avant sa mort (en 1525). Habituellement, à ce stade, les gens sont... dans un état de choc extrêmement critique. Pour des drames tels que l'embolie massive, la Palisse (une autre orthographe) aurait possiblement eu raison. L'échographie critique anticipe ces drames.

Ici, le réseau veineux est supposément libre (c'est-à-dire vraiment libre, axes suraux inclus, voir chapitre 13). On doit définir le patient comme ayant une marge de sécurité raisonnable, c'est-à-dire exempt de maladie respiratoire chronique, de dyspnée aiguë majeure, ou de fatigue respiratoire prévisible. La loi de Grotowski (ne cherchez pas ce nom sur Internet) est basée sur la spéculation que grâce à l'échographie simple, de tels patients peuvent être localisés loin en dessous de la ligne de morbidité. La balance entre bénéfices et risques est complètement modifiée ici. Ce qui est raisonnable dans une situation ne l'est plus dans une autre. Ceux qui voudraient exploiter la loi de Grotowski jusqu'à ses limites estimeront simplement qu'un tel patient peut faire une embolie pulmonaire – attendu qu'une *petite* thrombose veineuse a été possiblement manquée. Il présentera au pire une douleur thoracique, *modérée*, avec inconfort *modéré*, c'est-à-dire le temps pour organiser *tranquillement* les investigations usuelles – de préférence une scintigraphie, qui sera appropriée précisément chez ce patient sans désordre pulmonaire (profil nu au BLUE-protocol). Elle peut ici être faite à heure ouvrable, est bien moins irradiante que le scanner spirale : une médecine plus élégante. Le BLUE-protocol donne un nouveau futur à la scintigraphie. Un patient ayant le profil décrit a un risque de mort subite insignifiant, et de toute façon inférieur au danger du scanner spirale à court (accident sur table) et à long terme (irradiation). Entre-temps, une situation non rare peut survenir et clarifier le dossier : une fièvre apparaît, une dégradation des conditions respiratoires indique une pneumopathie

flambante. Envoyer un tel patient au scanner spiralé est vraiment à risque, ce n'est plus l'heure pour le diagnostic de l'embolie.

En résumé, la distinction faite entre embolie pulmonaire sévère et non sévère peut changer la prise en charge du patient. Les signes alvéolaires subtils (que nous appelons lignes C) décrits dans l'embolie pulmonaire non sévère [18] indiquent habituellement, dans l'expérience du BLUE-protocol, une cause infectieuse [19].

Une autre situation fréquente est le patient en réanimation qui présente une possibilité d'embolie acquise, paragraphe suivant.

Cas du patient en état critique avec désordres pulmonaires majeurs préexistants (SDRA) : le CLOT-protocol

Le patient géré pour SDRA, bénéficiant de plusieurs voies veineuses centrales, peut faire une embolie pulmonaire à tout moment de son évolution. La présentation clinique est abâtardie par le tableau initial, et le défi est majeur à première vue. Un ventricule droit qui a subi plusieurs jours de SDRA s'est petit à petit entraîné face à cette pression d'aval augmentée en s'hypertrophiant, créant ainsi les conditions pour ne pas s'élargir davantage en cas d'embolie (opinion personnelle). De la sorte, un ventricule droit épaissi, juste légèrement élargi, n'est pas de contribution majeure. Les D-dimères ne sont pratiquement jamais négatifs dans un SDRA. Transférer au scanner à la moindre dégradation n'est en général pas envisageable.

Même l'échographie pulmonaire est en défaut, ne montrant presque jamais un profil A, mais le plus souvent des profils B, B' ou C.

On sait depuis longtemps la fréquence des thromboses veineuses après cathétérisme [20]. Le CLOT-protocol propose une nouvelle approche, raisonnable, pour le diagnostic d'embolie chez de tels patients. Évoqué au chapitre 13, le CLOT-protocol (*Catheter-Linked Occult Thromboses protocol*) exploite la loi de Grotowski. Il est défini par l'application quotidienne de la sonde sur les zones qui présentent des trous de cathétérismes récents ou actuels. La gêne générée par le pansement d'un cathéter est fortement minimisée par l'emploi de notre sonde microconvexe, et par l'emploi d'occlusions souples écho-transparentes. Un ou plus des six sites usuels (sous-clavier, jugulaire, fémoral) est vérifié, ce qui ne prend que quelques secondes par site. Le CLOT-protocol est pratiqué en routine, ou à l'occasion d'une dégradation aiguë. Quand une thrombose profonde est trouvée au cours d'un CLOT-protocol, on dit que le protocole est activé. Le médecin est encore libre de traiter ou non. Un CLOT-protocol est défini comme positif par la disparition soudaine, dans les 24 heures, d'une thrombose précédemment détectée. La physiopathologie basique nous enseigne qu'une thrombolyse physiologique requiert de nombreux jours pour dissoudre un caillot. Face à un protocole positif, le médecin est invité à considérer que le diagnostic d'embolie pulmonaire est hautement suggéré – pas ne pas dire plus. La figure 29.4 résume le CLOT-protocol.

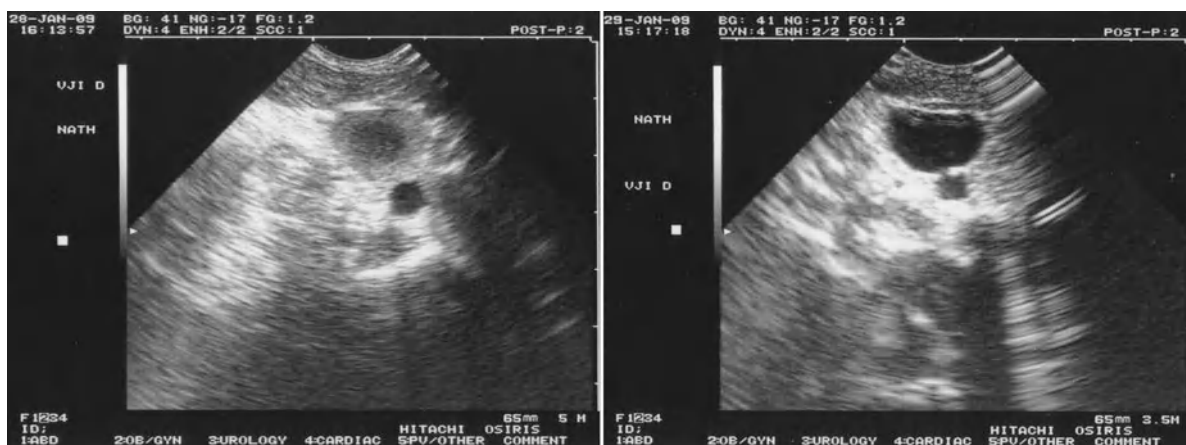


Fig. 29.4 – Le CLOT-protocol. Balayage transverse du cou, jeune femme avec SDRA. *Gauche* : une thrombose jugulaire interne massive est visible. Le temps réel a montré des mouvements à l'intérieur de cette thrombose. La moindre compression a été soigneusement évitée : cet aspect était diagnostique (c'est-à-dire gold standard, à notre opinion).

Droite : même patiente, même coupe, 24 heures après. Nous ne sommes pas sûrs qu'une fibrinolyse physiologique puisse dissoudre une telle thrombose occlusive dans ce court délai. Nous pouvons seulement spéculer que le caillot massif de l'image de gauche est à présent ailleurs.

Notre prise en charge clinique éclairée par l'échographie utilise, une fois de plus, le principe de simplicité.

SDRA

Le SDRA est en pleine crise (quelles définitions, quelle fréquence réelle de chaque type, quelles thérapies, quel pronostic, etc.) et c'est une opportunité pour offrir au patient une échographie pulmonaire au lit. La base physiopathologique de l'échographie pulmonaire dans le SDRA a été traitée au chapitre 20 (p. 189).

Les arguments échographiques en faveur du SDRA (contre l'œdème pulmonaire hémodynamique) sont, rappelons-le, glissement pleural aboli (profil B'), fusées pleurales unilatérales antérieures (profil A/B), localisation antérieure de consolidation (profil C), ou absence de fusées pleurales antérieures (profil A). Le profil B, trouvé dans 97 % des cas d'œdème pulmonaire hémodynamique grave, est vu dans seulement 14 % des cas de SDRA débutant [19]. Le glissement pleural est aboli dans 33 % à 40 % des cas.

L'échographie permet de comprendre et d'évaluer la maladie. Chacun des désordres principaux (consolidations pulmonaires, modifications interstitielles, épanchements pleuraux, et pneumothorax) bénéficie d'une approche qualitative et quantitative, comme détaillé aux chapitres 14-18. Des lignes B3 sont corrélées avec des zones en verre dépoli [21], une notion d'intérêt pour ces intensivistes qui adaptent la gestion en fonction de cet aspect (étude en progression).

L'échographie permet de contrôler chaque composant de la maladie.

- Le pneumothorax est immédiatement géré.
- Un épanchement pleural peut être retiré à volonté.
- Un micro-organisme isolé de cette ponction pleurale a valeur formelle.
- Le volume de la consolidation rétrécit sous thérapie à base de recrutement alvéolaire. Nous n'entrons pas dans le débat de savoir si ce recrutement est bon ou non (en termes de génération de défaillance ventriculaire droite aiguë, interférence septale, gêne à la circulation coronaire droite, etc.). Ceux qui veulent recruter peuvent bénéficier de cette méthode visuelle au lit. L'échographie pour éviter la surdistension est sous étude.

- L'amplitude du glissement pleural peut être mesurée (voir section « Évaluation de l'expansion pulmonaire », p. 153).



Fig. 29.5 – Deux dogmes. Cette simple figure invalide simultanément deux dogmes, qui stipulent que l'air aussi bien que l'os sont des obstacles absolus pour l'échographie. Au sommet de l'image, l'omoplate (*flèches supérieures larges*). Les *flèches intermédiaires* indiquent les côtes. Les *petites flèches du bas* indiquent la ligne pleurale. Naissant de la ligne pleurale, une consolidation pulmonaire est parfaitement identifiée par le signe du fractal (*flèches verticales*). Même des mesures peuvent être prises : cette pièce de consolidation, de type ligne C, est épaisse de 1,2 cm (index de consolidation à peu près 1). SDRA sur pneumonie chez un patient de 35 ans en décubitus ventral.

- Il sera bientôt possible de spécifier quel patient devrait bénéficier de la mise en décubitus ventral. Anticipant de nombreux rejets et une perte de temps chiffrable en années, nous offrons le principe de notre étude en progrès, pour le seul bénéfice des patients. Si un syndrome interstitiel diffus n'est pas associé à une consolidation pulmonaire postérieure substantielle, cette lourde manœuvre pourrait ne pas être bénéfique. Les patients lobaires (assumant profil A plus PLAPS) pourraient eux en bénéficier. Chez un patient en décubitus ventral, l'échographie reste faisable, le patient bénéficiant d'une analyse standardisée postérieure (voir fig. 14.6, p. 118). Une approche trans-scapulaire est parfaitement possible (fig. 29.5).

L'ensemble de ces simples interventions pourrait optimiser la survie du patient, ou une sortie plus rapide de la réanimation.

Fièvre en réanimation. Le Fever-protocol

Une fièvre, ou toute manifestation occulte de sepsis (défaillance circulatoire, hépatique, rénale, rétention liquidienne, fonte musculaire, etc.) est une situation quotidienne en réanimation. Cholés-tase, occlusion, œdème des membres inférieurs – ou supérieurs... sont autant d'autres misères qui



Fig. 29.6 – Thrombose veineuse humérale. Thrombose complète chez une patiente de réanimation avec fièvre inexpliquée (têtes de flèches). Le diagnostic est : structure tubulaire, aspect écho-gène, image incompressible, artère satellite (non figurée ici), continuité avec la même structure tubulaire, anéchogène et compressible... Pour une fois, coupe longitudinale du bras. Noter que c'est une sonde microconvexe de 5 MHz qui est ici utilisée. Chez le patient trop mince, pour les équipes qui n'ont pas de sonde vasculaire, quelque bloc bon marché de *tofu* va créer l'interposition acoustique adéquate.

attendent le patient. Toutes ont un point commun : une place majeure pour une simple échographie.

Il n'y a pas d'acronyme dans « Fever-protocol ». Ceux qui sont friands d'acronymes pourraient l'appeler le FICUS-protocol (*Fever in Intensive Care Unit Sonography*). Les 280 pages précédentes ont montré comment rapidement trouver une cause de fièvre.

On peut une fois de plus utiliser la méthode du bulldozer, soit un balayage cranio-caudal, pour trouver le site :

- anecdotique : nerf optique (processus infectieux intracérébral générant une HTIC) ;
- quotidien : sinusite maxillaire ;
- quotidien : thrombose veineuse jugulaire interne, sous-clavière, iliaque. C'est le CLOT-protocol, utilisé ici non pas dans le cadre de l'embolie pulmonaire, mais dans l'investigation de la fièvre ;
- à l'occasion : extension aux veines du bras (fig. 29.6) ;
- quotidien : poumon, particulièrement le PLAPS-point. Le poumon et l'espace pleural sont des sites familiers d'infection chez le patient réanimé [22] ;
- anecdotique : endocardite ;
- classique mais en fait rare : cholécystite ;
- assez rare mais de documentation immédiate : complication digestive, péritonite, pneumopéritoine.

Partant par exemple d'une fièvre avec douleur de l'hypocondre droit, un itinéraire familier montre

une vésicule biliaire normale, un foie homogène et des veines sus-hépatiques dilatées. Sans changer la sonde de place, ceci commande une recherche de ventricule droit dilaté, qui, positive, invite à aller sur le site de cathétérisme jugulaire, y détectant une thrombose veineuse encore présente. La douleur était simplement un foie cardiaque aigu, et sera simplement soulagée par une prompte héparinothérapie. Le Fever-protocol aura démontré en moins d'une minute que cette fièvre était d'origine embolique.

L'anurie était une situation traitée dans tout un paragraphe dans notre précédente édition. Elle nécessite simplement la recherche première d'une obstruction de sonde, et, si négative, l'investigation d'un choc.

D'autres causes de fièvre (escarres) ne sont pas du ressort de l'échographie.

Une exploration routinière peut dessiner une « photographie échographique » qui, comme un examen physique, détecte de nouvelles altérations. Le CLOT-protocol est une application typique de ce concept.

Autres contributions de l'échographie de routine dans un séjour prolongé en réanimation

Nous excusant pour l'usage de multiples abréviations (dans le but d'une communication rapide), nous avons vu le rôle du BLUE-protocol (défaillance respiratoire), du FALLS-protocol (défaillance circulatoire), du CLOT-protocol (embolie pulmonaire), du SESAME-protocol (arrêt cardiaque imminent), et du FEVER-protocol (fièvre). D'innombrables autres situations peuvent être révélées par la simple échographie : pneumothorax inopiné ou œdème pulmonaire sous machine, obstacle urinaire, dénutrition...

Étiqueter tous ces usages, au nom du SLAM (voir p. 298) en une locution, permettrait de faire une médecine plus simple. Pourquoi pas un « ULTRASOUND-protocol », pour en finir ?

Abord difficile des voies aériennes, sevrage difficile de patients ventilés

Ce point a été évoqué aux chapitres 14-20... L'intubation œsophagienne est un diagnostic clinique, confirmé en quelques secondes (voir chapitre 24, p. 245). Dans l'intubation sélective, un pouls

pleural est immédiatement visible [23], la coupole gauche est immobile tandis que la droite a une amplitude exagérée. Ce potentiel se répand petit à petit [24]. L'échographie peut encore aider autour d'une trachéotomie [25-26].

Pour ce qui concerne le sevrage, l'échographie peut détecter les conditions suivantes, toutes pouvant être radio-occultes : syndrome interstitiel diffus (de surcharge ou de surinfection). Épanchement pleural. Consolidation pulmonaire. Pneumothorax. Dyskinésie phrénique. Thrombose veineuse (de tout territoire), une source d'embols petits mais itératifs. Épanchement péritonéal substantiel (créant une hyperpression abdominale obérant l'excursion phrénique). Sinusite maxillaire (une possible source de pneumonie). Un œdème des cordes vocales, un œdème laryngé sont des sources de drames post-extubation (stridor). Le stridor compliquerait de 2 % à 15 % des extubations [27]. Le test de la fuite a une bonne valeur prédictive négative mais une pauvre valeur prédictive positive. La mesure de la largeur de la colonne d'air échographique devrait identifier les patients à risque.

Exploration d'une douleur thoracique

La douleur est supposée intense puisque le patient est vu par l'intensiviste. Pour le syndrome coronarien aigu, cause principale, il faut une haute expertise de l'échographiste. Heureusement, il y a d'autres outils, surtout l'ECG habituellement prescrit dans de tels cadres. Ce syndrome à part, la majorité des désordres donnant une douleur thoracique donnent des signes caractéristiques, décrits dans les chapitres 13 à 21. Les gros vaisseaux (embolie pulmonaire, dissection aortique, anévrisme aortique, traumatisme aortique), d'autres tubes vitaux (rupture trachéale, rupture œsophagienne), l'enveloppe du cœur (péricardite), le poumon (pneumonie), son enveloppe (pneumothorax, pleurésie), la paroi thoracique (fracture de côte) sont tous écho-décelables.

Définir la cause d'un désordre abdominal

Presque tous les syndromes abdominaux douloureux majeurs donnent des signes échographiques. L'échographie peut souvent remplacer le scanner pour indiquer la chirurgie. L'utilisateur

est libre d'utiliser n'importe quel ordre, en voici un méthodique.

La paroi

Un hématome ou un abcès pariétal peuvent simuler une urgence intra-abdominale.

Le péritoine

L'analyse peut détecter un pneumopéritoine, une péritonite, un hémopéritoine.

Le tube digestif

De nombreux items sont accessibles : péristaltisme (infarctus mésentérique), épaissement de paroi (colite pseudomembraneuse), calibre des anses (occlusion), gaz intrapariétal (pneumatose bulleuse), gaz intrahépatique (infarctus mésentérique), réplétion gastrique (dilatation gastrique aiguë), et détection d'un contenu liquidien (séquestration avec hypovolémie).

Autres organes creux

Cholécystite, angiocholite, obstacle du système urinaire supérieur et globe vésical sont des diagnostics possibles.

Organes pleins

Les abcès de foie et de rate sont souvent diagnostiqués. La pancréatite aiguë donne des signes dans les meilleurs cas.

Vaisseaux

L'anévrisme aortique abdominal rompu est un diagnostic prioritaire.

La thrombose veineuse mésentérique est parfois aisée à détecter.

Rétropéritoine

Un hématome rétropéritonéal est un diagnostic basique mais qui requiert quelque expertise.

Désordre thoracique avec expression abdominale

Pneumothorax, épanchement pleural, pneumonie et quelques cas d'infarctus myocardique peuvent, cliniquement, confondre avec des urgences chirurgicales abdominales.

Exploration d'une déglobulisation aiguë

Dans l'anémie aiguë avec signes de choc, l'échographie a un accès rapide à tous les sites d'hémorragie. Hémothorax, hémopéritoine, hémopéricarde, hématome capsulaire (foie, rate, reins), hématome rétropéritonéal, hématome des tissus mous, même hémorragie digestive avec inondation gastrique ou intestinale, et bien sûr chez le polytraumatisé des sites modestes mais multiples (fracture bi-fémorale, etc.) permettent rapidement le diagnostic de choc hémorragique. L'étape suivante, si nécessaire, est de confirmer la nature de l'effusion avec une ponction sécurisée. Un balayage échographique normal amène à l'esprit d'autres causes de chute en hémoglobine (hémodilution, hémolyse, etc.).

