

## **Titre : Mise à jour des recommandations sur l'échographie clinique en médecine d'urgence**

**Title: Update of guidelines on point of care ultrasound in emergency medicine**

**Auteurs:**

T. MARKARIAN<sup>1</sup>, F. AMIOT<sup>2</sup>, F. BALEN<sup>3</sup>, X. BOBBIA<sup>4</sup>, J. BOKOBZA<sup>5</sup>, J.-B. BOUILLON<sup>6</sup>, R. CHOCRON<sup>7</sup>, D. DOUILLET<sup>8</sup>, F. DUPRIEZ<sup>9</sup>, S. ESCODA<sup>10</sup>, M. GAUTIER<sup>11</sup>, J. GUENEZAN<sup>12</sup>, M. JONCHIER<sup>13</sup>, Q. LE BASTARD<sup>14</sup>, P. LE BORGNE<sup>15</sup>, P. LE CONTE<sup>16</sup>, T. LUN<sup>17</sup>, N. PESCHANSKI<sup>18</sup>, G. ROUSSEAU<sup>19</sup>, O. TAHERI<sup>20</sup>, R. KADJI KALABANG<sup>21</sup>

**Affiliations**

1. Aix-Marseille université, Pôle de médecine d'urgence, CHU Timone - APHM, F-13000 Marseille, France.
2. Département de médecine d'urgence, Centre hospitalier mémorial de Saint-Lô, F-50000 Saint-Lô, France.
3. Université Toulouse III, Pôle de Médecine d'Urgence, CHU Toulouse, F-31000 Toulouse, France.
4. Université de Montpellier, Département de médecine d'urgence, CHU Montpellier, F-34000 Montpellier, France.
5. Université Paris Cité, Département de médecine d'urgence, Hôpital Cochin – APHP, F-75014 Paris, France.
6. Université Clermont Auvergne, Département de médecine d'urgence, CHU Clermont-Ferrand, F63000 Clermont-Ferrand, France.
7. Université Paris Cité, Département de médecine d'urgence, Hôpital Européen Georges Pompidou - APHM, F-75015 Paris, France.
8. Université d'Angers, Département de Médecine d'Urgence, CHU Angers, F-49100 Angers, France.
9. Département de médecine d'urgence, Cliniques universitaires St Luc, B-1000 Bruxelles, Belgique.
10. Département général de pédiatrie, Centre hospitalier Delafontaine, F-93200 Saint-Denis, France.
11. Département de médecine d'urgence, Hôpital Simone Veil, F-95203 Eaubonne, France.
12. Université de Poitiers, Service des urgences, SAMU, SMUR, CHU de Poitiers, Faculté de médecine et de pharmacie, F- 86000 Poitiers, France.
13. Département de médecine d'urgence, Groupe hospitalier littoral Atlantique, F-17019 La Rochelle, France.
14. Université de Nantes, Département de médecine d'urgence, CHU de Nantes, F-44000 Nantes, France.

15. Université de Strasbourg, Service des Urgences, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, F-67000 Strasbourg, France.
16. Université de Nantes, Département de médecine d'urgence, CHU de Nantes, F-44000 Nantes, France.
17. Université de Lille, Service d'urgences pédiatriques et maladies infectieuses, CHU de Lille, F-59000 Lille, France.
18. Université de Rennes, Département de médecine d'urgence, CHU Rennes, F-35000 Rennes, France.
19. Service des urgences, CHRU de Tours, F-37000 Tours, France.
20. Université de Reims Champagne-Ardenne, Département de médecine d'urgence, CHU de Reims, F-51100 Reims, France.
21. Département de médecine d'urgence, Hôpital de Melun, F-77000 Melun, France.
22. Université Bourgogne Europe, Service des Urgences, CHU Dijon, Dijon, France



Texte validé par la Commission des Référentiels de la SFMU le 23 mars 2026, et le Conseil d'Administration de la SFMU le 02 avril 2026.

### **Groupes de Lecture**

*Commission des Référentiels de la SFMU* : Jérémy Guénezan (Président), Delphine Douillet (Secrétaire), Jean Baptiste Bouillon, Richard Chocron, Yann Erick Claessens, Marion Douplat, Xavier Dubucs, Charles Gregoire, Maxime Jonchier, Roger Kadji Kalabang, Pierrick Le Borgne, Thibaut Markarian, Nicolas Peschanski, Geoffroy Rousseau, Nadia Tiberti, Amélie Vromant.

*Conseil d'Administration de la SFMU* : Sandrine Charpentier (Présidente), Dominique Savary (Vice-Président), Xavier Bobbia, Catherine Caplette, Anthony Chauvin, Tahar Chouihed, Julie Contenti, Guillaume Debaty, Jonathan Duchenne, Patricia Jabre, Joel Jenvrin, Olivier Mimos, Karim Tazarourte, Nicolas Termoz Masson.

## RÉSUMÉ

**Objectif :** La Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU) propose une mise à jour des recommandations sur l'échographie clinique en médecine d'urgence.

**Conception :** Un groupe composé de 19 experts français de la SFMU dont 9 spécialistes appartenant au board Échographie Clinique en Médecine d'Urgence (ECMU), et 2 experts du Groupe Francophone de Réanimation et d'Urgences Pédiatriques (GFRUP) a été réuni. D'éventuels conflits d'intérêts ont été déclarés dès le début du processus d'élaboration des recommandations et ce dernier a été conduit indépendamment de tout financement de l'industrie. Les auteurs ont suivi la méthodologie GRADE (*Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*) pour évaluer le niveau de preuve de la littérature.

**Méthodes :** L'objectif de ce groupe d'experts était de proposer une mise à jour à la lumière de la littérature actuelle sur la pratique de l'ECMU dans les structures de médecine d'urgence (SMU). Deux champs ont été définis : 1) situations contextuelles ; et 2) nouvelles techniques. Pour chaque champ, l'objectif des recommandations était de répondre à un certain nombre de questions formulées par les experts selon le modèle PICO (« *Population, Intervention, Comparison, Outcome* »). A partir de ces questions, une recherche bibliographique extensive de 1995 à 2025 a été réalisée en utilisant des mots clés prédéfinis selon les recommandations PRISMA. La qualité des données a été analysée selon la méthode GRADE. Les recommandations ont été formulées selon la méthode GRADE, puis votées par tous les experts selon la méthode GRADE grid.

**Résultats :** Le travail de synthèse des experts et l'application de la méthode GRADE ont abouti à 10 questions donnant lieu à 39 recommandations, 1 absence de recommandation, 1 tableau et 1 figure concernant la pratique de l'ECMU dans les SMU. Après 1 tour de vote et plusieurs amendements, un accord fort a été obtenu pour les 39 recommandations, le tableau et la figure. Parmi ces recommandations, 4 ont un niveau de preuve élevé (GRADE 1), 17 ont un niveau de preuve modéré à faible (GRADE 2) et 18 sont des avis d'experts. Enfin, pour 1 question, une recommandation n'a pu être formulée.

**Conclusion :** Un accord fort a été obtenu parmi les experts afin de fournir une mise à jour des recommandations sur l'échographie clinique en médecine d'urgence.

**Mots clés :** échographie clinique, urgences, douleur abdominale, dyspnée, douleur thoracique, état de choc, traumatisme sévère, trouble visuel, torsion testiculaire, pédiatrie.

## **ABSTRACT**

**Objective:** The French Society of Emergency Medicine (SFMU) proposes an update of guidelines on point of care ultrasound in emergency medicine.

**Design:** A group composed of 19 French experts from the SFMU, including 9 specialists from the Point of Care Ultrasound in Emergency Medicine (ECMU) board, and 2 experts from the Francophone Group of Pediatric Intensive Care and Emergency Medicine (GFRUP), was convened. Any potential conflicts of interest were declared at the beginning of the guideline development process, which was conducted independently of any industry funding. The authors followed the GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) methodology to assess the level of evidence in the literature.

**Methods:** The objective of this expert group was to propose an update in light of the current literature on the practice of ECMU in emergency department (ED) settings. Two domains were defined: (1) clinical scenarios; and (2) new techniques. For each domain, the goal of the guidelines was to address a number of questions formulated by the experts according to the PICO model ("Population, Intervention, Comparison, Outcome"). Based on these questions, an extensive literature search from 1995 to 2025 was conducted using predefined keywords in accordance with PRISMA recommendations. Data quality was analyzed using the GRADE method. Recommendations were formulated according to the GRADE approach and then voted on by all experts using the GRADE grid method.

**Results:** The experts' synthesis and application of the GRADE methodology resulted in 10 questions leading to 39 recommendations, 1 instance where no recommendation could be made, 1 table, and 1 figure concerning the practice of ECMU in ED settings. After one round of voting and several amendments, strong agreement was reached for the 39 recommendations, as well as for the table and figure. Among these recommendations, 4 were supported by high-level evidence (GRADE 1), 17 by moderate to low-level evidence (GRADE 2), and 18 were based on expert opinion. Finally, for 1 question, no recommendation could be formulated.

**Conclusion:** Strong agreement was reached among the experts to provide an updated to the guidelines on point of care ultrasound in emergency medicine.

**Keywords:** point of care ultrasound, emergency medicine, abdominal pain, dyspnea, chest pain, shock, severe trauma, visual disturbance, testicular torsion, pediatrics.

## **INTRODUCTION**

La pratique de l'échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) est désormais bien établie. La société française de médecine d'urgence (SFMU) a émis deux recommandations par consensus formalisé sur ce sujet. La première, en 2016, correspond au premier niveau de compétence, et est consacrée à une pratique non avancée de l'ECMU [1]. Elle ne traite pas de certaines techniques comme, par exemple, l'utilisation du Doppler et définit ce que tous les médecins exerçant en structure de médecine d'urgence (SMU) doivent savoir faire. La seconde, en 2018, correspond au deuxième niveau de compétence [2]. Elle s'inscrit dans le besoin de définir un niveau plus avancé, à la fois pour encadrer une technique déjà existante, mais également pour que les médecins exerçant dans des SMU puissent compléter leur formation et accéder à un niveau supérieur de compétence. La méthodologie utilisée dans ces deux recommandations est issue de la méthode « recommandations par consensus formalisé » publiée par la Haute Autorité de Santé, et également de la méthode Delphi pour quantifier l'accord professionnel [3, 4]. Ce choix a été fait en raison d'une insuffisance de littérature de fort niveau de preuve et l'existence de controverses. Depuis, de nombreuses études se sont intéressées à l'ECMU dans un cadre contextuel et de nouvelles pratiques ont été décrites. Il paraissait ainsi pertinent de proposer une mise à jour de ces deux recommandations sous la forme de recommandations formalisées d'experts (RFE).

Ces recommandations considèrent l'ECMU telle que définie dans le premier niveau de compétence. Par conséquent, l'ECMU doit être considérée comme le prolongement de l'examen clinique du praticien et ne doit pas en être dissociée.

## **MÉTHODE**

L'objectif de ces RFE est de proposer une mise à jour à la lumière de la littérature actuelle sur la pratique de l'ECMU dans les SMU. Le groupe s'est efforcé de produire un nombre adapté de recommandations afin de mettre en évidence les points forts à retenir dans les 2 champs prédéfinis. Les règles de base des bonnes pratiques médicales universelles en médecine d'urgence étant considérées comme connues, elles ont été exclues de ces recommandations ; ces dernières se focalisant sur les éléments spécifiques de la pratique de l'échographie clinique en médecine d'urgence. Le public visé sont les praticiens exerçant dans une SMU.

## **Organisation générale**

Ces recommandations sont le résultat du travail d'un groupe d'experts réunis par la SFMU en association avec le Groupe Francophone de Réanimation et d'Urgence Pédiatriques (GFRUP) et le Board ECMU de la SFMU. Chaque expert a rempli une déclaration de liens d'intérêts avant de débiter le travail d'analyse. Dans un premier temps, le comité d'organisation a défini les objectifs de ces recommandations et la méthodologie utilisée. Les différents champs d'application de ces RFE et les questions à traiter ont ensuite été définis par le comité d'organisation, puis modifiés et validés par les experts. Les questions ont été formulées selon un format PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) après une première réunion du groupe d'experts. La population « P » est définie comme un patient adulte ou pédiatrique en fonction des questions.

## **Champ des recommandations**

Les recommandations formulées concernent deux champs : 1) situations contextuelles ; 2) nouvelles techniques. Le premier champ se rattache au premier niveau de compétence en ECMU [1] sauf pour les questions 2 et 4 qui intègrent des compétences du deuxième niveau. Le second champ se rattache au deuxième niveau de compétence [2].

Une recherche bibliographique extensive de 1995 à 2025 était réalisée à partir des bases de données PubMed™, Cochrane™ et [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov), par les experts pour chaque champ d'application, selon la méthodologie *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA pour les revues systématiques). Les mots clés utilisés pour la recherche bibliographique ont été : échographie, échocardiographie, Doppler trans-crânien, diamètre de la gaine du nerf optique, médecine d'urgence, douleur abdominale, colique hépatique, cholécystite, colique néphrétique, syndrome occlusif, rétention aiguë d'urines, grossesse extra-utérine, anévrisme de l'aorte abdominale, syndrome aortique aigu, dissection aortique, dyspnée, détresse respiratoire aiguë, insuffisance cardiaque aiguë, pneumonie, broncho-pneumopathie chronique obstructive, asthme, pneumothorax, embolie pulmonaire, douleur thoracique, syndrome coronarien aigu, péricardite, choc, traumatisme sévère, hypertension intracrânienne, trouble visuel traumatique, torsion testiculaire, pédiatrie, traumatisme de l'extrémité distale de l'avant-bras.

Ont été inclus dans l'analyse :

- 1) les méta-analyses, essais contrôlés randomisés, essais prospectifs non randomisés, cohortes rétrospectives ;
- 2) conduites chez des patients adultes ou pédiatriques et bénéficiant d'une ECMU en SMU ;
- 3) traitant des 2 champs considérés : a) situations contextuelles ; b) nouvelles techniques ;
- 4) publiées en langue anglaise ou française.

La méthode de travail utilisée pour l'élaboration de ces recommandations est la méthode GRADE® (*Grade of Recommendation Assessment, Development and Evaluation*). Cette méthode permet, après analyse qualitative et quantitative de la littérature, de déterminer séparément la qualité des preuves, et donc de donner une estimation de la confiance que l'on peut avoir de l'analyse quantitative et un niveau de recommandation. Un niveau de preuve a été défini pour chacune des références bibliographiques citées en fonction du type de l'étude. Ce niveau de preuve pouvait être réévalué en tenant compte de la qualité méthodologique de l'étude, de la cohérence des résultats entre les différentes études, du caractère direct ou non des preuves, de l'analyse de coût et de l'importance du bénéfice.

Les critères de jugement ont été définis en amont de la façon suivant : 1) diagnostic approprié ; 2) traitement approprié ; 3) délai de prise en charge ; 4) morbi-mortalité ; 5) monitoring pour la question 4 du champ 1 ; 6) comparaison à la radiographie du thorax pour la question 3 du champ 2.

Les recommandations ont ensuite été formulées en utilisant la terminologie des RFE de la SFMU :

- Un niveau global de preuve « fort » permettait de formuler une recommandation « forte » : GRADE 1 - Recommandation forte « il est recommandé de faire... », « il n'est pas recommandé de faire... »
- Un niveau global de preuve modéré ou faible aboutissait à l'écriture d'une recommandation « optionnelle » : GRADE 2 - Recommandation faible « il est recommandé de faire... », « il n'est pas recommandé de faire... »

- Lorsque la littérature était très faible ou inexistante, la question pouvait faire l'objet d'une recommandation sous la forme d'un avis d'expert : Avis d'experts « les experts suggèrent... ».

Les propositions de recommandations ont été présentées et discutées une à une. Le but n'était pas d'aboutir obligatoirement à un avis unique et convergent des experts sur l'ensemble des propositions, mais de dégager les points de concordance et les points de divergence ou d'indécision. Chaque recommandation a alors été évaluée par chacun des experts et soumise à une cotation individuelle à l'aide d'une échelle allant de 1 (désaccord complet) à 9 (accord complet). La force de la recommandation est déterminée en fonction de cinq facteurs clés et validée par les experts après un vote, en utilisant la méthode *GRADE Grid* :

- Estimation de l'effet : plus il est important, plus probablement la recommandation sera forte ;
- Le niveau global de preuve : plus il est élevé, plus probablement la recommandation sera forte ;
- La balance entre effets désirables et indésirables : plus celle-ci est favorable, plus probablement la recommandation sera forte ;
- Les valeurs : en cas d'incertitude de l'estimateur ou de grande variabilité de son écart-type, la force de la recommandation sera probablement plus faible ;
- Les préférences : doivent être obtenues au mieux auprès des personnes concernées (patient, médecin, décisionnaire) ;
- Coûts : plus les coûts ou l'utilisation des ressources sont élevés, plus probablement la recommandation sera faible.

Pour valider une recommandation, au moins 70 % des experts devaient exprimer une opinion qui allait globalement dans la même direction, tandis que moins de 20 % d'entre eux exprimaient une opinion contraire. En l'absence de validation d'une ou de plusieurs recommandation(s), celle(s)-ci étai(ent) reformulée(s) et, de nouveau soumise(s) à cotation dans l'objectif d'aboutir à un consensus. Si les recommandations n'avaient pas obtenu un nombre suffisant d'opinions favorables et/ou obtenu un nombre trop élevé d'opinions défavorables, elles n'étaient pas éditées. Si une courte majorité des experts étaient d'accord

avec la recommandation et plusieurs experts n'avaient pas d'opinion ou y étaient opposés, les recommandations obtenaient un accord faible. Enfin, si la grande majorité des experts étaient d'accord avec la recommandation et une minorité des experts n'avaient pas d'opinion ou y étaient opposée, les recommandations obtenaient un accord fort. Les avis d'experts, exprimant par définition un consensus entre les experts en l'absence de littérature suffisamment forte pour grader ces recommandations, devaient nécessairement obtenir un accord fort (i.e. au moins 70 % d'opinions allant dans la même direction).

## **RÉSULTATS**

### **Champs des recommandations**

Les experts ont consensuellement décidé lors de la première réunion d'organisation de ces RFE, de traiter 10 questions réparties en 2 champs.

### **Synthèse des résultats**

Le travail de synthèse des experts et l'application de la méthode GRADE ont abouti à 39 recommandations. Après 1 tour de cotation et quelques amendements, un accord fort a été obtenu pour 39 recommandations. Parmi ces recommandations, 4 ont un niveau de preuve élevé (4 GRADE 1), 17 ont un niveau de preuve modéré à faible (17 GRADE 2) et 18 sont des avis d'experts. Enfin, pour une question, une recommandation n'a pu être formulée.

La SFMU et le GFRUP incitent tous les médecins urgentistes à se conformer à ces RFE pour optimiser la qualité des soins dispensés aux patients. Cependant, chaque praticien doit exercer son propre jugement dans l'application de ces recommandations, en prenant en compte son expertise et les spécificités de son établissement, pour déterminer la méthode d'intervention la mieux adaptée à l'état du patient dont il a la charge.

