

COMMENT J'EXPLORE ...

L'échographie thoracique :

le nouveau stéthoscope du pneumologue

V. HEINEN (1), B. DUYSINX (1), J-L. CORHAY (2), R. LOUIS (3)

RESUME : De nombreuses publications ont maintenant démontré l'apport de l'échographie dans l'exploration du thorax, validant cet outil dans différentes situations cliniques. Des lésions pariétales, y compris les lyses osseuses, sont repérables et ponctionnables sous échographie. L'évaluation de l'extension pariétale d'un cancer pulmonaire est plus performante par cette technique. Le diagnostic de l'épanchement pleural est facile et en permet la ponction en toute sécurité. Le pneumothorax peut être diagnostiqué moyennant l'étude d'artéfacts bien définis. Les condensations pulmonaires à contact pleural seront diagnostiquées, ce qui est particulièrement utile chez la femme enceinte. Les masses pleurales et parenchymateuses accessibles seront ponctionnées sous contrôle échographique, avec d'excellents résultats et en toute sécurité. L'échographie permet aussi le guidage d'actes plus invasifs si nécessaire. Pour les patients alités et en usage extra-hospitalier, sa portabilité en fait un outil radiologique de choix.

MOTS-CLÉS : *Echographie pleurale - Echographie pulmonaire - Imagerie thoracique - Pneumologie interventionnelle*

Thoracic Ultrasound : the pneumologist's new stethoscope
SUMMARY : We now have access to a large library of publications validating transparietal thoracic echography in various clinical situations. Parietal lesions, including osteolysis, can be detected and biopsied during the thoracic ultrasound (TUS) examination. To evaluate the parietal extension of lung cancers, TUS has proved superior to tomodesitometry. Pleural effusions can be easily diagnosed and aspirated. Pneumothoraces can be detected using well defined lung artifacts with a high frequency probe. Pleural and peripheral lung nodules can be detected and biopsied with real time visualization; the procedure is safe and accurate. Lung consolidations with a pleural contact can be diagnosed; this is particularly useful for pregnant women. In conclusion, TUS is a precious diagnostic tool for chosen applications, and can help to guide interventional procedures. The portable devices are also very useful for bedridden patients or for out of hospital use.

KEYWORDS : *Thoracic radiology - Lung ultrasound - Pleural ultrasound - Interventional pneumology*

INTRODUCTION

L'exploration pneumologique s'est réellement développée lors de l'introduction d'une sémiologie stéthacoustique, puis radiologique et enfin scannographique. Cependant, ces techniques présentent des lacunes importantes. L'auscultation pulmonaire présente des sensibilités et spécificités fort limitées. La radiographie pulmonaire est un outil basique, dont les informations, en particulier chez le patient alité, peuvent être trop limitées pour poser un diagnostic précis (1). La tomodesitométrie thoracique nécessite une infrastructure lourde, non applicable au chevet du patient, et est plus irradiante. En outre, sa disponibilité est moins immédiate, et la technique est plus coûteuse.

L'échographie thoracique transpariétale est, par contre, une technique diagnostique pulmonaire rapide, non irradiante, déplaçable et peu onéreuse. Elle a longtemps été dénigrée, notamment parce que l'obstacle aérique, non échogène, ne permet pas l'obtention d'images réelles du poumon. Cependant, depuis une quinzaine d'années, elle fait l'objet d'un intérêt croissant des

pneumologues et des réanimateurs. Une large bibliographie permet d'étayer cette technique en tant qu'outil de premier choix pour l'exploration du thorax.