Dans l'hémorragie gastro-intestinale, l'échographie n'est pas obligatoire, mais le lecteur peut juste imaginer les aides suivantes :

- diagnostic précoce de choc hypovolémique (chap. 23) ;
- diagnostic précoce d'hémorragie digestive, avant toute hémorragie extériorisée (chap. 6) ;
- insertion d'un cathéter veineux (central mais immédiat) chez un patient sévèrement hypovolémique (chap. 12) ;
- diagnostic de varices œsophagiennes, de cirrhose, signes indirects d'ulcère gastro-duodéal (chap. 6) ;
- guidage pour l'insertion d'une sonde de Blakemore (chap. 6) ;
- détection précoce de complications générées par la sonde de Blakemore : rupture œsophagienne, avec épanchement pleural gauche complexe (chap. 15), pneumothorax gauche (chap. 18) ;
- détection d'un anévrisme aortique abdominal (chap. 11), avec fuite dans le tractus digestif, un cas rare mais une urgence absolue ;
- détection d'une cardiomyopathie dilatée énoloïque (chap. 22), association non rare, qui peut résulter en une pauvre adaptation à une hypovolémie aiguë ;
- monitoring du contenu gastrique (chap. 6).

Contrôle de la douleur

Même dans un ouvrage dédié à l'échographie critique, il n'est pas permis d'occulter cet avantage sans appel de l'échographie. Nous remercions le Dr Aurilio, car notre discussion avait éclairé ce point basique.

Déjà, elle permet de conforter des diagnostics immédiats. Avant, le patient arrivait aux urgences en se tordant de douleurs viscérales, devait attendre l'examen du premier docteur, puis du chirurgien, puis du radiologue, qui concluait sur son échographie qu'il y avait trop de gaz et qu'il fallait un scanner, était transporté dans un hôpital équipé de scanner, et revenait aux urgences avec un diagnostic de perforation. Durant cette période d'observation, la morphine était interdite. Ces temps sont derrière nous. Le sono-intensiviste fait immédiatement le diagnostic de pneumopéritoine, demande à l'infirmière d'injecter promptement la morphine et demande au chirurgien de pratiquer la laparotomie.

Ensuite, toute procédure, quand elle est écho-assistée (accès veineux, ponction pleurale, etc.) est faite proprement, en un temps, et ceci participe au confort du patient.

Enfin, le bloc nerveux, écho-assisté, est une avancée récente (voir p. 249). Nous allons essayer de ne pas montrer d'émotion en observant qu'elle est, apparemment, directement liée à l'explosion commerciale du marché du laptop – alors que les appareils étroits (hauts mais étroits), mobiles, auraient pu faire l'affaire depuis bien longtemps.

Grossesse et soucis aigus

Nous allons finir par cette situation en apparence difficile. La possibilité d'une grossesse chez une patiente en état critique est soulevée au chapitre 9. Une fois que nous avons cette information, c'est le moment ou jamais de soigneusement lire le manuel de l'utilisateur de l'échographie. Cette méthode non invasive doit être considérée comme l'outil donnant une réponse décisive, et non plus ce vague test de « débrouillage » nécessitant confirmation.

La liste des complications qui peuvent être directement vues avec l'échographie seule est édifiante.

Cette jeune patiente peut développer une pneumonie (d'aspiration ou nosocomiale), qui est reconnue, quantifiée et contrôlée sous thérapie. Les radiographies mal définies et répétées sont évitées.

Un épanchement pleural est directement drainé. Il n'est pas besoin de radiographies diagnostiques ou même de scanner, de radiographie de contrôle après ponction pleurale. Certaines des complications (pneumothorax après ponction pleurale aveugle) qui entraînent d'autres modalités d'imagerie irradiante, sont aussi largement diminuées.

Si une intubation est nécessaire, l'intubation sélective est éliminée (et donc la radiographie de contrôle).

Le pneumothorax iatrogène (s'il a jamais lieu) peut être drainé et suivi sans les procédures traditionnelles.

Un cathéter sous-clavier est sereinement inséré, et les radiographies de contrôle, ou pour gérer diverses complications, sont évitées.

La position correcte de la sonde gastrique est vérifiée.

Des complications abdominales telles que la perforation d'un organe creux, une péritonite, etc. amènent la patiente au bloc opératoire directement, évitant ainsi les radiographies d'abdomen, peu informatives, ou le scanner, irradiant.

Les thromboses veineuses, une dyspnée aiguë due à une embolie pulmonaire bénéficient directement d'héparine, réduisant le besoin pour la phlébographie ou le scanner spiralé.

La recherche de sinusite maxillaire ne passe plus par le scanner.

Le cas particulier d'une grossesse démontre que l'échographie peut ouvrir le chemin à une médecine réellement visuelle.

Références

- Lichtenstein D, Mezière G, Lagoueyte JF, *et al.* (2009) A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest* 136: 1014-20
- Salen P, O'Connor R, Sierzenski P *et al.* (2001) Can cardiac sonography and capnography be used independently and in combination to predict resuscitation outcomes? *Acad Emerg Med* 8: 610-5
- Breitbart R, Walcher F, Seeger FH (2007) Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med* 35: S150-61
- Blaivas M, Fox JC (2001) Outcome in cardiac arrest patients found to have cardiac standstill on the bedside E.R. department echocardiogram. *Acad Emerg Med* 8: 616-21
- Soleil C, Plaisance P (2003) Management of cardiac arrest. *Réanimation* 12: 153-9
- Cariou A, Marchal F, Dhainaut JF (2000) Traitement du choc septique: objectifs thérapeutiques. In: *Actualités en réanimation et urgences 2000*. Elsevier, p. 213-23
- Natanson C, Danner RL, Reilly JM, *et al.* (1990) Antibiotics versus cardiovascular support in a canine model of human septic shock. *Am J Physiol* 259: H1440-H1147
- Rivers E, Nguyen B, Havstad S, *et al.* (2001) Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 345: 1368-77
- Lichtenstein D (2007) Point of Care Ultrasound: Infection Control on the ICU. *Crit Care Med* 35[Suppl]: S262-S267
- Gibson NS, Sohne M, Gerdes V, *et al.* (2008) The importance of clinical probability assessment in interpreting a normal D-Dimer in patients with suspected pulmonary embolism. *Chest* 134: 789-93
- Goodman LR, Curtin JJ, Mewissen MW, *et al.* (1995) Detection of pulmonary embolism in patients with unresolved clinical and scintigraphic diagnosis: helical CT versus angiography. *Am J Roentgenol* 164: 1369-74
- Lichtenstein D, Mezière G (2009). Response to Dr. Reißig & Kroegel' Letter to the Editor. *Chest* 136: 1706-7
- Goldhaber SZ (2002) Echocardiography in the management of pulmonary embolism. *Ann Intern Med* 136: 691-700
- Tapson VF, Davidson CJ, Kisslo KB, Stack RS (1994) Rapid visualization of massive pulmonary emboli utilizing intravascular ultrasound. *Chest* 105: 888-90
- Dalen JE, Alpert JS (1975) Natural history of pulmonary embolism. *Prog Cardiovasc Dis* 17: 259-70
- Stein PD, Henry JW (1995) Prevalence of acute pulmonary embolism among patients in a general hospital and at autopsy. *Chest* 108: 978-81
- Diehl JL (2003) Should we redefine the threshold to initiate thrombolytic therapy in patients with pulmonary embolism? *Réanimation* 12: 3-5
- Mathis G, Blank W, Reißig A, *et al.* (2001) Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism. *Chest* 128: 1531-8
- Lichtenstein D, Mezière G (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE-protocol. *Chest* 134: 117-25
- Chastre J, Cornud F, Bouchama A, *et al.* (1982) Thrombosis as a complication of pulmonary-artery catheterization via the internal jugular vein. *New Engl J Med* 306: 278-80
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, *et al.* (1997) The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 1640-6
- Chastre J (2005) Conference summary: ventilator-associated pneumonia. *Respir Care* 50: 975-83
- Lichtenstein D, Lascols N, Prin S, Mezière G (2003) The lung pulse: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 29: 2187-92
- Chun R, Kirkpatrick AW, Sirois M, *et al.* (2004) Where's the tube? Evaluation of hand-held US in confirming ET tube placement. *Prehospital Disaster Med* 19: 366-9
- Sustic A, Kovac D, Zgaljardic Z, *et al.* (2000) Ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a safe method to avoid cranial misplacement of the tracheostomy tube. *Intensive Care Med* 26: 1379-81
- Hatfield A, Bodenham A (1999) Portable ultrasonic scanning of the anterior neck before percutaneous dilatational tracheostomy. *Anaesthesia* 54: 660-3
- Ding LW, Wang HC, Wu HD, *et al.* (2006) Laryngeal ultrasound: a useful method in predicting post-extubation stridor. *Eur Respir J* 27: 384-9

« Un homme dans la main de qui on met un marteau voit soudain beaucoup d'objets ayant besoin d'être enfoncés. »

Mark Twain

Si en a envie, le lecteur peut parcourir ce chapitre dans lequel nous avons inséré des pensées libres sur notre vision de l'échographie critique dans sa récente explosion (en distinguant les aspects scientifiques des aspects commerciaux), comment cadrer quelques lieux communs largement implantés, comment situer l'échographie dans l'approche clinique. Enfin, nous utilisons ce chapitre pour présenter le SLAM.

L'échographie critique, pas un simple copié-collé de la culture radiologique

Nous sommes heureux d'avoir eu cette opportunité d'enrichir la découverte de Dénier et tous les fondateurs de l'échographie [1, 2], par la définition, entre 1986 et 1992, de l'échographie critique [3]. Cette définition a considéré des champs adaptés au patient critique (poumon en premier, nerf optique...), des procédures spécifiques au patient critique (insertion de voie veineuse, etc.), l'approche de champs classiques destinés au patient critique (sonographie cardiaque simplifiée), et surtout une pensée différente, avec l'utilisation par le médecin de l'urgence extrême, sur site, 24 heures sur 24. Cette approche n'était pas un simple copié-collé de la culture radiologique, avec les applications basiques (anévrisme aortique, désordres des voies biliaires...) juste transférées du service de radiologie aux urgences. Notre principale adaptation a été de définir des règles simples, un matériel simple, aussi loin que nous le pouvions sans le moindre compromis pour la sécurité du patient.

L'envol tardif de l'échographie critique : une explication ?

L'échographie critique a été un volcan silencieux durant des décennies, qui a commencé à trembler depuis les débuts 1990 et à présent explose en torrents de lave. Comme la vague qui finit par façonner la falaise, nous avons montré durant des années à ceux qui voulaient bien écouter comment réveiller ce géant assoupi.

Sa préhistoire s'est étendue des années 1950 à 1982. Les pionniers qui créèrent l'échographie médicale étaient des internistes comme Dénier [1], des chirurgiens tel Wild [2]. Mais comme l'outil fournissait une image, cette méthode fut promptement mise dans les mains des experts de l'imagerie médicale. Ils pouvaient utiliser leur art pour créer une discipline sophistiquée, immune aux non-initiés. Tandis que cardiologues et obstétriciens se dépêchaient de s'approprier la méthode, les réanimateurs et urgentistes n'avaient pas d'emblée considéré ce potentiel. L'avènement du temps réel (1974, Henry et Griffith) fut une révolution discrète qui n'avait pas été, une fois encore, remarquée par les réanimateurs – ni par les Académiciens dont le travail est de reconnaître les innovations utiles en médecine et en biologie.

Ceci a initié une période de *blackout* (1982-1989), sans doute la plus étrange, car d'excellentes machines mobiles étaient présentes, mais non exploitées (en dehors à notre connaissance de l'initiative de François Jardin d'équiper sa réanimation d'un appareil à demeure, pour le cœur [4]). Nous n'avons pas d'explication technique à cette période. Voir commentaires plus bas, dans la section sur l'échographie pulmonaire.

Une autre période étrange s'est étendue de 1989 à 2001/2003. Nous avons l'opportunité de travailler depuis 1989 dans cette réanimation prestigieuse. L'équipement en place nous avait permis de définir le domaine de l'échographie critique [3]. Les intensivistes étaient tous les jours capables de mesurer son utilité, mais peu de chose s'était produit au niveau académique. La réanimation (particulièrement médicale) est une discipline prestigieuse, et ces élites maîtrisaient sans doute leur tâche, sans ressentir le besoin d'être meilleures qu'excellentes. Nous avons, il est vrai, créé à l'époque un contraste fort, manipulant une échographie générale (image insolite en 1989, un outil parfaitement inapproprié dans les mains d'un réanimateur), et qui plus est explorant... le poumon... Cette double vision avait possiblement suscité des hésitations dans la communauté, retardant d'autant les choses. Nous avons ainsi à faire un choix critique, consacrer 100 % de notre temps pour soumettre en priorité absolue le moins connu (le poumon) au lieu de promouvoir des domaines lisses (sang libre dans le péritoine). La période de ces soumissions interminables n'est pas terminée.

La période *commerciale* (depuis 2003 à nos jours) a été initiée avec le marché des laptops, qui a rapidement imposé des machines certes peu hautes mais larges, aux urgences. À la recherche d'une reconnaissance de leur dur travail, les urgentistes virent là une opportunité unique d'améliorer leur condition... favorisant un succès explosif... Ce fut une bonne chose dans un sens. Une fois l'échographie dans les mains d'une population appropriée, le contenu de notre vision de 1992 (sang libre dans l'abdomen, mais aussi accès veineux, nerf optique...) fut disséminé dans d'innombrables papiers.

Échographie et lieux communs

Dans aucun autre domaine de la médecine, nous n'avons vu autant de dogmes.

L'opérateur-dépendance

Dans de nombreux esprits, la performance de l'échographie dépend de l'habileté de l'opérateur. D'un côté, ceux qui n'utilisent pas l'échographie critique, souvent d'instances académiques, ressassent l'argument *ad nauseam*. De l'autre côté, ceux qui l'utilisent ne veulent plus faire demi-tour. Les premiers confondent juste l'échographie critique avec l'échographie

traditionnelle, qui est en effet tout à fait difficile (échocardiographie Doppler, obstétrique...). L'échographie critique, utilisée tout le long de la prise en charge du réanimateur, mène paradoxalement à une profession plus simple, car elle simplifie le savoir basique requis en soins critiques. La combinaison de l'échographie critique avec une réanimation ainsi redéfinie devrait ainsi créer une nouvelle discipline – une réanimation « écho-éclairée ».

Au moment où nous donnons ce manuscrit à l'éditeur, quelques Académiciens de haut degré restent réservés face à l'échographie critique. Peut-être est-il trop tôt (nous n'avons pas encore atteint les 25 années fatidiques) ? Peut-être ne sommes-nous pas parvenus à les sortir de la vision traditionnelle d'une science complexe. Nous sommes tant habitués à un presque « zéro faute » dans notre gestion qu'il est difficile de voir la réanimation, l'urgence extrême, définies comme des arts délicats, parfois impuissants devant des patients dont la présentation clinique était « réellement trop piégeante ».

Si ces commodités académiques n'avaient pas ralenti le processus, chacun de nous aurait à présent 25 années de pratique, c'est-à-dire pour sûr la compétence... Quand l'auscultation n'était pas routine, imaginons des médecins appeler des spécialistes en auscultation pour savoir s'il y avait des râles crépitants. L'échographie n'est rien de plus qu'un stéthoscope, à peine plus gros que l'invention de Laënnec. Quand on assiste à une démonstration du possible, avec le matériel et les formateurs adaptés, on en vient à ce mot, si spontané, de Karine Wassong : « Mais c'est complètement simple ».

« Écho » chez le patient en état critique : seulement le cœur ?

Beaucoup d'esprits restreignent le domaine de l'échographie critique au cœur, et seulement au cœur. Le mot consacré dans le monde anglo-saxon est *Écho*, une abréviation de « Échocardiographie-Doppler experte ». Cette méthode est du plus haut intérêt, et nous comprenons bien que ceux qui ont investi tant d'énergie dans cet outil l'utilisent intensément. Nous inspirant de l'esprit avant-gardiste de François Jardin, nous avons publié en 1992 une vision simple pour approcher un modèle de cœur avec en filigrane le rôle encore quiescent du poumon [3]. Ceci créait en effet une distance avec la culture traditionnelle des cardiologues, puis avec la culture à présent traditionnelle des intensivistes basée sur l'ETO, mais aussi avec la culture des intensivistes basée sur l'échocardiographie transthoracique.

La perspective des cardiologues

Leur culture ne les avait pas préparés à répondre à des questions concernant des patients en état critique. Pourtant, durant des décennies, la réanimation fit un copié-collé de cette culture. Les cardiologues ont certes besoin de coupes standardisées, comme les policiers de photos strictement de face et profil. Or, nous sommes tous capables de reconnaître immédiatement un visage familier sous n'importe quelle incidence.

La perspective transœsophagienne du réanimateur

Les lecteurs pourraient se sentir surpris d'avoir en mains un ouvrage sur l'échographie critique qui ne traite pas du transœsophagien. Nous apprécions l'ETO, une technique puissante fournissant une imagerie de haute qualité. Renvoyant le lecteur à d'excellents ouvrages qui illustrent son potentiel, nous rappelons toutefois ses inconvénients. Son coût élevé rend l'ETO inappropriée pour la plupart des sites dans le monde. Ce coût inclut celui de la sonde, programmée pour un nombre limité d'exams. La technique est assez lourde, nécessitant une pleine installation, une longue désinfection, etc. L'introduction de matériel rigide est un risque pour l'œsophage, l'estomac, la trachée : la technique est semi-invasive [5, 6]. La courbe d'apprentissage n'est pas nulle. L'acquisition d'une technique transœsophagienne bloque le chemin à une échographie corps entier, condamnant l'utilisateur à étudier le cœur et seulement le cœur. Un inconvénient de plus, lié à l'essence de cette technique, est l'absence de certitude que l'ETO soit le gold standard pour l'évaluation hémodynamique.

La perspective transthoracique du réanimateur

La qualité d'image de l'échographie de surface est inférieure à celle de l'ETO, mais reste acceptable [7]. L'examen est plus démocratique (coût, risque...). Le problème est à présent réduit à l'intérêt du Doppler cardiaque chez le patient critique. L'analyse des flux fournit une approche physiologique de haut intérêt. Toutefois cet usage va répondre à cette seule question (basique) : le patient a-t-il reçu assez de liquides ? Cette question d'abord ne rend compte que de peut-être 5 % du potentiel de l'échographie chez le patient critique, ensuite, ce potentiel est-il fiable, au vu de l'absence de gold standard ? Resurvoler le chapitre 23, qui présente un paramètre direct d'évaluation de la volémie (FALLS-protocol).

Notre simple approche visuelle cardiaque

La sonographie cardiaque simplifiée, approche visuelle du cœur, chapitre 20 de notre édition 1992, additionnée à d'autres données, fournissait une information suffisante pour initier des plans thérapeutiques immédiats. Si l'information Doppler manque, mais est remplacée par l'information pulmonaire, *directe*, et quelques autres (veine cave supérieure, etc.), la masse d'information en termes de gestes thérapeutiques urgents est possiblement la même, avec simplicité et rapidité en plus. Si les deux approches ne concordent pas, il faut se demander quelle est la mauvaise méthode – et aucun gold standard ne répond couramment à cette question.