## **CHAMP 1. : Situations contextuelles**

**Question 1. : Chez les patients pris en charge dans une structure de médecine d'urgence pour douleur abdominale, le médecin urgentiste a-t-il un intérêt à réaliser une ECMU ?**

|  |
|--|
| <b>R1.1.1 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence pour douleur abdominale, les experts suggèrent que l'échographie clinique doit être contextualisée et intégrée aux données clinico-biologiques et que l'absence de signes positifs ne permet pas d'exclure avec certitude les diagnostics énumérés.</b> |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.1.2 – Il n'est pas recommandé de réaliser systématiquement une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence pour douleur abdominale.</b>  |
| <b>GRADE 2- (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.1.3 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect d'un syndrome aortique aigu afin d'améliorer le diagnostic et les délais de prise en charge</b>   |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.1.4 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect de colique hépatique afin d'améliorer le diagnostic et les délais de prise en charge.</b>   |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.1.5 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect de cholécystite afin d'améliorer le diagnostic et les délais de prise en charge.</b>  |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.1.6 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects de colique néphrétique, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique à la recherche d'une hydronéphrose, afin de conforter l'hypothèse diagnostique et raccourcir les délais de prise en charge.</b>                          |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.1.7 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects de syndrome occlusif, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique afin d'améliorer le diagnostic et les délais d'accès à la tomodensitométrie.</b>   |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |

**R1.1.8 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d’urgence et suspect de rétention aiguë d’urine afin d’améliorer le diagnostic et évaluer le volume vésical.**

**GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)**

**R1.1.9 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d’urgence et suspect de grossesse extra-utérine, à la recherche d’une grossesse intra-utérine (excluant la grossesse extra-utérine) ou d’un épanchement liquidien, afin d’améliorer le diagnostic et les délais de prise en charge.**

**GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)**

**R1.1.10 – Chez les patients admis en structure de médecine d’urgence pour douleur abdominale, les experts suggèrent de se référer au Tableau 1 afin de prendre connaissance des principaux signes échographiques à rechercher ainsi que leurs performances et limites.**

**AVIS D’EXPERT (Accord Fort)**

#### **Argumentaire**

L’ECMU est un outil pertinent dans l’évaluation initiale de la douleur abdominale aux urgences. Accessible et non invasive, elle permet d’orienter le diagnostic et les décisions thérapeutiques au sein de la démarche clinique. Son utilité réelle dépend toutefois du contexte et de la manière dont ses résultats sont intégrés au raisonnement clinique.

Plusieurs études mettent en évidence l’intérêt d’une utilisation ciblée de l’ECMU, tant pour sa performance diagnostique que pour son influence sur le raisonnement médical. Elle contribue à affiner la sélection des diagnostics différentiels, à adapter le recours aux examens complémentaires, à ajuster les décisions thérapeutiques et à réduire la durée de séjour aux urgences [5–8]. Dans une étude portant sur les douleurs abdominales non spécifiques, Jang et al. rapportent que l’ECMU améliore l’exactitude diagnostique dans 45 % des cas, tout en réduisant la prescription d’examens biologiques ou d’imagerie dans près de la moitié des situations. Les auteurs soulignent également son impact positif sur la confiance clinique du médecin [5]. Dans une étude prospective multicentrique, Dupriez et al. montrent que l’ajout de l’ECMU à l’examen clinique en cas de douleur de l’hypocondre droit permet de réduire significativement le nombre moyen de diagnostics différentiels (-2,3 [IC 95 % : -2,5 à -2,0]), de traitements envisagés (-1,3 [IC 95 % : -1,5 à -1,1]) et d’examens complémentaires (-1,3 [IC 95 % : -1,5 à -1,1]). L’ECMU améliore également la cohérence globale de la stratégie diagnostique dans 82 % des cas [6]. Cependant, Brau et al. observent dans une étude randomisée contrôlée que l’ECMU n’augmente pas la performance diagnostique de manière

significative et n'impacte pas le nombre d'examen complémentaires ni le temps de passage aux urgences, ce qui suggère que l'ECMU, lorsqu'elle est utilisée de manière systématique et non orientée, pourrait ne pas apporter de bénéfice clinique. L'impact de l'ECMU sur les décisions d'hospitalisation et d'orientation thérapeutique est également documenté dans cette étude comme étant des éléments non influencés par l'utilisation systématique de l'ECMU. Ceci renforce l'idée d'une utilisation raisonnée, guidée par une hypothèse diagnostique, plutôt qu'un emploi systématique [7]. Dans un autre essai randomisé contrôlé, Durgun et al. montrent que l'utilisation de l'ECMU chez des patients présentant des douleurs abdominales aiguës permettait de réduire significativement le nombre moyen de diagnostics différentiels (de 4 à 2 ;  $p < 0,001$ ) et le temps de séjour aux urgences (218 minutes [94–333] versus 283 minutes [187–400] ;  $p < 0,001$ ) [9]. L'effet était particulièrement marqué pour certaines étiologies comme la lithiase biliaire (235 minutes [77–392] versus 369 minutes [176–487] ;  $p = 0,042$ ). Cette étude suggère ainsi que l'ECMU peut réduire l'incertitude diagnostique et accélérer la prise en charge lorsqu'elle est ciblée [9]. Il n'y a actuellement pas d'analyse de l'impact de l'ECMU réalisé par l'urgentiste sur la morbi-mortalité du patient souffrant d'une douleur abdominale aux urgences.

L'ECMU constitue un outil utile pour améliorer la performance diagnostique, la pertinence du raisonnement clinique, l'orientation thérapeutique et le temps de passage aux urgences. Son efficacité repose néanmoins sur une utilisation ciblée et intégrée dans une démarche clinique structurée.

### ***Anévrisme de l'aorte abdominale***

Chez les patients présentant une douleur abdominale évocatrice de syndrome aortique aigu, l'ECMU a un intérêt particulièrement bien documenté dans le diagnostic de l'anévrisme de l'aorte abdominale (AAA). Une méta-analyse de Shaban et al. portant sur la performance diagnostique de l'ECMU pour l'AAA et incluant 9 études totalisant 2262 patients et ayant comme tests de référence la tomodensitométrie, la laparotomie ou l'autopsie rapporte une sensibilité de 98% (IC95% [96-100]) et une spécificité de 100% (IC95% [99-100]) [10]. Ces résultats renforcent ceux d'une méta-analyse antérieure rapportant des sensibilités allant de 98% à 100% et une spécificité de 94% à 100% et des RV+ allant de 10.8 à  $\infty$  et des RV- allant de 0.00 à 0.025 dans les 7 études incluses [11]. Ces résultats sont compatibles avec une utilisation de l'ECMU pour le diagnostic d'AAA dans un contexte d'urgence.

La recherche du flap intimal ou de l'hématome pariétal, marqueurs directs de dissection aortique est moins étudiée. Dans une cohorte prospective et multicentrique concernant les suspicions de syndrome aortique aigu évaluée par Morello et al., cette détection du flap intimal ou d'un hématome pariétal par ECMU au niveau de l'aorte abdominale présente une mauvaise sensibilité de 39 % (IC95% [23–53]) mais une spécificité excellente de 98% (IC95% [98-99]) [12]. Ces signes échographiques, lorsqu'ils sont visualisés, permettent donc de diagnostiquer efficacement une dissection, mais leur absence ne permet pas de l'exclure. Sur le plan organisationnel, les études analysées rapportent un impact possiblement positif de l'ECMU sur la prise en charge des AAA [10, 11]. Dans l'étude de Morello et al., en cas d'ECMU positive, le temps médian de l'admission au diagnostic est de 60 minutes et de 118 minutes en cas de prise en charge sans ECMU ( $p=0,042$ ) pour les syndromes aortiques thoraco-abdominaux [12]. Concernant la dissection de type B, bien que peu d'études fournissent des données dédiées, l'ECMU permet également de suspecter rapidement une atteinte aortique et d'accélérer le recours à l'imagerie par tomodensitométrie [12]. Dans les formes graves avec rupture, Shaban et al. rapportent, à partir de trois études portant sur 490 patients suspectés d'AAA, que l'ECMU a permis d'identifier un anévrisme chez 89 patients. Parmi ces cas positifs, 25 % (IC95% [10-48]) correspondaient à des ruptures, selon les résultats combinés de la méta-analyse [9]. Gibbons et al. rapportent que l'ECMU, lorsqu'elle est positive, permet de mieux prioriser les patients nécessitant une stratégie invasive ou un transfert [13].

L'ECMU est un outil fiable et validé pour le diagnostic d'AAA, avec des performances diagnostiques élevées. Concernant la dissection de type B, les données actuelles restent limitées, mais suggèrent un intérêt notamment via la détection du flap intimal. L'ECMU contribue probablement aussi à la réduction des délais de prise en charge et à une orientation rapide du patient vers l'examen complémentaire ou la prise en charge chirurgicale, justifiant pleinement son intégration dans les protocoles d'évaluation des douleurs abdominales aux urgences bien que ces impacts organisationnels doivent encore être confirmés par des études prospectives de plus grande envergure.

### ***Colique hépatique***

Plusieurs revues systématiques et méta-analyses ont étudié la performance diagnostique de l'ECMU pour la lithiase vésiculaire. Une première de 2011 rapporte des sensibilités et spécificités de 90% (IC95% [86-92]) et de 88% (IC95% [84-91]) respectivement [14]. Une

revue systématique de Dupriez et al. en 2021 rapporte quant à elle des sensibilités de 89% à 96% et des spécificités de 78% à 98% d'après les 6 études incluses [15]. Une méta-analyse plus récente fait état d'une sensibilité de 94 % (IC95 % [91-97]) et d'une spécificité de 93 % (IC95 % [89-96]), avec des rapports de vraisemblance positif (RV+) de 13,5 (IC95% [8,5-21,4]) et négatif (RV-) de 0,07 (IC95% [0,04-0,12]), ce qui confère à l'ECMU une excellente valeur diagnostique pour confirmer une lithiase [16]. Les valeurs prédictives positive et négative sont estimées à 94 % (IC95% [92-96]) et 92 % (IC95% [88-94]) respectivement.

Au-delà de ses performances diagnostiques, plusieurs auteurs se sont penchés sur l'impact de l'ECMU sur la prise en charge globale des patients, notamment en termes de durée de séjour aux urgences et d'orientation. Dans l'étude de Hilsden et al., l'utilisation de l'ECMU permet de réduire significativement le temps médian avant la décision chirurgicale, passant de 342 minutes dans le groupe échographie réalisée par un radiologue à 218 minutes dans le groupe ECMU, soit une réduction de 124 minutes ( $p < 0,001$ ) [17]. De plus, dans une étude de cohorte prospective portant sur 100 patients, l'ECMU permet d'augmenter le taux de patients directement adressés à la chirurgie sans imagerie complémentaire, optimisant ainsi la gestion des flux et le recours aux ressources hospitalières spécialisées [18]. Cette approche permet ainsi une orientation plus rapide vers la sortie ou la prise en charge chirurgicale lorsque le tableau est typique.

Dans un contexte clinique adapté, l'ECMU permet un diagnostic rapide et fiable de lithiase vésiculaire, facilitant ainsi les décisions thérapeutiques et contribuant à une réduction des délais de prise en charge. Il convient toutefois de rappeler qu'une lithiase identifiée à l'échographie peut représenter un incidentalome, ce qui souligne l'importance d'interpréter les résultats de l'ECMU en les confrontant au tableau clinique et aux données biologiques.

### ***Cholécystite***

Selon les données les plus récentes, la sensibilité de l'ECMU pour le diagnostic de cholécystite varie entre 71 % (IC95% [59-81]) et 84 % (IC95% [72-93]), tandis que sa spécificité est estimée à 94 % (IC95% [89-98]) selon Wilson et al. [19]. Dans certains contextes cliniques, notamment lorsque le diagnostic de référence est posé par l'échographie d'un radiologue et que l'ECMU est réalisée par un urgentiste expérimenté, la spécificité peut atteindre 98 % [19]. Une méta-analyse récente de Huang et al., incluant 40 études (8652 patients), rapporte une sensibilité globale de l'échographie réalisée par l'urgentiste, le chirurgien ou le radiologue de 71 % (IC95% [69-72]) et une spécificité de 85 % (IC95% [84-

86]), avec un RV+ de 4,80 (IC95% [3,33-6,78]) et un RV- de 0,33 (IC95% [0,25-0,41]). Ces performances ont été établies en comparaison avec un diagnostic de référence composite, fondé selon les études sur des critères clinico-biologiques, des examens d'imagerie de référence (échographie radiologique, tomodensitométrie, scintigraphie hépato-biliaire), ou des données anatomo-pathologiques [20]. Lorsqu'elle est réalisée par un médecin urgentiste, l'ECMU conserve une bonne performance diagnostique, avec une sensibilité de 71 % (IC95% [67-74]), une spécificité de 92 % (IC95% [90-93]), un RV+ de 10,4 (IC95% [4,8-20,3]) et un RV- de 0,32 (IC95% [0,21-0,46]) [20].

Sur le plan organisationnel, l'utilisation de l'ECMU impacte favorablement le temps de séjour aux urgences. Huang et al. montrent que les patients du groupe ECMU présentent une durée moyenne de séjour de 266 minutes (IC95% [250-282]) contre 375 minutes (IC95% [358-392]) dans le groupe tomodensitométrie, soit une réduction moyenne de 109 minutes (IC95% [95-123]) [21]. Cette réduction des délais s'accompagne d'une orientation thérapeutique plus rapide, avec une orientation des patients vers la chirurgie ou la sortie hospitalière dans les cas simples [21]. En outre, l'utilisation de l'ECMU limite souvent le recours à d'autres examens d'imagerie. Zitek et al. montrent que, dans les cas où l'échographie clinique permet un diagnostic clair, les examens complémentaires comme la tomodensitométrie ou l'échographie radiologique sont souvent évités, sans impact négatif sur les issues cliniques [22].

L'ECMU permet d'identifier rapidement les patients souffrant d'une cholécystite et nécessitant une prise en charge chirurgicale, tout en réduisant les délais de décision et les examens complémentaires. L'ECMU ne permet néanmoins pas d'exclure une cholécystite, d'autant plus que la suspicion clinique est élevée. Les résultats de l'ECMU doivent être contextualisés et intégrés aux données clinico-biologiques.

### ***Colique néphrétique***

La suspicion clinique de colique néphrétique nécessite une confirmation par un examen d'imagerie qui peut être une ECMU, une échographie de radiologue ou une tomodensitométrie non injectée qui représente le gold-standard. Les lithiases étant peu visibles en échographie, la constatation d'une hydronéphrose dans un contexte de douleur lombaire aiguë est très évocatrice de colique néphrétique. Les potentiels avantages de l'ECMU sont sa rapidité, son caractère non-irradiant, son faible coût et sa réalisation rapide au lit du patient. Les performances diagnostiques de l'ECMU ont été largement explorées

dans la littérature, tant pour confirmer le diagnostic que pour l'exclure. Dans une revue systématique avec méta-analyse incluant cinq études de bonne qualité et 1773 patients, les sensibilité et spécificité étaient 70,2 % (IC95% [67,1–73,2]) et 75,4 % (IC95% [72,5–78,2]), respectivement [23]. Les rapports de vraisemblance positifs et négatifs étaient 2,85 (IC95% [2,50–3,20]) et 0.39 (IC95% [0,36–0,44]) respectivement. D'autres travaux, le plus souvent prospectifs, avec comparaison à la tomodensitométrie ont retrouvé des performances similaires [24–28]. La spécificité augmentait si l'hydronéphrose était importante au détriment de la sensibilité [28]. Un travail prospectif multicentrique incluant 2759 patients, a démontré que l'utilisation de l'ECMU était sûre en termes de diagnostics différentiels à haut risque, de complications, de score de douleur ou de retour aux urgences [29]. Ce travail retrouvait une irradiation inférieure dans les groupes échographie et une équivalence des performances diagnostiques entre échographie de radiologue et ECMU. Une étude rétrospective mettait en évidence une durée de séjour inférieure aux urgences de 75 min (IC95% [39,3–110,7]) lorsque l'ECMU était utilisée seule versus scanner (231,5 contre 307 min ;  $p < 0.0001$ ) sans différence en termes de complication ou de diagnostics différentiels à haut risque [25]. Par ailleurs, devant un tableau clinique de douleur lombaire aiguë, en particulier chez des patients de plus de 50 ans, l'échographie clinique devra commencer par l'exploration de l'aorte pour exclure un anévrisme ou une dissection.

Au total, les performances sont modérées, tant pour l'exclusion (RVN 0,39) que pour la confirmation (RVP 2,85) du diagnostic. Cependant, l'innocuité démontrée en termes de complications ou de diagnostics différentiels à haut risque, le gain de temps et la plus faible irradiation plaident pour que l'ECMU soit réalisée afin de conforter l'hypothèse diagnostique et raccourcir les délais de prise en charge.

### ***Syndrome occlusif***

Le diagnostic de syndrome occlusif nécessite un examen d'imagerie, le gold standard étant le scanner abdominal. Cet examen est cependant irradiant, nécessite une injection de produit de contraste, est associé à un surcoût et une durée de séjour prolongée dans les services d'urgence. Néanmoins, il demeure indispensable lorsque le syndrome occlusif est présent pour en connaître le siège et le mécanisme afin de déterminer la stratégie thérapeutique. L'intérêt clinique majeur de l'échographie est donc sa capacité à éliminer le diagnostic, et donc sa sensibilité et sa VPN. Les signes à rechercher sont la présence d'une anse grêle dilatée

(au-delà de 2,5 cm) et incompressible avec un mouvement du liquide intestinal en va-et-vient [30].

Les performances ont été évaluées dans un certain nombre d'études prospectives [30–32] et dans deux méta-analyses [33, 34]. Les sensibilités rapportées étaient de 92 % (IC95% [89–94]) et de 83 % (IC95% [72–90]) et les spécificités de 97 % (IC95% [88–99]) et de 93 % (IC95% [55–99]). De nombreux autres travaux ont retrouvé des performances similaires [35–38]. Comme souligné ci-dessus, le scanner étant indispensable pour définir la stratégie thérapeutique, l'intérêt est donc la sensibilité. Les études prospectives ainsi qu'une méta-analyse retrouvent une borne inférieure de celle-ci autour de 80 %, ce qui ne permet pas actuellement d'éliminer le diagnostic avec une sécurité suffisante.

Le gain de temps potentiel était estimé entre 40 min [30] et 120 min [32].

### ***Rétention aiguë d'urine***

La rétention aiguë d'urine est une situation clinique particulièrement fréquente dans les services d'urgence. Alors que l'examen clinique est peu performant pour le diagnostic, le sondage urinaire exploratoire constitue une procédure invasive, douloureuse et grevée de complications notamment infectieuses. Le diagnostic certain de rétention aiguë d'urine est donc nécessaire avant tout sondage urinaire. Les performances de l'échographie clinique pour l'évaluation du volume vésical ont été explorées dans plusieurs études prospectives et ont retrouvé une excellente corrélation avec le volume urinaire drainé par sondage [39]. Un autre travail a retrouvé des constatations similaires avec une sensibilité de 100 % (IC95% [88–100]) et une spécificité de 100 % (IC95% [93–100]) pour la présence d'une rétention aiguë d'urine dans un travail prospectif en médecine générale [40].

Deux travaux ont exploré la corrélation entre appareils de mesure automatisée du volume vésical et appareils d'échographie portables avec le volume obtenu après sondage évacuateur [41, 42]. Les corrélations étaient globalement bonnes. Le second travail a exploré la pertinence de la décision de sondage, celle-ci était correcte pour un volume vésical estimé à plus de 500 ml. La présence d'ascite constituait une limite importante à l'utilisation de d'appareil automatisé [42].

### ***Grossesse extra-utérine***

La principale valeur de l'ECMU dans le contexte de suspicion de GEU repose sur sa capacité à détecter une grossesse intra-utérine (GIU) par voie trans-abdominale, ce qui, en l'absence

de traitements de fertilité, permet généralement d'exclure une GEU. Une méta-analyse de Stein et al. (2010), incluant 10 études totalisant 2 057 patientes suspectes de GEU aux urgences, rapporte une sensibilité de 99 % (IC95% [97-100]) avec une VPN de 99 % (IC95% [99-100]) et un RV- de 0,08 (IC95% [0,025-0,25]) [43]. En revanche, la sensibilité de l'ECMU pour identifier une GEU par des signes directs (masse annexielle, sac ectopique) est plus limitée, et rarement chiffrée dans la littérature. Ce déficit est partiellement compensé par l'analyse de signes indirects, tels que la présence de liquide libre intra-abdominal, ce qui signe une rupture de GEU. Une méta-analyse de Richardson et al. incluant 31 études (5 858 patientes) rapporte pour ce signe échographique une sensibilité de 47 % (IC95% [33-61]), une spécificité de 92 % (IC95% [86-96]), un LR+ de 6,12 et un LR- de 0,57 [44]. Ces résultats soulignent que la présence de liquide libre renforce fortement la suspicion de GEU. Toutefois, l'absence de liquide libre ne permet pas d'exclure une GEU. Il est important de noter que ces performances ont été obtenues par des échographistes radiologues ou techniciens et non par des médecins urgentistes, ce qui limite la transposabilité directe aux contextes de médecine d'urgence.

