

Revue générale

Quelle place pour l'échoscopie pulmonaire en cabinet de pédiatrie ?

RÉSUMÉ : L'échoscopie est un examen échographique de débrouillage rapide réalisé par le clinicien pour guider une prise en charge thérapeutique immédiate. Son utilisation se développe aux urgences et en réanimation mais reste limitée en cabinet de ville. Pourtant l'échoscopie pulmonaire est un examen sensible (95,5 %, IC95 % 93,6-97,1), spécifique (95,3 %, IC95 % 91,1-98,3) et reproductible (coefficient kappa 0,55 à 0,93) pour le diagnostic de pneumopathie. En tenant compte de la clinique et éventuellement d'une biologie, certaines caractéristiques échographiques contribuent à distinguer une pneumonie bactérienne d'une pneumonie virale (condensation alvéolaire ≥ 21 mm, sensibilité 80 %, spécificité 75 %). En moins de 10 minutes, le pédiatre peut ainsi confirmer sa suspicion de pneumopathie, éliminer une pleurésie et adapter sa prise en charge thérapeutique sans irradier son patient. Cet examen ne nécessite pas d'appareil performant, bien qu'il manque des études pour évaluer les appareils dits "ultra portables". Une seule sonde micro-convexe est suffisante pour rechercher une pneumonie aiguë. Une demi-journée de formation suivie d'au moins 25 réalisations encadrées permettront d'acquérir la compétence nécessaire pour garantir la qualité de cet examen.



J. PERSONNIC
Service Pédiatrie, Hôpital Ambroise-Paré,
BOULOGNE-BILLANCOURT.

Grâce aux progrès technologiques, la taille et le prix des appareils d'échographie ont suffisamment baissé pour envisager d'être utilisés en routine comme outils d'aide à la décision clinique au lit du patient. On parle alors d'échoscopie ou "échographie clinique ciblée" ou "*Point of Care UltraSound*" (POCUS).

Qu'est-ce qu'une échoscopie vs une échographie ?

La HAS et la Fédération des sociétés européennes pour l'échographie en médecine et biologie (*European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology* ou EFSUMB) ont proposé des définitions de l'échoscopie. C'est un examen échographique de débrouillage, rapide, complétant la

clinique, destiné à répondre de manière binaire à une question précise en vue de guider une adaptation thérapeutique immédiate. [1] Selon l'EFSUMB, elle ne nécessiterait pas de compte-rendu détaillé (la mention de la réalisation de l'acte dans le dossier du patient serait suffisante) et n'est donc pas inscrite à la classification commune des actes médicaux (CCAM) [2]. L'échoscopie n'a pas pour but de remplacer l'échographie. L'échographie est un examen standardisé, approfondi et systématique, consistant à décrire l'intégralité d'un ou d'une série d'organes en lien avec la maladie suspectée cliniquement. C'est un examen qualitatif et quantitatif, réalisé au cours d'une consultation programmée, et qui aboutit à la rédaction d'un compte-rendu détaillé et illustré par des images imprimées. Cet acte est codé et tarifé dans la CCAM.

I Revues générales

Quelle place pour l'échoscopie, notamment pulmonaire ?

L'échoscopie peut être utilisée dans quatre domaines de la médecine : la réanimation (ex : évaluation de la contraction myocardique), l'aide au diagnostic (ex : recherche d'une pneumopathie), l'aide à la réalisation d'un geste (ex : ponction pleurale) et le monitoring (ex : évaluation de la surcharge pulmonaire après remplissage) [3]. Le médecin qui utilise l'échoscopie doit avoir les connaissances échographiques et l'appareil adéquat pour répondre à la question clinique posée.

De même, les domaines d'applications de l'échographie pulmonaire chez l'enfant se multiplient : le diagnostic de pneumonie, de pleuro-pneumopathie, de pneumothorax, de syndrome thoracique aigu et le dépistage d'un syndrome interstitiel (défaillance cardiaque, pneumopathie interstitielle diffuse...) notamment [4].

Dans la suite de cet article, nous allons nous intéresser à la place que pourrait avoir l'échoscopie pulmonaire en médecine de ville dans l'aide diagnostique, en cas de suspicion de pneumonie.

L'échoscopie pulmonaire dans le diagnostic de pneumopathie aiguë en médecine de ville, pourquoi s'y intéresser ?