Certains croient au cœur (avec pas de poumon), nous croyons au poumon (avec un peu de cœur). Nous allons porter une grande attention à l'ETO, une fois qu'un gold standard spécifiera la place exacte de chaque outil. Une parabole va clarifier notre vision. La sonographie cardiaque simplifiée est une discipline simple. L'organe est le même, mais l'œil de l'utilisateur (cardiologue, intensiviste) est différent. Un grand piano peut être utilisé pour la musique classique ou populaire, laquelle est moins académique que la classique, mais obéit à des règles parfaitement rigoureuses sur l'harmonie, le rythme et la mise en forme..., sans rapport avec une musique de « bas niveau ». Les règles sont juste différentes. Ceux qui entendent la rigueur de la musique populaire seront intéressés par l'échographie critique, qui suit la même logique : un instrument permettant une musique différente, moins rigide peut-être. Une musique différente mais tout aussi bonne.

« Échographie pulmonaire » : deux mots qui ne vont pas bien ensemble ?

L'air était l'ennemi juré de l'échographiste. Avec le poumon, nous faisons face à deux erreurs historiques consécutives. La première était de ne pas avoir développé l'échographie pulmonaire dès le début, mais nous ne blâmons personne. Les experts avaient peut-être autre chose à penser, et ont peut-être juste *oublié* le poumon. La seconde, parvenir à ralentir les publications qui prouvaient que cette première erreur pouvait être aisément réparée, en était une plus coupable. Beaucoup d'années ont été perdues en face d'une politique de rejet fort efficace.

Nous avons essayé de trouver des explications. L'une, commune à toute nouveauté, était

fréquemment mise en avant : si la chose était possible, ça se saurait. Avec ça, tout était dit, et les utilisateurs de cette formule avaient trouvé la solution et pouvaient retourner à leur tâche habituelle, rassurés. Il y a sans doute une autre explication, déjà mentionnée plus haut : l'échographie fournissant une *image*, elle avait été confiée aux experts en *imagerie*, qui presque au même moment (1973) découvraient les merveilles de la tomodensitométrie, et s'y étant jetés à corps perdu, ne ressentirent pas l'intérêt de développer l'outil échographie – lequel, au demeurant, supposait un contact direct avec des patients de toute origine, et ceci... jour ou nuit. Plus tournés vers les modifications structurales profondes (classifications TNM, etc.), ils avaient pour ainsi dire enterré l'échographie... vivante ! Ainsi, la communauté médicale passait directement de l'ère radiographique (depuis 1895) à l'ère scanographique (1973). Notre mérite a juste été d'utiliser nos longues nuits en réanimation pour démontrer que le dogme selon lequel l'échographie pulmonaire était infaisable ne reposait sur rien. Et aussi de développer des domaines déjà décrits mais simplement pas utilisés (recherche de sang libre péritonéal...), et d'autres domaines juste non décrits (nerf optique...), de 1989 à 1992. Comme aucun livre en 1989 ne traitait de la matière, notre champ de liberté était maximal.

Publier nos découvertes a été, et reste une guerre de tranchées, avec des rejets sans fin, sans doute parce que chaque application, considérée séparément, avait quelque chose d'anecdotique, avec des alternatives efficaces (scanner, etc.). Éviter de « compliquer » les choses était possiblement le souci de nos *Reviewers*. Nous les respectons pleinement, mais de nombreuses équipes dans le monde ayant pu publier ce que nous n'avons pas eu le temps peuvent les remercier. Notamment sur l'échographie pulmonaire chez le patient critique [8-18], nous avons le plaisir de voir une famille croissante répandant cette discipline. Certains, plus efficaces que nous, ont mis à profit la rigueur de nos *Reviewers* pour faire en sorte que le gâteau soit partagé en plusieurs parts, et nous en sommes heureux. Trop de papiers dans trop peu de mains n'est pas bon, et nous sommes déjà satisfait d'avoir pu publier quelques idées. Autre conséquence plus ennuyeuse, nous n'avons eu le privilège d'avoir le microphone qu'un peu trop tard pour empêcher la vente de milliers de machines peu hautes mais larges, le développement d'une pensée un peu trop basée sur un copié-collé traditionnel, et des *leaderships* solides pris ici et là.

Dans le domaine pneumologique, des travaux intéressants ont été menés [19-22]. Un large usage du Doppler, des sondes linéaires et une population de patients peu graves leur confèrent parfois une approche un peu radiologique, sophistiquée – pas exactement notre cible.

Le Doppler : vraiment obligatoire en échographie critique ?

Le Doppler est une technique intéressante. Il fait partie de la culture radiologique et cardiologique. Son incorporation au patient critique sans adaptation est encore un copié-collé un peu passif, maintenant une discipline compliquée et coûteuse.

À travers ce livre entier (aussi bien que les éditions de 1992, 2002, 2005...), nous avons pris le temps d'expliquer l'esprit d'une discipline simple. L'incorporation du Doppler est intéressante dans de nombreuses parties de la médecine. Dans les hôpitaux publics (non privés), où sont les patients critiques, des alternatives simples existent. Le coût a été longtemps le principal inconvénient. Hors d'atteinte pour les budgets hospitaliers, les unités n'étaient pas achetées, et ceci a maintenu les médecins de soins critiques dans un état d'aveuglement. La conviction que le Doppler était important a de ce simple fait *coûté des vies*. D'innombrables patients mouraient de l'absence d'un simple diagnostic visuel. Acheter notre technologie de 1982 était une simple formalité – une révolution à peu de frais.

L'usage du Doppler ajoute des boutons, c'est-à-dire complexité et risques d'infections croisées accrues.

Doppler ne veut pas dire *bon* Doppler. Ceux qui ont vraiment besoin du Doppler savent que sa qualité peut être fort différente d'une machine à l'autre. Parmi les machines qui grouillent aux urgences, les utilisateurs sont avisés de contrôler si la qualité adéquate est présente (ceci de sources non académiques mais hautement respectables).

L'innocuité du Doppler n'est pas établie [23-25].

Insérer des images Doppler couleur aurait augmenté le coût de cet ouvrage. Les quelques images couleur ont été insérées afin que l'ouvrage ne soit pas trop monotone.

Tout le long de ce livre, des chemins alternatifs ont été décrits pour optimiser un chemin simple pour contrôler la liberté veineuse, l'état hémodynamique, l'évaluation du cerveau (chapitres 13, 23, 24...). Montrer la direction du flux est de peu d'intérêt pour nous (on devine que le flux artériel est centrifuge). Déterminer si un vaisseau est une veine

ou une artère est le dernier des intérêts du Doppler (voir chapitre 12). Montrer une thrombose veineuse est visuel et/ou dynamique (voir chapitres 12 et 13). Pour connaître l'origine d'une dyspnée aiguë, démontrer une régurgitation mitrale est d'intérêt, mais l'échographie pulmonaire est capable de faire la première étape : détecter l'œdème pulmonaire. Monitorer le débit cardiaque peut être intéressant, mais nous spéculons toujours que notre approche, incluant le marqueur pulmonaire direct, fait le même travail que les approches sophistiquées pour gérer un remplissage, comme vu au chapitre 23 (jusqu'à ce que de solides gold standards invalident éventuellement notre méthode). Évaluer la perfusion rénale pourrait être d'intérêt, mais la valeur clinique de ce potentiel n'est pas pleinement validée, et nous avons des outils équivalents (voir la philosophie de notre *Limited Investigation* au chapitre 23). Montrer une obstruction artérielle pourrait être intéressant, mais d'abord, c'est une occurrence rare dans le travail de l'intensiviste, et ensuite, nous avons développé un moyen de faire sans Doppler, voir chapitre 25. Voir une altération de perfusion cérébrale pourrait être redondant avec la détection d'un nerf optique élargi, voir chapitre 24. Une destruction valvulaire mitrale nécessitant chirurgie immédiate dans la nuit est une situation rare – où souvent d'autres outils peuvent être suggestifs (simple auscultation, simple visualisation de la valve mitrale). Dans le bloc nerveux écho-guidé, distinguer la veine se fait sans Doppler, par compression légère. Distinguer l'artère se fait par une compression plus appuyée, voir chapitre 25.

Cette rareté de situations nécessitant vraiment un Doppler urgent sans alternative fonde notre vision. Pour ces quelques cas, il y a la possibilité

d'une gestion traditionnelle, avec si nécessaire le transport du patient à un département spécialisé. Le concept DIAFORA montre comment nous procédons depuis 1989, et permet de se procurer un appareil à bas coût pour une majorité de tâches quotidiennes (voir p. 15 du chapitre 2). Une fois le plein potentiel de l'échographie critique simple exploité, nous promettons que nous nous ouvrirons au Doppler. Christian Doppler, de Salzburg, avait fait sa découverte autour de 1852. Il a sa rue à Serries, une petite ville à l'est de Paris. Nous devinons que revenant parmi nous, il serait surpris d'entendre que son nom est sans doute le plus souvent prononcé dans les couloirs de nos hôpitaux. Gardant un grand respect envers les travaux de Doppler, nous considérons que les soucis mentionnés plus haut sont assez substantiels pour inviter l'utilisateur à y penser à deux fois. Nous reverrons cette position un peu rigide si les nouvelles machines équipées de Doppler nous rendent heureux avec nos autres prérequis (taille, clavier plat, coût, etc.).

Le gel, vraiment nécessaire ?

– La traditionnelle image de l'échographie est plutôt collante. Cette sorte de sauce, entourée par des monceaux de papier toilette fripé, s'infiltré partout, sur la sonde, la cravate du docteur... Parfois, nous voyons le spectacle peu ragoûtant d'un patient non essuyé après examen. Nous ne trouvons pas le mot correct (le mot anglais est « mess »). On l'accepte bien sûr, au vu de l'utilité de la méthode, or ce paysage ne correspond plus à notre vision de l'échographie (fig. 30.1). Dans notre monde quotidien, il n'y a pas de gel, pas de tissu englué, pas de peau



Fig. 30.1 – Le gel sans gel. À gauche, cette image engluée, obtenue grâce au stoïcisme de Joëlle, n'est pas notre vision de l'échographie. Non seulement elle crée une barrière psychologique à une large diffusion, mais elle rend la

paroi thoracique glissante (un ennui durant un massage cardiaque), est une bénédiction pour les microbes, et rendrait des protocoles rapides tels que le BLUE-protocol plus longs.

collante, pas d'interminables minutes pour nettoyer (imparfaitement) la peau (voir chapitre 2).

Une sonde pour chaque territoire

Seule une sonde est suffisante dans l'usage de l'intensiviste, comme souligné tout le long de ce livre : notre sonde microconvexe, d'une portée de 1 à 17 cm. Toutes les autres sont bonnes pour chaque spécialiste correspondant (radiologue, cardiologue, angiologue, gynécologue), aucune d'entre elles n'étant adéquate pour l'organe principal : le poumon. Voir nos commentaires détaillés plus haut.

Nous sommes effrayés par la perspective qu'un jour les fabricants viennent nous proposer une sonde *hépatique* et une sonde *splénique*. Ils devraient aisément nous convaincre que les performances de l'échographie seront meilleures. Nous conseillons aux collègues intéressés de se référer plutôt aux docteurs que se sont impliqués dans ce domaine.

La révolution de l'échographie critique : possible grâce à la technologie laptop ?

Nous ne partageons pas pleinement ce concept et dédions une section spéciale à ce sujet, dans l'espoir de susciter la réflexion des collègues, et l'attention des fabricants.

La miniaturisation était-elle un pas nécessaire ?¹

Ceux qui sont heureux de leur équipement miniature n'ont pas besoin de lire ces lignes. Nous remercions ceux qui veulent aller plus loin de leur patience.

Certains docteurs pensent que les machines modernes sont petites, et croient fermement que ceci a été le facteur ayant initié la révolution dans les services d'urgences. Nous serions heureux de partager cet enthousiasme en retrouvant dans

1. Nous tenons à remercier Philippe Martin, un esprit fin, qui nous a inspiré une rédaction plus nuancée du délicat paragraphe destiné aux appareils laptop, dont le jet initial était bien direct.

Nous avons aussi une pensée émue pour Xavier Leverage, qui s'était aussi longuement entretenu avec nous, conseillant une attitude souple vis-à-vis des fabricants, sans lesquels rien n'est possible. Nous n'avons pu suivre complètement son avis patient et désintéressé, et espérons qu'il verra d'où il est qu'avec le temps la sincérité peut gagner face à certaines modes commerciales.

ce marché explosif les qualités de matériels plus anciens. Pour faire un travail aussi scientifique que possible, nous avons pris des outils simples mais objectifs : un mètre de couturière, un chronomètre, un écouvillon à bactériologie, de simples notions mathématiques concernant les coûts. Nous entrons dans une section sensible du livre. Commentons à présent les sept prérequis de notre technologie de 1992 (voir chapitre 2).

1. Taille de la machine

Dans le cadre hospitalier, l'espace manque autour du patient critique. Amener l'appareil au lit, de la réanimation aux urgences, etc., est un défi. Chaque centimètre sauvé est une victoire. La petite hauteur des machines laptop était une bonne idée. Leur largeur courante est souvent de 44 cm. C'est plus petit que des machines plus encombrantes, mais nous continuons à utiliser notre matériel large de 29 cm conçu en 1992 (et toujours fabriqué) parce que nous croyons vraiment que cette dimension est importante pour faufiler l'unité entre un patient et son ventilateur. Notre matériel est certes plus haut (27 cm) que les machines laptop traditionnelles (6 cm), ce qui est un non-problème puisque nos plafonds sont assez hauts : la dimension gagnante est la largeur. Un instrument simple (fig. 30.2) démontre pourquoi nous n'avions pas à attendre la révolution du laptop pour introduire notre philosophie à travers les services de réanimation, d'urgence, les blocs opératoires..., à travers le monde, et faire une révolution *scientifique*. Dans cet esprit, les machines de 1982 étaient excellentes, particulièrement le respecté ADR-4000®, avec sa largeur de 42 cm et... ses roues. Basiquement, il nous a autorisé à faire profiter nos patients de l'échographie critique dès cette époque. À présent, 29 cm est meilleur que 42. Pour ceux qui travaillent dans des places où les plafonds sont vraiment bas (avons,



Fig. 30.2 – Un outil pour l'évaluation scientifique de la révolution des laptops. Cet instrument, aisé à se procurer dans tout bazar, permet de réaliser la vraie place des machines laptop, fixées ou non sur leurs chariots. Des largeurs telles que 44, 48, 52 et 68 cm, couramment mesurées sur des machines populaires trouvées à profusion aux urgences, sont supérieures aux 29 cm (33 cm avec chariot inclus) mesurés sur notre unité de 1992.

etc.), les machines miniatures sont intéressantes. Nous utilisons une machine de 1,9 kg, trouvant que 6 kg sont quand même un peu lourds pour du matériel dit portable.

Taille de la machine avec le chariot

Les machines laptop ont des chariots avec repose-sondes latéraux qui sont utiles car ils permettent de poser les nombreuses sondes quelque part (le sommet ne pouvant pas être utilisé). Prenons encore notre mètre de couturière. Avec ces dispositifs, la largeur globale passe à présent de 44-48 cm à 56 cm, jusqu'à 70 cm (en considérant donc aussi la partie basse du chariot). Convaincus que la petite taille d'une machine dédiée à l'échographie critique est importante, nous utilisons encore notre système 1992, car nous pouvons exploiter le sommet (voir fig. 2.3 p. 14) et le chariot épouse notre coque de 29 cm de large, menant à une largeur totale de 33 cm. Ces 33 cm de largeur, inchangés de haut en bas, sont nos mensurations de choix – la porte ouverte à une médecine visuelle au lit. Avec 70 cm de large, il reste possible d'insérer la machine entre patient et ventilateur, mais nous pensons qu'une largeur de 33 cm rend cela plus facile. Les machines traditionnelles d'échocardiographie ne font guère que 60 cm de large (fig. 30.3).

Pour ceux qui pensent qu'un appareil laptop peut être utilisé sans le chariot dans un hôpital :

1. L'absence de chariot en fait une proie à la merci des regards peu scrupuleux. Ceci entraîne un surcoût (au minimum la rémunération des vigiles qui devront se relayer 24 h/24, sans quoi la machine disparaîtrait promptement – un honneur, d'une certaine façon). De toute façon, ces machines hospitalières restent toujours fixées sur leurs chariots (ce qui n'est pas un mal).
2. Nous voyons parfois des laptops simplement posés sur le lit – ceci implique des manœuvres de désinfection très exigeantes (si tant est qu'elles soient faites). De plus, de telles machines peuvent tomber – même si elles ont été conçues pour tomber.
3. Dans l'hôpital, le chariot est vraiment pratique. Un médecin disposant d'une machine laptop sans chariot et appelé en urgence, est condamné à prendre l'unité dans une main, le produit de contact dans une autre, quelques sondes autour du cou et entre les dents, le désinfectant dans une poche libre, le matériel de procédures entre les genoux, et serait ainsi obligé de sauter à travers les couloirs. Des docteurs très entraînés pourraient arriver rapidement sur site, mais l'image ne serait pas réellement élégante pour



Fig. 30.3 – La 4^e dimension. Bombay, novembre 2008. La machine à notre droite (écran sombre) est un modèle laptop (6 cm de haut). La machine de gauche, qui a la même largeur, est plus difficile à acheminer pour la nécessité d'ateliers, alors que le laptop est une bénédiction pour les manutentionnaires, peut-être son intérêt principal. Noter que ce fabricant a enfin décidé de faire un chariot étroit pour la machine laptop (selon notre conseil du reste), rendant à présent la dimension globale des machines laptop *pas plus large* que celle des traditionnelles. Un pas dans la bonne direction. En termes de volume efficace, il n'y a pas d'avantage d'une machine sur une autre pour une mobilisation au lit d'un patient en état critique. Les roues rendent la machine libre de traverser aisément des obstacles variés. Cette 3^e dimension ouvre la route à la 4^e dimension : l'imagination.

les spectateurs, ni pour le patient. Avec un chariot, l'ensemble du matériel est roulé avec une main.