L'ECMU possède par ailleurs un impact organisationnel favorable en diminuant les délais de prise en charge. Dans l'étude de Urquhart et al., pour des patientes avec GEU rompue, l'ECMU était réalisée et interprétée au bout de 15 minutes (IC95% [1-30]) contre 138 minutes (IC95% [105-172]) pour l'échographie du radiologue. Le délai moyen jusqu'à la consultation obstétricale était de 35 minutes (IC95% [13-82]) versus 150 minutes (IC95% [113-187]), et le temps total jusqu'à l'entrée au bloc opératoire de 160 minutes (IC95% [87-232]) versus 381 minutes (IC95% [308-455]), toutes ces différences étant statistiquement significatives ( $p < 0,001$ ) [45]. Ces résultats sont confirmés par Stone et al., qui rapportent, dans une cohorte de 109 patientes, un temps médian vers le bloc opératoire de 203 minutes dans le groupe ECMU versus 293 minutes dans le groupe radiologie ( $p = 0,0002$ ), cette différence restant significative après ajustement pour l'indice de choc et le moment de la consultation [46]. L'étude récente de Thom et al. souligne également que l'ECMU en début de grossesse diminue significativement la durée totale de séjour aux urgences (207 minutes (EI [151-294]) versus 258 minutes (EI [208-328]) ; ( $p < 0,01$ ) [47]. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Beals et al., qui, dans une méta-analyse regroupant 5 études ( $n = 1\ 621$  patientes), observent une réduction moyenne du temps de séjour aux urgences de 72 minutes (IC95% [-116 à -27]) ; ( $p < 0,01$ ) [48].

Ces données confirment l'intérêt de l'ECMU pour accélérer le diagnostic et la prise en charge thérapeutique des GEU. Son utilisation permet la confirmation rapide d'une GIU. Bien que certains signes indirects comme le liquide libre soient peu sensibles, leur spécificité élevée en fait des indices de gravité utiles. Pour autant, l'absence de tels signes ou d'image de GIU impose une vigilance clinique continue et, si besoin, le recours à l'imagerie spécialisée. L'intégration de l'ECMU dans les algorithmes de prise en charge des patientes suspectes de GEU constitue une stratégie efficace et sûre pour améliorer la performance diagnostique et la rapidité de la prise en charge.

| Pathologie  | Signes en ECMU   | Sensibilité (Se)                        | Spécificité (Sp)         | Messages clés  | Grade         | Références                         |
|---|--|---|--------------------------|--|---------------|------------------------------------|
| Anévrisme de l'aorte abdominale (AAA)   | Dilatation anormale localisée de la paroi aortique ( $\geq 3$ cm) en vue transversale (mesure antéro-postérieure du bord externe au bord externe), thrombus mural, évaluation de l'aorte sur segments sus- et sous-rénaux et jusqu'à la bifurcation. | 98 %<br>(IC95 % 96–100)                 | 100 %<br>(IC95 % 99–100) | Excellente performance pour confirmer ou exclure un AAA si l'aorte est visualisée dans toute sa portion abdominale, examen de première intention en urgence. | Grade 2       | Shaban [10] ; Rubano [11]          |
| Dissection aortique (Se Sp flap intimal)                                      | Flap intimal/hématome pariétal   | 39 %<br>(IC95 % 23–53)                  | 98 %<br>(IC95 % 98–99)   | Spécificité élevée, la visualisation du flap est pathognomonique mais l'absence du signe n'exclut pas la dissection.   | Grade 2       | Morello [12]                       |
| Colique hépatique (Se Sp Lithiase vésiculaire)                                | Calcul vésiculaire hyperéchogène avec cône d'ombre postérieur, généralement mobilisable au changement de position à l'exception des calculs enclavés.  | 89–96 %                                 | 78–98 %                  | Utile pour confirmer une colique hépatique et réduire le recours à l'imagerie complémentaire dans un contexte clinique compatible.                           | Grade 2       | Ross [14] ; Dupriez [15] ; Wu [16] |
| Cholécystite aiguë  | Signe de Murphy échographique, épaissement pariétal $\geq 3$ - 4 mm, liquide péri-vésiculaire, présence de lithiases   | 71–84 %                                 | 85–94 %                  | Bonne spécificité, permet de confirmer une cholécystite mais ne l'exclut pas si examen négatif.  | Grade 2       | Wilson [19] ; Huang [20]           |
| Colique néphrétique (Se Sp hydronéphrose)                                     | Hydronéphrose, visualisation du calcul.  | 70 %<br>(IC95 % 67–73)                  | 75 %<br>(IC95 % 73–78)   | Performance modérée, utile en première intention pour limiter l'irradiation et accélérer la prise en charge.   | Avis d'expert | Wong [23] ; Sibley [24]            |
| Syndrome occlusif   | Anses grêles dilatées $> 2.5$ cm, incompressibles, péristaltisme en va-et-vient, liquide entre les anses   | 89–92 %                                 | 91–96 %                  | Examen fiable, utile pour confirmer une occlusion ou l'éliminer en cas de suspicion faible, réduit le délai d'accès au scanner.                              | Avis d'expert | Gottlieb [33] ; Shokoohi [34]      |
| Rétention aiguë d'urine   | Vessie distendue, calcul du volume $> 400$ –500 mL   | 100 %<br>(IC95 % 88–100)                | 100 %<br>(IC95 % 93–100) | Méthode simple, non invasive, permet un diagnostic immédiat et évite un sondage inutile.   | Grade 2       | Nixon [40]                         |
| Grossesse extra-utérine (Se grossesse intra-utérine excluant une GEU)         | Sac gestationnel intra-utérin avec couronne trophoblastique $\pm$ vésicule vitelline/embryon.  | 99 %<br>(IC95 % 97–100)<br>(VPN = 99 %) |                          | Visualiser une grossesse intra-utérine permet d'exclure avec fiabilité une grossesse extra-utérine (hors traitements de fertilité).                          | Grade 2       | Stein [43]                         |
| Grossesse extra-utérine (Se Sp liquide libre intra-abdominal, signe indirect) | Liquide libre intra-abdominal.   | 47 %<br>(IC95 % 33–61 %)                | 92 %<br>(IC95 % 86–96)   | La présence de liquide libre donne une forte suspicion de grossesse extra utérine rompue mais son absence n'exclut pas le diagnostic.                        | Grade 2       | Richardson [44]                    |

**Question 2 - Chez les patients pris en charge dans une structure de médecine d'urgence pour dyspnée, le médecin urgentiste a-t-il un intérêt à réaliser une ECMU ?**

|   |
|---|
| <b>R1.2.1 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet dyspnéique admis en structure de médecine d'urgence, afin d'améliorer le diagnostic et la prise en charge thérapeutique initiale.</b>  |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.2.2 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect d'insuffisance cardiaque aiguë afin d'améliorer le diagnostic et le délai diagnostique.</b>  |
| <b>GRADE 1+ (Recommandation forte) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.2.3 - Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect de pneumopathie infectieuse afin d'améliorer le diagnostic.</b>  |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.2.4 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects d'exacerbation de broncho-pneumopathie chronique obstructive, en particulier chez les plus de 65 ans, les experts suggèrent de réaliser une échographie pulmonaire afin de ne pas méconnaître une origine cardiaque à la dyspnée.</b>  |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.2.5 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects de pneumothorax, les experts suggèrent d'utiliser l'échographie pulmonaire pour éliminer le diagnostic de pneumothorax non traumatique. Sa confirmation et son évaluation quantitative imposent cependant la réalisation d'une radiographie thoracique, en dehors du pneumothorax suffocant.</b>   |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.2.6 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects d'embolie pulmonaire hors état de choc, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique à la recherche d'un thrombus intra-cavitaire ou de signes échographiques en faveur d'une thrombose veineuse profonde, à visée diagnostique. L'absence de ces signes ne peut cependant pas éliminer formellement une embolie pulmonaire.</b> |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.2.7 – Il est recommandé de réaliser une échographie cardiaque à visée pronostique à la recherche d'une dysfonction ventriculaire droite chez le sujet atteint d'embolie pulmonaire et stable sur le plan hémodynamique.</b>   |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>   |

**R1.2.8 – Chez les patients admis en structure de médecine d’urgence pour dyspnée, les experts suggèrent de se référer à la Figure 1 afin de prendre connaissance de la démarche échographique proposée dans cette recommandation. L’échographie thoracique est définie comme l’association d’une échographie pulmonaire et d’une échographie cardiaque trans-thoracique.**

**AVIS D’EXPERT (Accord Fort)**

### **Argumentaire**

#### **Considérations d’ordre général**

Le diagnostic étiologique d’une dyspnée peut être difficile aux urgences, en particulier chez le sujet âgé ou présentant des comorbidités. Les signes cliniques des étiologies les plus fréquentes (*i.e.* insuffisance cardiaque aiguë (ICA), pneumopathie bactérienne et exacerbation d’asthme ou de BPCO) peuvent être trompeurs [49, 50]. Aussi, l’inadéquation entre le diagnostic final et les traitements administrés est proche de 40% et source de surmortalité intra-hospitalière [51, 52]. Les patients les plus à risque d’inadéquation thérapeutique sont les sujets âgés, comorbides, désaturants et avec une auscultation anormale (sibilants en particulier) [52]. L’identification d’une stratégie disponible au lit du malade afin d’améliorer le diagnostic initial de ces patients semble nécessaire.

L’échographie pulmonaire montre d’excellentes performances diagnostiques pour le diagnostic étiologique de dyspnée, que ce soit en extra ou en intra hospitalier [53, 54]. En extra hospitalier, sa sensibilité et sa spécificité seraient de 71 à 100 % et de 72 à 95 % respectivement pour le diagnostic d’ICA, de 88 % (IC95% [75-95]) et de 59 % (IC95% [43-72]) pour le diagnostic de pneumopathie infectieuse. En intrahospitalier, sa sensibilité et sa spécificité seraient de 82 % (IC95% [55-94]) et 90 % (IC95% [87-92]) pour le diagnostic d’ICA, de 87 % (IC95% [76-93]) et 85 % (IC95% [74-91]) pour le diagnostic de pneumopathie infectieuse et de 78 % (IC95% [67-86]) et 94 % (IC95% [89-97]) pour le diagnostic de BPCO [54, 55]. Il convient probablement d’associer à l’échographie pulmonaire une échographie cardiaque transthoracique. En effet, l’échographie clinique thoracique (pulmonaire et cardiaque) semble améliorer la démarche diagnostique en cas de dyspnée [56, 57]. Les études interventionnelles comparant une stratégie standard (sans échographie) à une stratégie avec échographie reposent principalement sur des approches thoraciques globales « poumon + cœur ». Ces études interventionnelles observent une supériorité dans l’identification du diagnostic approprié et dans la rapidité de cette identification, en comparaison à une stratégie sans échographie [58–62]. Sur l’ensemble des études interventionnelles identifiées, la proportion de patients avec un diagnostic correct (lors

de la prise en charge aux urgences) serait de 91 % lors de l'utilisation d'ECMU (contre 76 % dans les groupes « standards » *poolés*) ( $p < 0,001$ ) [58–65]. Seuls deux essais prospectifs randomisés s'intéressent à l'apport de la stratégie échographique pour améliorer la prise en charge thérapeutique des patients. Ces deux essais de bonne qualité méthodologique, montrent une supériorité de la stratégie échographique en comparaison à la stratégie standard en améliorant la proportion de patients bénéficiant d'un traitement approprié à l'origine de leur dyspnée (80 % vs 62 %) ( $p < 0,001$ ) [59, 64]. Malgré de nombreux essais interventionnels, aucun n'observe une réduction des durées d'hospitalisation ou de la mortalité intrahospitalière [58–65]. Le nombre d'essais interventionnels portant sur l'amélioration de la prise en charge des patients dyspnéiques est probablement encore insuffisant [55].

### **Insuffisance cardiaque aiguë**

La présence d'un syndrome interstitiel à l'échographie pulmonaire (lignes B multiples, diffuses et bilatérales) est le signe nécessaire au diagnostic d'insuffisance cardiaque aiguë avec une sensibilité de 100% (IC95% [92-100]) et une valeur prédictive négative de 100% (IC95% [86-100]) [2]. Cependant, ce syndrome interstitiel peut également être présent en cas de pneumopathie interstitielle bilatérale ou de syndrome de détresse respiratoire aiguë. Il présente par conséquent une spécificité de seulement 41 % (IC95% [28-54]) et une valeur prédictive positive de 53 % (IC95% [39-NC]) [2]. Il est donc nécessaire de compléter l'échographie pulmonaire par une échographie cardiaque dans certaines situations afin d'évaluer la fonction systolique du ventricule gauche et mesurer les pressions de remplissage du ventricule gauche par méthode Doppler (rapport E/A) et Doppler tissulaire (rapport E/e') (compétences recommandées de niveau ECMU 2 [2]. Les performances diagnostiques rapportées dans la littérature pour un tel algorithme échographique sont une sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et négative de 87 %, 95 %, 92 % et 93 % respectivement [57]. Un essai randomisé spécifique au diagnostic d'ICA a comparé une stratégie clinique et échographique à une stratégie clinique associée à la radiographie thoracique et au dosage du NT-proBNP. La stratégie échographique se révélait supérieure pour le diagnostic d'ICA tant sur l'exactitude diagnostique que sur son délai d'obtention [57]. Aussi, les performances *poolées* de l'échographie clinique semblent supérieures à celles de la radiographie pour le diagnostic d'insuffisance cardiaque chez le patient dyspnéique [66].

### **Pneumopathie infectieuse**

Les signes d'échographie pulmonaire à rechercher en faveur d'une pneumopathie infectieuse sont une consolidation alvéolaire, de grandes lignes B asymétriques, un syndrome interstitiel

échographique et/ou un épanchement pleural. L'ensemble de ces signes auraient des sensibilité et spécificité de 87 % (IC95% [76-93]) et 85 % (IC95% [74-91]) [54]. Ses performances semblent supérieures à celle de la radiographie [67]. Une méta-analyse regroupant 17 études et 5108 patients observait une aire sous la courbe, une sensibilité et une spécificité de 0,97 (IC95% [0,96-0,99]), 92 % (IC95% [86-95]) et 93 % (IC95% [86-97]) respectivement pour le diagnostic de pneumopathie infectieuse dans les structures d'urgence [68]. Cependant, l'hétérogénéité des ces études ( $I^2 = 27\%$ ) amène à considérer ces résultats avec précaution. Malgré tout, le caractère non invasif de l'échographie, la possibilité de la réaliser au lit du patient et ces performances diagnostiques, conduisent à l'envisager en première intention en alternative à la radiographie thoracique. Elle est particulièrement indiquée chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë.

### **Exacerbation de BPCO ou d'asthme**

L'atteinte bronchique à l'origine d'une dyspnée n'est pas source d'image échographique pulmonaire pathologique. Aussi, les patients dont l'origine de la dyspnée est bronchique (BPCO ou asthme) présentent une échographie pulmonaire normale. Cette normalité de l'examen à une sensibilité de 78 % (IC95% [67-86]) et une spécificité de 94 % (IC95% [89-97]) pour le diagnostic d'exacerbation de BPCO [54]. L'asthme cardiaque est une entité particulière définie par l'association d'une insuffisance cardiaque gauche et de sibilants auscultatoires. Elle est présente chez environ 35 % des patients de plus de 65 ans présentant un œdème cardiogénique [69]. Ainsi, chez les patients de plus de 65 ans présentant une dyspnée sifflante, il paraît souhaitable de réaliser une échographie pulmonaire à la recherche de lignes B afin de ne pas méconnaître une insuffisance cardiaque gauche et débiter un traitement inapproprié. En l'absence de lignes B, le diagnostic le plus probable est celui d'exacerbation aiguë de BPCO.

### **Pneumothorax**

Le diagnostic de pneumothorax à l'échographie pulmonaire repose sur l'étude du glissement pleural, des lignes B, du pouls pulmonaire et du point poumon [70]. La littérature rapporte une sensibilité de 88 % (IC95% [85-91]) et une spécificité de 99 % (IC95% [98-99]) pour le diagnostic de pneumothorax par échographie pulmonaire [71]. Ainsi, l'échographie pulmonaire présente une sensibilité plus élevée que la radiographie du thorax mais une spécificité comparable. Cependant, concernant les pneumothorax spontanés primaires, les données de la littérature sont insuffisantes pour conclure à la supériorité de l'échographie pulmonaire par rapport à la radiographie du thorax, que ce soit pour le diagnostic ou

l'évaluation de l'abondance de ce dernier. Malgré tout, en raison de l'excellente sensibilité de l'échographie pulmonaire pour le diagnostic de pneumothorax et la possibilité de la réaliser rapidement au lit du patient, l'échographie pulmonaire semble être une bonne alternative en cas d'urgence clinique.

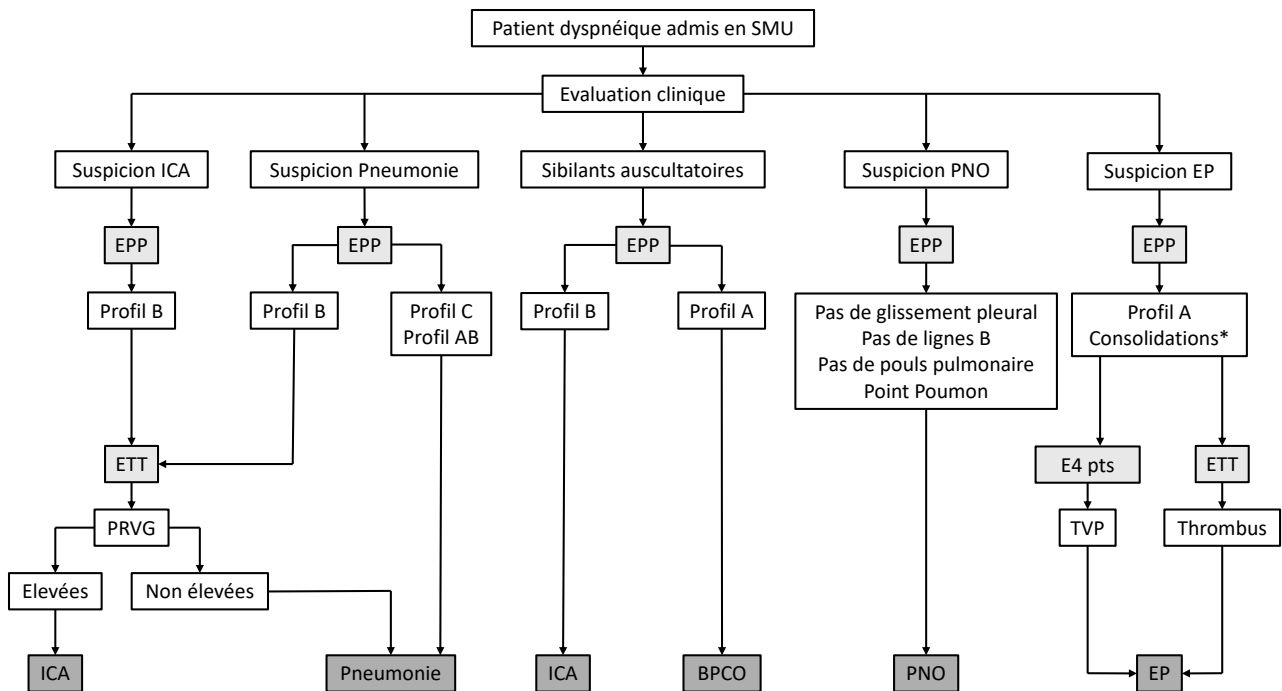
### **Embolie pulmonaire**

Une limite importante concerne l'utilisation de l'échographie clinique en cas de suspicion d'embolie pulmonaire hors état de choc. Les signes d'échographie clinique en faveur d'embolie pulmonaire sont dans l'ensemble spécifiques et peuvent apporter des éléments intéressants dans la démarche diagnostique. Cependant, ils sont très peu sensibles [72, 73]. Les signes d'échographie clinique les plus pertinents semblent être la recherche de phlébite par compression aux membres inférieurs (sensibilité de 44 %, spécificité de 97 %), la visualisation d'un septum paradoxal par le « signe du D » (sensibilité de 30 %, spécificité de 96 %), le signe de McConnell (normo- ou hyperkinésie apicale associée à une hypo- ou akinésie de la paroi libre du ventricule droit ; sensibilité de 29 %, spécificité de 99 %) ou la visualisation d'un thrombus dans les cavités cardiaques droites (sensibilité de 5 %, spécificité de 100 %). Combiner ces signes échographiques en « signes compatibles avec une embolie pulmonaire » permet d'en améliorer la sensibilité au détriment de la spécificité. Une méta-analyse récente a étudié l'intérêt de l'association d'une échographie pulmonaire, cardiaque et de compression. La sensibilité *poolée* était de 90 % (IC95% [85-94] ;  $i_2 = 0$  %) et la spécificité de 69 % (IC95% [42-87] ;  $i_2 = 95$  %) [74]. Malgré tout, la sensibilité *poolée* reste probablement insuffisante pour exclure de façon sécuritaire le diagnostic d'embolie pulmonaire, comme le suggère l'étude de Falster *et al.* [75] comparant une stratégie d'échographie clinique à une stratégie standard chez les patients à risque élevé d'embolie pulmonaire. Seule la présence d'un thrombus intra-cavitaire et une échographie de compression positive permettent d'affirmer le diagnostic d'embolie pulmonaire chez le patient dyspnéique [76]. Aussi, la stratégie diagnostique en cas de suspicion d'embolie pulmonaire repose sur les stratégies PERC, YEARS et PEGeD.