MATÉRIEL D'ÉCHOGRAPHIE ET CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'étude ultrasonographique du poumon peut être réalisée avec la plupart des unités d'échographie modernes (2). Il est pratique d'utiliser une sonde convexe de 5 à 7,5 MHz pour une évaluation globale du thorax. Une sonde linéaire à haute fréquence permet d'étudier avec précision des anomalies pleurales ou pariétales ainsi que l'extension des tumeurs. Les modes TM (temps - mouvement) et B (représentation en plan de coupe) sont utilisés. L'usage du doppler pulsé peut être utile pour des applications spécifiques. Une machine simple à utiliser et peu onéreuse est donc le meilleur choix. L'utilisation de produit de contraste est habituellement réservée aux radiologues et permet d'augmenter la spécificité dans de nombreuses circonstances (3).

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'échographie pleuro-pulmonaire repose sur quelques principes simples (4) :

(1) Chef de clinique, (2) Professeur de clinique, Chef de clinique, (3) Professeur, Chef de service, Service de Pneumologie, CHU de Liège.

- Le thorax est une zone où l'air et l'eau sont en contact étroit, il en résulte des artefacts. La position dans laquelle l'examen est réalisé est une donnée importante. On retrouvera des pathologies déclives (épanchements) et culminantes (pneumothorax) dont la localisation pourra varier selon la position du patient. Habituellement, l'examen est réalisé en position semi-assise (patient alité) ou assise (patient ambulatoire).

- La sémiologie pulmonaire part de la ligne pleurale.

- L'échographie pleuro-pulmonaire est basée sur l'étude d'artefacts systématisés et de structures réelles telles que le diaphragme, les condensations pulmonaires ou les épanchements.

- L'étude pleuro-pulmonaire est dynamique. L'étude de clichés statiques *post hoc* est dénuée de sens.

- La plupart des pathologies aiguës s'étendent à la surface du poumon, ce qui explique que, malgré une exploration très partielle du volume pulmonaire, une grande partie des pathologies pulmonaires ont une expression échographique.

LE POUMON NORMAL

En disposant la sonde perpendiculairement aux côtes, on trouve divers signes et artefacts spécifiques, dont certains sont illustrés dans la figure 1.

PATHOLOGIES PLEURO-PULMONAIRES

SYNDROME PARIÉTAL

Toute pathologie pleurale située sur le versant externe de la plèvre pariétale définit un syn-

drome extrapleurale. Les indications sont : une lésion thoracique palpable, une douleur thoracique superficielle (indication de première intention), après un examen tomodensitométrique pour préciser l'envahissement pariétal, et pour la réalisation d'une ponction guidée de la masse pariétale.

Il existe plusieurs signes élémentaires définissant le syndrome pariétal, dont un raccord en pente douce entre la lésion et la paroi, un refoulement concave vers le dehors de la paroi pulmonaire, une lyse costale (l'examen a une meilleure sensibilité que la radio du thorax (5)), l'immobilité respiratoire et la conservation du glissement pleural.

L'échographie est la technique à privilégier pour assurer la ponction de masses intrapariétales. Plusieurs séries ont mis en évidence l'intérêt et la sécurité de cette méthode (5, 6), qui permet de guider l'aiguille à ponction avec précision.

SYNDROMES PLEURAUX

Pathologie pleurale liquidienne

La propédeutique clinique et la radiographie du thorax permettent souvent de poser le diagnostic d'épanchement. L'échographie pleurale est cependant plus sensible (7) que la radiographie standard. Elle permet également de faire la part des choses entre une condensation et une pleurésie, et de repérer le diaphragme. L'étude ultrasonographique peut aider à déterminer l'origine de l'épanchement en détectant un syndrome alvéolaire disproportionné, une pathologie tumorale, un épanchement péricardique, ainsi que des signes extra-thoraciques comme une dilatation des veines sus-hépatiques ou, pour les échographistes expérimentés, une patholo-