2. Qualité d'image

Un résultat principal de la récente révolution a été de supprimer l'excellent *tube cathodique*. La qualité plasma des machines initiales, début 2000, a créé un pas en arrière de 20 ans dans l'histoire de l'échographie (fig. 30.4). À présent, les écrans LCD améliorent petit à petit la qualité d'image. Nous pensons qu'ils seront dans quelques années aussi bons que notre référence 1992. Comme la musique vinyle ou les téléphones fixes, qui donnent une meilleure qualité acoustique que les musiques digitales ou les téléphones cellulaires, le tube cathodique de notre unité procure la qualité optimale. Un maître de l'échographie (Ph. A.) nous avait un jour répété

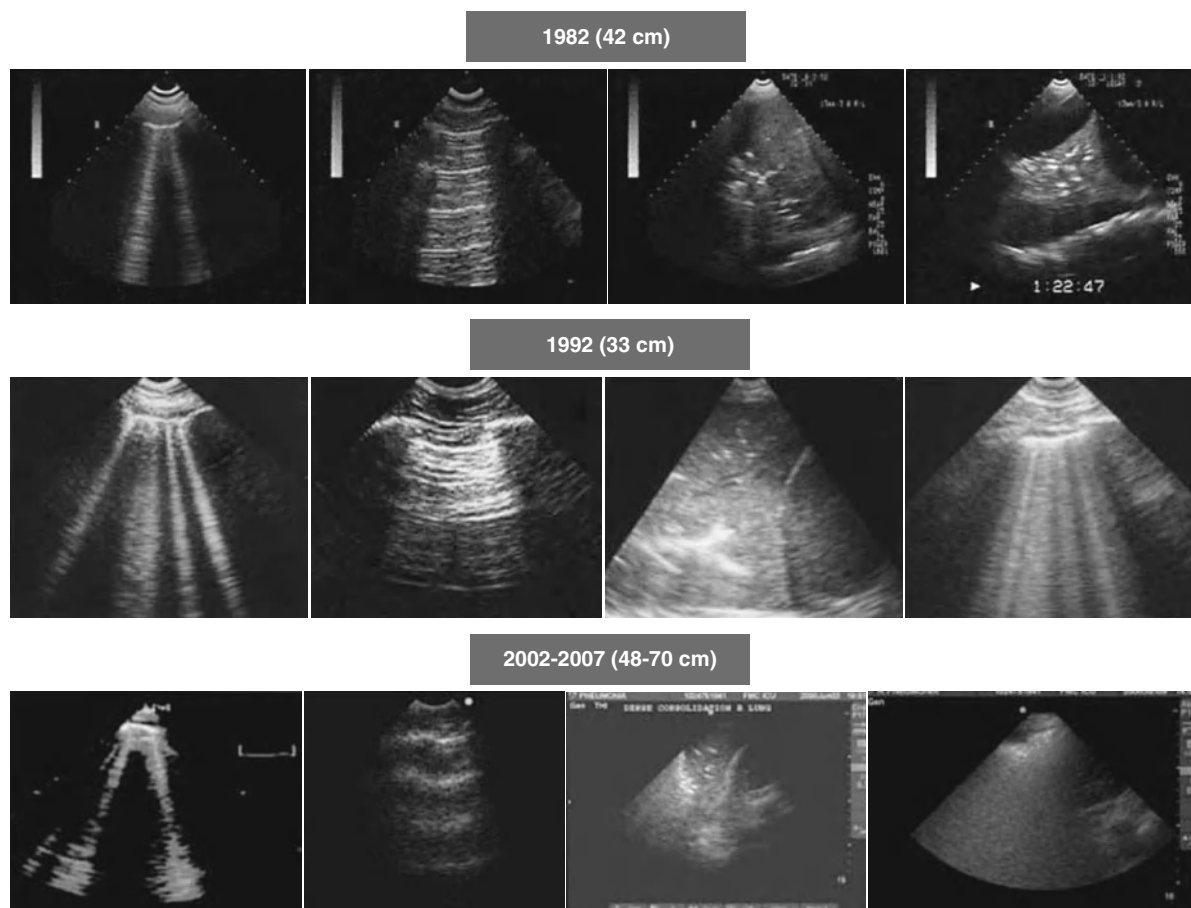


Fig. 30.4 – Cette image montre comment la technologie laptop récente a fait faire un pas en arrière de 27 années à l'échographie (entre parenthèses, largeur de l'appareil avec le chariot). En haut : l'ADR-4000®, de 1982.

ce que les fabricants lui avaient dit, en 2000 : l'on « s'habituerait à cette nouvelle qualité d'image ».

Nous utilisons encore ce terme « harmonie » du chapitre 2, pour qualifier cette technologie cathodique qui offre, non seulement la qualité d'image, mais aussi une largeur faible, ironiquement, surtout un sommet exploitable gardant l'ensemble étroit, et enfin, des roues, qui annulent le problème du poids du tube.

3. Problèmes de désinfection

De nombreux boutons, curseurs, etc. des machines laptop traditionnelles sont intéressants pour faire de multiples réglages, par des experts. Ce milieu est hélas une providence pour les micro-organismes, qui peuvent librement y proliférer. On ne peut demander à l'utilisateur de nettoyer les boutons un par un. C'est pourquoi nous continuons d'utiliser notre *clavier plat* que nous nettoyons en quelques secondes depuis 1992. Le concept

d'une sonde unique a un débouché basique sur un nettoyage efficace, car ces forêts denses de lianes (les câbles de sondes) sont encore une fête pour les microbes. Nous espérons que les fabricants de laptops mettront au point des claviers plats – ce qui signifie aussi que, une fois ce point achevé, il faudra envoyer toutes les machines précédentes à la poubelle : un gâchis sans précédent.

4. Temps d'allumage

Les machines dédiées à l'échographie critique ont des temps d'allumage d'habituellement 2 1/2 minutes. C'est court. Toutefois, plus court est meilleur dans les situations critiques. Comme chaque seconde compte, nous continuons d'utiliser notre système 1992, qui donne la main en *sept secondes*. Le temps d'allumage de certains laptops se réduit petit à petit, et atteindra peut-être nos sept secondes dans quelques années.

5. L'intérêt d'un chariot intelligent

Des points importants ont été écrits plus haut (section « Taille »).

6. Accès à la sonde idéale pour l'échographie critique

Nous avons détaillé le choix de la sonde au chapitre 2. Le nouveau marché utilise les sondes traditionnelles, et ceci est bon car le cardiologue, le gynécologue, le radiologue et l'angiologue retrouvent leur environnement familier.

L'intensiviste, lui, va se sentir limité par ce paysage. Sa sonde n'est ni vasculaire, ni abdominale, ni cardiaque, etc. Sa sonde est une *microconvexe*. Nous continuons d'utiliser cette sonde universelle de notre technologie 1992, parfaite pour un accès à toute partie du corps, sans temps perdu pour changer de sonde, la désinfecter avant changement, trouver le financement de plusieurs sondes : une providence.

Il est dommage que le marché du laptop, dédié sauf erreur à l'urgence, n'ait pas pris soin de développer la sonde du *réanimateur* (pas la moindre des disciplines), la plus adéquate pour le *poumon* (pas la moindre des organes). On a vu certes, secondairement, apparaître ici et là des sondes microconvexes (peut-être suite à nos remarques insistantes). Hélas, elles couvrent seulement une profondeur de 8-10 cm (pas 17 cm comme notre sonde), ne pouvant donc pas se targuer d'être universelles (il faudra acheter une abdominale à côté), et de plus, la technologie est parfois très faible en termes de résolution d'image.

Comme le poumon n'avait pas été considéré, de nombreuses variations peuvent être vues, orchestrées par le pur hasard. Ainsi, quelques sondes cardiaques sont meilleures que d'autres pour le poumon, quelques sondes linéaires sont moins encombrantes que d'autres. En ce qui concerne les sondes linéaires, nous répétons que, pour étudier un organisme biologique (l'être humain), le concept est étrange. Nous ne sommes pas linéaires. Ces sondes sont à notre avis un reliquat de l'ère industrielle, prémédicale, de l'échographie. Si même nous étions des *serpents*, de telles sondes seraient adéquates pour les coupes longitudinales, mais bien moins pour les transversales. Ainsi, l'utilisateur est limité à quelques zones plus linéaires que d'autres (grand axe de la veine jugulaire interne par exemple). Une fois la sonde appliquée, certaines angulations ne sont pas possibles. Les sondes linéaires larges nécessitent plus d'effort pour la compression (qui n'est pas focalisée). Les

vaisseaux suivants sont mal ou pas accessibles aux sondes vasculaires : la veine sous-clavière – la veine innominée – la veine cave supérieure – la veine cave inférieure – les veines iliaques – la veine poplitée chez des patients ventilés – les veines surales dans leur petit axe, en approche antérieure chez des patients critiques, ventilés – toute l'aorte, particulièrement au thorax. En d'autres mots, plus de la moitié du réseau. Clairement, nous considérons que les sondes vasculaires, même si elles portent ce nom, sont réductrices, et donc non adéquates pour l'évaluation vasculaire chez le patient critique.

Les sondes linéaires sont larges non seulement sur la peau mais aussi dans la main de l'opérateur. Tandis qu'une sonde microconvexe se tient comme un stylo, donnant une grande souplesse à la main, une sonde vasculaire large demande à la main un effort pour s'agripper, générant une possible crispation. Ceci est critique pour les manœuvres fines (ponction sous échographie).

Nous suspectons que ces outils ont été acceptés par les mêmes experts que ceux qui proclamèrent que le poumon était impropre à l'échographie.

7. Une conception simple

Les machines laptop ont un équipement complet et c'est une bonne chose parce que les utilisateurs expérimentés peuvent utiliser le Doppler, les harmoniques, ou autres modes, notamment pour supprimer les artefacts. Or, ces modes étaient développés sur la base de concepts traditionnels. On n'y voit pas figurer le pré-réglage « Poumon ». Cette adjonction bouleverse pourtant les priorités de l'échographie critique : les modes sophistiqués deviennent moins importants.

Nous ne trouvons pas le Doppler obligatoire chez le patient critique, même sur la question hémodynamique (voir chapitre 23).

Les laptops traditionnels affichent habituellement l'image temps réel sur le haut et le mode temps-mouvement sur le bas. C'est excellent pour le cœur, mais pas pour le poumon, qu'il faut situer dans l'espace sans la moindre ambiguïté. Quand les deux images sont alignées, mais mal, avec un léger décalage, c'est pire (voir nos commentaires au chapitre 18 (p. 158) et figures 14.10 et 18.1 (p. 121 et 159) : une fausse note.

Des machines sophistiquées avec trop de boutons ne sont pas adaptées pour des non-experts sur des patients critiques où le temps compte. Dans la multitude des boutons, l'usage par inadvertance de certaines fonctions peut créer des actions inattendues, telles qu'une soudaine

disparition de l'image. La seule solution pour le réanimateur est de trouver la page correcte dans l'épais mode d'emploi, tandis que l'équipe poursuit le massage cardiaque aveugle.

Parmi d'innombrables détails, l'imagination doit travailler pour la longueur du câble. Les câbles bien pensés ne traînent pas. Un câble qui traîne au sol expose à une double vision. D'abord, celle des microbes qui vont s'y accrocher. Ensuite, cette vision désolante d'une roue soudainement bloquée par le câble, provoquant la bascule immédiate de la machine (au mieux sur le pied du docteur, ce qui devrait déjà amoindrir le choc pour la machine). Cela survient bien sûr dans des ambiances où chaque seconde compte, quand la machine est mobilisée dans le stress.

Une conception simple génère des coûts diminués. Les machines traditionnelles laptop sont moins onéreuses que les machines traditionnelles d'échocardiographie. Nous pensons que le coût est un point critique : chaque euro (dollar, roupie...) épargné rend une machine plus facilement achetée, c'est-à-dire davantage de vies sauvées. Notre machine à échelle de gris représente, depuis 1992, le coût d'une *modeste automobile*.

Une petite pensée libre

Dans notre édition 1992, nous écrivions : « Les échographes doivent être aussi petits que possible. L'idée de devoir mobiliser l'unité ne devrait en aucun cas être un obstacle physique ou psychologique ». De tels mots sont un peu obsolètes en 2011, et pourtant... Le volume de notre ADR-4000® (voir fig. 2.2 p. 13), était de 40 000 cc. On pouvait donc le redistribuer dans un volume de 200 × 200 × 1 cm (avec arrangements mineurs). Donc, la mise au point d'ambulances SAMU ayant une longueur additionnelle d'*un cm*, aurait fait la place pour cet appareil. L'échographie sur site aurait pu être une réalité dès 1982. Tant de patients ne sont pas arrivés vivants parce que les esprits n'étaient pas prêts pour cette simple idée.

Pour conclure à propos du matériel

Quelques fabricants japonais fabriquent encore des machines dans notre esprit : taille étroite, clavier compact, tube cathodique, technologie à échelle de gris, faible coût. Utilisant un mètre de couturière, nous avons prouvé que notre unité 1992 – et même notre respecté ADR-4000® de 1982 – étaient plus étroits que la plupart des machines laptop. Alors,

quels sont les avantages de ces laptops ? Nous avons analysé un par un les sept prérequis définis au chapitre 2. Au moment où ces lignes sont écrites, une marque populaire a deux ou trois de nos critères, tandis qu'une autre, très populaire, n'en a simplement *aucun*. En essayant par tous les moyens d'écrire des propos équilibrés, nous avons trouvé quelques avantages. Les machines laptop sont une providence pour les manutentionnaires dans les congrès, parce qu'ils peuvent les sortir facilement de leurs camions. Les fabricants nous assurent que leurs machines peuvent tomber, sans dommage (immédiat). Ceci peut être intéressant en temps de guerre, et nous n'y sommes pas, nous l'espérons pour longtemps ; et nous ne sommes pas accoutumés à laisser tomber notre appareil bien aimé.

Depuis des années, notre monde échographique est petit, compact, simple. Pas de sondes multiples avec des câbles enchevêtrés, pas d'interminables minutes à attendre la main, pas de ces images mal définies (fig. 30.4). Comme le gel est lui aussi absent de notre monde, ces visions de sondes du petit matin avec le gel séché de la veille (et quelques cheveux – au mieux – collés dessus) ne sont pas non plus nôtres.

Nous admettons que toute machine est capable de faire quelque échographie, avec des difficultés variables. Nous avons juste une pensée pour une discipline qui aurait pu être développée dès 1982, sur un mode simple, et nous attendons stoïquement des améliorations à venir du marché laptop, puisque c'est celui qui s'est imposé dans les esprits. Dès l'instant où il créera un appareil répondant à nos sept prérequis, *et* en addition le moindre avantage, nous nous débarrasserons immédiatement de notre machine bien-aimée dans le compacteur à ordures.

Pour finir cette section avec optimisme, nous considérons que la communauté intensiviste a acquis sa première expérience en utilisant des machines qui ont réussi à donner l'illusion d'être petites. Nous avons perdu une opportunité de développer une discipline simple. Avec le temps, nous parions qu'une seule machine par département apparaîtra insuffisante. Quand l'achat d'une seconde machine sera une priorité, la communauté aura le choix soit d'acheter la même machine, soit de penser à deux fois, considérant notre point de vue.

Le PUMA : notre réponse au marché du laptop traditionnel

Nous développons depuis 1992 le concept du PUMA (*Polyvalent Ultrasound & Management Apparatus*), juste en exploitant la *troisième dimension*. Cette



Fig. 30.5 – Le concept PUMA. Cette figure veut juste montrer que l'échographie n'est qu'une partie de la prise en charge du patient. Le PUMA (*Polyvalent Ultrasound and Management Apparatus*), exploitant la 3^e dimension (la hauteur), permet des procédures illimitées chez le patient critique. Il ne fait pas encore de café (ce qui pourrait être envisagé car il reste de la place en haut – un espace destiné à détendre l'équipe une fois le diagnostic promptement fait et le patient stabilisé), mais ce clin d'œil indique juste ce qu'est l'échographie critique : une médecine visuelle qui rend tout plus rapide et plus simple.

dimension – la hauteur – est une force totalement inexploitée du monde laptop, quand nous voyons les 100 000 cc d'espace libre sous les machines courantes fixées sur de larges chariots. Cette philosophie serait-elle basée sur du vide ? Chaque cc est exploité dans notre PUMA. La technologie de la roue est le point essentiel, gagnant.

Le PUMA est notre réponse au marché courant (fig. 30.5).

Le PUMA n'est *pas* une machine d'échographie.

Le PUMA *inclut* une machine d'échographie. Cette nuance indique l'importance de la troisième dimension. Les matériels d'urgence thérapeutique basique sont au rez-de-chaussée (25 cm de haut), le matériel pour les procédures interventionnelles écho-éclairées d'extrême urgence au 1^{er} étage (10 cm), un ouvrage aide-mémoire au second (5 cm, une aide pour les plus jeunes). Au 3^e étage sont entreposés le reprographe, l'enregistreur (VHS, depuis des décennies), le générateur d'ombre (15 cm). Au 4^e étage, vous trouvez un échographe (27 cm de hauteur), arrivant à la bonne hauteur pour usage clinique. Le PUMA intègre l'échographie critique à part entière dans la gestion du patient.

Au sommet de notre PUMA (5^e étage), la sonde est fixée, entre notre agent couplant et le produit de désinfection, tous solidement insérés sur des supports adaptés, évitant les chutes itératives quand le chariot est mobilisé (voir fig. 2.3 p. 14).

L'échographie critique, un outil rehaussant l'examen clinique

L'échographie critique n'a aucunement vocation à remplacer l'examen clinique. Le BLUE-protocol est le meilleur exemple d'intégration de ces deux armes. On peut cependant se livrer à un travail fort intéressant, qui consisterait à redéfinir l'ensemble des signes cliniques utilisés en médecine aiguë, attribuant à chacun une cote, fonction de son utilité et de sa facilité de recherche. Ce travail aboutirait à une hiérarchisation, signe par signe, séparant les « bons » signes des autres, ce qui mériterait tout un livre.

Le stéthoscope est le symbole respecté de la médecine. Accroché au cou, dans un couloir d'hôpital, il fait de vous un docteur. L'échographie critique est-elle ce stéthoscope moderne ? La moitié de la réponse est donnée si l'on considère qu'un examen pratiqué au lit est clinique (*clinicos*, le lit). L'autre moitié est achevée si l'on entre dans l'étymologie d'un mot qui, lui aussi venu du grec, créé par Laënnec vers 1820 [26], caractérise un moyen d'observer (*scopein*) à travers... la paroi thoracique (*stethos...*).

Le SESAME-protocol (chapitre 29, p. 273) définit une situation où vitesse vaut vie (imminence d'arrêt cardiaque). Notons d'emblée qu'un examen physique initie forcément ce diagnostic : habitus du patient, coma, signes cutanés de choc...). Ici, après cette phase clinique, des diagnostics prioritaires doivent être faits par l'échographie. Nous donnons moins d'une minute à ce protocole salvateur. Si le SESAME-protocol est négatif, nous cherchons, si le temps le permet, un gonflement abdominal, une douleur focalisée, un signe neurologique... Tous ces signes sont faciles à détecter *et* de valeur clinique. D'autres signes font de l'examen physique un exercice difficile, opérateur-dépendant : ces petits épanchements pleuraux, l'œdème pulmonaire sans râles, l'obstacle urinaire chez ce patient obèse... Mettre l'ensemble des signes cliniques, en premier, sans distinction, avant de passer à la phase suivante ne fait pas de sens. Il faut savoir trier, passer à l'échographie, revenir à la clinique sans créer de barrière académique.

Trônant au sommet de la difficulté devrait être l'augmentation de la matité précordiale dans la tamponnade péricardique. Quelques maladies basiques n'ont pas de signes cliniques : le syndrome interstitiel, domaine où l'échographie joue un rôle majeur (BLUE-protocol).

Un outil a déjà menacé l'examen physique : le scanner. Comme le GPS ou Internet, le scanner dispense les médecins de penser [27]. L'échographie est un outil didactique permettant d'enrichir son examen physique – une unique opportunité de s'améliorer, car elle montre les diagnostics en temps réel. Celui qui ne détectait pas aisément un épanchement portera plus d'attention à de discrets signes tels que ce souffle pleurétique. Cet investissement rend service quand l'échographe est momentanément indisponible.

On peut détecter une contracture pariétale, prendre la sonde et confirmer la péritonite sans imposer le douloureux toucher rectal. Une zone douloureuse à la palpation (ou disons échopalpation) révélera la cause : abcès, cholécystite. Une manière de diagnostiquer l'abcès hépatique a été longtemps la très douloureuse percussion du foie... Cette manœuvre n'a plus de raison d'être si un abcès du foie a été identifié, et le patient vous en sera reconnaissant ! On pourrait montrer des centaines d'exemples mais ceci alourdirait ce livre.

En dehors de son utilité brute, l'examen physique est un moment fort pour le patient, quand il est conscient. Ce contact direct avec les mains de son docteur a un impact psychologique majeur. L'échographie était une opportunité unique pour le radiologue de se rapprocher du patient.