Une fois le diagnostic d'embolie pulmonaire établi, la stratification du risque chez les patients atteints d'EP aiguë est obligatoire afin de déterminer l'approche thérapeutique la plus appropriée [76]. La stratification initiale du risque repose sur les signes d'instabilité hémodynamique et les symptômes cliniques. Pour les patients ne présentant pas d'instabilité hémodynamique, une stratification supplémentaire est nécessaire. Elle est principalement basée sur le dosage de la troponine et la recherche d'une dysfonction ventriculaire droite [77, 78]. L'angiographie par tomодensitométrie thoracique et l'échocardiographie sont deux

techniques d'imagerie fiables pour détecter une dysfonction VD. L'échocardiographie semble cependant plus spécifique que la tomodensitométrie [79].

**Figure 1 : Démarche échographique chez un patient dyspnéique adressé en SMU**



Cet algorithme échographique est indicatif, aide à comprendre l'argumentaire, et ne constitue par des recommandations. Il est à intégrer au contexte clinique.

Légende : SMU : structure de médecine d'urgence ; EPP : échographie pleuropulmonaire ; Profil B = syndrome interstitiel = lignes B multiples, diffuses et bilatérales ; BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive ; ICA : insuffisance cardiaque aiguë ; PRVG : pressions de remplissage du ventricule gauche ; Profil A : échographie pulmonaire normale ; ETT : échographie cardiaque transthoracique ; EdC : échographie de compression ; TVP : thrombose veineuse profonde ; Profil C : consolidation alvéolaire ; Profil AB : asymétrie échographique avec lignes B unilatérales

**Question 3 - Chez les patients pris en charge dans une structure de médecine d'urgence pour douleur thoracique, le médecin urgentiste a-t-il un intérêt à réaliser une ECMU ?**

|  |
|--|
| <b>R1.3.1 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence pour douleur thoracique, les experts suggèrent de ne pas réaliser systématiquement d'échographie clinique en l'absence de suspicion clinique d'un diagnostic spécifique.</b>  |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.3.2 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect de syndrome coronarien aigu en cas d'état de choc ou de détresse respiratoire aiguë associés.</b>   |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.3.3 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects de syndrome coronarien aigu, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique à la recherche d'une dysfonction ventriculaire gauche et d'une anomalie de la cinétique segmentaire pour améliorer la pertinence diagnostique ou d'arguments pour un diagnostic différentiel.</b>   |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.3.4 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect de dissection aortique à la recherche d'un flap intimal afin d'améliorer le diagnostic et les délais de prise en charge. L'absence de ce signe ne peut cependant pas éliminer formellement une dissection aortique.</b>   |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.3.5 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure de médecine d'urgence et suspect de péricardite à la recherche d'un épanchement péricardique à visée diagnostique et évaluer d'éventuelles complications. L'absence d'épanchement ne peut cependant pas éliminer une péricardite.</b>  |
| <b>GRADE 1+ (Recommandation forte) (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.3.6 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence et suspects d'embolie pulmonaire hors état de choc, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique à la recherche d'un thrombus intra-cavitaire ou de signes échographiques en faveur d'une thrombose veineuse profonde, à visée diagnostique. L'absence de ces signes ne peut cependant pas éliminer une embolie pulmonaire.</b> |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.3.7 – Il est recommandé de réaliser une échographie cardiaque à visée pronostique à la recherche d'une dysfonction ventriculaire droite chez le sujet atteint d'embolie pulmonaire et stable sur le plan hémodynamique.</b>  |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
|  |

## **Argumentaire**

Les performances de l'ECMU pour le diagnostic étiologique de douleur thoracique semblent insuffisantes dans une population non sélectionnée. La méta-analyse de Zarama et al. incluant 29 études (5 043 patients) rapporte une sensibilité globale de 79,3 % (IC95% [69,0–86,8]) et une spécificité de 87,3 % (IC95% [79,9–92,2]) pour le diagnostic d'ischémie myocardique [80]. Il y a un écart entre la prévalence du syndrome coronarien aigu dans les études concernant l'échographie où elle est souvent élevée (de l'ordre de 27 %) et les études épidémiologiques où seulement 5,1 % des patients admis aux urgences pour douleur thoracique ont un syndrome coronarien aigu confirmé [80, 81]. Cette différence impacte directement les valeurs prédictives, en particulier la valeur prédictive positive qui diminue dans une population non sélectionnée. Ainsi, il existe des biais de sélection dans les études disponibles qui incluent majoritairement des patients présélectionnés avec une suspicion clinique de pathologie cardiaque. Dans l'étude de Zarama et al., la sensibilité diminue à 74,8 % (IC95% [58,0–85,5]) à la faveur d'une spécificité de 91 % (IC95% [84,1–95,1]) lorsque les causes cardiovasculaires sont exclues [80]. L'étude de Bima et al. montre une sensibilité de seulement 42,5 % (IC95% [33–51,9]) et une valeur prédictive positive de 51,7 % (IC95% [41,2–62,2]) pour les troubles de cinétique segmentaire en échocardiographie lorsqu'ils sont recherchés chez tous les patients admis aux urgences pour douleur thoracique [82]. Deux essais randomisés portant sur l'intérêt de l'ECMU pour le diagnostic des patients adressés aux urgences pour douleur thoracique observent une réduction des délais de prise en charge, mais la plupart des études ciblent des populations à haut risque et présélectionnées [83, 84]. L'absence de suspicion clinique préalable expose à un risque accru de résultats faussement positifs, pouvant conduire à des explorations invasives inutiles, une augmentation des coûts et une anxiété chez le patient.

## ***Syndrome Coronarien Aigu***

Il n'existe qu'une seule revue systématique évaluant l'intérêt de l'échographie clinique pour le diagnostic d'ischémie myocardique aiguë chez des patients admis aux urgences pour douleur thoracique [80]. Vingt-neuf études ont été analysées, portant sur 5043 patients. L'estimation globale de la sensibilité et de la spécificité était respectivement de 79,3 % (IC95% [69–86,8]) et 87,3 % (IC95% [79,9–92,2]). Ces résultats doivent cependant être interprétés avec prudence en raison d'une très importante hétérogénéité entre les études, notamment concernant la définition du diagnostic final. Aussi, la sensibilité de l'ECMU dépend du moment de réalisation, les troubles de la cinétique segmentaire pouvant être

transitoires. La spécificité est également limitée du fait de l'impossibilité de distinguer une cardiomyopathie préexistante d'une situation aiguë [85, 86]. Ainsi, en dehors d'une évaluation précoce, chez des patients sans antécédent cardiaque, l'intérêt diagnostique de l'ECMU dans le syndrome coronarien aigu semble limité. Cependant, l'intérêt de l'ECMU est pertinent en cas d'état de choc ou de détresse respiratoire aiguë chez le patient présentant un syndrome coronarien aigu afin d'éliminer un choc cardiogénique ou rechercher une complication mécanique (rupture de pilier, de septum ou de paroi) [87]. De même, en cas de suspicion de syndrome coronarien aigu, l'échographie cardiaque clinique peut être utile pour identifier les signes précurseurs ou témoignant d'une ischémie (dysfonction ventriculaire gauche, anomalie de la cinétique segmentaire) et considérer le patient comme à haut risque [88]. Cependant elle ne doit pas entraîner de retard significatif à la prise en charge en salle de cathétérisme cardiaque. Elle peut également être utile à la recherche de diagnostics différentiels (dissection aortique, embolie pulmonaire).

### ***Dissection Aortique***

La dissection aortique est une pathologie rare mais de mortalité très élevée et dont le gold standard diagnostique est l'angioscanner pan-aortique [89, 90]. L'ECMU peut détecter des signes directs (flap intimal) et indirects (dilatation aortique, insuffisance aortique, épanchement péricardique) de dissection aortique, permettant une approche diagnostique immédiate au lit du patient [89, 90]. Concernant les performances diagnostiques de l'ECMU, deux méta-analyses portant respectivement sur 4 569 et 2 755 patients montrent des performances intéressantes pour les signes directs : sensibilité de 89 % (IC95% [82-94]) et spécificité de 92 % (IC95% [88-95]) pour le type A, mais sensibilité limitée à 65 % (IC95% [45-80]) pour le type B. La spécificité globale atteint 96,6 % (IC95% [95,6-97,5]) avec un rapport de vraisemblance positif de 20,04 (IC95% [19,53-20,56]) [89, 90]. L'ECMU ne permet cependant ni diagnostic positif de certitude, ni exclusion définitive de dissection aortique, particulièrement pour les formes de type B [89–97]. Concernant l'impact sur les délais de prise en charge, l'ECMU permet une réduction significative du délai diagnostique lorsque des signes directs sont identifiés : de 79 à 10,5 minutes ( $p < 0.01$ ) selon une étude prospective pilote de 72 patients [91] et de 226 à 80 minutes ( $p = 0,023$ ) dans une étude rétrospective de 32 patients [95]. L'intégration dans un algorithme diagnostique semble pertinente et particulièrement utile chez les patients à faible probabilité clinique ( $ADD-RS \leq 1$ ). Avec une stratégie de rule-out combinant  $ADD-RS \leq 1$ , ECMU négative et D-dimères  $< 500$  ng/ml, le taux d'échec était de 0 % (IC95% [0-1,2]) dans une cohorte multicentrique prospective de 839 patients [92]. Concernant l'impact pronostique, l'amélioration des délais

diagnostiques pourrait se traduire par un bénéfice pronostique, mais les données manquent encore. Une seule étude rétrospective de 32 patients rapporte une réduction significative de la mortalité avec l'utilisation de l'ECMU (15,4 % vs 37,5 % ;  $p = 0,024$ ) [95]. Toutefois, une étude prospective plus large de 72 patients ne montre qu'une tendance non significative à la réduction de la mortalité hospitalière (4,2 % vs 9,1 %) et à 3 mois (25 % vs 20,8 %) avec  $p > 0,05$  [91]. Concernant l'impact thérapeutique, l'ECMU permet d'identifier précocement des complications à fort impact pronostique : l'épanchement péricardique (présent dans 37 % des cas), la tamponnade cardiaque (22 % des cas), et l'insuffisance aortique (61 % des cas et sévère dans 30 % des cas) [97]. Ces éléments influencent directement la stratégie thérapeutique initiale et la technique chirurgicale. Dans une cohorte prospective de 270 patients avec dissection aortique, la présence d'une insuffisance aortique détectée par ECMU guidait la stratégie chirurgicale (remplacement valvulaire ou préservation ;  $p = 0,001$ ) [97]. L'identification d'une tamponnade péricardique ou d'une insuffisance aortique sévère peut modifier les priorités de prise en charge péri-opératoire, comme observé dans une étude prospective multicentrique de 1 314 patients [94].

### ***Péricardite***

L'identification d'un épanchement péricardique par échocardiographie fait partie des critères du diagnostic de péricardite, au même titre que la douleur thoracique typique positionnelle, le frottement péricardique auscultatoire et les anomalies ECG compatibles (sous-PQ et sus-décalage concave diffus du segment ST) [98, 99]. L'épanchement péricardique serait présent chez 60 % des patients avec un diagnostic final de péricardite [98, 99]. De fait, il est peu probable qu'un essai interventionnel compare une stratégie avec échographie à une stratégie sans. De plus, les performances du médecin urgentiste pour le diagnostic échographique d'épanchement péricardique hors contexte traumatique sont excellentes et comparables à une évaluation par un cardiologue (sensibilité de 95 %, spécificité de 98 %) [100]. En effet, l'acquisition de cette compétence semble aisée, comme montré par les travaux s'intéressant à l'entraînement de novices (internes ou diplômés) à l'échocardiographie [101–103]. De plus, l'évaluation du volume d'épanchement et de son retentissement sur les cavités droites est un critère important de gravité, ainsi que de tamponnade ou pré-tamponnade [98, 99, 104]. Un épanchement circonférentiel de plus de 2 cm doit faire considérer l'admission hospitalière [98, 103, 104]. La tamponnade (ou "tamponnade chirurgicale") se définit par un choc associé à des signes cliniques d'insuffisance cardiaque droite dans un contexte d'épanchement péricardique. La "pré-tamponnade" ou "tamponnade médicale" a une définition plus échographique de retentissement de l'épanchement liquidien sur les cavités droites [99]. Les

signes à rechercher à l'échographie sont le collapsus de l'oreillette droite, la dilatation de la veine cave inférieure avec perte de sa variation respiratoire et le collapsus du ventricule droit [99, 104]. En cas de choc sur tamponnade, une péricardiocentèse échoguidée peut être envisagée par une équipe formée [105].

### ***Embolie Pulmonaire***

Les symptômes classiques retrouvés chez les patients suspects d'embolie pulmonaire sont la dyspnée et la douleur thoracique [106]. Cependant, aucun de ces symptômes n'est spécifique, ce qui rend le diagnostic difficile. La douleur thoracique comme symptôme isolé de l'embolie pulmonaire est relativement rare [107]. Aussi, l'intérêt de l'ECMU dans l'embolie pulmonaire est développé dans la question 2 du champ 1 concernant les patients admis en SU pour dyspnée.

**Question 4 - Chez les patients pris en charge dans une structure de médecine d'urgence pour état de choc, le médecin urgentiste a-t-il un intérêt à réaliser une ECMU ?**

|  |
|--|
| <b>R1.4.1 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure d'urgence pour état de choc afin d'améliorer le diagnostic étiologique.</b>  |
| <b>GRADE 1+ (Recommandation forte) (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.4.2 – Il est recommandé de réaliser une échographie clinique chez le sujet admis en structure d'urgence pour état de choc afin d'améliorer la prise en charge thérapeutique et le pronostic.</b>   |
| <b>GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R1.4.3 – Chez les patients admis en structure d'urgence pour état de choc, les experts suggèrent que le médecin urgentiste réalise une échographie clinique afin d'améliorer les délais de prise en charge et le monitoring.</b>  |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <b>R1.4.4 – Chez les patients pris en charge en extra hospitalier pour état de choc, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique ciblée et contextualisée afin d'améliorer la prise en charge et l'orientation.</b>   |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>   |
| <p><b>Argumentaire</b></p> <p>Compte tenu de l'hétérogénéité de la littérature disponible concernant l'échographie clinique chez les patients admis en SMU pour état de choc, tant en termes de méthodologie que d'objectifs évalués, il a été jugé pertinent de formuler des recommandations distinctes pour chacun des objectifs (diagnostic étiologique, prise en charge thérapeutique et pronostic, délais de prise en charge et monitoring), afin de refléter au mieux le niveau de preuve spécifique à chaque domaine d'impact clinique.</p> <p>L'ECMU multi-organes est un outil rapide, non invasif et reproductible pour évaluer un état de choc en SU.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preuves pour le diagnostic étiologique</li> </ul> <p>Un essai randomisé sur l'hypotension indifférenciée montre que l'ECMU réalisée dès l'admission augmente la proportion de diagnostics corrects précoces par rapport à une réalisation différée [108]. Deux méta-analyses (l'une comprenant 4 études et 358 patients, l'autre 5 études et 156 patients) montrent des performances élevées pour distinguer les</p> |

principaux mécanismes de choc [109, 110]:

- hypovolémique : Se 81 % (IC95% [73-88]) et 100 % (IC95% [91-100]), Sp 91 % (IC95% [87-94]) et 94 % (IC95% [87-98]) ;
- cardiogénique: Se 83 % (IC95% [71-92]) et 89 % (IC95% [73-97]), Sp 97 % (IC95% [95-99]) et 97 % (IC95% [92-99]) ;
- obstructif : Se 93 % (IC95% [68-100]) et 94 % (IC95% [73-100]), Sp 98 % (IC95% [96-99]) et 98 % (IC95% [93-100]) ;
- distributif : Se 64 % (IC95% [56-72]) et 73 % (IC95% [50-89]), Sp 95 % (IC95% [91-98]) et 100 % (IC95% [97-100]).

- **Impact sur la prise en charge thérapeutique**

L'ECMU modifie la stratégie initiale dans 23 à 28 % des cas, notamment pour l'adaptation du remplissage, l'utilisation de vasopresseurs et la décision de transfusion [111]. Une méta-analyse d'essais randomisés sur plus de 900 patients rapporte une réduction des volumes de fluides administrés à 6h (-39%, IC95% [-65 à -14]) et 24h (-62%, IC95% [-89 à 35]). Concernant la dialyse, on observe sur 800 patients une tendance à la diminution de son utilisation (risque relatif 0,80, IC95% [0,63 à 1,02]). Les auteurs retrouvent également un bénéfice sur la durée d'administration d'amines vasoactives (différence moyenne : -17h31 IC95% [-27h50 à -7h12]) [112].

- **Effet sur les délais de prise en charge**

Dans une étude rétrospective sur 3800 patients incluant quatre services d'urgence dans le Connecticut, la réalisation précoce de l'ECMU (< 2 h après l'admission) est associée à une diminution des délais d'orientation de 16,7 minutes (IC95% [-2,8 à 35,5]). Cette durée devient statistiquement significative lorsqu'elle est pratiquée dans l'heure (26,7 minutes (IC95% [2,8 à 58,3])). En revanche, les résultats deviennent non significatifs lorsqu'elle est effectuée au-delà de deux heures après l'admission (16,7 minutes ; IC95%, [-14,3 à 29,9]) [113].

- **Effet du monitoring**

L'intégration de l'ECMU dans le suivi permet de réduire le recours à certains examens complémentaires, notamment les échocardiographies formelles [112]. Elle peut avoir peu ou pas d'effet sur le nombre de tomodensitométries réalisées (RR 1,10 ; IC95 % [0,73 à -1,66]) ; certitude faible). L'évaluation du débit cardiaque par échocardiographie par le clinicien en

réanimation est corrélée à la méthode invasive par thermodilution avec une corrélation élevée ( $r = 0,95$  ;  $p < 0,0001$ ), un biais médian bas (+ 0,2 L/min) et des limites d'accord de -1,3 à +1,8 L/min [114].

- Effet pronostique

Il existe des essais randomisés qui n'ont pas montré de réduction significative de la mortalité à 30 jours par rapport à la prise en charge standard. Ces études ont cependant de gros biais méthodologiques ou de concept [115, 116]. Dans une méta-analyse de qualité sur 17 essais randomisés et 2100 patients, les auteurs retrouvent bien un bénéfice sur la mortalité avec un  $RR = 0.88$  (IC95% [0,78 à 0,99]) [112].

- Preuves extra hospitalières

Il n'existe pas d'étude de qualité suffisante pour permettre d'évaluer la pertinence et l'impact de l'utilisation systématique de l'échographie en médecine d'urgence extra hospitalière chez les patients présentant un état de choc. Cependant, de nombreuses études extra hospitalières dans des conditions similaires (arrêt cardiaque, détresse respiratoire) ont montré l'intérêt de l'échographie. Compte tenu du peu d'outils disponibles en extra hospitalier, il est très probable que les futures études montreront au moins les mêmes bénéfices qu'en intra-hospitalier.