Actuellement, la radiographie de thorax est utilisée en première intention pour confirmer le diagnostic de pneumopathie aiguë communautaire. Pourtant, la radiographie de thorax présente de nombreux écueils. Chez des enfants ayant une pneumopathie, un peu moins de 10 % auront une radiographie de thorax normale. Une forte conviction clinique permet toutefois de porter le diagnostic [5]. De plus, bien que son caractère "objectif" soit souvent cité comme point fort, en comparaison à l'échographie jugée plus "opérateur dépendant", la

reproductibilité de l'interprétation d'une radiographie de thorax pour suspicion de pneumopathie oscille de passable à substantielle, selon les études [6-9].

La radiographie de thorax pour le diagnostic de pneumopathie présente donc des limites significatives en termes de sensibilité et de reproductibilité dans son interprétation. À cela s'ajoute le délai de réalisation et de rendu du résultat, uniquement disponible aux horaires d'ouverture des cabinets de radiologie (hors services d'urgences). Enfin, la radiographie est un examen plus irradiant qu'une imagerie par ultrasons.

Quels résultats de l'échoscopie pulmonaire dans cette indication ?

Une méta analyse publiée en 2018 a comparé l'échographie pulmonaire et la radiographie de thorax dans le diagnostic de pneumopathie aiguë communautaire en pédiatrie. L'échographie pulmonaire avait une sensibilité de 95,5 % (93,6-97,1) et une spécificité de 95,3 % (91,1-98,3). La radiographie de thorax avait une sensibilité de 86,8 % (83,3-90) et une spécificité de 98,2 % (95,7-99,6) [10]. Cette méta-analyse regroupait des études de méthodologies très variables, à la fois dans les populations, les critères de diagnostic de pneumopathie et dans le niveau d'expertise des médecins réalisant les échographies (allant du radiologue au médecin formé en quelques heures). Toutefois, le niveau d'expérience du médecin semble avoir un impact limité sur la fiabilité de l'échographie pulmonaire. Ainsi, dans l'étude de Shah *et al.*, la sensibilité était plus faible mais de façon non significative (83 % vs 92 %) dans le groupe "peu expérimentés" (< 25 échographies pulmonaires avant inclusion) vs le groupe "expérimentés" (≥ 25 échographies pulmonaires avant inclusion) [11]. Dans l'étude de Esposito *et al.*, toutes les échographies pulmonaires étaient réalisées par un interne en pédiatrie ayant

uniquement bénéficié d'une journée de formation [12].

La reproductibilité inter opérateur de l'échographie pulmonaire pour le diagnostic de pneumopathie est variable, oscillant de moyenne à presque parfaite (coefficient kappa 0,55 à 0,93) [11, 13, 14]. Cette variabilité s'explique par les différences de populations étudiées (notamment de la prévalence de la pneumopathie et les critères de définition de la pneumopathie choisis), de l'appareil utilisé (un appareil plus performant augmentant la reproductibilité [15]), de l'expérience des opérateurs et de la question évaluée. Ainsi, lorsqu'on ne limite pas l'évaluation de la reproductibilité de la réponse à la question "pneumopathie ou non" et qu'on analyse plus précisément la corrélation pour l'évaluation d'un critère échographique donné (ex : condensation alvéolaire) dans une zone anatomique donnée (ex : antérieure droite), la corrélation peut même devenir passable (coefficient kappa 0,39) [15]. Il est également à noter que la reproductibilité est légèrement plus faible dans la zone anatomique antérieure gauche, probablement du fait de l'interposition du cœur qui rend la zone plus difficile à évaluer [15].

En pratique, quand on propose à des pédiatres urgentistes de réaliser une échographie pulmonaire en 1^{re} intention en cas de suspicion de pneumonie et qu'on leur laisse le choix de compléter ou non par une radiographie de thorax, le nombre de radiographies demandées diminue de 39 % [16]. Cette diminution pouvait aller jusqu'à 60 % chez les pédiatres jugés expérimentés (≥ 25 échographies pulmonaires préalables à l'étude).

Enfin, l'échographie pulmonaire est un examen très sensible pour détecter un épanchement pleural [17]. La visualisation d'une pleurésie pourrait permettre au médecin libéral d'évoquer d'emblée une pneumopathie compliquée et d'adresser le patient aux urgences pédiatriques pour la suite de la prise en charge.

I Revues générales

En 2022, la HAS a cherché à évaluer l'utilisation de l'échoscopie clinique en pratique de ville par le médecin de ville. Elle n'a pas pu se positionner, faute de données suffisantes dans la littérature en population de ville et faute d'une définition précise des pratiques à évaluer [1].