Pour des Académiciens frileux vis-à-vis de l'échographie, notons que si l'on évaluait, scientifiquement, l'examen physique, on aurait des surprises. Et on serait bien obligé de classer ces signes, ceux qui sont réellement excellents, ceux qui ne travaillent pas si bien [28]. La meilleure spécificité de l'auscultation sur la radiographie pour des diagnostics d'épanchements pleuraux ou consolidations pulmonaires a déjà été prouvée [29].

En ce qui concerne l'auscultation, et en lisant la préface de Sir John Forbes à la traduction anglaise du livre de René Laënnec sur l'auscultation, en 1821, on peut y voir des doutes quant à l'utilité future du stéthoscope. Forbes avait-il tort ? Nous avons utilisé le stéthoscope des milliers de fois, et trouvons encore que, dans de nombreux domaines, l'auscultation reste un outil délicat. C'est une aide précieuse, mais rarement l'outil des prises de décision. Du moins, l'opérateur-dépendance doit être

nettement plus fragile que lorsque c'est la vue qui est sollicitée (chez nous, humains). Ainsi, un médecin moyen a du mal à entendre un dédoublement du bruit protodiastolique dans l'ambiance chaude et peuplée d'un service d'urgence habituel, pour évaluer la défaillance ventriculaire gauche. La vue échographique est tellement plus parlante. La difficulté et la valeur de l'examen physique est rarement évaluée scientifiquement [30]. À l'opposé, nos étudiants voient sans difficulté que les artefacts de l'échographie pulmonaire sont soit horizontaux, soit verticaux – à part Julie, initiatrice de la ligne J (voir fig. 17.9 p. 151).

Le SLAM

Cette section, écrite directement en anglais, a été difficile à adapter en français. Le monde des acronymes est anglais. N'ayant eu ni le talent ni les moyens de solliciter les Dubbing Brothers, nous garderons le libellé initial de certains termes, nous excusant auprès des lecteurs n'ayant pas de base anglophone.

La Section pour la Limitation des Acronymes en Médecine (SLAM) est née un 1^{er} avril (un jour approprié pour créer un acronyme contre les acronymes). Le SLAM a pour vocation de classer les acronymes. Deux critères sont utilisés.

1. L'acronyme visé définit-il une innovation, ou bien le simple copié-collé d'une méthode précédemment disponible qui était faite par certains docteurs (radiologues par exemple) pour l'usage d'autres docteurs (urgentistes) ?
2. Est-il une source de possible confusion, c'est-à-dire utilise-t-il des mots que nous utilisons quotidiennement dans une discipline où la communication doit être *rapide* ?

Les acronymes sont faits d'initiales prononcées sans épeler, rappelant des mots. C'est bon pour créer des réflexes médullaires, jusqu'à ce qu'une masse critique ne survienne – et crée la confusion. Les acronymes sont-ils une sorte de marketing, art où l'extérieur fait oublier ce qui est à l'intérieur ? Ne seraient-ils pas destinés en fait à créer des territoires, alors un peu artificiels si l'on considère le moyen employé ? Si oui, le SLAM invite au raisonnable. Quelques lecteurs ont cherché en vain dans notre livre un acronyme familier, presque synonyme d'échographie critique pour beaucoup, mais qui n'aurait pas obtenu la moyenne. Nous respectons pleinement l'esprit dans lequel ces développements étaient faits, mais voulons aussi montrer

notre respect vers les équipes qui n'avaient pas perdu de temps pour chercher des acronymes accrocheurs pour populariser une démarche salvatrice – usant juste des termes tels que « échographie », « recherche échographique de sang libre », etc. Le SLAM a été créé comme une réponse au pouvoir des mots qui à travers notre histoire s'est souvent révélé à double tranchant.

Chacune des 200 pages de notre ouvrage initiatique (1992) était dédiée à définir l'échographie critique, c'est-à-dire pas tant qui devait tenir la sonde (urgentiste, réanimateur, radiologue...), mais ce qu'on pouvait en attendre en termes d'applications. En 1992, l'accès veineux écho-guidé chez le patient critique ne figurait dans aucun ouvrage. L'idée d'adapter les signes d'épanchement péritonéal pour la recherche de sang libre chez le patient traumatisé prenait 12 lignes : la place suffisante pour cette application si importante (la technique de recherche, les signes, etc., étant des sections indépendantes). Le SLAM est soucieux d'imaginer que des docteurs avaient besoin d'acronymes pour réaliser le pouvoir de l'échographie clinique... Le SLAM regrette le nombre de morts évitables qui se sont produites entre nos premières observations (1986) et aujourd'hui, simplement parce que nous n'avions pas trouvé crucial de développer des acronymes.

Il n'est pas difficile de créer des acronymes accrocheurs.

Nous aurions pu avoir appelé notre recherche de sang libre *Assessment of Blood Using Sonography in an Emergency*. Mais ce n'est pas tout.

Le *Quality Ultrasound to Improve Current Knowledge* protocol (en soumission) vise à raffiner les signes traditionnels de recherche de sang libre péritonéal, faisant ainsi plus qu'un copié-collé initialement destiné à des sonographistes (rappel : techniciennes à bac + 3) et définissant le sang libre comme anéchogène (voir nos remarques dans les sections adéquates). Le QUICK-protocol est une approche originale, car il inclut de nouveaux signes (signe de la sinusotide induite, signe de l'aile de chauve-souris), qui se veulent universels.

Le *Simple Ultrasound Devoid Of Complicated Utensile* est un jeu de stratégie. D'un côté, il y a un patient critique complexe. De l'autre côté, il y a une machine toute simple (avec une seule sonde, allumage immédiat, pas de Doppler, etc.). On doit faire la combinaison gagnante pour sauver une vie.

On pourrait donner à notre *Limited Investigation* un terme plus spécifique : Sonographie Pulmonaire

Élémentaire et Cardiaque pour Investigation Facilitée de l'Insuffisance Circulatoire Aiguë, un bel AATP (voir plus bas).

Inversement, l'échographie pulmonaire chez le patient critique (*Lung Ultrasound in the Critically Ill*), la sonographie cardiaque simplifiée, notre *Limited Investigation (considering hemodynamic therapy)*, qui inclut le concept de *Fluid Administration Limited by Lung Sonography*, l'échographie critique simple transcendant la réanimation de l'arrêt cardiaque, la recherche échographique de sang libre, l'échographie corps entier en quelques mots, et toutes ces applications utilisant notre *simple critical ultrasound design*, une arme à longue distance effectivement, tous ces usages n'ont pas bénéficié d'acronyme, pour une raison symbolique : si l'usage d'un acronyme est de gagner quelques secondes, l'usage de l'échographie permet de gagner... des heures (comparé à la manière traditionnelle, le scanner, etc.). Le désir de faire appel à un acronyme pour gagner du temps dans le domaine précisément de l'échographie vient d'une intention peut-être étrange.

Nous avons évoqué dans l'édition anglaise un protocole destiné à la distinction échographique entre un cor au pied et un rhume, labellisé *Algorithm of Bedside Screening Ultrasound to the Right Decision...* Cet acronyme bénéficiera-t-il d'une note favorable par le SLAM ?

Le SLAM apprécie certains acronymes. Le WINFOCUS en est un vraiment élégant, décrivant cette activité originale que nous prônons depuis 1989, et qui n'est pas confondant. Le KISS, de Kathleen Garcia, tient une belle place car il résume notre approche : *Keep It Simple Sonography*. Le meilleur acronyme sera sans doute pour longtemps le VOMIT (*the Victims Of Modern Imaging Technologies*), un concept qui devrait être intéressé par l'échographie critique, précisément. Nous demandons pardon d'avance pour des amis qui pourraient ressentir la mission du SLAM peu délicate pour leur dure contribution. Ils devraient comprendre son approche, qui exprime le doute selon lequel l'échographie critique, définie il y a 21 ans, et n'ayant pas cherché d'effets marketing, en aurait peut-être souffert. Imaginons un moment que le traitement miracle du cancer (s'il est un jour inventé) subisse le moindre retard si son inventeur omet de lui trouver un acronyme accroche...

Le SLAM se positionne simplement contre les acronymes à tout prix (AATP).

Le protocole ABCDE est-il un exemple d'AATP ? « A » pour *airway* est basique. « B » pour *breathing* devient intéressant car il initie une suite : « A,

B... ». Le « C » pour *circulation* est excellent : nous en sommes à présent à « A, B, C ». C'est parfait, mais... quid du « D » à présent ? *Disability* ? Nous verrions un « B » (B pour *brain*), sans dommage majeur pour le concept d'une prise en charge intelligente du patient en état critique. Alors, « ABCBE » (avec un « E » pour « etc. », plutôt que cet artificiel « *Exposure* », qui semble là seulement pour clore un acronyme accrocheur) aurait fait le même travail, pour les très jeunes docteurs qui ont besoin d'apprendre par cœur que dans un arrêt cardiaque, la recherche d'une abolition des réflexes ostéo-tendineux n'est pas une priorité si les voies aériennes sont obstruées ? Peut-être très jeunes, ces docteurs ne sont pas moins armés de 8 années d'études parmi les plus pointues qui soient. Notre optique est que nous n'avons pas de temps pour la gestion d'acronymes subtils.

Parfois, les acronymes peuvent se combattre. FATE, FEER, et FOCUS font-ils la course (*race* en anglais) ? Peut-être alors le RACE arrivera-t-il premier ? Quelques protocoles utilisés par des amis proches ont débuté par l'abdomen, et petit à petit envahissent les poumons, entamant un travail de vampirisation. Ainsi, le rajout d'une lettre au début d'un protocole fort familier fait que le nouveau protocole débute par deux lettres qui signifient Étendu puis Focalisé. On pourrait sans mal supprimer ces deux premières lettres, mais alors... on tremble à la perspective que le mot anglais désignant le traumatisme n'ait commencé par un S. Avant que les acronymes ne deviennent trop envahissants, nous aimerions faire renaître des termes tels que « échographie corps entier », ou tout simplement « échographie critique ».

Un jour ou l'autre (mais nous parions que cela s'est déjà produit), un docteur cherchant un épanchement péritonéal, chez un patient non traumatisé, prononcera le nom du protocole utilisé classiquement chez les patients... traumatisés.

Nous aimerions voir cette bataille des acronymes (*Battle Of Acronyms*) finalement mourir en se mangeant la queue...

Alors, pourquoi un BLUE-protocol ? Ce travail a été la conclusion d'une vingtaine de publications qui, brique après brique, rejet après rejet (les comités de rédaction étaient prudents, et nous comptons à ce jour 44 rejets), a mis 18 ans à se construire – tandis que le simple copié-collé de la plus simple application (liquide péritonéal) a été dans beaucoup d'esprits une révolution absolue.

Notre choix critique était, dès le début : faut-il répandre l'échographie critique, ou faut-il d'abord la définir ? Tandis que de nombreux leaderships ont été pris à travers le monde par des équipes qui ont « simplement » répandu une discipline sous une forme incomplète, nous restions rivés à cette tâche sans fin de la définir. Le BLUE-protocol est notre réponse à la révolution des acronymes. Il réunit, si besoin, les deux exigences du SLAM : travail innovant, terme utilisable sans risque d'induire la confusion dans les communications rapides qui se passent dans les situations d'extrême urgence. Mais surtout... le BLUE-protocol n'est pas un acronyme. Il nous rappelle d'une part que le patient est cyanotique, d'autre part que le réseau veineux, bleu par essence, est au centre de l'analyse.

En ce qui concerne l'échographie pulmonaire chez le nouveau-né, nous espérons fermement ne faire usage d'aucun acronyme [31]. Des vies auraient été perdues du fait que nous n'avions pas trouvé vital de créer des acronymes accrocheurs depuis 1989. Ce point à peine tolérable pour des adultes ne peut pas être accepté ici. Comme un symbole de sérénité, l'échographie pulmonaire du nouveau-né bénéficiera du *No Acronym Protocol*.

Et quid de US ?

Ici, nous quittons les acronymes, qui prétendent créer des mots, pour le petit monde des abréviations (ab.). L'ab. qui nous désole le plus est certainement... « US ».

Échographie est le mot le plus précieux de notre vocabulaire... Contrairement à *Computerized Tomography*, ou encore *United States*, qui sont des groupes de mots, *Ultrasound* est un. L'utilisation d'une ab. est donc illogique, elle ne diminue pas le compte de mots dans un manuscrit. *Ultrasound* a dix lettres, peut-être un symbole biblique. L'échographie nous fait gagner tant de temps dans la gestion d'un patient critique, nous pouvons consacrer 1,4 seconde de plus pour l'écrire en pleines lettres (contre 0,6 secondes pour « US »). L'ab. US est confondante car l'échographie est une révolution médicale. Qui dit progrès médical décisif pense aussitôt « US ». Ces issues politiques sont sans limite. Si les US décident de s'investir dans les US, cela signifie-t-il que l'US va améliorer le niveau de santé des US ? Ou qu'un nouveau monde doit admettre qu'il peut apprendre d'un (prétendument) ancien monde ? Tout cela fait le lit de confusions fatales – ce que le SLAM veut éviter. Admettons enfin que notre attraction pour

cette pacifique méthode de médecine visuelle nous commande, comme une sorte d'*hommage*, d'écrire son nom en toutes lettres. L'échographie nous offre tant, nous pouvons faire ce petit effort : US n'est pas à 100 % respectueux.

Références

1. Dénier A (1946) Les ultrasons, leur application au diagnostic. *Presse Méd* 22: 307-8
2. Wild JJ (1950) The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissues and the detection of tissue density changes. *Surgery* 27: 183-8
3. Lichtenstein D (1992) L'échographie générale en réanimation. Springer-Verlag, Paris, p. 1-200
4. Jardin F, Farcot JC, Boisante L, *et al.* (1981) Influence of positive end-expiratory pressure on left ventricle performance. *New Engl J Med* 304: 387-92
5. Jougon JB, Gallon P, MacBride T *et al.* (1999) Esophageal perforation after transesophageal echocardiography. *Eur J Cardiothorac Surg* 16: 686-7
6. Decharny JB, Philip I, Depoix JP (2002) Esophagotracheal perforation after intraoperative transoesophageal echocardiography in cardiac surgery. *Br J Anaesth* 88: 592-4
7. Vignon Ph, Goarin JP (2002) Échocardiographie Doppler en réanimation, anesthésie et médecine d'urgence. Elsevier
8. Dulchavsky SA, Hamilton DR, Diebel LN, *et al.* (1999). Thoracic ultrasound diagnosis of pneumothorax. *J Trauma* 47: 970-1
9. Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, *et al.* (2002) Traumatic pneumothorax. Detection with thoracic US : Correlation with chest radiography and CT. *Radiology* 225: 210-4
10. Reissig A, Kroegel C (2003) Transthoracic sonography of diffuse parenchymal lung disease: the role of comet tail artifacts. *J Ultrasound Med* 22: 173-80
11. Mayo PH, Goltz HR, Tafreshi M, Doelken P (2004) Safety of ultrasound-guided thoracentesis in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 125: 1059-62
12. Jambrik Z, Monti S, Coppola V, *et al.* (2004) Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Cardiol* 93: 1265-70
13. Chun R, Kirkpatrick AW, Sirois M, *et al.* (2004) Where's the tube ? (...) *Prehospital Disaster Med* 19: 366-9
14. Blaivas M, Lyon M, Duggal S (2005) A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Acad Emerg Med* 12: 844-9
15. Soldati G, Testa A, Silva FR, *et al.* (2006) Chest ultrasonography in lung contusion. *Chest* 130: 533-8
16. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G *et al.* (2006) Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med* 24: 689-96
17. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ (2007) Clinical review: bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care* 11: 205
18. Fagenholz PJ, Gutman JA, Murray AF, *et al.* (2007) Chest ultrasonography for the diagnosis and monitoring of high-altitude pulmonary edema. *Chest* 131: 1013-8
19. Henneghien C, Remacle P, Bruart J (1986) Intérêt et limites de l'échographie en pneumologie. *Rev Pneumol Clin* 42: 1-7
20. Targhetta R, Bourgeois JM, Balmes P (1992) Ultrasonographic approach to diagnosing hydropneumothorax. *Chest* 101: 931-4
21. Bitschnau R, Mathis G (1999) Chest ultrasound in the diagnosis of acute pulmonary embolism. *Radiology* 211: 290
22. Beckh S, Bolcskei PL, Lessnau KD (2002) Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. *Chest* 122: 1759-73
23. Taylor KJW (1987) A prudent approach to Doppler ultrasonography (editorial). *Radiology* 165: 283-4
24. Miller DL (1991) Update on safety of diagnostic ultrasonography. *J Clin Ultrasound* 19: 531-40
25. Barnett SB, Ter Haar GR, Ziskin MC, *et al.* (2000) International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine. *Ultrasound Med Biol* 26: 355-66
26. Laënnec RTH (1819) *Traité de l'auscultation médiate, ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur.* Paris: J.A. Brosson & J.S. Chaudé. New York: Hafner 1962
27. Snyder GE (2008) Whole-body imaging in blunt multisystem trauma patients who were never examined. *Annals of Emergency Medicine* Vol. 52 n° 2: 101-3
28. Lichtenstein D (2007) L'échographie « corps entier », une approche visuelle du patient en état critique. *Bulletin officiel de l'Académie Nationale de Médecine* (séance du 6 mars 2007), Paris, Tome 191, mars n° 3, 495-517
29. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, *et al.* (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 100: 9-15
30. McGee S, Abernethy WB 3rd, Simel DL (1999) The rational clinical examination. Is this patient hypovolemic ? *J Am Med Assoc* 281: 1022-9
31. Lichtenstein D (2009). Ultrasound examination of the lungs in the intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 10: 693-8

La formation initiale de l'intensiviste peut être limitée à une seule application, par exemple le glissement pleural. Une fois entraîné, il ou elle sait que l'unité peut être utilisée chaque fois que la question du pneumothorax est soulevée (donc, au moins une fois par jour), avec une réponse binaire immédiate : pas de pneumothorax, ou pneumothorax possible. Une fois familier, la seconde application est étudiée (nous suggérons les lignes B), et ainsi de suite pour une période indéterminée. Par ce moyen, l'intensiviste va, petit à petit, modifier sa façon de travailler, avec toujours la possibilité de revenir en arrière en cas de difficulté. On ne devient pas échographiste soudainement, pas plus qu'on ne devient réanimateur soudainement. Le contrôle de l'échographie a certainement un début mais pas de fin, et nous apprenons aussi chaque jour.

Malgré notre choix délibéré de définir l'échographie critique (plutôt que de la disséminer sous une forme inachevée, sans le poumon, etc.), nous avons tout de même réussi à créer un centre de formation afin de présenter humblement notre vision de simplicité. Le CEURF (prononcer *Surf*) est né de l'absence de structure adaptée à l'époque – celle où des collègues courageux devaient s'inscrire à des diplômes traditionnels, où on disait tout sur la thyroïde, mais rien sur le poumon (etc.). Nathalie Lascols, qui a pratiquement mis les structures en route, trouvera ici l'expression de notre gratitude.

Le CEURF met l'accent sur une formation personnalisée, une méthode lente mais solide. Comme la chauve-souris de notre logo, qui est aussi grosse que la dernière phalange de notre pouce mais donne naissance à un bébé par *an* (quelle autre espèce si petite le fait ?), nous essayons de privilégier la qualité (fig. 31.1). Les collègues entraînés sont alors capables de répandre la méthode.