**Question 5 - Chez les patients pris en charge dans une structure de médecine d'urgence suspects de traumatisme sévère, le médecin urgentiste a-t-il un intérêt à réaliser une ECMU ?**

**R1.5.1 – Il est recommandé de réaliser une échographie type FAST chez les sujets admis en structure de médecine d'urgence pour traumatisme sévère afin d'améliorer le diagnostic, la prise en charge thérapeutique et les délais de prise en charge.**

**GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)**

**R1.5.2 – Chez les patients admis en structure de médecine d'urgence pour traumatisme sévère et suspects d'hypertension intracrânienne, les experts suggèrent de réaliser une échographie clinique à la recherche d'une hypertension intracrânienne et identifier les patients à risque d'évolution neurologique défavorable.**

**AVIS D'EXPERT (Accord Fort)**

### **Argumentaire**

#### ***FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma)***

La technique FAST regroupe les coupes échographiques permettant la recherche d'épanchement dans les trois séreuses. Une méta analyse de la Cochrane publiée en 2018, sur la pertinence de l'examen complet, incluant 34 études et portant sur 8635 patients, concluait à une sensibilité et une spécificité respectivement de 74 % (IC95% [65-81]) et 96 % (IC95% [94-98]) [117]. Dans une étude monocentrique chez 756 patients, Zieleskiewicz et al retrouvaient une seule décision thérapeutique inadaptée basée sur les résultats de la FAST [118]. Dans une étude randomisée multicentrique chez 242 patients, les patients ayant bénéficié d'une pFAST (extra hospitalière) positive avaient un temps médian de prise en charge jusqu'à l'admission diminué de 13 min (clinique 38 [16-60] min vs clinique et échographie 25 [7-43] min ; p = 0,001), et un temps jusqu'à l'intervention opératoire diminué de 15 min (clinique 150 min vs clinique et échographie 135 min ; p = 0,001) [119].

#### ***Hémopéricarde***

L'échographie de type FAST permet de dépister rapidement un épanchement péricardique post-traumatique, potentiellement responsable d'une tamponnade. Sa réalisation en extra hospitalier ou en salle de déchocage est techniquement faisable, rapide et non invasive, en particulier lorsqu'elle est effectuée par un médecin urgentiste formé.

- Preuves pour le diagnostic

En contexte intra-hospitalier, plusieurs études rapportent une sensibilité et spécificité proches de 100 % pour la détection d'un épanchement péricardique post-traumatique (Se 98% IC95% [94%-99%] et Sp 99% IC95% [97%-99%] [120] ; Se 100% [63%-100%]; Spe 100% [86%-100%]) [121]. La FAST permet également d'identifier indirectement les critères échographiques de tamponnade.

### ***Pneumothorax***

- Preuves pour le diagnostic

En intra-hospitalier, plusieurs études rapportent une sensibilité comprise entre 86 et 98 % et une spécificité supérieure à 98 % pour le diagnostic de pneumothorax [120, 122–130]. Les performances sont généralement supérieures à celles de la radiographie thoracique standard, en particulier la sensibilité et pour les pneumothorax de faible abondance. Les études extra hospitalières sont plus rares, mais suggèrent des performances comparables à celles observées en contexte hospitalier [130].

- Impact sur la prise en charge thérapeutique

La mise en évidence d'un pneumothorax à l'échographie peut conduire à un drainage thoracique immédiat en situation d'instabilité hémodynamique ou respiratoire [129] même si cette stratégie n'est pas soutenue par une étude solide. En salle de déchocage, l'intégration de l'échographie dans l'évaluation initiale est associée à une décision adaptée de drainage [118].

### ***Hémothorax***

- Preuves pour le diagnostic

En intra-hospitalier, plusieurs études rapportent une sensibilité comprise entre 86 et 96 % et une spécificité supérieure à 98 % pour détecter un hémothorax [122–128, 130, 131]. La performance diagnostique est supérieure à celle de la radiographie thoracique standard dans la majorité des études. Les études extra hospitalières disponibles sont limitées, mais suggèrent des performances similaires à celles observées en contexte hospitalier [130].

La FAST pleurale à la recherche d'un hémothorax a également un intérêt pour prédire le pronostic. Une FAST positive est corrélée à une évolution vers une hémorragie grave, l'hospitalisation en réanimation et le décès, en particulier quand elle est réalisée en extra hospitalier où les saignements actifs sont détectables de manière précoce [132].

- Impact sur la prise en charge thérapeutique

La mise en évidence d'un hémithorax à l'échographie peut conduire à un drainage thoracique immédiat en situation d'instabilité hémodynamique [133], même si cette stratégie n'est pas soutenue par une étude solide. En salle de déchocage, l'intégration de la FAST à la recherche d'un hémithorax dans l'évaluation initiale est associée à des décisions thérapeutiques adaptées dans plus de 90 % des cas [118].

### ***Hémopéritoine***

- Preuves pour le diagnostic

En extra hospitalier, la FAST présente une spécificité élevée (94 % à 97 %) mais une sensibilité modérée (38 % à 63 %) pour prédire la présence d'un épanchement intra-péritonéal en comparaison à la tomodensitométrie [130, 134]. En intra-hospitalier, la méta-analyse de Netherton et al. [120] rapporte une meilleure sensibilité de 74 % (IC95% [73-76]) et une spécificité comparable de 98 % (IC95% [97-98]) pour la détection d'un épanchement intra-abdominal. La FAST est très spécifique mais a une sensibilité modérée en particulier en extra hospitalier car ne dépiste pas les épanchements de faible abondance. D'autres limites sont à avoir à l'esprit : la présence d'un épanchement ne permet pas de localiser l'origine du saignement, et enfin l'atteinte d'organes creux peut perturber la réalisation de l'examen par la présence d'un pneumopéritoine. Enfin, la FAST ne permet pas d'évaluer un saignement d'origine rétropéritonéale.

La FAST abdominale a également un intérêt pour prédire le pronostic. Une FAST positive est corrélée à une évolution vers une hémorragie grave, l'hospitalisation en réanimation et le décès, en particulier quand elle détecte précocement un saignement actif en extra hospitalier [132].

- Impact sur la prise en charge thérapeutique

Une FAST abdominale positive chez un patient présentant une instabilité hémodynamique peut conduire à une indication chirurgicale immédiate sans examens complémentaires [135], même si cette stratégie n'est pas soutenue par une étude solide. Sa pertinence en contexte extra hospitalier, pour prédire une laparotomie à l'arrivée à l'hôpital, présente une Se de 65 % (IC95% [39-85]) et une Sp de 94 % (IC95% [89-97]) [129]. En salle de déchocage, elle

participe à des prises de décisions thérapeutiques pratiquement toujours adaptées : l'étude Zieleskiewicz et al ne relevait qu'une décision inadaptée sur 756 patients [118].

- Effet sur les délais de prise en charge

L'intégration de la FAST en extra hospitalier ou en salle de déchocage n'allonge pas les délais de transport et peut accélérer la décision chirurgicale en réduisant le délai entre l'admission et la laparotomie [119].

Une méta-analyse confirme son effet positif sur la rapidité de mise en œuvre du traitement définitif : ratio de temps groupé ajusté à la gravité = 0,63 [134].

### ***Hypertension Intracrânienne***

L'ECMU permet potentiellement de rechercher des signes indirects d'hypertension intracrânienne (HTIC) chez les traumatisés sévères. Deux techniques sont décrites en pratique : la mesure du diamètre de la gaine du nerf optique (DGNO) et l'évaluation hémodynamique cérébrale par Doppler transcrânien (DTC). La réalisation en extra hospitalier et en salle de déchocage est faisable et non invasive lorsqu'elle est effectuée par un médecin urgentiste formé.

- Preuves pour le diagnostic

Une étude prospective rapporte une sensibilité de 100 % (IC95% [83–100]) et une spécificité de 75 % (IC95% [30–95]) de la mesure du DGNO pour le dépistage de l'HTIC [136]. Une méta-analyse portant sur des traumatisés crâniens sévères en réanimation retrouve une sensibilité de 91 % (IC95% [87–94]) et une spécificité de 77 % (IC95% [63–87]), avec une hétérogénéité modérée pour la spécificité [137].

Une étude observationnelle multicentrique montre que des seuils de DTC identifient les patients à risque d'issue neurologique défavorable, avec une Se de 91 % (IC95% [56- 100]) et une Sp de 80 % (IC95% [75-85]) [138]. Ces résultats suggèrent une valeur pronostique du DTC pour trier les patients traumatisés crâniens légers à modérés à risque d'évolution péjorative.

- Impact sur la prise en charge thérapeutique

En extra hospitalier, une petite cohorte rapporte que tous les patients ayant nécessité une neurochirurgie présentaient un DTC altéré avant l'admission [139].

- Effet sur les délais de prise en charge

Les résultats de l'étude de Tazarourte et al. suggèrent que l'identification en extra hospitalier d'une altération du DTC pourrait permettre une administration plus précoce des thérapeutiques à visée anti-œdémateuse [139]. Il n'existe pas, dans la littérature d'étude de qualité méthodologique élevée permettant de conclure à un effet de l'ECMU sur les délais de prise en charge des patients suspects d'HTIC.

## CHAMP 2. : Nouvelles techniques

**Question 1 : Chez un patient admis dans une structure de médecine d'urgence pour trouble visuel d'origine traumatique, y a-t-il un intérêt à réaliser une échographie oculaire par le médecin urgentiste ?**

**R2.1.1 Chez les patients admis en structure d'urgence pour un trouble visuel d'origine traumatique et pour lesquels l'examen ophtalmologique est impossible ou non contributif, les experts suggèrent de réaliser une échographie oculaire par un urgentiste formé pour orienter rapidement vers un ophtalmologue dans les centres où celui-ci n'est pas rapidement disponible.**

**AVIS D'EXPERT (Accord Fort)**

**R2.1.2 Il n'est pas recommandé de réaliser une échographie oculaire chez les patients admis en structure d'urgence pour un trouble visuel d'origine traumatique et suspects de rupture du globe oculaire**

**GRADE 2- (Recommandation faible) (Accord Fort)**

### **Argumentaire :**

L'échographie oculaire a été évaluée dans plusieurs études pour diagnostiquer les principales lésions traumatiques de l'œil aux urgences [140–144]. Son utilisation a été étudiée pour le décollement de la rétine, l'hématome rétro-orbitaire, la luxation du cristallin, la présence de corps étrangers intraoculaires et la rupture du globe oculaire dans des études plus limitées [142, 143, 145].

Onze études (n = 844 patients) ont été regroupées dans une méta-analyse publiée en 2019 dans Acad Emerg Med [140]. L'échographie présentait une sensibilité de 94,2 % (IC95% [78,4-98,6]) et une spécificité de 96,3 % (IC95% [89,2-98,8]) pour le diagnostic du décollement de la rétine, avec un rapport de vraisemblance positif de 25,2 (IC95% [8,1-78,0]) et un rapport de vraisemblance négatif de 0,06 (IC95% [0,01-0,25]).

Dans l'étude de Lahham et al, d'autres indications ont été évaluées comme l'hémorragie vitréenne et le décollement du vitré [141]. Dans cette étude prospective ayant inclus 225 patients, l'échographie oculaire présentait une sensibilité globale de 96,9 % (IC95% [80,6-99,6]) et une spécificité de 88,1 % (IC95% [81,8-92,4]) pour le diagnostic du décollement de la rétine. Pour le diagnostic d'hémorragie vitréenne, la sensibilité de l'échographie au point d'intervention était de 81,9 % (IC95% [63,0-92,4]) et la spécificité de 82,3 % (IC95% [75,4-87,5]). Pour le décollement du vitré, la sensibilité était de 42,5 % (IC95% [24,7-62,4]) et la spécificité de 96,0 % (IC95% [91,2-98,2]). Dans l'étude publiée dans Ann Emerg Med en 2019 par Ojaghhighi et al, 351 patients ayant eu un traumatisme oculaire ont été inclus [142]. Par rapport à l'imagerie par

tomodensitométrie, l'échographie oculaire a fourni une spécificité de 99,4 % (IC95% [97,8-99,9]) et une sensibilité de 96,8 % (IC95% [83,3-99,9]) dans le diagnostic de la luxation du cristallin, et une spécificité de 99,7 % (IC95% [98,3-100]) et une sensibilité de 95,7 % (IC95% [78,1-99,9]) dans le diagnostic d'hématome rétro bulbaire. Par rapport à un examen ophtalmologique complet réalisé par un ophtalmologiste, l'échographie oculaire a fourni une spécificité de 98,7 % (IC95% [96,7-99,6]) et une sensibilité de 97,8 % (IC95% [88,2-99,9]) dans le diagnostic d'hémorragie vitréenne.

Dans l'étude de Kim et al incluant 30 médecins urgentistes et 115 patients, la variabilité inter-observateur était forte et la sensibilité était de 75 % pour les décollements de la rétine [146]. L'étude de Chang et al, révèle l'importance des réglages de l'échographe faisant varier la sensibilité de l'examen de 71 à 85 % [147]. L'examen doit donc rester réservé aux praticiens formés, et complété d'un avis ophtalmologique dès que possible.

L'intérêt de la réalisation d'une échographie oculaire systématique lorsqu'un patient présente des troubles de la vision post traumatique est limitée en termes diagnostic (forte variabilité inter opérateur et selon les appareils) et par l'absence de formation à destination des urgentistes. Il apparaît raisonnable de limiter la réalisation de l'échographie oculaire aux situations où le recours à un ophtalmologue n'est pas possible dans les prochaines heures. L'échographie oculaire en confirmant ou infirmant les différents diagnostics évoqués permettrait d'avoir un adressage plus ciblé et rationalisé à un centre expert sous réserve de la formation de l'urgentiste à cette technique. Elle permet alors de détecter ou d'exclure précocement des atteintes menaçant la vision, à condition d'être réalisée par un urgentiste formé, dans le respect de précautions strictes et avec un preset ophtalmologique limitant l'exposition ultrasonore. En l'absence de preset ophtalmologique, l'échographiste doit vérifier que l'indice thermique soit inférieur à 1 et que l'indice mécanique soit, au maximum, inférieur à 0,2, mais de préférence inférieur à 0,1 [148, 149]. L'échographie oculaire permet une évaluation immédiate au lit du patient, elle facilite l'orientation rapide vers un centre expert ou un bloc opératoire, notamment dans les établissements ne disposant pas d'ophtalmologiste de garde.

Les recommandations du Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France (COUF) précisent les délais maximaux d'intervention chirurgicale selon la lésion [150] :

- Hématome rétro-orbitaire : < 2 h
- Corps étranger intraoculaire : < 24 h
- Rupture du globe : < 24 h
- Luxation du cristallin : 24-48 h

- Décollement de rétine : < 72 h.

L'échographie oculaire doit être réalisée dans des conditions strictes. La rupture ouverte du globe oculaire constitue une contre-indication formelle. Aussi, l'examen échographique ne doit jamais être tenté en cas de suspicion (plaie pénétrante, effusion de chambre antérieure, déformation ovale du globe, hyphéma, perte de chambre antérieure). Dans ces cas, l'œil doit être protégé par une coquille rigide, sans pansement compressif, et le patient adressé en urgence.

L'échographie oculaire peut être un outil pour l'évaluation initiale des traumatismes oculaires lorsque l'examen direct est impossible ou non contributif et que le recours au spécialiste n'est pas possible immédiatement. Elle peut permettre dans certaines situations de diagnostiquer immédiatement les urgences visuelles (hématome rétro-orbitaire, rupture de globe fermée, corps étranger intraoculaire, luxation du cristallin, décollement de rétine) et d'accélérer leur prise en charge chirurgicale, selon les délais recommandés par le COUF [150]. Son utilisation doit rester raisonnée, encadrée par une formation spécifique, et formellement proscrite en cas de suspicion de globe ouvert.

**Question 2 - Chez un patient admis dans une structure d'urgence pour suspicion de torsion testiculaire, y a-t-il un intérêt à réaliser une échographie testiculaire par le médecin urgentiste ?**

|   |
|---|
| <b>R2.2.1 – Il est recommandé que l'échographie clinique testiculaire ne doit en aucun cas retarder la prise en charge chirurgicale chez les patients admis en structure d'urgence avec une forte suspicion de torsion testiculaire.</b>  |
| <b>GRADE 1+ (Recommandation forte) (Accord Fort)</b>  |
| <b>R2.2.2 – Chez les patients admis en structure d'urgence avec suspicion de torsion testiculaire et en l'absence de forte suspicion clinique, les experts suggèrent que le médecin urgentiste puisse réaliser une échographie testiculaire à la recherche d'une absence de flux Doppler afin de réduire le temps de prise en charge chirurgicale.</b>  |
| <b>AVIS D'EXPERT (Accord Fort)</b>  |
| <b>R2.2.3 – Chez les patients admis en structure d'urgence avec suspicion de torsion testiculaire, les experts suggèrent qu'une échographie normale ne permet pas d'exclure une torsion testiculaire.</b>   |
| <b>AVIS d'EXPERT (Accord Fort)</b>  |
| <p><b>Argumentaire</b></p> <p>La stratégie classique face à une douleur testiculaire évocatrice de torsion, est d'effectuer sans délai une exploration chirurgicale. En effet, les lésions ischémiques irréversibles surviennent, en règle générale, dans les 6 heures suivant le début des symptômes [151–153]. Cependant, l'évaluation clinique présente des limites importantes pour identifier une torsion testiculaire [154]. L'exploration systématique de toutes les suspicions de torsion aboutit alors à un taux non négligeable de chirurgies « blanches », entre 70 % et 90 % selon les séries, ce qui expose les patients à des interventions et des anesthésies évitables ainsi qu'à leurs complications [155, 156]. Ainsi l'intérêt d'une évaluation échographique par un médecin radiologue est régulièrement discuté. Cependant, aucune recommandation n'existe sur cette évaluation échographique qui semble réservée aux présentations douteuses ou atypiques. De plus, des contraintes structurelles et organisationnelles peuvent limiter sa disponibilité. En effet, l'imagerie spécialisée (échographie Doppler) n'est pas toujours disponible en urgence, en particulier lors de la permanence de soins, du fait du développement majeur de la téléradiologie en France [157]. Les données disponibles indiquent qu'entre des mains entraînées, l'échographie effectuée par un médecin urgentiste possède une excellente performance diagnostique pour la détection de torsion testiculaire. Plusieurs études cliniques,</p> |

incluant des travaux prospectifs et rétrospectifs, montrent des sensibilités généralement supérieures à 90 % et des spécificités également élevées (souvent > 90 %) pour l'échographie réalisée par l'urgentiste [156, 158, 159]. Ces performances se rapprochent de celles obtenues par les échographistes spécialisés. En radiologie adulte, une méta-analyse de 26 études (n = 2116 patients) retrouve une sensibilité globale de 86 % (IC95% [79-91]) et une spécificité de 95 % (IC95% [92-97]) pour l'échographie Doppler dans la torsion testiculaire, chiffres s'élevant à 95 % (IC95% [84-99]) de sensibilité et 98 % (IC95% [93-99]) de spécificité dans les études prospectives récentes [160]. En cas d'utilisation de l'échographie dans le contexte d'une suspicion de torsion testiculaire, il est important de se concentrer sur le critère le plus discriminant à savoir l'absence de perfusion sanguine du testicule (Doppler couleur ou Doppler puissance). Ce signe possède la plus forte valeur prédictive positive pour confirmer le diagnostic de torsion. Concrètement, un testicule dépourvu de flux Doppler est très fortement suspect de torsion, avec une spécificité diagnostique atteignant 98 % (IC95% [96-99]) et une valeur prédictive positive de 95 % [154].