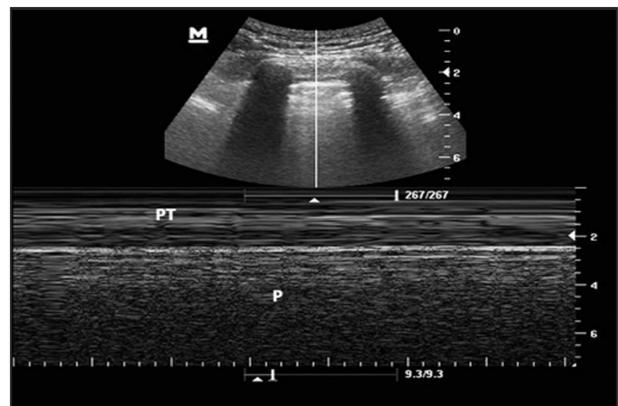
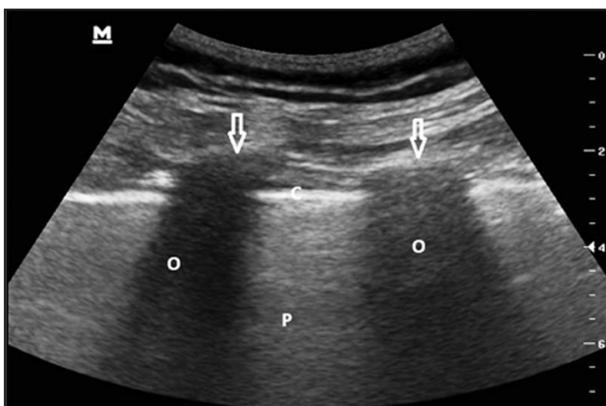


Figure 1a : Aspect échographique du poumon normal en mode B, comportant le signe de la chauve-souris : les surfaces costales en forment les ailes (flèches), suivies par des ombres hypoéchogènes (O) ; et l'hyperéchogénéité pleurale scintillante le corps (C). Plus distalement se trouvent les artefacts du poumon (P).
Figure 1b : Poumon normal en mode TM, avec l'aspect caractéristique et normal du bord de mer : les artefacts pulmonaires mobiles avec la respiration en forment le sable (P), les lignes parallèles plus superficielles sont formées par les couches de paroi et évoquent des vagues (PT). Si toutes les lignes sont parallèles, il est possible que le patient soit atteint de pneumothorax (signe de la stratosphère).

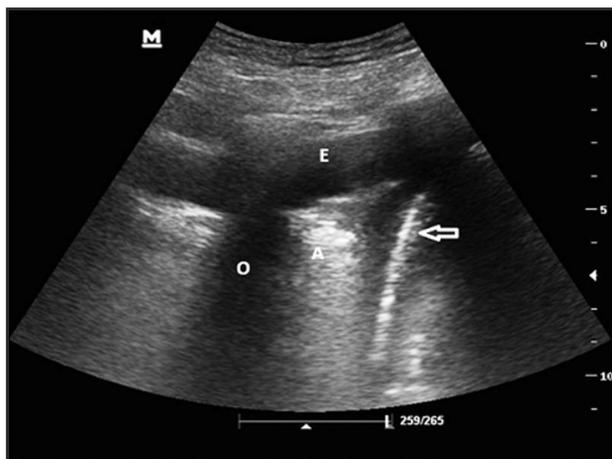


Figure 2. Épanchement pleural basal libre hypoéchogène avec atélectasie partielle. E: épanchement pleural, A: atélectasie, O: ombre costale, flèche: couple diaphragmatique.