Quelles sont les modalités techniques pour la réalisation d'une échoscopie pulmonaire ?

1. Combien de temps prend la réalisation d'une échoscopie pulmonaire ?

La durée de l'examen varie de 5 à 10 minutes selon les études [11, 14, 15].

2. Quel appareil choisir ?

Il n'est pas nécessaire de disposer d'un appareil d'échographie très performant pour analyser un parenchyme pulmonaire. Les appareils d'échographie transportables, voire ultra transportables, répondent à ce besoin. Les prix de ces appareils débutent actuellement à 2 500 €. Des offres à moins de 1 000 € devraient prochainement arriver sur le marché. Toutefois, le niveau de preuve des études s'intéressant aux échographes ultra transportables reste faible [18].

3. Quelle sonde choisir ?

Selon l'âge de l'enfant, l'épaisseur de sa paroi thoracique et la structure que l'on souhaite analyser, le choix de la sonde d'échographie peut varier. En effet, plus la fréquence est élevée plus la précision de l'image est grande mais plus le signal sera atténué au cours de la traversée des tissus. Ainsi, une sonde linéaire utilisant des fréquences hautes (7-15 Hz) permettra une exploration optimale du parenchyme jusqu'à environ 4 à 5 cm de profondeur. Cette sonde est donc idéale pour l'analyse du parenchyme des nourrissons et enfants, l'analyse de la plèvre ou encore la recherche d'un pneumothorax. En cas d'épanchement abon-

dant ou chez l'adolescent et/ou chez un patient obèse, on privilégiera une sonde convexe, utilisant des fréquences basses (3-5 MHz) permettant une analyse jusqu'à 15 à 20 cm de profondeur. Une sonde micro convexe, de fréquence intermédiaire (environ 5 MHz) est adaptée à l'analyse des structures superficielles et profondes et peut donc être utilisée systématiquement pour une échoscopie pulmonaire.

4. Quel mode ?

Le mode utilisé est le plus souvent le mode bidimensionnel (ou 2B ou brillante). Il donne une image en deux dimensions qui permet d'analyser les structures anatomiques (plèvre, parenchyme...).

5. Quels réglages ?

Il existe deux grands types de réglages sur les appareils d'échographie : la profondeur de champ et le gain.

La profondeur de champ : on la réglera selon la profondeur de la zone d'intérêt. On commencera l'exploration avec une grande profondeur de champ. On pourra ensuite, si besoin, réduire le champ sur une profondeur correspondant à une zone plus superficielle qu'on souhaite analyser. À noter qu'une sonde superficielle ne pourra pas permettre d'aller au-delà de 6 à 7 cm de profondeur.

Le gain : il s'agit de la compensation de la perte d'énergie des ultrasons quand ils traversent les tissus. On règlera le gain de façon à disposer de l'image de la zone d'intérêt la plus nette possible.

Ces deux réglages peuvent être prédéfinis par le constructeur. Sur certains appareils, des réglages "pulmonaires" sont prédéfinis. Le plus souvent, on pourra également définir des pré-réglages adaptés à une question clinique posée : Un pré-réglage "pneumothorax" aura une profondeur de champ et un gain faible. Un pré-réglage "pleurésie" com-

mencera par une grande profondeur de champ qu'on pourra ensuite réduire en cas d'épanchement de faible abondance.

6. Quelles zones explorer ?

En cas de recherche d'une atteinte du parenchyme pulmonaire, à l'instar d'une auscultation pulmonaire complète, l'analyse du parenchyme pulmonaire implique que la sonde passe sur la partie supérieure et inférieure du poumon dans trois zones par hémichamp : la zone antérieure, la zone axillaire et la zone postérieure. Cela représente six hémichamps soit douze champs pulmonaires au total. Il est nécessaire de repérer la jonction thoraco-abdominale. Le diaphragme se traduit par une double ligne hyperéchogène, mobile avec la respiration, et incurvée.

7. Quelle coupe ?

On commencera par une coupe longitudinale (parallèle au sternum). Si besoin, on pourra basculer la sonde en coupe transverse (ou intercostale c.-à-d. parallèle aux côtes) pour évaluer un espace intercostal précis.