Notre expérience a montré des résultats prometteurs. Une session de 30 minutes chaque semaine durant 18 mois couvrant le corps entier avait donné

une acuité de 18,5/20 [1]. À l'évidence, l'obtention d'une note de 17/20 va être bien plus courte. Une formation sur le BLUE-protocole limité, se focalisant seulement sur une recherche du glissement pleural et des fusées pleurales donne, après de courtes sessions faisant un total de 90 (quatre-vingt-dix) minutes, une acuité moyenne de 19 (dix-neuf) sur 20. Une formation focalisée sur la part pulmonaire du BLUE-protocole a donné, après sept sessions d'une heure, une acuité de 19,5/20.

Il y a à présent d'innombrables centres de formation, souvent sponsorisés par les géants du laptop. Le CEURF a conservé ses particularités originales.

1. Le centre la formation sur des points débouchant sur un *geste thérapeutique immédiat* (pas de place pour décrire une stéatose hépatique, etc.).
2. Le stage clinique est fait dans notre réanimation – sans utiliser des mannequins sains, certes conviviaux mais peu informatifs (cependant, voir plus bas). Les maladies pulmonaires et veineuses sont habituellement présentes.
3. La qualité est privilégiée sur le nombre de participants : pas plus de deux, durant une matinée entière (voire deux à trois) : la clé pour une formation personnalisée.
4. Le CEURF ne se limite pas à importer un modèle traditionnel de la culture radiologique (calculs dans la vésicule biliaire, utilisation du Doppler, sondes multiples, etc.). Il crée une *approche adaptée* – utilisant une unité adaptée, une sonde adaptée, des applications adaptées (infarctus mésentérique, pneumopéritoine, nerf optique, sonographie cardiaque simplifiée...). Le *poumon* est le centre de cette approche, avec applications respiratoires et hémodynamiques.
5. Le CEURF fait appel à un orateur. L'inconvénient est qu'une seule opinion est présente (celle de la simplicité néanmoins). L'avantage est l'homogénéité du cours, et l'intégration de 21 ans de pratique.

6. La simplicité est un mot clé du CEURF. Par l'emploi d'une approche spécifique, la simplicité fonctionne, sans le moindre compromis pour la sécurité du patient.
7. Les participants sont alors invités à une journée de rafraîchissement à distance (« piqûre de rappel »), qui leur permet de contrôler leur compréhension, après une période de pratique (6-12 mois). C'est un espace pour les questions, commentaires, suggestions.
8. L'inscription au CEURF donne droit à un suivi permanent avec le bureau, sans limitation dans le temps. Tout participant peut montrer le résultat de ses recherches, demander un appui, et c'est une porte ouverte aux publications.

Nous donnons une clé simple à nos élèves pour réaliser un auto-apprentissage.

1^{re} étape : dès que l'élève sait comment chercher le glissement pleural, il attendra un patient se présentant avec un pneumothorax confirmé, allumera l'échographe, et devra obligatoirement trouver un signe de la stratosphère. S'il n'y a pas de signe de la stratosphère, avec à la place un signe du bord de mer, il y a un problème. La sonde était-elle bien

aux BLUE-points ? La radiographie n'a-t-elle pas été inversée par erreur ? Ne s'est-on pas trompé de patient ? Etc. Après autant d'exams que possible sur des diagnostics connus, la confiance vient, et on passe à l'étape suivante.

2^e étape : elle a en commun avec la première la même recherche d'un signe de la stratosphère, mais ici chez un patient posant un problème aigu, possiblement un pneumothorax. Ensuite, la gestion doit être traditionnelle (scanner, etc., si le temps le permet), sans que la moindre décision basée sur l'échographie ne soit encore prise. Si le signe de la stratosphère coïncide régulièrement avec un pneumothorax, et inversement, la confiance s'amplifie.

3^e étape : c'est la même étape que la seconde (recherche d'une stratosphère chez un patient suspect de pneumothorax), sauf qu'ici, le patient est trop critique pour qu'on puisse lancer la moindre investigation classique. Voir un glissement pleural et ne pas insérer de drain (tout en cherchant ailleurs l'origine du drame), voir un point poumon et sauver le patient par un drainage opportun, tout ceci initie un passage irréversible : par la seule échographie, le médecin a osé aller dans la bonne direction. Le taux de pertes traditionnel de notre métier diminue alors, graduellement. Le médecin entre dans la médecine critique écho-éclairée : une nouvelle discipline.

Le compagnonnage d'internes et chefs dans un même service de réanimation est sans doute le mieux. Même si peu sont formés par année, ils transmettent une connaissance solide dans leur institution finale. Si cela avait débuté en 1982, nous aurions 30 années derrière nous. Le moyen le plus efficace, l'intégration de l'échographie dans les études médicales que nous prônons depuis 1989, va enfin devenir une réalité [2].



Fig. 31.1 – Le logo de notre centre de formation, le Cercle des Echographistes d'Urgence et de Réanimation Francophones. Prononcer Surf. Les bénéfices de cette association sous la loi de 1901 sont utilisés pour répandre un modèle simple d'échographie critique à travers le monde (faisant ainsi un travail qu'en toute logique la faculté de Médecine aurait dû assurer). Ce fond nous rend totalement indépendants des fabricants et... du bon vouloir des Académiciens. La chauve-souris est le seul mammifère qui utilise l'échographie, et ce depuis 55 millions d'années. En dehors du populaire dauphin (connu pour être plutôt intelligent), un oiseau aussi utilise l'échographie : le martinet, un oiseau vraiment rare, qui peut voler tout en dormant, assurant ainsi de longues migrations, et a été élu oiseau de l'année en 2003. À titre de comparaison, le taureau n'a pas d'équipement échographique pour distinguer le toréador de la cape – une bénédiction pour le toréador et la foule joyeuse. Certaines personnes craignent la chauve-souris, un animal agréable et utile dans la vaste majorité des cas. Le serpent, qui en revanche a tué de nombreux êtres humains, a été choisi comme symbole de la médecine. Pour plus de détails sur cet animal qui ne ressemble à aucun autre, voir www.ceurf.net. Le CEURF forme aussi des intensivistes en anglais, mais il a bien sûr gardé son label natif. De petits groupes profitent d'une formation au lit. Entre-temps le patient en état critique profite de ces examens exhaustifs, ce qui donne une dimension éthique au CEURF

L'échographie sauvage

Les collègues peuvent aussi pratiquer ce que nous appelons l'*échographie sauvage*. La solitude d'une garde de nuit est le climat propice pour sa pratique (lire la première ligne de notre préface). Face à un patient avec une dégradation incontrôlable, et parfaitement conscient de sa culture limitée, un intensiviste isolé serait tenté d'utiliser l'échographe, se souvenant vaguement de quelque lecture, se rappelant qu'un échographe traîne quelque part dans son service. Tentant de ne pas être l'apprenti sorcier (mais qui le blâmerait si le patient lui échappe), il entre alors dans

l'échographie sauvage. On ne peut interdire cette pratique quasi clandestine. Nous spéculons juste que le nombre de situations sauvées excédera (ou a excédé) celui où l'appareil n'aurait pas dû avoir été allumé. Rappelons que la déontologie oblige tout médecin à utiliser tout moyen en cas d'extrême urgence s'il n'a pas le choix. Nous pensons que les intensivistes et les urgentistes sont assez sages pour ne pas galvauder la méthode [3, 4] et prendre le bon chemin, celui de l'humilité.

L'approche dans nos ateliers : comment faire de notre jeune modèle sain une mine de maladies aiguës, comment éviter de faire des misères à nos animaux de laboratoire

Les ateliers avec cochons se développent, pour simuler diverses maladies aiguës. L'amitié que nous avons pour leurs créateurs, le respect que nous avons pour l'idée sous-jacente, l'enthousiasme que nous voyons chez leurs participants, nous créent un petit serrement au cœur. Avec nos excuses, voici donc les solutions permettant de diminuer ou d'éradiquer ces tendances.

Dans les ateliers où nous sommes invités, nous avons habituellement un jeune modèle élané, un étudiant en médecine souvent. Nous le présentons comme un homme débarquant juste d'un vol de 14 heures, en classe économique, sans place donc pour ses longues jambes, d'une contrée lointaine infestée de maladies infectieuses. Hautement stressé durant le vol par la prohibition du tabac, ce grand tabagique a pris des somnifères. Le personnel de cabine l'a trouvé comateux, l'a réveillé peu avant la descente. Il a vomi, beaucoup toussé, puis s'est plaint de dyspnée soudaine avec douleur thoracique. Il est amené directement aux urgences où vous le voyez, dans une défaillance respiratoire proche de l'encéphalopathie. Dans les pièces alentour, quelques joyeux alcooliques génèrent une ambiance bruyante empêchant toute auscultation sereine. Notre patient peut avoir toutes les maladies possibles : embolie pulmonaire, pneumonie de cette région sauvage comme d'une inhalation, mais aussi œdème pulmonaire compliquant un syndrome coronarien aigu, et bien sûr le pneumothorax, ou encore l'asthme sévère.

1. Nous menons un examen en Stage-1, montrant comment nous localisons les BLUE-points supérieur et inférieur. Nous démontrons le signe de la chauve-souris.
2. Nous démontrons le glissement pleural, le signe du bord de mer et les lignes A (attendues chez ce modèle) au poumon droit. Ce patient n'a déjà ni pneumothorax droit, ni œdème pulmonaire aigu cardiogénique.
3. Nous vérifions le glissement pleural gauche, mais insérons subrepticement notre sonde obliquement, sur la côte, faisant profit des lignes M, qui simulent des lignes A (voir p. 179), et démontrons un aspect immobile avec artefacts de répétition horizontaux, générant un signe de la stratosphère... comme toute structure inerte, telle une côte... Ce pourrait être un pneumothorax – mais sans signe de la chauve-souris. Nous profitons de cette manœuvre pour expliquer pourquoi nous n'utilisons pas de coupes transversales ou obliques, ces détails qui feraient de l'échographie pulmonaire une science difficile. Nous drainons le patient (dans la parole).
4. Revenant à une technique correcte, nous démontrons le « retour » d'un glissement pleural gauche. Nous demandons à l'auditoire où se trouve le drain pleural (la réponse attendue est : peu importe, ce drain est efficace, puisqu'il a remis le poumon à la paroi). Dès lors, l'examen bilatéral montre un profil A (aspect normal). Le profil A invite à chercher la thrombose veineuse. Avec l'aide de la manœuvre un peu magique dite *Hypargonos* pour ainsi dire, nous insérons une sonde qui a été discrètement inversée de sens sur la veine jugulaire interne. Exerçant une pression suffisante pour collaber la veine, nous ne voyons sur l'écran qu'une artère carotide, et, apparemment en dehors, une structure tubulaire d'allure tissulaire : c'est bien sûr le corps droit de la glande thyroïde, utilisé ici comme un modèle simulant une thrombose occlusive jugulaire interne. Profil A et thrombose veineuse assurent, avec une spécificité de 99 %, le diagnostic d'embolie pulmonaire. Nous administrons la thrombolyse (en paroles), et, revenant à une technique correcte, démontrons une veine jugulaire interne belle, « reperméabilisée ».
5. Nous cherchons à présent des lignes B (souvent présentes dans le dernier espace intercostal latéral au-dessus du diaphragme chez des sujets sains, sinon vers la petite scissure, sinon près du cœur). Si aucune ligne B n'est visible, reste la possibilité d'aller pêcher dans l'abdomen quelque ligne GB, parfois visible aux sites jéjunaux (et demandons aux élèves d'imaginer que ces artefacts naissent de la ligne pleurale, et sont nombreux sur une coupe, tels des fusées

pleurales). Nous cherchons ensuite des lignes Z, en général toujours présentes, et pointons sur les 5 différences basiques avec les lignes B. Nous demandons aux élèves d'imaginer ces fusées présentes sur les quatre BLUE-points antérieurs (c'est-à-dire des fusées diffuses bilatérales). Le diagnostic d'œdème aigu pulmonaire hémodynamique est alors considéré, avec une spécificité de 95 %.

6. Nous illustrons ensuite un profil nu, faisant un point échographique veineux rapide juste au point V (cette portion au-dessus du genou, réputée difficile à comprimer, le symbole dans notre vision de l'échographie simple), montrant en quelques secondes une collapsibilité normale – extrapolant ce résultat au reste du système veineux pour gagner du temps. Le BLUE-protocol nous demande de revenir au poumon, dans l'investigation des PLAPS-points.
7. Avec encore un appel à la manœuvre *Hypargonos*, nous montrons à la paroi latérale gauche une pneumopathie franche de la lingula : image d'allure tissulaire touchant la paroi, avec souvent des bronchogrammes aériques, et la ligne fractale. Le poumon aéré est visible, vers le bas (pieds). Face à ce profil A plus PLAPS, nous concluons à une pneumonie (lingulaire), avec une spécificité de 96 %. Nous avons bien sûr exposé la simple rate mais avec une inversion de sonde, ce qui simule bien une pneumopathie... si ce n'est qu'elle se situe bien en dessous du PLAPS-point.
8. Revenant à une technique correcte, nous analysons le PLAPS-point, et démontrons finalement un profil nu (surface pulmonaire normale, système veineux normal). Ce jeune homme montre le profil de l'asthme aigu (ou de la BPCO suivant l'âge), avec une spécificité de 97 %.
9. À ce stade, nous avons diagnostiqué les principales affections respiratoires aiguës, mais nous pouvons aller plus loin si les élèves veulent voir d'autres subtilités.

Pour diagnostiquer un pneumothorax, point n'est besoin d'embêter un petit cochon. La sonde posée longitudinalement sur votre joue, bouche un peu ouverte, vous distinguez un tissu pariétal (la joue), des ombres à gauche et à droite de l'image (l'ombre des dents). La muqueuse jugale mime alors presque parfaitement une ligne pleurale. Cette ligne est totalement immobile (et génère donc un signe de la stratosphère). Il suffit alors d'amener sa langue d'une façon un peu travaillée au contact de la joue, de façon cyclique, et voilà un lung point (un *langue point* pour ainsi dire) parfaitement simulé.

Pour ceux qui voudraient voir à quoi ressemble une inhalation de corps étranger (nous sommes là en dehors du BLUE-protocol, car voici une cause peu fréquente de dyspnée aiguë de l'adulte), nous nous entendons discrètement avec le modèle avant l'atelier, de sorte qu'il cesse de respirer sur une commande discrète. Nous posons la sonde au point phrénique (poumon à gauche de l'écran, abdomen à droite), démontrons à gauche un poumon parfaitement mobile, puis allons au poumon droit, après avoir donné notre signal discret au modèle, et voici une coupole droite parfaitement immobile, avec en sus un pouls pleural. L'atélectasie complète est démontrée – malgré son caractère immédiat, encore totalement aéré. Nous faisons promptement une manœuvre de Heimlich (disons une évocation), et contrôlons l'efficacité de cette manœuvre en posant la sonde au point phrénique, montrant alors le retour d'une belle expansion pulmonaire droite.

Il nous est pour l'heure difficile de simuler un épanchement pleural, mais nous pouvons montrer le signe du plancton, caractéristique de pyothorax (utilisant notre produit de contact). Quant à l'hydropneumothorax, il peut être simulé aussi si l'on pose la sonde sur notre bouteille de produit de contact encore, là où est le niveau liquidien. Nous obtenons un signe du remous caractéristique.

Voici encore une raison d'être des BLUE-points : nous imaginons que nous travaillons avec une machine laptop dont la batterie touche à sa fin. La question cruciale est la recherche d'un hémithorax gauche débutant, et nous savons qu'il y a peut-être quinze secondes d'autonomie si nous allumons la machine. La force des BLUE-points est alors exploitée. La sonde est positionnée au PLAPS-point gauche. L'appareil est allumé, nous donne l'information, s'éteint. Si le PLAPS-point était positif, le patient sera évacué au plus vite pour chirurgie immédiate. S'il était négatif, il bénéficie d'une surveillance simple.

Au total, notre jeune modèle s'est retrouvé avec un pneumothorax, un œdème pulmonaire, une embolie pulmonaire, une pneumopathie, un asthme aigu, un empyème, un corps étranger avec complète atélectasie... Tout cela est acquis avec juste un peu d'imagination, c'est-à-dire en évitant ces simulateurs coûteux (et pas très fidèles, même s'ils rencontrent un vif succès), et sans non plus embêter nos (coûteux eux aussi !) amis les cochons.

Un détail plus important, pour ceux qui pourraient penser que cette faculté de créer toutes ces pathologies signifie que la méthode n'est pas si fiable, il faut répondre que, juste avec une technique

intentionnellement mauvaise (inverser la sonde est une faute lourde, aborder en transversal condamne à tomber sur une côte une fois sur deux), on se met dans le souci. Le vrai message est que, si l'échographie est faite par le médecin lui-même, bien entraîné dans un centre compétent, il sera indépendant de toute manipulation, notamment du manque d'expérience de jeunes radiologues peu habiles.

Nous complétons la formation pratique par un cathétérisme écho-guidé fait sur une brique de... tofu, qui simule pour bon marché un parenchyme traversé par une aiguille.

Références

1. Lichtenstein D, Mezière G (1998) Apprentissage de l'échographie générale d'urgence par le réanimateur. *Réan Urg* 7 [Suppl]1:108
2. Hoppmann R. First World Congress on Ultrasound in Medical Education, Columbia, SC, 29 avril-1^{er} mai 2011, www.wcume.org
3. Filly RA (1988) Ultrasound: the stethoscope of the future, *alas. Radiology* 167: 400
4. Weiss PH, Zuber M, Jenzer HR, Ritz R (1990) Echocardiography in emergency medicine: tool or toy? *Schweiz Rundschau Med Praxis* 47: 1469-72

Crée dès 1915, adaptée en médecine dans les années 1950, adaptée au patient critique dès les années 1990, devenue plus largement appréciée depuis les années 2000, l'échographie devrait d'abord être considérée à travers des évaluations scientifiques : temps gagné, vies sauvées, économies, médecine basée sur l'évidence, qui devraient définitivement prouver sa valeur.

Elle pourrait aussi être considérée un peu comme une philosophie. L'irradiation épargnée, le confort accru du patient, le confort mental d'une équipe gérant immédiatement ces situations critiques, tous ces points ne peuvent être mesurés scientifiquement, et sont peut-être plus importants, car leur simplicité de mise en action confère toute son élégance à la méthode. Pendant que la communauté accélère sa course vers le moderne, avec la même obsession : toujours plus performant (avec des vainqueurs apparents tels que le scanner multibarrettes, les IRM de dernière génération, les équipements d'échocardiographie sophistiqués), nous gardons notre philosophie, heureux d'avoir su utiliser un instrument du passé. À chaque fois que notre système simple répond à la question et sauve

une vie (ou clarifie juste une situation, simplifie une prise en charge...), la victoire passe de son côté. Ceux qui considèrent le scanner, l'IRM, etc. comme un service pour le patient, oublient aussi qu'une grande majorité de Terriens ne verra jamais ces techniques, qui ne sont du reste pas si idéales. L'échographie, tout aussi utile dans une réanimation sophistiquée que dans des régions lointaines, austères, apparaît comme un outil universel, une démocratisation de la médecine.

Précieuse non seulement en réanimation et en soins intensifs, mais aussi en médecine d'urgence, en pédiatrie, anesthésiologie, cardiologie, pneumologie, traumatologie, chirurgie thoracique, médecine interne, médecine de famille, médecine de régions austères, médecine des vaisseaux spatiaux, l'échographie sera bientôt introduite dans les études médicales. Des décennies ont été perdues, nous y avons consacré deux des nôtres jusqu'à présent, mais au lieu de penser à ceux qui n'ont pas dès le début bénéficié de son potentiel, nous concentrons nos pensées sur ceux qui, dans ce futur proche, vont bénéficier, en masse, de cette médecine visuelle.