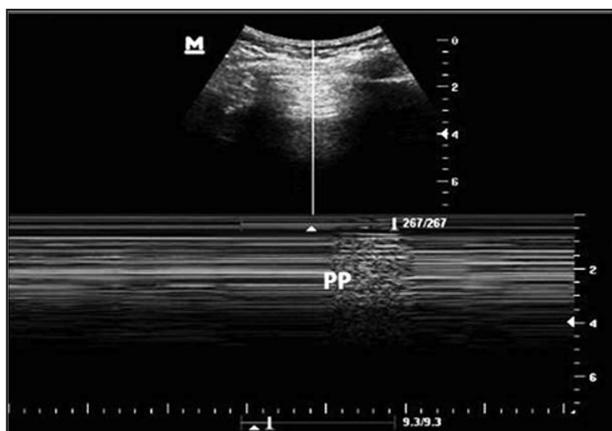


Figure 3. Pneumothorax: en mode temps-mouvement, l'aspect en 'bord de mer' normal et typique est remplacé par une série de lignes parallèles et immobiles, appelée 'signe de la stratosphère'. A l'endroit où le poumon revient à la paroi, on retrouve l'apparition rythmique d'un aspect granité, l'endroit de jonction des deux signes étant appelé 'point-poumon' (PP).

gie rénale, pancréatique, ou une thrombose veineuse profonde. L'abondance de l'épanchement est facilement estimée par une approche semi-quantitative.

L'aspect échographique consiste en une image liquidienne hypoéchogène, limitée en bas par le diaphragme, et en-dedans et en haut par la limite pulmonaire, concave en haut et en dedans, qui correspond à la courbe de Damoiseau (fig 2). En mode TM, il existe un aspect sinusoïdal, spécifique de l'épanchement pleural, qui atteste également de sa fluidité. Le mode doppler couleur permet de faire la part des choses entre une pachypleurite et un épanchement de faible volume (8).

L'échogénéicité de l'épanchement peut apporter des éléments quant à sa nature, même si la ponction reste toujours l'étape diagnostique incontournable. On pourra décrire une échogénéicité homogène ou non de l'épanchement, et surtout des cloisonnements. Cet aspect laisse prédire un échec de la ponction pleurale simple, et permet de poser l'indication de drainage thoracique, de fibrinolyse intra-pleurale, voire de décortication pleurale précoce en cas d'empyème (9).

Pleurésie maligne

Récemment, la pertinence clinique de l'échographie transthoracique comme outil diagnostique des effusions pleurales malignes a été rapportée.

L'application à l'échographie des critères de malignité pleurale classiquement démontrés en tomodynamométrie (10) (nodules de la plèvre pariétale ou diaphragmatique, épaissement pleural supra-centimétrique et mise en évidence de métastases hépatiques) présente dans l'identification des pleurésies malignes, une valeur prédictive positive (VPP) de 100 % et une valeur prédictive négative (VPN) de 73 % (11). La mise en évidence d'un épaissement supérieur à un centimètre de la plèvre pariétale présente une spécificité de 95 % et une VPP de 93 % pour le diagnostic de malignité d'une pleurésie (11, 12). Des épaisissements de la plèvre viscérale, du diaphragme (>7mm), et la présence de nodules sur ce dernier sont autant de critères échographiques évocateurs de la malignité pleurale.

PATHOLOGIE PLEURALE GAZEUSE : PNEUMOTHORAX

Les artéfacts engendrés par l'apparition d'un pneumothorax diffèrent de ceux du poumon normal. Leur étude permet de diagnostiquer les pneumothorax plus efficacement que la radiographie thoracique standard dans certaines circonstances, par exemple, chez le patient en soins intensifs (13). D'autres applications sont particulièrement utiles : pour les soins de première ligne, voire extra-hospitaliers, l'utilisation d'un appareil portable est fort pratique. D'autres indications évidentes sont l'exclusion d'un épanchement gazeux après une ponction transthoracique échoguidée (14), ou le contrôle de l'efficacité du drainage thoracique.

L'abolissement du scintillement pleural est un signe important qui est toujours présent, mais non spécifique puisque retrouvé dans la paralysie phrénique ou la pachypleurite symphysante. Les autres signes sont détaillés dans la figure 3.