Qu'est-ce qu'une échoscopie pulmonaire normale en mode B ? [2, 4]

La **fig. 1** comprend un schéma des structures anatomiques d'un espace intercostal et leurs correspondances échoscopiques sur une coupe longitudinale en mode B. Les côtes sont reconnaissables par une ligne hyperéchogène incurvée suivie d'un cône d'ombre postérieur pur.

Sous les côtes passe une ligne hyperéchogène parallèle à la peau, correspondant à la ligne pleuropulmonaire aérienne. Cette ligne pleurale est fine, continue et mobile à la respiration (glissement pleural). Sous la ligne pleuropulmonaire se forme un cône d'ombre impur, mobile, d'aspect "scintillant". Au sein de ce cône, les artéfacts de réverbé-

Revue générale

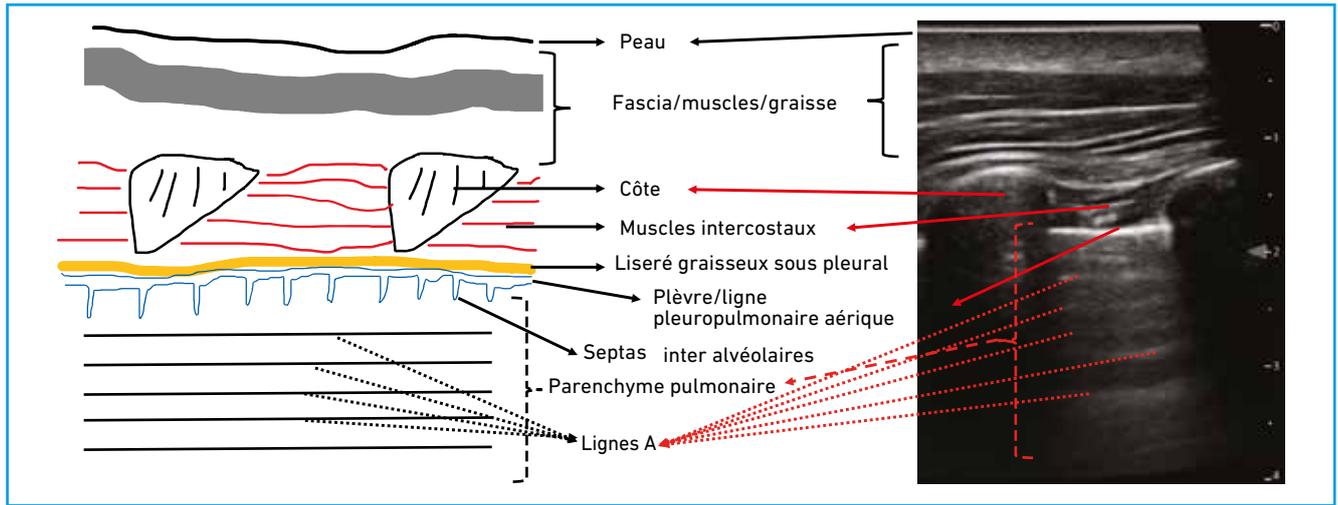


Fig. 1 : Correspondances anatomiques et échographiques d'un espace intercostal en mode B.

ration de la ligne pleurale forment des lignes hyperéchogènes parallèles qu'on appelle lignes A. La distance séparant les lignes A est régulière. Elles sont dues à la traversée de l'air par les ondes. Dans un poumon normal, on peut parfois voir un autre type d'artéfact, appelé ligne B (fig. 2). Ces lignes sont hyperéchogènes, bien délimitées et perpendiculaires à la plèvre. Elles naissent de la ligne pleuro-pulmonaire et s'étendent jusqu'à la pro-

fondeur du poumon sans épaissement en effaçant sur leur trajet les lignes A. Elles sont mobiles de façon synchrone avec le glissement pleural. Elles correspondent à des artefacts liés à l'irrégularité de la surface du poumon créée par les septas inter alvéolaires. Il doit y en avoir moins de trois par espace intercostal. Leur présence en plus grand nombre traduit la présence de liquide dans les septas (œdème, inflammation...).