L'argument majeur en faveur de l'échographie testiculaire réalisée par l'urgentiste est le gain de temps dans une pathologie à risque de séquelles fonctionnelles à court terme. Différer la prise en charge chirurgicale d'une torsion augmente le risque de nécrose testiculaire irréversible au-delà de quelques heures d'ischémie. Or, plusieurs études montrent que le recours à l'ECMU par l'urgentiste permet d'écourter significativement les délais par rapport à une stratégie consistant à attendre l'échographie réalisée par un radiologue. Dans l'étude pédiatrique de Park *et al.*, le délai médian pour effectuer l'échographie au lit du patient n'était que de 23 minutes après l'admission, contre 61 minutes lorsqu'un examen radiologique standard était réalisé ( $p < 0,001$ ) [158]. Ce gain de temps s'est traduit par une diminution de la durée de séjour aux urgences pour les patients ayant bénéficié d'une ECMU (médiane 93 minutes vs 170 minutes ;  $p < 0,001$ ). De même, l'équipe de Friedman *et al.* a montré dans une étude rétrospective portant sur 120 enfants que l'échographie pratiquée par les urgentistes permettait de gagner en moyenne 73 minutes par rapport aux résultats de l'échographie réalisée au service de radiologie [161]. Ces données suggèrent que si jamais une échographie doit être réalisée, la réalisation de cette échographie par un urgentiste permet d'optimiser le temps de prise en charge par rapport à une échographie faite par un radiologue/spécialiste.

Grâce à l'échographie précoce, il est possible de confirmer les torsions nécessitant une chirurgie en urgence, mais aussi d'identifier les diagnostics différentiels bénins (épididymite, hydrocèle, torsion d'annexe du testicule). Ces diagnostics différentiels pourraient ne pas

nécessiter d'exploration chirurgicale immédiate. Ainsi, le taux d'explorations chirurgicales "blanches" pourrait être réduit par l'utilisation judicieuse de l'échographie en amont. Teurneau-Hermansson *et al.* rapportent qu'après l'intégration dans leur centre d'un algorithme incluant une échographie Doppler clinique chez les patients à suspicion intermédiaire de torsion, le taux d'exploration négative est passé de 8,4 % à 3,0 % ( $p < 0,01$ ) [153]. La proportion de torsions manquées n'a pas augmentée. De même, Boettcher *et al.* ont montré qu'en combinant un score clinique de torsion avec l'échographie Doppler, le nombre de chirurgies exploratoires inutiles chez l'enfant pouvait être diminué [155]. Dans la série prospective de Burud *et al.* (88 patients inclus, 55 torsions confirmées), l'échographie réalisée en urgence a permis d'éviter environ 10 % d'explorations chirurgicales comparé à l'appréciation clinique seule [162]. Ces résultats soulignent que l'échographie en contexte d'urgence, outre son rôle de confirmation de la torsion, pourrait être un outil de tri efficace permettant de réserver la chirurgie aux patients qui en ont réellement besoin.

Néanmoins et malgré une excellente performance globale, l'échographie Doppler, même lorsqu'elle est réalisée par un radiologue, ne permet pas d'exclure avec certitude une torsion testiculaire en cas de flux vasculaire conservé. Certaines formes atypiques (torsions partielles  $< 360^\circ$ , détorsions spontanées transitoires) peuvent s'accompagner d'un flux testiculaire visible au Doppler. Dans une étude pédiatrique rétrospective de Lukosiute-Urboniene *et al.*, 41,7 % des torsions opérées présentaient un flux persistant à l'échographie initiale, abaissant la sensibilité du critère « absence de flux » à seulement 58 % (IC95% [51-66]) [154]. Ce flux « rassurant » était associé à un retard significatif de prise en charge chirurgicale (195 vs 123 minutes ;  $p < 0,01$ ), avec parfois des conséquences délétères sur la viabilité testiculaire. Ce constat souligne qu'un examen Doppler, même rassurant, ne saurait exclure une torsion en présence de signes cliniques évocateurs. En cas de doute, ou de forte probabilité, une exploration chirurgicale reste justifiée.

En synthèse, l'échographie testiculaire réalisée par un urgentiste entraîné est un examen fiable et rapide pour évaluer une douleur scrotale aiguë suspecte de torsion. Sa performance diagnostique est globalement équivalente à celle de l'échographie effectuée par un radiologue. Son utilisation en première ligne pourrait permettre d'accélérer le parcours de soins (réduction du délai diagnostique et prise en charge) et possiblement d'améliorer le pronostic testiculaire en cas de torsion en réduisant le délai jusqu'à la détorsion chirurgicale. Il convient toutefois de noter que le niveau de preuve sous-jacent à ces données reste limité, les études étant majoritairement rétrospectives ou observationnelles, avec peu d'essais

prospectifs de grande envergure. La méta-analyse de Mori *et al.* juge ainsi la qualité globale de l'évidence seulement « modérée », en raison de certains biais et de l'hétérogénéité des études incluses [159]. Il existe en particulier une variabilité liée à l'expertise de l'opérateur et au contexte (pédiatrique versus adulte). La présence de flux au Doppler n'élimine pas à 100 % une torsion (notamment si elle est partielle ou débutante), et l'interprétation des résultats doit toujours être corrélée à la présentation clinique.

**Question 3 - Chez l'enfant dyspnéique admis en structure d'urgence, y a-t-il un intérêt à réaliser une échographie clinique par le médecin urgentiste ?**

**R2.3.1 – Il est recommandé de réaliser une échographie pulmonaire chez les enfants admis en structure d'urgence avec une dyspnée d'étiologie indéterminée. Celle-ci semble notamment particulièrement performante dans le diagnostic de pneumonie.**

**GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)**

**Argumentaire**

Chez l'enfant dyspnéique admis aux urgences, l'échographie pulmonaire réalisée par l'urgentiste a été évaluée principalement pour le diagnostic de pneumonie, mais aussi dans la bronchiolite et dans l'asthme. Dans le cadre de la dyspnée de l'enfant, l'échographie clinique est principalement pulmonaire, l'échographie cardiaque n'ayant pas été évaluée. Plusieurs études observationnelles monocentriques suggèrent une bonne performance diagnostique de l'échographie pulmonaire. *Özkaya et al.* (n = 145) rapportent des coefficients kappa allant de 0,61 à 0,94 selon l'étiologie, traduisant une concordance allant de modérée à excellente avec le diagnostic final [163]. Dans cette même étude, le recours à l'échographie a permis d'établir le diagnostic plus rapidement que lors d'une prise en charge standard ( $p < 0,001$ ), laquelle reposait sur l'examen clinique, complété le cas échéant par des examens biologiques et radiologiques. Par ailleurs, *Varshney et al.* (n = 94) ont retrouvé un coefficient kappa à 0,68 pour différencier bronchiolite, asthme et pneumonie chez les patients de moins de deux ans avec une dyspnée sifflante d'origine infectieuse [164].

Pour la pneumonie, *Dong et al.* (n = 4436) ont publié une importante méta-analyse sur le sujet [165]. Quelques limites méthodologiques étaient certes retrouvées mais la sensibilité était de 95 % (IC95% [92-97]) et la spécificité de 94 % (IC95% [88-97]). D'autres méta-analyses ont retrouvé des performances similaires [166–170]. Un seul essai randomisé contrôlé observait une réduction de 38,8 % du nombre de radiographies pour les patients avec suspicion de pneumonie en faisant une échographie pulmonaire en première intention aux urgences [171].

Concernant la bronchiolite, *Biagi et al.* (n = 87) ont retrouvé que l'échographie pulmonaire permettait d'identifier correctement les surinfections pulmonaires dans 80 % des cas, suggérant un intérêt en complément de l'examen clinique [172]. Par ailleurs, *Bueno-Campaña et al.* (n = 145) ont décrit un score clinico-échographique pour la prédiction de la nécessité d'un support ventilatoire dans la bronchiolite avec une sensibilité de 89,1 % (IC95% [78,2-94,9]), mais une spécificité de 56 % (IC95% [45,3-66,1]) [173]. Plusieurs autres

travaux se sont intéressés aux scores pronostiques (hospitalisation, admission en réanimation, supports ventilatoires, durée d'hospitalisation) [174–176]. Toutes ces études vont dans le même sens quant à l'intérêt de l'échographie pulmonaire dans la prédiction de la gravité de la bronchiolite, malgré des méthodologies moins solides et des scores différents.

L'ensemble de ces résultats convergent vers une utilité de l'échographie pulmonaire dans l'évaluation initiale d'une dyspnée chez l'enfant aux urgences, notamment pour réduire le recours systématique à la radiographie thoracique. Toutefois, ces études présentent encore quelques limites importantes : effectifs restreints, travaux monocentriques, opérateurs experts dans la majorité des cas, et absence de standardisation des protocoles.

Les examens irradiants sont particulièrement dangereux chez l'enfant, bien que dans une moindre mesure pour les radiographies [177]. Leurs indications doivent donc être rationalisées et plus de travaux doivent être faits pour préciser l'intérêt de l'échographie clinique dans la dyspnée de l'enfant.

**Question 4 - Chez l'enfant admis aux urgences en état de choc, y a-t-il un intérêt à réaliser une ECMU par le médecin urgentiste ?**

**R2.4.1 – Chez les enfants admis en structure d'urgence en état de choc sans étiologie évidente, les experts suggèrent que le médecin urgentiste réalise une échographie cardiaque pour évaluer la fonction ventriculaire gauche et rechercher un épanchement péricardique afin d'améliorer la pertinence diagnostique.**

**AVIS D'EXPERT (Accord Fort)**

**R2.4.2 – Chez les enfants admis en structure d'urgence en état de choc sans étiologie évidente, en raison de l'absence de littérature, les experts ne peuvent émettre de recommandations quant à l'évaluation de la volémie en échographie.**

**ABSENCE DE RECOMMANDATION**

**Argumentaire**

La reconnaissance précoce et la prise en charge initiale de l'état de choc chez l'enfant font partie des points sensibles de la pratique des urgences pédiatriques. Bien que les causes infectieuses et les hypovolémies soient les plus fréquentes [178], les situations cliniques d'insuffisance cardiaque concernent un nombre non négligeable d'enfant, que ce soit dans les pays à faible [179] ou haut [180] niveau de ressources, où leurs présentations cliniques, peuvent être aspécifiques [181].

Chez l'adulte, l'utilisation de l'échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) fait partie des recommandations pour l'aide à la classification des chocs et leur prise en charge [182]. En pédiatrie, des propositions d'algorithmes intégrant le *Point Of Care ultrasound* à visée cardiaque (cardiac POCUS) existent [183] et ont été l'objet de recommandations Européennes en milieu de réanimation [184]. La réalisation d'une ECMU à visée cardiaque par l'urgentiste chez l'enfant admis en situation d'état de choc est accessible, potentiellement prompte à être réalisée, et permet d'évaluer la fonction systolique ventriculaire gauche et la présence d'un épanchement péricardique.

Dans deux études monocentriques de faibles effectifs, l'évaluation visuelle (cotée effondrée, diminuée ou normale) de la fonction ventriculaire gauche réalisée par l'urgentiste présentait une bonne reproductibilité inter-opérateur avec  $\kappa = 0,850$  (IC95% [0,66-1]) [185] ainsi qu'une bonne concordance avec la réalisation d'une échocardiographie réalisée par un expert [180]. Par ailleurs, la réalisation d'une échocardiographie aux urgences semble posséder une forte valeur ajoutée en étant associée à une modification des thérapeutiques dans 60 % des cas [179].

Dans une étude prospective monocentrique à faible effectif, la concordance entre urgentiste et cardiologue expert était bonne pour la mise en évidence d'un épanchement péricardique avec  $\kappa = 0,77$  (IC95% [0,58-0,95]) [186]. Dans une autre étude prospective, portant sur de jeunes patients avec suspicion de tuberculose sans état de choc, la concordance entre urgentiste et expert pour la mise en évidence d'un épanchement péricardique était excellente avec  $\kappa = 0,91$  (IC95% [0,78-1]) [187].

Cependant, la plupart des travaux évaluant la faisabilité et l'analyse de la fonction systolique ventriculaire gauche exclut les enfants connus comme porteur de cardiopathie ou bien analysent uniquement les résultats de l'évaluation de la contractilité et de la présence/absence d'un épanchement péricardique. Le diagnostic et l'analyse des anomalies structurelles cardiaques congénitales nécessitent une formation spécifique. L'absence de littérature de ce cadre nosologique dans le domaine de l'urgence nous conduisent à proposer que l'ECMU à visée cardiaque chez l'enfant ne doit pas être utilisée comme outil de dépistage des cardiopathies congénitales et que si une anomalie anatomique est suspectée, il est recommandé de demander un avis d'expert [184, 188].

L'évaluation de la taille de la veine cave inférieure (VCi) et de sa compliance sont fréquemment utilisées pour évaluer la volémie d'un patient. Une étude prospective monocentrique incluant 50 enfants en état de choc entre 5 et 18 ans, a comparé les variations de mesure de la VCi avec celles de la pression veineuse centrale (PVC) mesurée à l'aide d'une voie veineuse centrale [189]. Les données montraient une bonne corrélation de variation de mesure à la 6<sup>ème</sup> heure de prise en charge ( $r = +0,262$  pour la VCi en fin d'expiration et  $+0,312$  en fin d'inspiration selon l'indice de Pearson) mais une corrélation négative pour l'index de collapsibilité à l'inclusion ( $r = -0,272$  selon le même indice). La littérature limitée ainsi que l'absence d'abaques validés et les nombreux facteurs de confusion ne permettent pas d'émettre de recommandations concernant l'utilisation de l'outil par l'urgentiste comme aide à l'évaluation de la précharge à la prise en charge initiale. L'évaluation de la volémie par l'étude de la VCi n'est pas sous tendue par des données solides [190].

La prédiction de la réponse au remplissage vasculaire par la mesure de la variation de l'intégrale temps-vitesse (ITV) sous aortique est une méthode utilisée lors de la prise en charge des états de choc chez l'adulte. En population pédiatrique, la littérature est à ce jour très faible et ne permet pas aux experts de se prononcer sur son utilisation dans ce contexte [191].

**Question 5 - Chez l'enfant admis aux urgences pour traumatisme non déformé de l'extrémité distale de l'avant-bras, y a-t-il un intérêt à réaliser une échographie par le médecin urgentiste ?**

**R2.5.1 – Il est recommandé de réaliser en première intention une échographie chez l'enfant admis en structure d'urgence pour traumatisme non déformé de l'extrémité distale de l'avant-bras en réservant la radiographie aux cas positifs ou douteux.**

**GRADE 2+ (Recommandation faible) (Accord Fort)**

**Argumentaire**

L'échographie clinique ou ECMU par un médecin urgentiste formé est un outil fiable, sensible et non irradiant, permettant un diagnostic rapide et sûr, tout en réduisant potentiellement le recours systématique à la radiographie. Elle s'intègre dans une stratégie de triage raisonnée, avec radiographie réservée aux cas positifs ou douteux à l'échographie.

Dans un essai randomisé, multicentrique, ouvert, de non-infériorité mené en Australie, les patients âgés de 5 à 15 ans se présentant aux urgences pour un traumatisme isolé de l'extrémité distale de l'avant-bras, sans déformation cliniquement visible, pour lesquels une évaluation complémentaire par imagerie était indiquée ont été inclus [192]. Les participants ont été randomisés pour bénéficier initialement soit d'une échographie (POCUS : *point-of-care ultrasonography*), soit d'une radiographie, puis ont été suivis pendant 8 semaines. Un total de 270 participants ont été inclus. Les scores fonctionnels (PROMIS = *Pediatric Upper Extremity Short Patient-Reported Outcomes Measurement Information System*) à 4 semaines dans le groupe échographie étaient non inférieurs à ceux du groupe radiographie (moyennes respectives : 36,4 et 36,3 points ; différence moyenne : 0,1 point ; IC95% [-1,3 à 1,4]). Les analyses en intention de traiter (chez 266 participants avec données de critère principal recueillies à tout moment) ont donné des résultats similaires (différence moyenne : 0,1 point ; IC95% [-1,3 à 1,4]). Aucune fracture cliniquement importante n'a été manquée et aucune différence n'a été observée entre les groupes concernant la survenue d'événements indésirables.

Une méta-analyse récente a inclus dix-sept études, regroupant un total de 2003 patients, 2546 échographies et 1203 fractures identifiées par le test de référence (radiographie) [193]. La sensibilité et la spécificité globales étaient respectivement de 0,96 (IC95% [0,93–0,98]) et 0,96 (IC95% [0,89–0,98]). Le rapport de vraisemblance positif était de 13,40 (IC95% [7,97–21,50]) et le rapport de vraisemblance négatif de 0,06 (IC95% [0,04–0,10]). Cette méta-analyse conclut que l'échographie présente une performance diagnostique

exceptionnellement élevée pour la détection des fractures distales de l'avant-bras chez l'enfant et l'adolescent.

Un autre méta-analyse a inclus 14 études portant sur 1377 patients, montrant une sensibilité et une spécificité globales de respectivement 94,5 % (IC95% [92,7–95,9]) et 93,5 % (IC95% [89,6–96,0]) [194]. En considérant des probabilités pré-test de 25 %, 50 % et 75 % pour les fractures distales de l'avant-bras chez l'enfant, les probabilités post-test positives étaient respectivement de 83 %, 94 % et 98 %, tandis que les probabilités post-test négatives étaient de 2 %, 6 % et 15 %. Le modèle bivarié a montré une performance diagnostique significativement plus élevée dans le sous-groupe d'opérateurs formés à l'échographie par rapport aux opérateurs non formés ( $p = 0,03$ ). De plus, la performance diagnostique était significativement plus élevée pour la détection des fractures du radius que pour celles de l'ulna ( $p < 0,001$ ). En revanche, aucune différence significative n'a été observée entre les sous-groupes utilisant une échographie à 4 incidences et ceux utilisant une échographie à 6 incidences, ni entre les interprétations réalisées par des radiologues et celles réalisées par des non-radiologues. Cette étude souligne la fiabilité de l'échographie pour la détection des fractures distales de l'avant-bras chez l'enfant, et met en évidence le rôle crucial de l'expertise pour confirmer avec performance ces fractures lors de l'examen échographique. L'objectif d'une étude récente était de déterminer la performance diagnostique de l'échographie clinique pour les fractures distales de l'avant-bras chez l'enfant, lorsqu'elle est réalisée par des chirurgiens pédiatriques et des internes après une formation minimale [195]. Concernant la présence d'une fracture, la radiographie et l'échographie ciblée du poignet (*Wrist-POCUS*) ont montré le même résultat dans 99,1 % des cas, avec 83 fractures sur 106 (78,3 %) détectées par les deux modalités, et une fracture en motte de beurre suspectée en échographie mais non confirmée à la radiographie. Le *Wrist-POCUS* présentait une sensibilité de 100 % (IC95% [0,956–1]) et une spécificité de 95,8 % (IC95% [0,789–0,999]) par rapport aux radiographies.