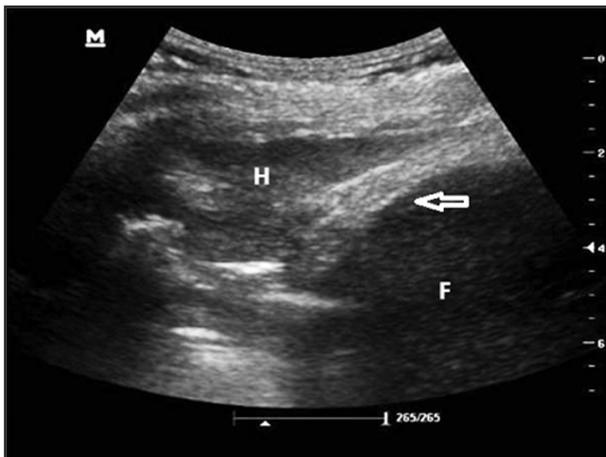


Figure 4. Pneumonie: aspect d'hépatisation du parenchyme (H) situé juste au-dessus de la coupole diaphragmatique (flèche), la comparaison avec l'échogénéité du foie (F) est facilement réalisée. Dans la condensation, on retrouve de petites zones hyperéchogènes correspondant à des bronchogrammes aériques.

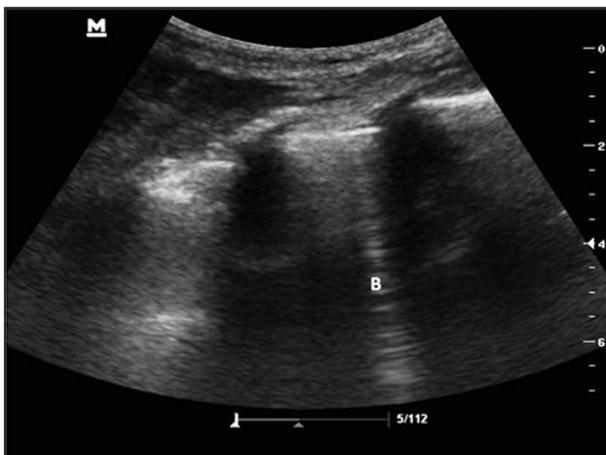


Figure 5. Aspect d'un 'ring-down artefact' ou ligne B, la répétition de celles-ci témoigne d'un phénomène infiltratif (œdème pulmonaire, contusion, bronchopneumonie, pneumopathie infiltrative diffuse).

PATHOLOGIES PARENCHYMEUSES

Condensations alvéolaires

Toute pathologie touchant la plèvre est potentiellement visualisable en échographie transpariétale, c'est le cas de certaines condensations pulmonaires. Cependant, la radiographie thoracique et la tomodensitométrie permettent de mieux évaluer l'extension du problème, et surtout de visualiser des condensations qui n'atteignent pas la plèvre.

Le patient bénéficiant de soins intensifs ou de niveau intermédiaire est difficilement déplaçable, et moyennant un risque de complications. La radiographie uniplanaire en position couchée provoque une addition d'images (relèvement de coupole, épanchement, condensation) facilement

individualisables en échographie thoracique. De plus, cette dernière évite le coût et l'irradiation, ainsi que les risques liés à la tomodensitométrie (15). L'échographie a l'avantage d'être facilement répétable pour le suivi quotidien, et de détecter les complications des pneumonies comme un épanchement et un abcès pulmonaire. Les collections peuvent être facilement drainées sous contrôle de cet examen de choix (9) (fig 4).

Pneumopathies infiltratives

La tomodensitométrie à haute résolution reste l'examen de choix pour l'étude des pneumopathies interstitielles, et nous savons que le parenchyme pulmonaire n'est pas directement accessible aux ultrasons. Une étude attentive des artefacts générés par l'interface plèvre-poumon permettra de mettre une sémiologie en évidence (fig. 5). L'utilité est présente en pneumologie, lorsque l'étude scannographique n'est pas réalisable, ou pour un suivi thérapeutique si l'on désire éviter les irradiations inutiles. Mais l'usage principal est l'évaluation du contenu en eau extravasculaire intrathoracique, essentiellement pour le diagnostic de détresse respiratoire aiguë (2, 16). L'examen permet de diagnostiquer l'œdème aigu du poumon, et il est même possible de définir un algorithme décisionnel basé sur l'échographie.