Glossaire

A (lignes A)

Lignes hyperéchogènes, naissant à intervalles réguliers de la ligne pleurale, parallèles à la ligne pleurale et donc grossièrement horizontales.

A1, A2... (lignes A1, A2...)

Nombre de lignes A naissant de la ligne pleurale. Le terme « lignes A+ » implique qu'au moins une ligne A a été détectée.

Aile de chauve-souris (signe de l')

Aspect formé par un épanchement péritonéal, entouré de limites convexes. Ce signe est d'intérêt pour détecter les épanchements non anéchogènes, les cas les plus sévères.

Anéchogène

Libre d'écho. La tonalité est noire par convention.

Artefact

Image artificielle créée par les propriétés physiques de propagation des ondes échographiques. La forme est toujours géométrique avec des axes symétriques. Les artefacts ne correspondent pas à des structures anatomiques.

Artefact en queue de comète

Ce terme désigne un artefact de répétition qui est hyperéchogène et grossièrement vertical. Il peut naître *ou pas* de la ligne pleurale. Il peut être long *ou pas*. Il peut être bien défini *ou pas*. Il peut effacer les structures profondes *ou pas*. Il peut se déplacer avec le glissement pleural *ou pas*. De nombreux artefacts en queue de comète peuvent être décrits, mais seule la ligne B a un réel intérêt clinique. Il importe donc de ne pas utiliser à tort le terme « queue de comète ».

B (lignes B)

Ce terme désigne un type d'artefact en queue de comète qui est précisément défini comme naissant

de la ligne pleurale, bien défini, aussi échogène que la ligne pleurale, effaçant les lignes A, s'étendant sans épuisement jusqu'au bord inférieur de l'écran et animé d'une dynamique synchrone du glissement pleural. La ligne B, générée quand une quantité minimale de liquide est entourée d'air (tel un septa interlobulaire épaissi), est un signe élémentaire de syndrome interstitiel, une entité centrale dans le concept de l'échographie critique.

b (ligne b, en minuscule)

Ce terme indique que seule une ligne B est visible sur une coupe.

B7 (lignes B7)

Ce terme désigne des fusées pleurales dont chaque élément est séparé des autres de 7 mm environ. Trois à quatre lignes B sont ainsi visibles dans l'espace intercostal. Les lignes B7 ont la signification du syndrome interstitiel (avec épaississement septal). Le terme B7, valable seulement chez l'adulte, est à présent remplacé par « fusées septales ».

B3 (lignes B3)

Ce terme désigne des fusées pleurales dont chaque élément est séparé des autres de 3 mm environ ou même contigu (B+). De 7 à 10 lignes B peuvent tenir dans un espace intercostal. Les lignes B3 ont la signification du syndrome interstitiel (avec lésions en verre dépoli). Terme renommé en « fusées superseptales ».

Bi-dimensionnel

Se dit d'une acquisition en deux dimensions, par opposition à l'image acquise en temps-mouvement (voir ce terme). Voir aussi Temps réel.

BLUE-hands

Deux mains appliquées sur le thorax, l'une au-dessus de l'autre, pouces exclus, débutant juste sous la clavicule montrent la localisation pulmonaire (le

petit doigt inférieur est alors usuellement à la jonction thoraco-abdominale. Le terme « BLUE »-hands signifie que les mains sont celles, en théorie, du patient (de toute taille, tout âge).

BLUE-points

Localisations standardisées décrites dans le BLUE-protocol, immédiatement accessibles et permettant des diagnostics immédiats de situations critiques. Il y a deux points antérieurs et un point mi-postérieur.

BLUE-point inférieur

Quand les BLUE-hands sont appliquées sur le thorax, ce point situé au milieu de la paume inférieure indique une localisation standardisée pour le diagnostic immédiat de pneumothorax et syndrome interstitiel.

BLUE-point supérieur

Quand les BLUE-hands sont appliquées sur le thorax, ce point situé à l'origine du médium et de l'annulaire de la main supérieure indique une localisation standardisée pour le diagnostic immédiat de pneumothorax et syndrome interstitiel.

BLUE-protocol

Il associe une approche échographique pulmonaire et veineuse adaptée au patient critique, au lit. Basé sur une association de signes et de localisations, le BLUE-protocol propose des profils simples permettant le diagnostic immédiat de la cause d'une détresse respiratoire aiguë.

Bord de mer (signe du) (*seashore sign*)

Aspect temps-mouvement d'un poumon normal. La couche de tissus pariétaux est immobile, ce qui génère des lignes horizontales (rappelant des vagues calmes) à la partie supérieure de l'écran. L'image naissant au niveau strict de la ligne pleurale et étendue en profondeur génère un aspect granuleux (rappelant le sable) car il reflète le glissement pleural qui se propage, de façon homogène, jusqu'en bas de l'écran.

Bronchogramme aérien dynamique

Consolidation pulmonaire au sein de laquelle des images punctiformes hyperéchogènes (les bronchogrammes aériques) ont un mouvement centrifuge inspiratoire. Ceci caractérise la consolidation non rétractile (la pneumopathie, en pratique clinique).

Bronchogramme aérien statique

Consolidation pulmonaire dans laquelle des particules hyperéchogènes punctiformes (qui indiquent les bronchogrammes aériques) n'ont pas de mouvement visible.

C (ligne C)

Image curviligne, centimétrique, naissant de la ligne pleurale, et appartenant à la sémiologie de la consolidation pulmonaire.

Carmen (manœuvre de)

C'est un mouvement important de la sonde dans l'échographie critique. La sonde est posée sur la peau, sans pression excessive. Elle est doucement balancée à gauche et à droite quand elle est dans un axe longitudinal (et vice-versa), en faisant glisser la peau sur la sous-peau (la sonde reste donc sur le même point cutané). La manœuvre rend l'échographie critique plus facile en offrant rapidement un contrôle des trois dimensions, améliorant la qualité de l'image, rendant visibles des structures qui ne le sont pas au premier poser de sonde, et sans perdre la cible.

Chauve-souris (signe de la) (*bat sign*)

À l'étape initiale de toute échographie pulmonaire, le signe de la chauve-souris identifie sur une coupe longitudinale les côtes supérieure et inférieure (les ailes) et, un peu plus en profondeur, la ligne pleurale (le ventre de la chauve-souris). Cette étape rend possible la localisation correcte des structures pulmonaires dans toutes les conditions.

Ciel-Terre (axe)

Cet axe situe les désordres pulmonaires gazeux et liquidiens en fonction des lois de la gravité. Il permet de comprendre la logique des BLUE-points (voir ce terme).

CLOT-protocol

(*Catheter-Linked Occult Thromboses protocol*) Analyse quotidienne des zones veineuses ayant reçu ou recevant un cathétérisme. Cette analyse est routinière et indépendante du cours du patient. Un CLOT-protocol est dit activé quand il a détecté une thrombose. Il est dit positif quand l'examen (routinier) suivant ne révèle plus aucune thrombose. Le CLOT-protocol fournit une arme utile dans le diagnostic d'embolie pulmonaire de patients très lourds et intransportables.

Culminant (Signe, Point)

Ce terme se réfère à l'axe Ciel-Terre pour désigner une entité (et non pas à quelque axe anatomique du patient).

Dépendant (Signe, Point)

Ce terme se réfère à l'axe Ciel-Terre pour désigner une entité (et non pas à quelque axe anatomique du patient).

Dérobade (signe de la) (Escape sign)

Face à une suspicion de thrombose veineuse occlusive, une légère pression de la sonde mobilise l'ensemble des tissus mous, et les parois proximale et distale de la veine restent séparées de la même distance. Ainsi, la veine semble échapper au capteur. Cela prouve la non-compressibilité de la veine, quand une pression appropriée est exercée (comme en atteste le comportement des tissus avoisinants).

DIAFORA (logistique)

Ce concept implique de faire appel au Doppler quand nécessaire, en faisant appel à un appareil de l'extérieur, un opérateur rompu de l'extérieur, avec si besoin absolu, transport même du patient à l'extérieur, comme pour un scanner. DIAFORA signifie *Doppler Intermittently Asked From Outside in Rare Applications*. Ceci permet au médecin de bénéficier rapidement d'une machine à coût très accessible qui sauvera des vies tous les jours. Le concept DIAFORA est basé à la fois sur la rareté réelle des situations où le Doppler est le seul test crucial, et sur la moindre urgence de ces situations, qui peuvent habituellement attendre les heures ouvrables.

Dièse (signe du dièse)

Sorte de dièse formé par les quatre limites d'un épanchement pleural en coupe intercostale : la ligne pleurale rectiligne, l'ombre des deux côtes, rectiligne. Et la limite profonde, appelée ligne pulmonaire (représentant la plèvre viscérale), qui est elle aussi régulière, grossièrement parallèle à la ligne pleurale.

E (lignes E)

E pour Emphysème. Artefacts en queue de comète, hyperéchogènes, bien définis, descendant sans épuisement jusqu'au bas de l'écran, mais naissant de couches superficielles par rapport à la ligne pleurale, avec cette particularité d'être alignées, ce qui indique une mince couche gazeuse formée dans un espace anatomique (entre deux muscles), et ne doit

jamais être confondu avec des lignes B. Il manque le signe de la chauve-souris (voir ce terme).

Échogène

En principe, une tonalité identique à une échostucture de référence (classiquement, le foie). En pratique, un terme souvent employé pour signifier « hyperéchogène », c'est-à-dire proche du clair.

Espace de Merlin

(d'Élisabeth Merlin, CEURFeuse) Image limitée par la ligne pleurale, l'ombre des côtes et le bord inférieur de l'écran. L'espace de Merlin peut être occupé par des images réelles (syndrome alvéolaire ou pleural) ou artefactuelles.

F (lignes F)

De « Fantôme », et du prénom de Fabien Rolland (CEURFeur). Ces images fantômes qui peuvent simuler des bronchogrammes aériques sur des analyses de poumon normal.

FALLS-protocol

Protocole utilisant l'échographie pulmonaire pour guider un remplissage vasculaire, basé sur le fait que les lignes A indiquent une PAPO basse (suggérant une autorisation pour le remplissage), et que les lignes B peuvent indiquer une PAPO élevée (suggérant d'interrompre le remplissage, schématiquement).

Fleur de lit (à)

Position de la sonde qui explore la paroi latérale d'un patient en décubitus dorsal, et se trouve bloquée par le lit. Sans passer à une manœuvre spéciale (petite latéralisation du patient) pour aller plus en arrière, l'exploration se limite à un Stage 2 à fleur de lit. Une absence d'épanchement à fleur de lit signifie absence ou modicité d'un épanchement.

Fractal (signe du fractal)

Adaptation à la difficulté de traduction de *Shred Sign*. C'est le signe majeur, spécifique, de la consolidation pulmonaire. Il indique l'aspect déchiqueté de la ligne qui sépare une masse tissulaire sous-pleurale du poumon aéré (appelée ligne fractale). Considérant l'image pixellisée de cette ligne de séparation, on peut librement y imaginer une certaine organisation de cet aspect chaotique. Le choix de ce terme, issu d'une réflexion avec Guylène Richevilain, vient à l'origine des travaux de Benoît Mandelbrot, qui avait appelé fractales certaines formes très rugueuses, très poreuses ou

très fragmentées, que l'on trouve dans la nature. La science fractale développe une nouvelle géométrie du chaos, fréquent dans la nature, mais qui peut se trouver dans de multiples cadres, jusqu'à la philosophie et même l'économie (voir son ouvrage *Fractales, hasard et finance*). Mandelbrot avait même avancé un modèle de géométrie fractale au niveau du... poumon et de ses sous-structures (voir son ouvrage, *Les objets fractals*). Il était heureux de voir ses « efforts récompensés par l'adoption des fractales dans un nombre croissant de disciplines, dont la diversité [était] tout à fait inattendue », et nous espérons aller dans son sens.

En toute rigueur, un mathématicien puriste parlerait de signe afractal, ou dysfractal. Cela introduirait une complication que nous estimons excessive, du fait que le monde mathématique côtoie le monde médical de façon si épisodique que la place pour une quelconque confusion serait vraiment infinitésimale. Si c'était le cas, il n'y aurait qu'à utiliser ces termes. Le terme de fractal est déjà nouveau pour beaucoup, le compliquer d'emblée par un excès de purisme serait une démarche discutable. Mandelbrot aurait certainement vu la chose ainsi.

Fusées pleurales (*lung rockets*)

Trois lignes B ou plus, entre deux côtes. Sont dites « septales » ou « superseptales » selon le nombre. Ont la signification d'un syndrome interstitiel.

G (lignes G)

G pour « gut » (digestif). Décrit toute sorte d'artefact (horizontal, queue de comète, ring-down) visible à l'aire abdominale.

Gain

Réglage de l'appareil pour avoir une image équilibrée. Le gain peut être réglé en superficie, en profondeur, ou de façon globale. L'expérience est le meilleur moyen d'avoir un bon réglage. Sinon, dans l'échographie pulmonaire, le réglage équilibré donne une paroi grise, des ombres costales noires et une ligne pleurale blanche.

Glissement pleural (*lung sliding*)

Une sorte de scintillement dynamique rythmé par la respiration, visible au niveau précis de la ligne pleurale, et se répercutant en profondeur.

Glissement péritonéal (*gut sliding*)

Dynamique générée par la couche de péritoine viscéral qui glisse contre la couche pariétale, immobile, ceci en rythme avec la respiration.

H (lignes H)

Ces artefacts hyperéchogènes un peu courbes qui sont visibles quand la sonde est sur son support. Leur portion centrale peut être considérée comme grossièrement horizontale, ce qui a un lien éloigné avec les lignes A. Les lignes H indiquent l'air de la pièce, et indiquent une fois de plus que l'air génère des artefacts de type lignes A.

Hyperéchogène

Tonalité située entre une référence échogène (classiquement le foie) et le blanc.

Hypoéchogène

Tonalité située entre une référence échogène (classiquement le foie) et le noir anéchogène.

I (ligne i)

Artefacts en queue de comètes, naissant de la ligne pleurale, hyperéchogènes, bien définis, mobilisés avec le glissement pleural, mais courts (s'épuisant après 1-3 cm). Aspect supposément normal.

Index de consolidation simplifié

Simple mesure de la profondeur d'une consolidation pulmonaire à son développement maximal, en assumant qu'une consolidation a grossièrement trois dimensions identiques.

Index PLAPS

Une zone de mesure standardisée dans une position standardisée du patient (couché, tourné très légèrement du côté opposé), un endroit standardisé (le PLAPS-point), et une sonde standardisée (une microconvexe qui peut être insérée en arrière). La distance expiratoire entre ligne pleurale et ligne pulmonaire est grossièrement corrélée à l'abondance de l'épanchement.

Isoéchogène

Tonalité identique à une structure de référence (classiquement, le foie).

J (lignes J)

Petit (1-3 mm de large) artefact hyperéchogène horizontal naissant de la ligne pleurale et dont la superposition avec les éléments sous-jacents, 1 à 2 mm plus en profondeur, va jusqu'en bas de l'écran, formant la ligne B.

K (ligne K)

K pour « Klingon ». Parasite dû à des interférences environnementales – naissant habituellement du sommet de l'écran.

Ligne (A, B, C, etc.)

Voir à la lettre correspondante.

Ligne fractale

La limite profonde d'une consolidation pulmonaire partielle, qui crée une ligne irrégulière avec le poumon profond, aéré. Un signe spécifique de consolidation pulmonaire.

Ligne musculaire

Ligne située en superficie de la ligne pleurale, indiquant une interface entre un muscle intercostal et un muscle pectoral. Le signe de la chauve-souris évite toute confusion.

Ligne pleurale

Ligne échogène située entre deux côtes, un peu en profondeur (0,5 cm), sur une coupe intercostale. Elle représente l'interface entre les tissus pariétaux et l'air thoracique. Voir le signe de la chauve-souris.

Ligne pulmonaire

Limite profonde d'un épanchement pleural, régulière par définition (voir signe du dièse), et formée par la plèvre viscérale.

Limited Investigation

Approche échographique d'un état de choc. Le *Limited Investigation (considering hemodynamic therapy)* procède à une analyse simplifiée du cœur, une échographie pulmonaire (FALLS-protocol), et éventuellement une analyse des veines caves, incluant la supérieure, au moyen d'une sonde microconvexe simple.

Loi de Grotowski

C'est une adaptation libre de la loi des probabilités en séries, utilisée ici en soins critiques, et intégrant l'aide visuelle que procure l'échographie. Dans ce domaine, la mort est un événement fréquent. Par l'usage de probabilités en séries, éclairées par la médecine visuelle, le risque de décès survenant au cours de telle approche (test diagnostique) devient de plus en plus réduit jusqu'à devenir infinitésimal, et de toute façon inférieur au risque alternatif. Comme exemple, le risque d'erreur de l'emploi du BLUE-protocol combiné avec des données cliniques et basiques, passe en dessous du risque encouru, à court et long terme, par l'usage d'outils traditionnels tels que le scanner spiralé.

Quand un diagnostic est rare, et que précisément le patient a une présentation atypique, il est quasi certain que ce diagnostic présumé doit être mis en retrait.

Comme dernier exemple, si une procédure commune basée sur une erreur potentielle peut néanmoins être une aide pour le patient, elle devrait être considérée. Nous prenons l'exemple de l'aéroportie. Ce rare diagnostic peut être confondu avec l'aérobilie, mais une hésitation à ce stade peut avoir de mauvaises conséquences. Chez un patient en choc septique avec possible aéroportie, une politique libérale de laparotomie devrait (dans ce cas rare, rappel) apporter plus d'effets positifs que négatifs – si l'on admet que dans le choc septique, une part importante relève d'une laparotomie. Même si ce n'était qu'une aérobilie, et même si elle n'était que physiologique, l'opération sera, quelquefois, salvatrice. Ceci permet d'évaluer le risque réel de chaque attitude.

M (lignes M)

Petits artefacts horizontaux hyperéchogènes générés par le sommet d'une côte.

Main du Doppler (*Doppler hand*)

C'est la main libre de l'opérateur, celle qui va remplacer la fonction Doppler dans l'analyse des segments veineux réputés incompressibles, en les... comprimant. Voir le point V.

Mangrove (signe de la, variante mangrove)

Une variante temps-mouvement du glissement pleural chez un sujet non dyspnéique, dont les pauses de fin d'inspiration et de fin d'expiration dessinent des aspects proches du signe de la stratosphère.

Manœuvre de latéralisation

Manœuvre consistant à placer le bras du patient en décubitus dorsal vers l'épaule controlatérale. Plusieurs centimètres d'exploration postérieure sont ainsi gagnés pour l'analyse avec une sonde courte, pointant au maximum vers le ciel.

Méduse (signe de la)

Visualisation d'une dynamique particulière de la partie toute inférieure du poumon, quand elle est séparée de la coupole par un épanchement substantiel, et semble nager comme une méduse, une sirène, dans un rythme à la fois respiratoire et cardiaque.

Mode temps-mouvement

Analyse d'une seule ligne (une dimension) d'une image à deux dimensions, et qui va être étalée dans le temps, créant une image à deux dimensions. La

lecture de cette seule image permet de saisir une dynamique *a posteriori*, à l'opposé d'une image temps réel, qui montre un document précis, mais figé dans le temps.