Qu'est-ce qu'une échoscopie pulmonaire anormale? [2]

1. Le syndrome alvéolaire (fig. 3)

Le syndrome alvéolaire se traduit à l'échographie par une perte d'échogénicité de la ligne pleuropulmonaire. En-dessous se trouvera une zone sous-pleurale hypoéchogène, irrégulière, sans ligne A visible. Au sein de

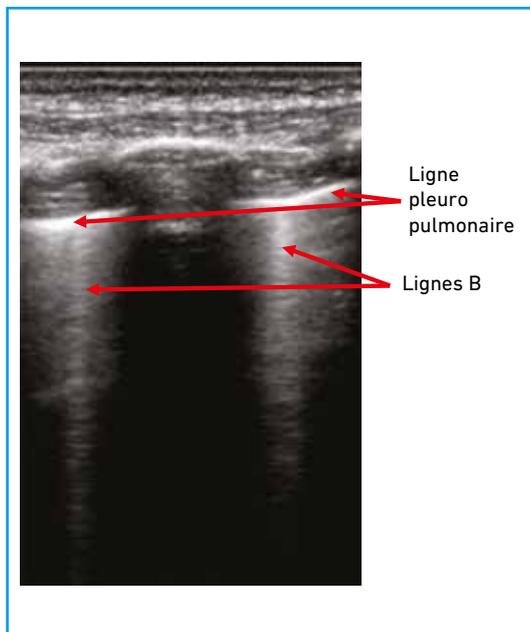


Fig. 2 : Lignes B.

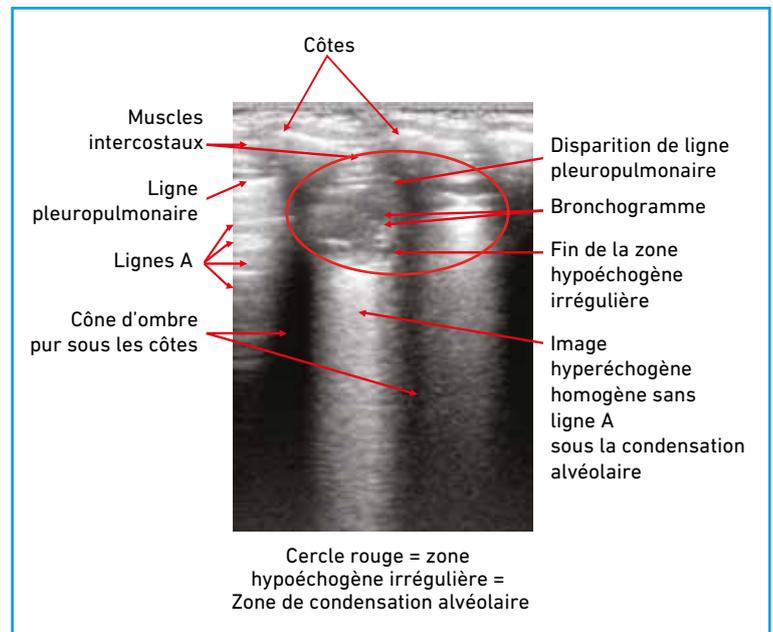


Fig. 3 : Condensation alvéolaire.

cette zone hypoéchogène, on pourra retrouver des images linéaires, ramifiées, hyperéchogènes, correspondant à un bronchogramme. Le caractère mobile à la respiration de ce bronchogramme sera en faveur d'une pneumopathie, tandis qu'un bronchogramme

fixe sera en faveur d'une atélectasie. La condensation alvéolaire sera suivie d'une image hyperéchogène homogène sans ligne A.

Les principales causes de syndrome alvéolaire et les arguments en faveur de

Pneumonie infectieuse (virale ou bactérienne)	<ul style="list-style-type: none"> ● Condensation systématisée ● Bronchogramme dynamique
Pleuro-pneumopathie	<ul style="list-style-type: none"> ● Condensation systématisée et épanchement pleural
Bronchiolite	<ul style="list-style-type: none"> ● Condensations sous-pleurales multiples ● Association à des lignes B
Atélectasie	<ul style="list-style-type: none"> ● Condensation systématisée bien limitée ● Bronchogramme aérique statique ou absence de bronchogramme
STA	<ul style="list-style-type: none"> ● Bronchogramme aérique important et dynamique ● Atteinte volontiers bilatérale prédominant en basale postérieure ● Épanchement pleural fréquent
Asthme	<ul style="list-style-type: none"> ● Normal ou comparable à la bronchiolite (notamment chez les enfants).

Tableau I : Principales causes de condensation alvéolaire et critères échographiques d'orientation.