De même, Bober a trouvé une sensibilité de 100 % et une spécificité de 92% pour le diagnostic de la détresse respiratoire à membranes hyalines du nouveau-né (17).

Masse parenchymateuse

Quarante pour cent des cancers pulmonaires se présentent comme des masses pulmonaires périphériques et sont dès lors potentiellement accessibles à une exploration échographique (18).

Les tumeurs pulmonaires sous-pleurales présentent des signes échographiques permettant de les différencier des lésions bénignes (19). Elles apparaissent comme des masses bien définies (Fig. 6) dont l'échogénéité est variable, le plus souvent hypoéchogènes, délimitées par la réflexibilité du poumon aéré au pourtour responsable d'un rehaussement des contours de la lésion (20). Une limite profonde irrégulière, nette et bien définie de l'image tissulaire, la destruction des structures pulmonaires normales (bronchiques, vasculaires, ...), le déplacement des vaisseaux en particulier en périphérie de la masse, leurs formes anarchiques, spiralées et de diamètre variable (9), un cône d'ombre acous-



Figure 6. Tumeur pulmonaire (pointillés) sous-pleurale (1), avec l'aspect tomodensitométrique correspondant (flèche).



Figure 7. Volumineux abcès pulmonaire en cours de ponction diagnostique. N : zone nécrotique hypoéchogène, A : zone hyperéchogène dans la lésion traduisant l'excavation aérique de l'abcès, R : renforcement postérieur, flèche: aiguille à ponction-biopsie.

tique, sont autant d'aspects évocateurs d'un processus expansif (18).

Contrairement aux condensations inflammatoires, la forme et la taille des néoplasies ne varient pas sur une brève période.

Les métastases pulmonaires peuvent être différenciées des tumeurs pulmonaires primitives par leur aspect rond ou ovoïde plutôt qu'irrégulier ou triangulaire, par l'absence d'inclusions aériques et par leur vascularisation marginale (18).

La présence d'une effraction pleurale, médiastinale, voire pariétale, une ostéolyse costale, une invasion musculaire ou des structures supraclaviculaires sont particulièrement impor-

tantes à identifier par l'échographie, non seulement parce qu'elles signent la nature maligne de la masse, mais également parce qu'elles précisent la stadification, importante pour la prise en charge thérapeutique et l'évaluation du pronostic. L'échographie a montré sa supériorité sur la tomographie (CT) dans la mise en évidence d'une invasion de la paroi thoracique (19, 20).

Maladie thrombo-embolique

La maladie thromboembolique est une affection protéiforme de diagnostic difficile. Si l'artériographie pulmonaire reste l'étalon-or, la plupart des centres hospitaliers utilisent actuellement l'angioscanner du thorax, avec une sensibilité et une spécificité de 90 % selon l'étude PIOPED II (21). L'échographie thoracique peut aider au diagnostic : la mise en évidence de minimum deux lésions arrondies ou triangulaires de 0,5 à 3 cm à base pleurale, associées à de petits épanchements, et dans un contexte clinique évocateur, rend le diagnostic très probable. On peut également citer l'absence de signal doppler dans les lésions et même, occasionnellement, une artère obstruée peut être visible. Cet outil, associé à un doppler veineux et une échographie cardiaque, peut permettre de poser le diagnostic en cas de contre-indication au scanner contrasté, ou si le transport est impossible.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