## RÉFÉRENCES

- [1] membres de la commission des référentiels de la SFMU, Duchenne J, Martinez M, et al. Premier niveau de compétence pour l'échographie clinique en médecine d'urgence. Recommandations de la Société française de médecine d'urgence par consensus formalisé. *Ann Fr Médecine Urgence* 2016; 6: 284–295.
- [2] Martinez M, Duchenne J, Bobbia X, et al. Deuxième niveau de compétence pour l'échographie clinique en médecine d'urgence. Recommandations de la Société française de médecine d'urgence par consensus formalisé. *Ann Fr Médecine D'urgence* 2018; 8: 193–202.
- [3] [guide\\_methodologique\\_cf\\_40\\_pages\\_2011-11-03\\_15-40-2\\_278.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/guide_methodologique_cf_40_pages_2011-11-03_15-40-2_278.pdf), [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/guide\\_methodologique\\_cf\\_40\\_pages\\_2011-11-03\\_15-40-2\\_278.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/guide_methodologique_cf_40_pages_2011-11-03_15-40-2_278.pdf) (accessed 11 January 2026).
- [4] Dalkey N. An experimental study of group opinion: The Delphi method. *Futures* 1969; 1: 408–426.
- [5] Jang T, Chauhan V, Cundiff C, et al. Assessment of emergency physician–performed ultrasound in evaluating nonspecific abdominal pain. *Am J Emerg Med* 2014; 32: 457–460.
- [6] Dupriez F, Niset A, Couvreur C, et al. Evaluation of point-of-care ultrasound use in the diagnostic approach for right upper quadrant abdominal pain management in the emergency department: a prospective study. *Intern Emerg Med* 2024; 19: 803–811.
- [7] Brau F, Papin M, Batard E, et al. Impact of emergency physician performed ultrasound in the evaluation of adult patients with acute abdominal pain: a prospective randomized bicentric trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2024; 32: 15.
- [8] Abdominal Pain Management and Point-of-care Ultrasound in the Emergency Department: A Randomised, Prospective, Controlled Study. *J Coll Physicians Surg Pak* 2022; 32: 1260–1265.
- [9] Durgun Y, Yurumez Y, Guner NG, et al. Abdominal Pain Management and Point-of-care Ultrasound in the Emergency Department: A Randomised, Prospective, Controlled Study. *J Coll Physicians Surg--Pak JCPSP* 2022; 32: 1260–1265.
- [10] Shaban EE, Yigit Y, Alkahlout B, et al. Enhancing clinical outcomes: Point of care ultrasound in the precision diagnosis and management of Abdominal Aortic Aneurysms in emergency medicine: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Ultrasound* 2025; 53: 325–335.
- [11] Rubano E, Mehta N, Caputo W, et al. Systematic Review: Emergency Department Bedside Ultrasonography for Diagnosing Suspected Abdominal Aortic Aneurysm. *Acad Emerg Med* 2013; 20: 128–138.
- [12] Morello F, Bima P, Castelli M, et al. Diagnosis of acute aortic syndromes with ultrasound and d-dimer: the PROFUNDUS study. *Eur J Intern Med* 2024; 128: 94–103.
- [13] Gibbons RC, Smith D, Feig R, et al. The sonographic protocol for the emergent evaluation of aortic dissections ( SPEED protocol): A multicenter, prospective, observational study. *Acad Emerg Med* 2024; 31: 112–118.
- [14] Ross M, Brown M, McLaughlin K, et al. Emergency Physician–performed Ultrasound to Diagnose Cholelithiasis: A Systematic Review. *Acad Emerg Med* 2011; 18: 227–235.
- [15] Dupriez F, Geukens P, Penaloza A, et al. Agreement of emergency physician-performed ultrasound versus RADIology-performed UltraSound for cholelithiasis or cholecystitis: a systematic review. *Eur J Emerg Med* 2021; 28: 344–351.

- [16] Wu X, Li K, Kou S, et al. The Accuracy of Point-of-Care Ultrasound in the Detection of Gallbladder Disease: A Meta-analysis. *Acad Radiol* 2024; 31: 1336–1343.
- [17] Hilsden R, Leeper R, Koichopolos J, et al. Point-of-care biliary ultrasound in the emergency department (BUSED): implications for surgical referral and emergency department wait times. *Trauma Surg Acute Care Open* 2018; 3: e000164.
- [18] Hilsden R, Mitrou N, Hawel J, et al. Point of care biliary ultrasound in the emergency department (BUSED) predicts final surgical management decisions. *Trauma Surg Acute Care Open* 2022; 7: e000944.
- [19] Wilson SJ, Thavanathan R, Cheng W, et al. Test Characteristics of Emergency Medicine-Performed Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Acute Cholecystitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Emerg Med* 2024; 83: 235–246.
- [20] Huang S-S, Lin K-W, Liu K-L, et al. Diagnostic performance of ultrasound in acute cholecystitis: a systematic review and meta-analysis. *World J Emerg Surg* 2023; 18: 54.
- [21] Huang C-T, Wang L-W, Lin S-Y, et al. Impact of a POCUS-first versus CT-first approach on emergency department length of stay and time to surgical consultation in patients with acute cholecystitis: a retrospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2025; 33: 28.
- [22] Zitek T, Fernandez S, Newberry MA, et al. The use of additional imaging studies after biliary point-of-care ultrasound in the emergency department. *Emerg Radiol* 2022; 30: 19–26.
- [23] Wong C, Teitge B, Ross M, et al. The Accuracy and Prognostic Value of Point-of-care Ultrasound for Nephrolithiasis in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med* 2018; 25: 684–698.
- [24] Sibley S, Roth N, Scott C, et al. Point-of-care ultrasound for the detection of hydronephrosis in emergency department patients with suspected renal colic. *Ultrasound J* 2020; 12: 31.
- [25] Orosco E, Terai H, Lotterman S, et al. Point-of-care ultrasound associated with shorter length of stay than computed tomography for renal colic. *Am J Emerg Med* 2024; 79: 167–171.
- [26] Al-Balushi A, Al-Shibli A, Al-Reesi A, et al. The Accuracy of Point-of-Care Ultrasound Performed by Emergency Physicians in Detecting Hydronephrosis in Patients with Renal Colic. *Sultan Qaboos Univ Med J* 2022; 22: 351–356.
- [27] Bourcier J-E, Gallard E, Redonnet J-P, et al. Ultrasound at the patient's bedside for the diagnosis and prognostication of a renal colic. *Ultrasound J* 2021; 13: 45.
- [28] Pathan SA, Mitra B, Mirza S, et al. Emergency Physician Interpretation of Point-of-care Ultrasound for Identifying and Grading of Hydronephrosis in Renal Colic Compared With Consensus Interpretation by Emergency Radiologists. *Acad Emerg Med* 2018; 25: 1129–1137.
- [29] Smith-Bindman R, Aubin C, Bailitz J, et al. Ultrasonography versus Computed Tomography for Suspected Nephrolithiasis. *N Engl J Med* 2014; 371: 1100–1110.
- [30] Becker BA, Lahham S, Gonzales MA, et al. A Prospective, Multicenter Evaluation of Point-of-care Ultrasound for Small-bowel Obstruction in the Emergency Department. *Acad Emerg Med* 2019; 26: 921–930.
- [31] Boniface KS, King JB, LeSaux MA, et al. Diagnostic Accuracy and Time-Saving Effects of Point-of-Care Ultrasonography in Patients With Small Bowel Obstruction: A Prospective Study. *Ann Emerg Med* 2020; 75: 246–256.

- [32] Amimer S, Le Bastard Q, Berranger C, et al. Abdominal point-of-care ultrasound for the exclusion of bowel obstruction: prospective multicentre observational study. *Eur J Emerg Med* 2023; 30: 298–299.
- [33] Gottlieb M, Peksa GD, Pandurangadu AV, et al. Utilization of ultrasound for the evaluation of small bowel obstruction: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2018; 36: 234–242.
- [34] Shokoohi H, Mayes KD, Peksa GD, et al. Multi-center analysis of point-of-care ultrasound for small bowel obstruction: A systematic review and individual patient-level meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2023; 70: 144–150.
- [35] Frasure SE, Hildreth AF, Seethala R, et al. Accuracy of abdominal ultrasound for the diagnosis of small bowel obstruction in the emergency department. *World J Emerg Med* 2018; 9: 267.
- [36] Lin Y-C, Yu Y-C, Huang Y-T, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound for small bowel obstruction: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol* 2021; 136: 109565.
- [37] Pourmand A, Dimbil U, Drake A, et al. The Accuracy of Point-of-Care Ultrasound in Detecting Small Bowel Obstruction in Emergency Department. *Emerg Med Int* 2018; 2018: 1–5.
- [38] Ünlüer EE, Yavaş Ö, Eroğlu O, et al. Ultrasonography by emergency medicine and radiology residents for the diagnosis of small bowel obstruction: *Eur J Emerg Med* 2010; 17: 260–264.
- [39] Ceratti RDN, Beghetto MG. Incidence of urinary retention and relations between patient's complaint, physical examination, and bladder ultrasound. *Rev Gaúcha Enferm* 2021; 42: e20200014.
- [40] Nixon G, Blattner K, Muirhead J, et al. Rural point-of-care ultrasound of the kidney and bladder: quality and effect on patient management. *J Prim Health Care* 2018; 10: 324.
- [41] Schallom M, Prentice D, Sona C, et al. Accuracy of Measuring Bladder Volumes With Ultrasound and Bladder Scanning. *Am J Crit Care* 2020; 29: 458–467.
- [42] Ho-Gotshall S, Wilson C, Jacks E, et al. Handheld Ultrasound Bladder Volume Assessment Compared to Standard Technique. *Cureus*. Epub ahead of print 16 July 2024. DOI: 10.7759/cureus.64649.
- [43] Stein JC, Wang R, Adler N, et al. Emergency Physician Ultrasonography for Evaluating Patients at Risk for Ectopic Pregnancy: A Meta-Analysis. *Ann Emerg Med* 2010; 56: 674–683.
- [44] Richardson A, Gallos I, Dobson S, et al. Accuracy of first-trimester ultrasound in diagnosis of tubal ectopic pregnancy in the absence of an obvious extrauterine embryo: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 47: 28–37.
- [45] Urquhart S, Barnes M, Flannigan M. Comparing Time to Diagnosis and Treatment of Patients with Ruptured Ectopic Pregnancy Based on Type of Ultrasound Performed: A Retrospective Inquiry. *J Emerg Med* 2022; 62: 200–206.
- [46] Stone BS, Muruganandan KM, Tonelli MM, et al. Impact of point-of-care ultrasound on treatment time for ectopic pregnancy. *Am J Emerg Med* 2021; 49: 226–232.
- [47] Thom C, Livingstone K, Ottenhoff J, et al. Comparison of transvaginal ultrasound utilization between radiology and point of care ultrasound in first trimester pregnancy. *Am J Emerg Med* 2024; 80: 143–148.
- [48] Beals T, Naraghi L, Grossestreuer A, et al. Point of care ultrasound is associated with decreased ED length of stay for symptomatic early pregnancy. *Am J Emerg Med* 2019; 37: 1165–1168.
- [49] Martindale JL, Wakai A, Collins SP, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med* 2016; 23: 223–242.

- [50] Ebell MH, Chupp H, Cai X, et al. Accuracy of Signs and Symptoms for the Diagnosis of Community-acquired Pneumonia: A Meta-analysis. *Acad Emerg Med* 2020; 27: 541–553.
- [51] Ray P, Birolleau S, Lefort Y, et al. Acute respiratory failure in the elderly: etiology, emergency diagnosis and prognosis. *Crit Care* 2006; 10: R82.
- [52] Balen F, Lamy S, Froissart L, et al. Risk factors and effect of dyspnea inappropriate treatment in adults' emergency department: a retrospective cohort study. *Eur J Emerg Med* 2024; 31: 276–280.
- [53] Taheri O, Samain J, Mauny F, et al. Contribution of point-of-care ultrasound in the prehospital management of patients with non-trauma acute dyspnea: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Emerg Med* 2025; 32: 87–99.
- [54] Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, et al. Lung Ultrasound for the Emergency Diagnosis of Pneumonia, Acute Heart Failure, and Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease/Asthma in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Emerg Med* 2019; 56: 53–69.
- [55] Ovesen SH, Clausen AH, Kirkegaard H, et al. Point-of-Care Lung Ultrasound in Emergency Medicine. *CHEST* 2024; 166: 544–560.
- [56] Russell FM, Ehrman RR, Cosby K, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in Patients With Undifferentiated Dyspnea: A Lung and Cardiac Ultrasound (Lu CUS ) Protocol. *Acad Emerg Med* 2015; 22: 182–191.
- [57] L'Hermitte N, Markarian T, Grau-Mercier L, et al. Diagnostic performance of a clinical ultrasound-based algorithm for acute heart failure in patients presenting to the emergency department with dyspnea. *Emergencias*. Epub ahead of print 20 February 2024. DOI: 10.55633/s3me/011.2024.
- [58] Pirozzi C, Numis FG, Pagano A, et al. Immediate versus delayed integrated point-of-care-ultrasonography to manage acute dyspnea in the emergency department. *Crit Ultrasound J* 2014; 6: 5.
- [59] Laursen CB, Sloth E, Lassen AT, et al. Point-of-care ultrasonography in patients admitted with respiratory symptoms: a single-blind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med* 2014; 2: 638–646.
- [60] Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, et al. Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail* 2019; 21: 754–766.
- [61] Baker K, Brierley S, Kinneer F, et al. Implementation study reporting diagnostic accuracy, outcomes and costs in a multicentre randomised controlled trial of non-expert lung ultrasound to detect pulmonary oedema. *Emerg Med Australas* 2020; 32: 45–53.
- [62] Bieler S, Von Düring S, Tagan D, et al. Impact of a Point-of-Care Ultrasound Training Program on the Management of Patients With Acute Respiratory or Circulatory Failure by In-Training Emergency Department Residents (IMPULSE): Before-and-After Implementation Study. *JMIRx Med* 2025; 6: e53276–e53276.
- [63] Gaber HR, Mahmoud MI, Carnell J, et al. Diagnostic accuracy and temporal impact of ultrasound in patients with dyspnea admitted to the emergency department. *Clin Exp Emerg Med* 2019; 6: 226–234.
- [64] Riishede M, Lassen AT, Baatrup G, et al. Point-of-care ultrasound of the heart and lungs in patients with respiratory failure: a pragmatic randomized controlled multicenter trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2021; 29: 60.
- [65] Seyedhosseini J, Bashizadeh-fakhar G, Farzaneh S, et al. The impact of the BLUE protocol ultrasonography on the time taken to treat acute respiratory distress in the ED. *Am J Emerg Med* 2017; 35: 1815–1818.

- [66] Maw AM, Hassanin A, Ho PM, et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open* 2019; 2: e190703.
- [67] Ye X, Xiao H, Chen B, et al. Accuracy of Lung Ultrasonography versus Chest Radiography for the Diagnosis of Adult Community-Acquired Pneumonia: Review of the Literature and Meta-Analysis. *PLOS ONE* 2015; 10: e0130066.
- [68] Orso D, Guglielmo N, Copetti R. Lung ultrasound in diagnosing pneumonia in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Emerg Med* 2018; 25: 312–321.
- [69] Tanabe T, Rozycki HJ, Kanoh S, et al. Cardiac asthma: new insights into an old disease. *Expert Rev Respir Med* 2012; 6: 705–714.
- [70] 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.
- [71] Ding W, Shen Y, Yang J, et al. Diagnosis of Pneumothorax by Radiography and Ultrasonography. *Chest* 2011; 140: 859–866.
- [72] Fields JM, Davis J, Girson L, et al. Transthoracic Echocardiography for Diagnosing Pulmonary Embolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30: 714-723.e4.
- [73] Falster C, Jacobsen N, Coman KE, et al. Diagnostic accuracy of focused deep venous, lung, cardiac and multiorgan ultrasound in suspected pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Thorax* 2022; 77: 679–689.
- [74] Melo RH, Gioli-Pereira L, Lourenço ID, et al. Diagnostic accuracy of multi-organ point-of-care ultrasound for pulmonary embolism in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2025; 29: 162.
- [75] Falster C, Mørkenborg MD, Thrane M, et al. Utility of ultrasound in the diagnostic work-up of suspected pulmonary embolism: an open-label multicentre randomized controlled trial (the PRIME study). *Lancet Reg Health - Eur* 2024; 42: 100941.
- [76] Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J* 2020; 41: 543–603.
- [77] Côté B, Jiménez D, Planquette B, et al. Prognostic value of right ventricular dilatation in patients with low-risk pulmonary embolism. *Eur Respir J* 2017; 50: 1701611.
- [78] Raper JD, Thomas AM, Lupez K, et al. Can right ventricular assessments improve triaging of low risk pulmonary embolism? *Acad Emerg Med* 2022; 29: 835–850.
- [79] Erol S. Agreement Between Transthoracic Echocardiography and Computed Tomography Pulmonary Angiography for Detection of Right Ventricular Dysfunction in Pulmonary Embolism. *Anatol J Cardiol* 2024; 393–398.
- [80] Zarama V, Arango-Granados MC, Manzano-Nunez R, et al. The diagnostic accuracy of cardiac ultrasound for acute myocardial ischemia in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2024; 32: 19.
- [81] Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, et al. 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*; 144. Epub ahead of print 30 November 2021. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001029.

- [82] Bima P, Agishev I, Fucile I, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care cardiac ultrasound for acute coronary syndromes in patients presenting with chest pain to the emergency department: a single-center prospective study. *Eur J Emerg Med* 2025; 32: 38–45.
- [83] Guner NG, Yurumez Y, Yucel M, et al. Effects of Point-of-care Ultrasonography on the Diagnostic Process of Patients Admitted to the Emergency Department with Chest Pain: A Randomised Controlled Trial. *J Coll Physicians Surg Pak* 2020; 30: 1262–1268.
- [84] Ben-Baruch Golan Y, Sadeh R, Mizrakli Y, et al. Early Point-of-Care Ultrasound Assessment for Medical Patients Reduces Time to Appropriate Treatment: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Ultrasound Med Biol* 2020; 46: 1908–1915.
- [85] Ammirati E, Veronese G, Bottiroli M, et al. Update on acute myocarditis. *Trends Cardiovasc Med* 2021; 31: 370–379.
- [86] Citro R, Radano I, Bellino M, et al. Epidemiology, Pathogenesis, and Clinical Course of Takotsubo Syndrome. *Heart Fail Clin* 2022; 18: 125–137.
- [87] Stepinska J, Lettino M, Ahrens I, et al. Diagnosis and risk stratification of chest pain patients in the emergency department: focus on acute coronary syndromes. A position paper of the Acute Cardiovascular Care Association. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2020; 9: 76–89.
- [88] Cibinel GA. POCUS shock management: point-of-care ultrasound in the integrated management of chest pain. *Ital J Emerg Med*; 11. Epub ahead of print January 2023. DOI: 10.23736/S2532-1285.22.00161-6.
- [89] Mani N, Cherian N, Burkert J, et al. Bedside-focused transthoracic echocardiography in acute atraumatic thoracic aortic syndrome: a systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Eur J Emerg Med* 2024; 31: 398–412.
- [90] Sutarjono B, Ahmed AJ, Ivanova A, et al. Diagnostic accuracy of transthoracic echocardiography for the identification of proximal aortic dissection: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2023; 13: 5886.
- [91] Wang Y, Yu H, Cao Y, et al. Early Screening for Aortic Dissection With Point-of-Care Ultrasound by Emergency Physicians: A Prospective Pilot Study. *J Ultrasound Med* 2020; 39: 1309–1315.
- [92] Nazerian P, Mueller C, Vanni S, et al. Integration of transthoracic focused cardiac ultrasound in the diagnostic algorithm for suspected acute aortic syndromes. *Eur Heart J* 2019; 40: 1952–1960.
- [93] Sobczyk D, Nycz K. Feasibility and accuracy of bedside transthoracic echocardiography in diagnosis of acute proximal aortic dissection. *Cardiovasc Ultrasound* 2015; 13: 15.
- [94] Gibbons RC, Smith D, Feig R, et al. The sonographic protocol for the emergent evaluation of aortic dissections ( SPEED protocol): A multicenter, prospective, observational study. *Acad Emerg Med* 2024; 31: 112–118.
- [95] Pare JR, Liu R, Moore CL, et al. Emergency physician focused cardiac ultrasound improves diagnosis of ascending aortic dissection. *Am J Emerg Med* 2016; 34: 486–492.
- [96] Nazerian P, Vanni S, Castelli M, et al. Diagnostic performance of emergency transthoracic focus cardiac ultrasound in suspected acute type A aortic dissection. *Intern Emerg Med* 2014; 9: 665–670.
- [97] Cecconi M, Chirillo F, Costantini C, et al. The role of transthoracic echocardiography in the diagnosis and management of acute type A aortic syndrome. *Am Heart J* 2012; 163: 112–118.
- [98] Cremer PC, Klein AL, Imazio M. Diagnosis, Risk Stratification, and Treatment of Pericarditis: A Review. *JAMA* 2024; 332: 1090.