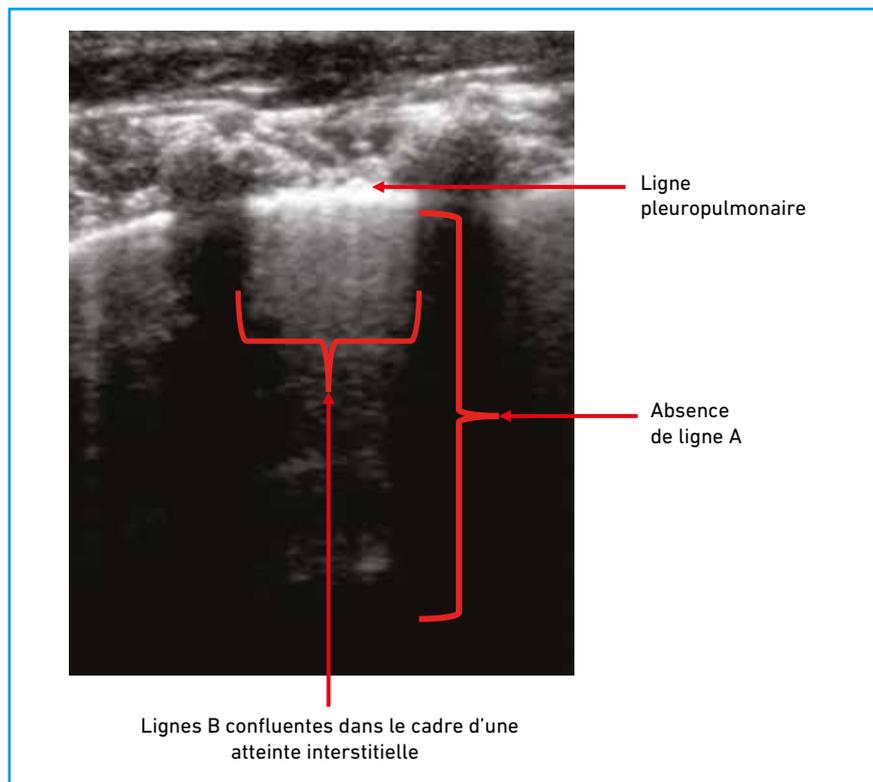


Fig. 4: Atteinte interstitielle.

Retrouvez les vidéos relatives à cet article :

– à partir du flash code* suivant



– en suivant le lien :

<https://1drv.ms/f/s!AqZk-Qcb1xcpgam0le3RSKkUGeGcZQ?e=xW0oxb>

* Pour utiliser le flashcode, il vous faut télécharger une application flashcode sur votre smartphone, puis tout simplement photographier notre flashcode. L'accès à la vidéo est immédiat.

chacune sont résumés dans le **tableau I**. Une condensation alvéolaire unique, volumineuse, systématisée et mobile orientera vers une pneumopathie. Chez un nourrisson, une atteinte diffuse associant des condensations alvéolaires sous pleurales (fines) mobiles et un syndrome interstitiel orientera vers une bronchiolite.

2. Le syndrome interstitiel (fig. 4)

Un syndrome interstitiel à l'échographie est défini par la présence d'au moins trois lignes B par champ pulmonaire dans au moins deux champs pulmonaires distincts (consécutifs ou non). Les lignes B peuvent être espacées ou confluentes.

Dans le **tableau II**, sont résumées les causes de syndrome interstitiel selon leur caractère localisé (un ou plusieurs champs pulmonaires contigus) ou diffus (atteinte bilatérale et/ou multiples champs pulmonaires atteints non contigus).

Devant une détresse respiratoire aigüe chez un nourrisson, la présence de lignes B diffuses, confluentes, mobiles,

Revue générale

POINTS FORTS

- L'échoscopie pulmonaire est un examen fiable et rapide pour répondre à la question : *mon patient a-t-il une pneumopathie ?*
- Elle ne nécessite pas un appareil d'échographie sophistiqué mais la fiabilité des appareils "ultra-portables" reste à démontrer.
- Le médecin qui la réalise doit être formé et expérimenté.
- Un champ pulmonaire normal comprend une ligne pleuropulmonaire fine continue et mobile, encadrée par deux côtes, des lignes A parallèles et moins de trois lignes B.
- Les signes échographiques de condensation alvéolaire comprennent un effacement de la ligne pleuropulmonaire sous laquelle apparaît une zone sous-pleurale hypoéchogène hétérogène sans ligne A. Au sein de la zone hypoéchogène on retrouve des images linéaires, ramifiées, hyperéchogènes, correspondant à un bronchogramme aérien.
- Un syndrome interstitiel se traduit par la présence de ≥ 3 lignes B par champ pulmonaire dans au moins deux champs pulmonaires.
- Devant un syndrome interstitiel échographique, son caractère localisé ou diffus, homogène ou hétérogène, associé ou non à des anomalies de la ligne pleurale et/ou à des condensations, orientera vers une cause.
- L'échoscopie pulmonaire est un examen très sensible pour le diagnostic de pleurésie.