PNEUMOLOGIE INTERVENTIONNELLE

La ponction pleurale peut être avantageusement échoguidée en cas de ponction pressentie difficile ou d'échec de ponction. Ce dernier sera fréquemment provoqué par l'enkystement, la pachypleurite, l'ascension de coupole diaphragmatique, l'épaisseur de la paroi, la présence de poumon interposé ou l'absence de liquide. L'échographie permettra de détecter tous ces problèmes, et de choisir avec précision l'endroit de ponction (22). On pourra aussi évaluer l'efficacité du geste et vérifier l'absence d'hydropneumothorax post-ponction (23). Le site de mise en place de drain thoracique pourra aussi être choisi en évitant les zones d'adhérences pleuro-pulmonaires. Surtout, il est possible d'introduire un drain dans des collections localisées, par exemple en cas d'empyème enkysté ou de cavité post-pneumectomie infectée (24).

De même, les masses pulmonaires accessibles et les tumeurs pleurales ou pariétales peuvent être biopsiées de façon contrôlée (Fig. 7). On rapporte une sensibilité de 86%, et un faible taux de complications (pneumothorax 2,9 %, hémorragies 1,8 %) (25). Il est probable que le contact pleural des lésions, nécessaire pour leur visualisation échographique, explique le faible taux de décollement pulmonaire. Dans une comparaison entre la tomодensitométrie et les ultrasons pour le guidage de la ponction des masses périphériques, Sheth et coll. (26) concluent en faveur de ces derniers, la ponction écho-guidée étant une procédure rapide, performante et réalisée en temps réel.

LIMITATIONS

L'étude transpariétale par ultrasons du thorax étant bloquée par l'air pulmonaire, toute pathologie sans extension pleurale restera invisible. L'étude des artéfacts permet de poser des diagnostics, mais ne permet pas toujours d'évaluer la topographie des lésions, ni leur importance (par exemple, impossibilité d'évaluer la profondeur de décollement d'un pneumothorax). Le thorax osseux présente un obstacle à l'étude de certaines zones (rétrosternale, rétroscapulaire). L'expérience de l'opérateur est capitale, et une formation rigoureuse est indispensable.

CONCLUSION

L'échographie thoracique permet le diagnostic de nombreuses affections pleuro-pulmonaires et pariétales, parfois avec plus de précision que les techniques radiologiques conventionnelles. L'étude ultrasonographique du thorax permet d'éviter les irradiations et les déplacements inutiles du patient. Elle donne aussi au clinicien la possibilité d'obtenir sans délai une réponse à de nombreuses questions urgentes, et de réaliser lui-même des actes techniques écho-guidés avec précision et aisance. Pour certaines indications comme la recherche de l'invasion pariétale par une tumeur, l'échographie est même supérieure aux techniques conventionnelles. Cette technique diagnostique devrait donc rapidement s'étendre à la pratique pneumologique routinière tout en respectant les limites diagnostiques de la technique, et en assurant une formation adéquate aux cliniciens. Mais moyennant ces précautions, nous promovons actuellement l'usage de l'échographie du thorax en pratique quotidienne de pneumologie, de la salle de soins intensifs à la salle banalisée et même, pour certaines indications, en consultation ambulatoire.

BIBLIOGRAPHIE

1. Henschke CI, Pasternack GS, Schroeder S, et al.— Bed-side chest radiography : diagnostic efficacy. *Radiology*, 1983, **149**, 23-26.
2. Stefanidis K, Dimopoulos S, Nanas S.— Basic principles and current applications of lung ultrasonography in the intensive care unit. *Respirology*, 2011, **16**, 249-256.
3. Sartori S, Tombesi P.— Emerging roles for transthoracic ultrasonography in pulmonary diseases. *World J Radiol*, 2010, **2**, 203-214.
4. Lichtenstein DA.— Echographie pleuro-pulmonaire. *Réanimation*, 2003, **12**, 19-29.
5. Vogel B.— Ultrasonographic detection and guided biopsy of thoracic osteolysis. *Chest*, 1993, **104**, 1003-1005.
6. Saito T, Kobayashi H, Kitamura S.— Ultrasonographic approach to diagnosing chest wall tumors. *Chest*, 1988, **94**, 1271-1275.
7. Lin FC, Chou CW, Chang SC.— Usefulness of the suspended microbubble sign in differentiating empyemic and nonempyemic hydropneumothorax. *J Ultrasound Med*, 2001, **20**, 1341-1345.
8. Wu RG, Yuan A, Liaw YS, et al.— Image comparison of real-time gray-scale ultrasound and color Doppler ultrasound for use in diagnosis of minimal pleural effusion. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994, **150**, 510-514.
9. Ramnath RR, Heller RM, Ben Ami T, et al.— Implications of early sonographic evaluation of parapneumonic effusions in children with pneumonia. *Pediatrics*, 1998, **101**, 68-71.