- [99] Schulz-Menger J, Collini V, Gröschel J, et al. 2025 ESC Guidelines for the management of myocarditis and pericarditis. *Eur Heart J* 2025; 46: 3952–4041.
- [100] Mandavia DP, Hoffner RJ, Mahaney K, et al. Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med* 2001; 38: 377–382.
- [101] Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Andersen NH, et al. Assessment of cardiac pathology by point-of-care ultrasonography performed by a novice examiner is comparable to the gold standard. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013; 21: 87.
- [102] Bustam A, Noor Azhar M, Singh Veriah R, et al. Performance of emergency physicians in point-of-care echocardiography following limited training. *Emerg Med J* 2014; 31: 369–373.
- [103] Farsi D, Hajsadeghi S, Hajighanbari MJ, et al. Focused cardiac ultrasound (FOCUS) by emergency medicine residents in patients with suspected cardiovascular diseases. *J Ultrasound* 2017; 20: 133–138.
- [104] Alerhand S, Adrian RJ, Long B, et al. Pericardial tamponade: A comprehensive emergency medicine and echocardiography review. *Am J Emerg Med* 2022; 58: 159–174.
- [105] Tsang TSM, Enriquez-Sarano M, Freeman WK, et al. Consecutive 1127 Therapeutic Echocardiographically Guided Pericardiocenteses: Clinical Profile, Practice Patterns, and Outcomes Spanning 21 Years. *Mayo Clin Proc* 2002; 77: 429–436.
- [106] Dobler CC. Too much or too little medicine? Overdiagnosis, underdiagnosis, overtreatment and undertreatment in respiratory diseases. *Breathe* 2019; 15: 2–3.
- [107] Bjørnsen LP, Naess-Pleym LE, Dale J, et al. Description of chest pain patients in a Norwegian emergency department. *Scand Cardiovasc J* 2019; 53: 28–34.
- [108] Jones AE, Tayal VS, Sullivan DM, et al. Randomized, controlled trial of immediate versus delayed goal-directed ultrasound to identify the cause of nontraumatic hypotension in emergency department patients. *Crit Care Med* 2004; 32: 1703–1708.
- [109] Stickles SP, Carpenter CR, Gekle R, et al. The diagnostic accuracy of a point-of-care ultrasound protocol for shock etiology: A systematic review and meta-analysis. *CJEM* 2019; 21: 406–417.
- [110] Keikha M, Salehi-Marzijarani M, Soldoozi Nejat R, et al. Diagnostic Accuracy of Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) Exam; A Systematic Review and Meta-analysis. *Bull Emerg Trauma* 2018; 6: 271–278.
- [111] Shokoohi H, Boniface KS, Pourmand A, et al. Bedside Ultrasound Reduces Diagnostic Uncertainty and Guides Resuscitation in Patients With Undifferentiated Hypotension. *Crit Care Med* 2015; 43: 2562–2569.
- [112] Basmaji J, Arntfield R, Desai K, et al. The Impact of Point-of-Care Ultrasound-Guided Resuscitation on Clinical Outcomes in Patients With Shock: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med* 2024; 52: 1661–1673.
- [113] Hall MK, Taylor RA, Luty S, et al. Impact of point-of-care ultrasonography on ED time to disposition for patients with nontraumatic shock. *Am J Emerg Med* 2016; 34: 1022–1030.
- [114] Mercado P, Maizel J, Beyls C, et al. Transthoracic echocardiography: an accurate and precise method for estimating cardiac output in the critically ill patient. *Crit Care Lond Engl* 2017; 21: 136.
- [115] Atkinson PR, Milne J, Diegelmann L, et al. Does Point-of-Care Ultrasonography Improve Clinical Outcomes in Emergency Department Patients With Undifferentiated Hypotension? An International Randomized Controlled Trial From the SHoC-ED Investigators. *Ann Emerg Med* 2018; 72: 478–489.

- [116] Musikatavorn K, Plitawanon P, Lumlertgul S, et al. Randomized Controlled Trial of Ultrasound-guided Fluid Resuscitation of Sepsis-Induced Hypoperfusion and Septic Shock. *West J Emerg Med* 2021; 22: 369–378.
- [117] Stengel D, Leisterer J, Ferrada P, et al. Point-of-care ultrasonography for diagnosing thoracoabdominal injuries in patients with blunt trauma. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 12: CD012669.
- [118] Zieleskiewicz L, Fresco R, Duclos G, et al. Integrating extended focused assessment with sonography for trauma (eFAST) in the initial assessment of severe trauma: Impact on the management of 756 patients. *Injury* 2018; 49: 1774–1780.
- [119] Lucas B, Hempel D, Otto R, et al. Prehospital FAST reduces time to admission and operative treatment: a prospective, randomized, multicenter trial. *Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc* 2022; 48: 2701–2708.
- [120] Netherton S, Milenkovic V, Taylor M, et al. Diagnostic accuracy of eFAST in the trauma patient: a systematic review and meta-analysis. *CJEM* 2019; 21: 727–738.
- [121] Tayal VS, Beatty MA, Marx JA, et al. FAST (focused assessment with sonography in trauma) accurate for cardiac and intraperitoneal injury in penetrating anterior chest trauma. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* 2004; 23: 467–472.
- [122] Bouzid D, Tran-Dinh A, Lortat-Jacob B, et al. Ultrasonography in thoracic and abdominal stab wound injury: results from the FETTHA study. *Emerg Med J EMJ* 2023; 40: 821–825.
- [123] Kozaci N, Avci M, Ararat E, et al. Comparison of ultrasonography and computed tomography in the determination of traumatic thoracic injuries. *Am J Emerg Med* 2019; 37: 864–868.
- [124] Sirajudeen SA, Dominic M, Sreelakshmi VK, et al. Ultrasound Diagnosis of Pneumothorax in Blunt Chest Trauma: A Correlation Study with Computed Tomography Thorax in Emergency Department Patients at Tertiary Care Centre in Salem, Tamil Nadu. *J Pharm Bioallied Sci* 2024; 16: S4868–S4870.
- [125] Hyacinthe A-C, Broux C, Francony G, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography in the acute assessment of common thoracic lesions after trauma. *Chest* 2012; 141: 1177–1183.
- [126] Akoglu H, Celik OF, Celik A, et al. Diagnostic accuracy of the Extended Focused Abdominal Sonography for Trauma (E-FAST) performed by emergency physicians compared to CT. *Am J Emerg Med* 2018; 36: 1014–1017.
- [127] K A, S B, Govindarajalou R, et al. Comparing Sensitivity and Specificity of Ultrasonography With Chest Radiography in Detecting Pneumothorax and Hemothorax in Chest Trauma Patients: A Cross-Sectional Diagnostic Study. *Cureus* 2023; 15: e44456.
- [128] Jahanshir A, Moghari SM, Ahmadi A, et al. Value of point-of-care ultrasonography compared with computed tomography scan in detecting potential life-threatening conditions in blunt chest trauma patients. *Ultrasound J* 2020; 12: 36.
- [129] Press GM, Miller SK, Hassan IA, et al. Prospective evaluation of prehospital trauma ultrasound during aeromedical transport. *J Emerg Med* 2014; 47: 638–645.
- [130] Tikvesa D, Vogler C, Balen F, et al. Diagnostic performance of prehospital EFAST in predicting CT scan injuries in severe trauma patients: a multicenter cohort study. *Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc* 2025; 51: 4.
- [131] Rahimi-Movaghar V, Yousefifard M, Ghelichkhani P, et al. Application of Ultrasonography and Radiography in Detection of Hemothorax; a Systematic Review and Meta-Analysis. *Emerg Tehran Iran* 2016; 4: 116–126.

- [132] Stralec G, Fontaine C, Arras S, et al. Is a Positive Prehospital FAST Associated with Severe Bleeding? A Multicenter Retrospective Study. *Prehosp Emerg Care* 2024; 28: 572–579.
- [133] Chung M-H, Hsiao C-Y, Nian N-S, et al. The Benefit of Ultrasound in Deciding Between Tube Thoracostomy and Observative Management in Hemothorax Resulting from Blunt Chest Trauma. *World J Surg* 2018; 42: 2054–2060.
- [134] Gamberini L, Scquizzato T, Tartaglione M, et al. Diagnostic accuracy for hemoperitoneum, influence on prehospital times and time-to-definitive treatment of prehospital FAST: A systematic review and individual participant data meta-analysis. *Injury* 2023; S0020-1383(23)00280–2.
- [135] McKenney KL, McKenney MG, Cohn SM, et al. Hemoperitoneum score helps determine need for therapeutic laparotomy. *J Trauma* 2001; 50: 650–654; discussion 654-656.
- [136] Qayyum H, Ramlakhan S. Can ocular ultrasound predict intracranial hypertension? A pilot diagnostic accuracy evaluation in a UK emergency department. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med* 2013; 20: 91–97.
- [137] Lee SH, Kim HS, Yun SJ. Optic nerve sheath diameter measurement for predicting raised intracranial pressure in adult patients with severe traumatic brain injury: A meta-analysis. *J Crit Care* 2020; 56: 182–187.
- [138] Bouzat P, Almeras L, Manhes P, et al. Transcranial Doppler to Predict Neurologic Outcome after Mild to Moderate Traumatic Brain Injury. *Anesthesiology* 2016; 125: 346–354.
- [139] Tazarourte K, Atchabahian A, Tourtier J-P, et al. Pre-hospital transcranial Doppler in severe traumatic brain injury: a pilot study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011; 55: 422–428.
- [140] Gottlieb M, Holladay D, Peksa GD. Point-of-Care Ocular Ultrasound for the Diagnosis of Retinal Detachment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med* 2019; 26: 931–939.
- [141] Lahham S, Shniter I, Thompson M, et al. Point-of-Care Ultrasonography in the Diagnosis of Retinal Detachment, Vitreous Hemorrhage, and Vitreous Detachment in the Emergency Department. *JAMA Netw Open* 2019; 2: e192162.
- [142] Ojaghiahghighi S, Lombardi KM, Davis S, et al. Diagnosis of Traumatic Eye Injuries With Point-of-Care Ocular Ultrasonography in the Emergency Department. *Ann Emerg Med* 2019; 74: 365–371.
- [143] Propst SL, Kirschner JM, Strachan CC, et al. Ocular Point-of-Care Ultrasonography to Diagnose Posterior Chamber Abnormalities: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open* 2020; 3: e1921460.
- [144] Jacobsen B, Lahham S, Lahham S, et al. Retrospective Review of Ocular Point-of-Care Ultrasound for Detection of Retinal Detachment. *West J Emerg Med* 2016; 17: 196–200.
- [145] Messerer M, Berhouma M, Messerer R, et al. Intérêt de l'échographie du diamètre de l'enveloppe du nerf optique pour la détection non invasive de l'hypertension intracrânienne. *Neurochirurgie* 2013; 59: 55–59.
- [146] Aletreby W, Alharthy A, Brindley PG, et al. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound for Raised Intracranial Pressure: A Literature Review and Meta-analysis of its Diagnostic Accuracy. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* 2022; 41: 585–595.
- [147] Chang M, Finney N, Baker J, et al. Optimal Image Gain Intensity of Point-of-care Ultrasound when Screening for Ocular Abnormalities in the Emergency Department. *West J Emerg Med* 2023; 24: 622–628.

- [148] Marketing Clearance of Diagnostic Ultrasound Systems and Transducers - Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff.
- [149] Abramowicz JS, Adhikari S, Dickman E, et al. Ocular Ultrasound: Review of Bioeffects and Safety, Including Fetal and Point of Care Perspective: Review of Bioeffects and Safety, Including Fetal and Point-of-Care Perspective. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* 2022; 41: 1609–1622.
- [150] Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France (COUF). Chapitre 11, Item 335 - Traumatismes oculaires. 2024.
- [151] al Mufti RA, Ogedegbe AK, Lafferty K. The use of Doppler ultrasound in the clinical management of acute testicular pain. *Br J Urol* 1995; 76: 625–627.
- [152] Visser AJ, Heyns CF. Testicular function after torsion of the spermatic cord. *BJU Int* 2003; 92: 200–203.
- [153] Teurneau-Hermansson K, Zindovic I, Jakobsson J, et al. Doppler ultrasound improves diagnostic accuracy for testicular torsion. *Scand J Urol* 2021; 55: 461–465.
- [154] Lukosiute-Urboniene A, Nekrosius D, Dekeryte I, et al. Clinical risk factors for testicular torsion and a warning against falsely reassuring ultrasound scans: a 10-year single-centre experience. *Emerg Med J EMJ* 2023; 40: 134–139.
- [155] Boettcher M, Krebs T, Bergholz R, et al. Clinical and sonographic features predict testicular torsion in children: a prospective study. *BJU Int* 2013; 112: 1201–1206.
- [156] Horriat M, Meisami A. Comparison of Ultrasound Results Performed by Emergency Medicine and Radiology Assistants in the Diagnosis of Testicular Diseases for Visitors in Emergency Departments in Kermanshah. *Dis Diagn* 2022; 11: 10–13.
- [157] Herpe G, Van den Boom M, Najji R, et al. Associations between 24/7 workforce coverage, organizational challenges, and well-being of emergency radiologists: a national survey. *Eur Radiol* 2025; 35: 496–505.
- [158] Park JS, Kim D, Chun MK, et al. Implementing Point-of-Care Ultrasound for Acute Scrotal Pain in the Pediatric Emergency Department: Screening Testicular Torsion and Patient Flow Analysis. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* 2023; 42: 2757–2764.
- [159] Mori T, Ihara T, Nomura O. Diagnostic accuracy of point-of-care ultrasound for paediatric testicular torsion: a systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J EMJ* 2023; 40: 140–146.
- [160] Ota K, Fukui K, Oba K, et al. The role of ultrasound imaging in adult patients with testicular torsion: a systematic review and meta-analysis. *J Med Ultrason* 2001 2019; 46: 325–334.
- [161] Friedman N, Pancer Z, Savic R, et al. Accuracy of point-of-care ultrasound by pediatric emergency physicians for testicular torsion. *J Pediatr Urol* 2019; 15: 608.e1-608.e6.
- [162] Burud IAS, Alsagoff SMI, Ganesin R, et al. Correlation of ultrasonography and surgical outcome in patients with testicular torsion. *Pan Afr Med J* 2020; 36: 45.
- [163] Özkaya AK, Başkan Vuralkan F, Ardiç Ş. Point-of-care lung ultrasound in children with non-cardiac respiratory distress or tachypnea. *Am J Emerg Med* 2019; 37: 2102–2106.
- [164] Varshney T, Mok E, Shapiro AJ, et al. Point-of-care lung ultrasound in young children with respiratory tract infections and wheeze. *Emerg Med J EMJ* 2016; 33: 603–610.

- [165] Dong Z, Shen C, Tang J, et al. Accuracy of Thoracic Ultrasonography for the Diagnosis of Pediatric Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagn Basel Switz* 2023; 13: 3457.
- [166] Yan J-H, Yu N, Wang Y-H, et al. Lung ultrasound vs chest radiography in the diagnosis of children pneumonia: Systematic evidence. *Medicine (Baltimore)* 2020; 99: e23671.
- [167] Orso D, Ban A, Guglielmo N. Lung ultrasound in diagnosing pneumonia in childhood: a systematic review and meta-analysis. *J Ultrasound* 2018; 21: 183–195.
- [168] Balk DS, Lee C, Schafer J, et al. Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol* 2018; 53: 1130–1139.
- [169] Wang L, Song W, Wang Y, et al. Lung ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pediatric community acquired pneumonia in emergency department: a meta-analysis. *J Thorac Dis* 2019; 11: 5107–5114.
- [170] Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2015; 135: 714–722.
- [171] 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.
- [172] Biagi C, Pierantoni L, Baldazzi M, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children with acute bronchiolitis. *BMC Pulm Med* 2018; 18: 191.
- [173] Bueno-Campaña M, Sainz T, Alba M, et al. Lung ultrasound for prediction of respiratory support in infants with acute bronchiolitis: A cohort study. *Pediatr Pulmonol* 2019; 54: 873–880.
- [174] Özkaya AK, Yilmaz HL, Kendir ÖT, et al. Lung Ultrasound Findings and Bronchiolitis Ultrasound Score for Predicting Hospital Admission in Children With Acute Bronchiolitis. *Pediatr Emerg Care* 2020; 36: e135–e142.
- [175] Şık N, Çitlenbik H, Öztürk A, et al. Point of care diaphragm ultrasound in acute bronchiolitis: A measurable tool to predict the clinical, sonographic severity of the disease, and outcomes. *Pediatr Pulmonol* 2021; 56: 1053–1059.
- [176] Smith JA, Cooper MC, Yen K, et al. Comparison of two point-of-care lung ultrasound techniques and their associated outcomes for bronchiolitis in the pediatric emergency department. *Ultrasound J* 2025; 17: 8.
- [177] Smith-Bindman R, Alber SA, Kwan ML, et al. Medical Imaging and Pediatric and Adolescent Hematologic Cancer Risk. *N Engl J Med* 2025; 393: 1269–1278.
- [178] World Health Statistics, <https://www.who.int/data/gho/data/themes/world-health-statistics> (accessed 23 December 2025).
- [179] Chen L, Mutabandama Y, McCall N, et al. Focused Cardiac Ultrasound Findings in Children Presenting With Shock to a Tertiary Care Hospital in Rwanda. *Pediatr Emerg Care* 2022; 38: e1198–e1200.
- [180] Scott C, Alade K, Leung SK, et al. Cardiac Point-of-Care Ultrasound and Multi-Disciplinary Improvement Opportunities in Acute Systolic Heart Failure Management in a Pediatric Emergency Center. *Pediatr Cardiol* 2024; 45: 1353–1358.
- [181] Kantor PF, Loughheed J, Dancea A, et al. Presentation, diagnosis, and medical management of heart failure in children: Canadian Cardiovascular Society guidelines. *Can J Cardiol* 2013; 29: 1535–1552.

- [182] Díaz-Gómez JL, Sharif S, Ablordeppey E, et al. Society of Critical Care Medicine Guidelines on Adult Critical Care Ultrasonography: Focused Update 2024. *Crit Care Med* 2025; 53: e447–e458.
- [183] Park DB, Presley BC, Cook T, et al. Point-of-Care Ultrasound for Pediatric Shock. *Pediatr Emerg Care* 2015; 31: 591–598; quiz 599–601.
- [184] Singh Y, Tissot C, Fraga MV, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care Lond Engl* 2020; 24: 65.
- [185] Assies R, Chimalizeni Y, Kumwenda M, et al. Pediatric Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension Phenotype Differentiation in the Emergency Department: Evaluation of Feasibility and Reliability in a Malawi Cohort. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc* 2025; 26: e867–e876.
- [186] Longjohn M, Wan J, Joshi V, et al. Point-of-care echocardiography by pediatric emergency physicians. *Pediatr Emerg Care* 2011; 27: 693–696.
- [187] Moretó-Planas L, Sagrado MJ, Mahajan R, et al. Point-of-care ultrasound for tuberculosis diagnosis in children: a Médecins Sans Frontières cross-sectional study in Guinea-Bissau. *BMJ Open* 2023; 13: e066937.
- [188] McNamara PJ, Jain A, El-Khuffash A, et al. Guidelines and Recommendations for Targeted Neonatal Echocardiography and Cardiac Point-of-Care Ultrasound in the Neonatal Intensive Care Unit: An Update from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr* 2024; 37: 171–215.
- [189] Vaish H, Kumar V, Anand R, et al. The Correlation Between Inferior Vena Cava Diameter Measured by Ultrasonography and Central Venous Pressure. *Indian J Pediatr* 2017; 84: 757–762.
- [190] Musolino AM, Di Sarno L, Buonsenso D, et al. Use of POCUS for the assessment of dehydration in pediatric patients—a narrative review. *Eur J Pediatr* 2024; 183: 1091–1105.
- [191] Aslan N, Yildizdas D, Horoz OO, et al. Comparison of cardiac output and cardiac index values measured by critical care echocardiography with the values measured by pulse index continuous cardiac output (PiCCO) in the pediatric intensive care unit: a preliminary study. *Ital J Pediatr* 2020; 46: 47.
- [192] Snelling PJ, Jones P, Bade D, et al. Ultrasonography or Radiography for Suspected Pediatric Distal Forearm Fractures. *N Engl J Med* 2023; 388: 2049–2057.
- [193] Delniotis I, Bontinis V, Ktenidis K, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound versus X-ray for distal forearm fractures in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc* 2024; 50: 2649–2662.
- [194] Hassankhani A, Amoukhteh M, Jannatdoust P, et al. A meta-analysis on the diagnostic utility of ultrasound in pediatric distal forearm fractures. *Emerg Radiol* 2024; 31: 213–228.
- [195] Pohl JE, Schwerk P, Mauer R, et al. Diagnosis of suspected pediatric distal forearm fractures with point-of-care-ultrasound (POCUS) by pediatric orthopedic surgeons after minimal training. *BMC Med Imaging* 2024; 24: 255.