Les causes de syndrome interstitiel localisé	Les causes de syndrome interstitiel diffus
Pneumonie/bronchiolite	Œdème pulmonaire (ex : œdème aigu pulmonaire sur insuffisance cardiaque)
Atélectasie	Pneumonie interstitielle aiguë
Contusion pulmonaire	Pneumopathie interstitielle diffuse
Infarctus pulmonaire	
Pathologie pleurale	
Tumeur	

Tableau II : Principales causes de syndrome interstitiel selon le caractère diffus ou localisé à l'échographie pulmonaire.

prédominant aux bases, sans anomalies de la ligne pleurale ni condensation alvéolaire aidera le clinicien à rapidement évoquer un œdème aigu pulmonaire (ex : myocardite) plutôt qu'une bronchiolite.

3. La pleurésie

Une pleurésie se traduit par un épanchement déclive anéchogène entre les côtes et le poumon. En cas de pleuro-pneumopathie, le parenchyme sous-jacent

présentera les caractéristiques d'une condensation alvéolaire.

L'échographie pulmonaire permet de diagnostiquer des épanchements liquidiens de faible abondance (< 10 mL). Elle permet d'évaluer la taille de l'épanchement, de rechercher des cloisons et de guider la ponction pleurale.

Comment différencier une pneumopathie virale d'une pneumopathie bactérienne à l'échographie pulmonaire ?

Une condensation alvéolaire de plus de 21 mm est en faveur du caractère bactérien d'une pneumopathie avec une sensibilité de 80 % et une spécificité de 75 %. Le caractère multiple et/ou bilatéral et/ou interstitiel des anomalies échographiques sera en faveur du caractère viral de la pneumopathie [19]. En cas de bronchiolite, une condensation alvéolaire de plus de 1 cm de profondeur sera en faveur d'une surinfection bactérienne de la bronchiolite avec une sensibilité de 80 % et une spécificité de 98 % [20].

Toutefois, définir ce qu'est une pneumopathie d'allure bactérienne à l'échographie pulmonaire est rendu difficile par l'absence de critère consensuel définissant une pneumopathie bactérienne (critères combinés cliniques et/ou radiologiques et/ou associant un seuil de syndrome inflammatoire biologique lui-même non consensuel). L'échoscopie pulmonaire, tout comme la radiographie de thorax, doit donc s'interpréter en fonction d'une clinique et, parfois, d'une biologie pour guider le clinicien dans sa décision diagnostique et thérapeutique.

Comment se former ?

Pour une formation à l'échographie aux urgences, l'*American college of emergency physicians* recommande une formation mixte théorique et pratique de 4 à

8 h par type d'examen, suivie d'au moins 25 réalisations encadrées [21].

La Société de pneumologie de langue française (SPLF) a créé un groupe de travail pour le développement de l'échographie pulmonaire. Elle propose des formations, y compris en *e-learning*. Pour plus d'informations, se référer au site internet : <https://gecho.fr/>

Le groupe d'échographie pulmonaire pédiatrique et néonatale propose des séances de formation, pour le moment sur une journée. Pour plus d'informations, se référer au site internet : <https://www.groupegepp.fr/>

Il existe des sites internet proposant des banques d'images légendées. Ci-joint, un lien vers un site en anglais pour l'échographie clinique ciblée (POCUS) comprenant un onglet sur l'échographie pulmonaire : <https://www.showmethethepocus.com/lung-ultrasound>

■ Conclusion

L'échoscopie pulmonaire est une méthode fiable et reproductible pour le diagnostic de pneumopathie aiguë communautaire chez l'opérateur formé à cette question et suffisamment expérimenté. L'échoscopie pulmonaire pourrait ainsi permettre de réduire les demandes de radiographie de thorax en médecine de ville, une diminution des irradiations et un gain de temps pour le patient et le médecin. Le niveau d'expérience nécessaire pour être "suffisamment" expérimenté reste à définir mais pourrait être l'association d'une formation théorique de quelques heures et au moins 25 réalisations d'échographies pulmonaires encadrées. Il manque encore des données solides sur la fiabilité des appareils d'échographie dits "ultra portables".