10. Leung AN, Muller NL, Miller RR.— CT in differential diagnosis of diffuse pleural disease. *AJR Am J Roentgenol*, 1990, **154**, 487-492.
11. Qureshi NR, Rahman NM, Gleeson FV.— Thoracic ultrasound in the diagnosis of malignant pleural effusion. *Thorax*, 2009, **64**, 139-143.
12. Yang PC, Luh KT, Chang DB, et al.— Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. *AJR Am J Roentgenol*, 1992, **159**, 29-33.
13. Lichtenstein DA, Menu Y.— A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest*, 1995, **108**, 1345-1348.
14. Sartori S, Tombesi P, Trevisani L, et al.— Accuracy of transthoracic sonography in detection of pneumothorax after sonographically guided lung biopsy : prospective comparison with chest radiography. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, **188**, 37-41.
15. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, et al.— Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med*, 2011, **37**, 1488-1493.
16. Soldati G, Sher S.— Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Minerva Anesthesiol*, 2009, **75**, 509-517.
17. Bober K, Swietlinski J.— Diagnostic utility of ultrasonography for respiratory distress syndrome in neonates. *Med Sci Monit*, 2006, **12**, CR440-CR446.
18. Rednic N, Orasan O.— Subpleural lung tumors ultrasonography. *Med Ultrason*, 2010, **12**, 81- 87.
19. Bandi V, Lunn W, Ernst A, et al.— Ultrasound vs. CT in detecting chest wall invasion by tumor : a prospective study. *Chest*, 2008, **133**, 881-886.
20. Sperandeo M, Sperandeo G, Varriale A, et al.— Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) for the study of peripheral lung lesions : a preliminary study. *Ultrasound Med Biol*, 2006, **32**, 1467-1472.
21. Stein PD, Woodard PK, Weg JG, et al.— Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism : recommendations of the PIOPED II investigators. *Am J Med*, 2006, **119**, 1048-1055.
22. Diacon AH, Brutsche MH, Soler M.— Accuracy of pleural puncture sites : a prospective comparison of clinical examination with ultrasound. *Chest*, 2003, **123**, 436-441.
23. Targhetta R, Bourgeois JM, Chavagneux R, et al.— Ultrasonographic approach to diagnosing hydropneumothorax. *Chest*, 1992, **101**, 931-934.
24. Van Sonnenberg E, Nakamoto SK, Mueller PR, et al.— CT and ultrasound guided catheter drainage of empyemas after chest tube failure. *Radiology*, 1984, **151**, 349-353.
25. Targhetta R, Bourgeois JM, Marty-Double C, et al.— Peripheral pulmonary lesions: ultrasonic features and ultrasonically guided fine needle aspiration biopsy. *J Ultrasound Med*, 1993, **12**, 369-374.
26. Sheth S, Hamper UM, Stanley DB, et al.— US guidance for thoracic biopsy : a valuable alternative to CT. *Radiology*, 1999, **210**, 721-726.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Dr Heinen Vincent, Service de Pneumologie, CHU de Liège, Belgique.
Email : v.heinen@chu.ulg.ac.be