N (lignes N)

(N pour Neri, ou noir) Artefacts verticaux naissant de la ligne pleurale, longs, bien définis, glissant avec le glissement pleural, effaçant les lignes A. Un seul critère les distingue des lignes B : ils sont anéchogènes (noirs).

O (ligne O)

O pour non-A non-B. Absence de tout artefact, horizontal ou vertical, naissant de la ligne pleurale. Assimilé cliniquement à des lignes A.

Ombre postérieure

Image complètement anéchogène, ayant une forme artefactuelle et localisée en profondeur d'une structure osseuse.

P (lignes P)

De nombreuses lignes A passant à travers un espace intercostal un peu étroit pourraient donner l'illusion d'un artefact basiquement vertical.

Plancton (signe du)

Multiplés images punctiformes échogènes dans une collection anéchogène ou peu échogène. Ces images ont une dynamique lente, un peu tourbillonnante, comme en apesanteur. Signe quasi spécifique d'épanchement pleural.

PLAPS

Abréviation, de l'anglais *Posterior and/or lateral Alveolar and/or Pleural Syndrome*. Terme condensé indiquant la détection de soit une consolidation, soit un épanchement, soit les deux, au PLAPS-point.

PLAPS-point

Un des trois BLUE-points. Aire d'investigation déterminée par l'intersection entre la ligne horizontale prolongeant en arrière la ligne des BLUE-points inférieurs et la ligne axillaire postérieure, verticale. Plus postérieur sans trop mobiliser un patient couché, ventilé, est encore mieux. Ce point est accessible en Stage 3 avec une sonde courte. Le PLAPS-point indique tous les épanchements pleuraux libres et la majorité des consolidations pulmonaires chez le patient critique.

Point phrénique

Un point supplémentaire par rapport aux trois points standardisés du BLUE-protocol. Il sert à analyser la fonction phrénique. C'est l'intersection entre la ligne horizontale qui prolonge la ligne de l'auriculaire inférieur des BLUE-hands (voir BLUE-hands) et la ligne axillaire moyenne, verticale.

Point poumon (lung point)

Apparition soudaine et transitoire dans le cycle respiratoire, généralement à l'inspiration, d'un signe pulmonaire, avec glissement pleural et/ou fusées pleurales et/ou altération de lignes A, à un endroit précis de la paroi thoracique, suivant tout un aspect ayant débuté à la paroi antérieure, où glissement pleural aboli et lignes A exclusives étaient observés. Signe spécifique de pneumothorax.

Point V

V pour victoire (sur le Doppler). Une localisation précise de la cuisse, un peu au-dessus du genou, où la « main du Doppler » se positionne pour une compression efficace de la veine fémorale (à cet endroit réputé non compressible).

Pouls pleural (lung pulse)

Visualisation à la ligne pleurale de vibrations en rythme avec le cycle cardiaque. Signifie à la fois anomalie respiratoire (atélectasie, apnée) et absence de pneumothorax.

Poumon sombre (échographique)

Situation rare où un aspect hypoéchogène homogène est enregistré sous la ligne pleurale, sans aucun élément statique ou dynamique permettant d'affirmer sa nature solide ou liquidienne. On voit en général un poumon blanc à la radiographie. C'est le plus souvent un épanchement liquidien.

Prédominance A (FALLS-protocol)

Détection d'un profil soit A, soit A', soit A/B.

Prédominance B (FALLS-protocol)

Détection d'un profil B ou B'.

Profil A (BLUE-protocol)

Association de lignes A prédominantes et de glissement pleural en Stage 1.

Profil A' (BLUE-protocol)

Association de lignes A prédominantes et glissement pleural aboli en Stage 1.

Profil A/B (BLUE-protocol)

Prédominance de lignes A sur un poumon, de lignes B sur l'autre, en Stage 1 (ou niveau 1).

Profil B (BLUE-protocol)

Association de fusées prédominantes et glissement pleural en Stage 1.

Profil B' (BLUE-protocol)

Association de fusées prédominantes et glissement pleural aboli en Stage 1.

Profil C (BLUE-protocol)

Détection d'un syndrome alvéolaire (consolidation) en Stage 1.

Profil nu (BLUE-protocol)

Exploration normale, soit profil A, absence de PLAPS et axes veineux libres.

Pseudo-tissu (signe du)

Terme indiquant que la consolidation pulmonaire, un désordre liquidien, donne un aspect tissulaire, ressemblant au parenchyme d'un foie ischémique (avec possibles collections gazeuses).

R (lignes R)

Du prénom d'une collègue qui les avait soulignées. Artefacts en queue de comètes ayant tous les critères des lignes B à part leur localisation : ils naissent de la ligne péricardique profonde, sur une coupe cardiaque parasternale petit axe.

S (ligne S)

Artefacts sous-jacents à une large structure métallique (pacemaker, pince chirurgicale oubliée...), et générant des formes plutôt sinueuses.

SESAME protocol

Un terme simple définissant un moyen pragmatique de gérer immédiatement un choc extrême avec imminence d'arrêt circulatoire, quand un échographe simple est à demeure. Il met au même niveau des signes de mécanisme d'insuffisance circulatoire (exemple, une veine cave aplatie) et les signes de cause (exemple, un hémopéritoine). Ce protocole est proche du FALLS-protocol, sauf qu'il met le poumon avant le cœur. D'après le début de *Sequential Emergency Sonography Assessing Mechanism Or Origin of Shock of Indistinct Cause*.

Signe

Voir au nom correspondant (par exemple à *Sinusoïde*).

Sinusogramme

Visualisation échographique des parois d'un sinus maxillaire.

Sinusoïde (signe de la sinusoïde)

Courbe acquise en mode temps-mouvement au niveau d'un épanchement pleural. La limite superficielle (la plèvre pariétale) est immobile, tandis que la limite profonde (la plèvre viscérale) affiche une excursion centrifuge inspiratoire.

Sinusoïde induite (signe de la)

Un épanchement péritonéal peut être échogène (simulant un tissu), mais la pression de la sonde réduit l'épaisseur de cette image, démontrant sa nature non solide. Des pressions répétées créent de parfaites courbes sinusoïdes en TM).

Splanchnogramme

Visualisation directe d'un organe abdominal quand la sonde est appliquée chez un patient en décubitus dorsal, ce qui signifie qu'aucun gaz libre (pneumopéritoine) ne se collecte sur la paroi abdominale.

Stage 1 (échographie pulmonaire)

Analyse de la paroi thoracique antérieure chez un patient en décubitus dorsal à la surface terrestre.

Stage 2 (échographie pulmonaire)

Adjonction de la paroi latérale au Stage 1.

Stage 3 (échographie pulmonaire)

Insertion d'une petite sonde microconvexe aussi postérieurement que possible à la paroi postérieure chez un patient en décubitus dorsal.

Stage 4 (échographie pulmonaire)

Analyse pulmonaire exhaustive, avec positionnement du patient en latéral (ou assis) pour un balayage complet des parties postérieures. Cette analyse inclut une coupe sur les apex.

Stratosphère (signe de la)

Aspect temps-mouvement composé de lignes horizontales superposées, traduisant l'immobilité absolue notée sur une coupe passant par un espace intercostal. Cet aspect évoque les traînées d'escadrilles de forteresses volantes dans la stratosphère, un aspect caractéristique de pneumothorax (commandant confirmation par le point poumon).

T (lignes T)

En mode temps-mouvement, lignes fines naissant strictement de l'équivalent temps-mouvement de la

ligne pleurale. Elles sont une expression *a minima* du pouls pleural, et signifient absence de pneumothorax, associé à un trouble de l'expansion.

U (ligne U)

Limite superficielle d'artefacts hyperéchogènes arciformes qui dessinent un U inversé, signifiant des structures coliques emplies de gaz.

V (ligne V)

Petit artefact en queue de comète qui peut être trouvé dans la paroi d'une vésicule biliaire.

W (lignes W)

Artefacts en queue de comètes, longs, ne s'épuisant pas, naissant de couches superficielles situées au-dessus de la ligne pleurale, non

alignées. Elles indiquent des masses de gaz localisées de façon non alignée dans les tissus pariétaux (voir Lignes E).

X (lignes X)

Situation rare où une authentique ligne B n'efface pas une ligne A, créant un aspect de croisement (dessinant un X).

Z (lignes Z)

Z pour la dernière lettre de l'alphabet. Artefacts en queue de comètes naissant de la ligne pleurale, mal définis, moins échogènes que la ligne pleurale, n'effaçant pas les lignes A, non mobiles et s'épuisant après quelques cm, contrairement aux lignes B. Donc, parasites à ne pas confondre avec les lignes B.

Index

A

A (ligne), 120, 150, 165, 176
ABCDE protocol, 299
abcès (des tissus mous), 247 (hépatique), 52 (pulmonaire), 136
abdomen aigu (synthèse), 283
abolition du glissement, 163
accès veineux, 87
acronyme, 298
aéroportie, 51 (loi de Grotowski), 52
anémie, 284
anesthésie, 269
anévrisme aortique, 81
anurie, 71
aorte, 81
appareil idéal, 17
appendicite, 268
apprentissage, 303
arrêt cardiaque, 276
artefact(s), 7, 145 (classification), 176 (et nerf optique), 242
artère (épigastrique), 249 (mammaire), 249 (pulmonaire), 207, 210 (radiale), 247, 278
asepsie, 12, 21
asthme, 153, 184
atélectasie, 104, 136, 139 (simulation), 306
atelier cochon, 305
auto-formation, 304
axe Ciel-Terre, 114

B

B (ligne), 146, 177
Blakemore (sonde), 42, 45
bloc auriculo-ventriculaire, 277
bloc nerveux, 284
bloc opératoire, 269
BLUE-points, 114, 116
BLUE-protocol, 138, 181, 300 (application clinique), 185 (cœur et), 188 (et acronyme), 193 (FAQ), 187 (gaz du sang et), 187 (histoire), 194 (profils du), 182 (veines), 97

BLUE-protocol étendu (causes mixtes ou rares), 193
bord de mer (signe), 121
BPCO, 153, 184
bronchogramme aérique, 135
bulle d'emphysème, 158

C

C (ligne), 138, 177
cardiologue, 270
cathéter de Swan-Ganz, 214, 217
cathétérisme (sus-pubien), 73 (veineux), 87
cellulite, 247
cerveau, 241, 246
CEURF, 304
chariot, 12, 15 (et laptop), 293
chauve-souris (traits), 304
choc (arbre décisionnel), 230 (cardiogénique), 229 (extrême), 273 (hypovolémique), 229 (obstructif), 231 (septique), 229, 278
cholécystite (aiguë alithiasique), 57 (subaiguë chronique), 58
cholécystostomie, 64
cholestase, 53
clavier plat, 294
CLOT-protocol, 280
code-barre (signe), 164
cœur, 205, 289 (signe), 139 (et BLUE-protocol), 188
colite pseudo-membraneuse, 47
colon, 44
coma, 239
compliance pulmonaire, 153
compression veineuse, 90, 100
comptage des lignes B, 225
compte-rendu, 22
considérations libres, 287
consolidation pulmonaire, 133
corrida (signe de la), 110

D

débit cardiaque, 219

défaillance ventriculaire (droite), 209 (gauche), 209
déglobulisation, 284
demi point poumon, 167
dérobade (signe), 101
désinfection, 21
DIAFORA (abcès), 260 (concept), 15 (endocardite), 213 (synthèse), 291 (urgences), 267
diaphragme, 27, 115, 140, 268
dièse (signe), 124
dilatation gastrique aiguë, 45
dimensions de la machine, 292
dissection (aortique), 82 (carotide), 269
Doppler, 5, 47, 62, 67, 68, 88, 90, 94, 101, 104, 105, 106, 108, 109, 128, 137, 140, 202, 205, 209, 210, 211, 217, 221, 223, 226, 232, 242, 249, 257, 260, 264, 267, 269, 289, 290 (Christian), 291 (trans-crânien), 242
douleur, 284 (thoracique), 283
dyspnée (causes rares), 191

E

E (ligne), 150, 169, 177
échographie (dans l'espace), 271 (du monde), 270 (pré-hospitalière), 265 (pulmonaire), 288 (sauvage), 304 (thérapeutique), 271 (trans-œsophagienne), 205, 217
échographie interventionnelle (bile), 63 (péricarde), 212 (plèvre), 129 (poumon), 142 (principe), 255 (rein), 73 (trachéotomie), 244 (vessie), 73
écran plat, 293
embolie(à veines libres), 190 (gazeuse), 213
embolie pulmonaire, 153, 184, 210 (et choc), 274 (et images sous-pleurales), 190 (sur SDRA), 280 (synthèse), 278
emphysème (pariétal), 169, 248 (pulmonaire), 158
empyème, 128
endocardite, 213
entraînement systolique, 277
environnement instable, 266
épanchement péritonéal, 33
épanchement pleural, 123 (nature), 127
équipement, 11 (idéal), 296
estomac, 43, 45
ETO, 289
EVASAN, 265
examen clinique (et échographie), 297
exsudat, 127

F

F (ligne), 142, 177
FALLS-protocol, 221 (et FAQ), 224 (histoire), 232 (usage pratique), 223
fantôme, 99 (simulation), 261
fasciite nécrosante, 247
faux anévrisme, 249, 260
FEVER-protocol, 281
fibrillation ventriculaire, 277

fibrose interstitielle, 191
fièvre, 110, 281
filtre(s), 3, 15
flying doctor, 265
foie, 28, 51
formation, 303
fractal (signe), 134
fusées pleurales, 147

G

G (ligne), 177
gain, 6
gaz du sang (et BLUE-protocol), 187
gel, 16, 106, 291
glissement pleural, 121, 157
globe (oculaire), 243 (vésical), 70
grossesse, 72 (synthèse), 284

H

H (ligne), 121, 161
harmonie, 16, 294
hématome, 248 (rétro-péritonéal), 85
hémopéritoine, 36
hémorragie digestive, 284
hémothorax, 128
hernie hiatale, 129
hydropneumothorax, 167
hypertension intra-crânienne, 239
hyperthermie maligne, 248
hyponatrémie, 154

I

ictère, 53
index cardiaque, 225, 228
index de consolidation, 138
infarctus (du mésentère), 46 (du myocarde), 214
innocuité, 201
insuffisance circulatoire aiguë, 217
insuffisance rénale aiguë, 67
insuffisance surrénale aiguë, 76
intestin grêle, 43, 46
intubation (œsophagienne), 245 (sélective), 139, 282
irradiation, 72

J

J (ligne), 151, 178

K

Kerley (lignes), 152
knobologie, 3

L

laptop, 11, 292, 293

lieux communs, 288
 ligne (A, B...), voir lettre correspondante
 ligne(s) (de Kerley), 148 (pleurale), 118 (pulmonaire), 124
 loi de Grotowski, 233 (aéroportie), 52 (et embolie pulmonaire modérée), 279

M

M (ligne), 178
 mangrove (variante), 158
 médecine de catastrophe, 270
 médecine visuelle, 285
 médiastinite, 250
 méningite, 251
 microconvexe (sonde), 13
 moëlle épinière, 251
 Morrison (poche), 34
 mucite, 49
 myasthénie, 250

N

N (ligne), 178
 nerf (optique), 239 (périphérique), 249 (phrénique), 141
 niveau hydro-aérique, 137
 nouveau-né (et radiographie thoracique), 201 (et volémie), 202 (poumon), 197
 nutrition, 250

O

O (ligne), 120, 179
 obésité, 9, 14
 obstacle urinaire, 69
 occlusion, 48 (artérielle), 249
 œdème cérébral, 241
 œdème pulmonaire, 152, 182, 189, 222 (débutant), 191 (simulation), 306
 œil, 243
 œsophage, 42
 ombre acoustique, 7
 opérateur-dépendance
 os, 270
 osmothérapie, 243

P

P (ligne), 179
 pancréas, 30
 pancréatite, 77
 PAPO, 221, 224
 parotidite, 244
 pédiatre, 270
 péritoine, 27, 33
 péritonite, 37
 péristaltisme, 41
 phlébographie, 109

philosophie (de l'échographie critique), 309
 PICCO, 217
 PLAPS, 193
 PLAPS-index, 126
 PLAPS-point, 116, 123
 pleurésie (volume), 126 (purulente), 127
 pneumologue, 270
 pneumonectomie, 264
 pneumonie, 184
 pneumopathie, 139 (simulation), 306
 pneumopéritoine, 37
 pneumothorax, 153, 157 (complexe), 170 (et choc), 274 (simulation), 305 (suffoquant), 168 (taille), 168
 ponction (péritonéale), 40 (pleurale), 129
 point poumon, 165
 point V, 101, 106
 pouls pleural, 139, 160
 poumon, 113, 289 (nouveau-né), 197 (rapport hydro-aérique), 119 (stage 1-2-3), 115
 pouvoir d'émission, 202
 pression artérielle, 249
 PUMA (concept), 296
 pyélonéphrite, 67
 pyonéphrose, 70

Q

queue de comète, 154

R

rachis, 27, 251 (cervical), 245
 radiographie thoracique, 173
 rapport hydro-aérique (poumon), 119
 rate, 31, 75
 réanimation chirurgicale, 263
 rein, 30, 67
 renforcement postérieur, 7
 répondeur (au remplissage), 220
 réverbération, 7
 rhabdomyolyse, 247
 rupture (aortique), 268 (artère splénique), 76 (d'œsophage), 44 (splénique), 75 (trachéale), 268
 roue, 13

S

SAMU, 266
 scanner thoracique, 174
 SDRA, 189, 281
 segmentation pulmonaire, 118
 séquestration, 48
 SESAME-protocol, 231, 273
 sevrage de la ventilation, 282
 silicone (sein), 129
 simulation, 305

sinusite maxillaire, 237
sinusoïde (signe), 125
SLAM, 298
sonde (Blakemore), 42, 45 (idéale), 295 (linéaire),
258(microconvexe), 13 (tenue), 5
sonographie cardiaque simplifiée, 221
stage 1-2-3 (poumon), 115
sténose trachéale, 244
stéthoscope, 3, 298
stratosphère (signe), 163
surrénale(s), 30, 76
syndrome (alvéolaire), 133 (alvéolo-interstitiel), 133, 154
(interstitiel), 145 (occlusif), 48

T

T (ligne), 160, 179
tamponnade, 274 (gazeuse), 213 (péricardique), 211
temps d'allumage, 294
testicule, 267
thrombophlébite, 102
thrombose (flottante), 102 (jugulaire), 104 (sous- clavière),
104
thrombose veineuse, 98 (simulation), 305
thyroïde, 245
tofu, 261
torsade de pointe, 277
trachée, 244
transsudat, 127
traumatologie, 268
tube cathodique, 12
tube digestif, 41

U

ulcère gastro-duodéal, 45

ULTIMAT-protocol, 265
ultrasound, 300
ULTRASOUND-protocol, 282
urgences, 267
US, 300
utérus, 72

V

veine(s), 87 (BLUE-protocol), 97 (cave inférieure), 28,
105, 226 (cave supérieure), 104, 228 (fémorale),94, 105
(iliaque), 105 (jugulaire interne), 93 (poplitée), 107 (porte),
29 (rénale gauche), 227 (sous-clavière), 91 (surale), 107
(sus-hépatiques), 54
ventricule (gauche), 206 (droit), 206
vésicule biliaire, 30, 57
vessie, 30, 70
vétérinaire, 271
voies biliaires, 29, 53
vol, 17
volémie, 221
VOMIT, 299
V-protocol 109

W

W (ligne), 169, 179
WIN FOCUS, 299

X

X (ligne), 149, 179

Z

Z (ligne), 121, 150, 179