BIBLIOGRAPHIE

1. Évaluation de l'utilisation de l'échoscopie (ou échographie clinique ciblée) par le médecin généraliste [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 24 avr 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/p_3357680/fr/evaluation-de-l-utilisation-de-l-echoscopie-ou-echographie-clinique-ciblee-par-le-medecin-generaliste
2. VOLPICELLI G, ELBARBARY M, BLAIVAS M *et al.* International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*, 2012;38:577-591.
3. LEWIS D, RANG L, KIM D *et al.* Recommendations for the use of point-of-care ultrasound (POCUS) by emergency physicians in Canada. *CJEM*, 2019;21:721-726.
4. Échographie pulmonaire : les ultrasons nous éclairent | Dr Fouad MADHI, Dr Houmam EL JURDI, Dr Céline DELEStrain [Internet]. [cité 27 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.edimark.fr/revues/medecine-et-enfance/n-2-avril-2022-copy/echographie-pulmonaire-lesultrasons-nous-eclairent>
5. LIPSETT SC, MONUTEAUX MC, BACHUR RG *et al.* Negative Chest Radiography and Risk of Pneumonia. *Pediatrics*, 2018;142:e20180236.
6. NEUMAN MI, LEE EY, BIXBY S *et al.* Variability in the interpretation of chest radiographs for the diagnosis of pneumonia in children. *J Hosp Med*, 2012;7:294-298.
7. ELEMRAID MA, MULLER M, SPENCER DA *et al.* Accuracy of the interpretation of chest radiographs for the diagnosis of paediatric pneumonia. *PLoS One*, 2014;9:e106051.
8. BADA C, CARREAZO NY, CHALCO JP *et al.* Inter-observer agreement in interpreting chest X-rays on children with acute lower respiratory tract infections and concurrent wheezing. *Sao Paulo Med J*, 2007;125:150-154.
9. XAVIER-SOUZA G, VILAS-BOAS AL, FONTOURA MSH *et al.* The inter-observer variation of chest radiograph reading in acute lower respiratory tract infection among children. *Pediatr Pulmonol*, 2013;48:464-469.
10. BALK DS, LEE C, SCHAFER J *et al.* Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: A meta-analysis. *Pediatric Pulmonology*, 2018;53:1130-1139.
11. SHAH VP, TUNIK MG, TSUNG JW. Prospective evaluation of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults. *JAMA, Pediatrics*, 2013;167:119-125.
12. ESPOSITO S, PAPA SS, BORZANI I *et al.* Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr*, 2014;40:37.
13. AMBROGGIO L, SUCHAREW H, RATTAN MS *et al.* Lung Ultrasonography: a viable alternative to chest radiography in children with suspected pneumonia? *J Pediatr*, 2016;176:93-98.e7.
14. ELLINGTON LE, GILMAN RH, CHAVEZ MA *et al.* Lung ultrasound as a diagnostic tool for radiographically-confirmed pneumonia in low resource settings. *Respir Med*, 2017;128:57-64.
15. GRAVEL CA, MONUTEAUX MC, LEVY JA *et al.* Interrater reliability of pediatric point-of-care lung ultrasound findings. *Am J Emerg Med*, 2020;38:1-6.
16. JONES BP, TAY ET, ELIKASHVILI I *et al.* Feasibility and safety of substituting lung ultrasonography for chest radiography when diagnosing pneumonia in children: a randomized controlled trial. *Chest*, 2016;150:131-138.
17. AMMIRABILE A, BUONSENSO D, DI MAURO A. Lung ultrasound in pediatrics and neonatology: an update. *Healthcare*, 2021;9:1015.
18. HAJI-HASSAN M, LENGHEL LM, BOLBOACĂ SD. Hand-held ultrasound of the lung: a systematic review. *Diagnostics (Basel)*, 2021;11:1381.
19. BERCE V, TOMAZIN M, GORENJAK M *et al.* The usefulness of lung ultrasound for the aetiological diagnosis of community-acquired pneumonia in children. *Sci Rep*, 2019;9:17957.
20. BIAGI C, PIERANTONI L, BALDAZZI M *et al.* Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children with acute bronchiolitis. *BMC Pulmonary Medicine*, 2018;18:191.
21. American College of Emergency Physicians. Emergency ultrasound guidelines. *Ann Emerg Med*, 2009;53:550-570.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.