

ÉCHOGRAPHIE À L'ACCUEIL DU POLYTRAUMATISÉ

L. Martin, L. Bonnet.

Département d'Anesthésiologie, CHU de Bicêtre, 78 rue du Général Leclerc 94275 Le Kremlin Bicêtre Cedex.

INTRODUCTION

L'utilisation des ultrasons en médecine a été l'une des avancées diagnostiques incontestables des 20 dernières années dans le domaine de la cardiologie ou de la radiologie.

Par ce fait, la majorité des structures hospitalières dispose d'un appareil d'échographie dont la disponibilité peut être étendue à l'accueil de patients en urgence. De plus, La commercialisation récente d'appareils moins onéreux, portables, peut favoriser l'équipement de telles structures d'accueil.

Chez les patients nécessitant des soins intensifs (Urgence, Réanimation...), les techniques ultrasonores (échographie associée ou non au doppler) sont largement utilisées, aidant notamment au diagnostic étiologique des défaillances vitales et participant au monitoring de ces défaillances :

- Le doppler transcrânien (DTC) chez les patients présentant une défaillance neurologique, particulièrement traumatique [1, 2].
- L'échographie pleuro-pulmonaire lors d'une détresse respiratoire tout en sécurisant les gestes techniques [3, 4] ...
- L'échographie trans-œsophagienne dans le cadre des défaillances hémodynamiques et des lésions aortiques notamment traumatiques [5].
- L'échographie cardiaque et abdominale également dans le cadre d'une détresse hémodynamique... [6].

Devant les multiples applications des ultrasons, que faut-il retenir sur l'aire d'accueil chez le patient polytraumatisé ou suspect de l'être ?

Il doit s'agir d'applications simples, rapides, d'apprentissage aisé, à considérer comme une extension de l'examen clinique. Celles-ci guident le clinicien sur l'étiologie d'une instabilité neurologique, respiratoire, hémodynamique avec notamment la quête de l'origine d'un choc hémorragique sans oublier les causes obstructives sous estimées et majorant souvent le tableau clinique [7].

Bien que le DTC fasse partie intégrante de cette évaluation initiale, l'intérêt de celui-ci a été décrit récemment dans ce domaine [1] et nous limiterons dans cet exposé aux échographies initiales (sans doppler) du traumatisé :

- Abdominale et péricardique regroupée dans la littérature sous le terme de FAST (Focus Abdominal Sonography for Trauma) [8].
- Pleurale [9].
- Et d'aide au cathétérisme.

Les autres applications des ultrasons en Traumatologie, plus spécialisés, plus complexes, et pouvant souvent être différées de la prise en charge initiale ne seront pas abordées.

PRÉAMBULE

L'évaluation ultrasonore initiale du traumatisé est réalisée par un échographe en mode bidimensionnel avec une sonde de 2 à 5 mégahertz. La puissance des ultrasons, le gain et la profondeur de l'image sont à adapter à chaque localisation. Ces échographies sont réalisées en décubitus dorsal et pour la partie abdominale avec la vessie en réplétion [10].

1. ÉCHOGRAPHIE ABDOMINALE DU TRAUMATISÉ

L'exploration abdominale de la FAST se décompose en 3 fenêtres acoustiques : le pelvis, l'hypocondre droit et gauche.

Le but de cet examen est de rechercher un épanchement liquidien (anéchoïque) dans les trois aires prédéfinies où l'accumulation de celui-ci semble être préférentiel et où la présence d'organes pleins (échogènes) ou de structure bien délimitée (vessie) renforce les contrastes et aide au diagnostic positif [9,11].

1.1. TECHNIQUE [8,12]

Au niveau de l'hypocondre droit, la sonde d'échographie est disposée parallèlement aux espaces intercostaux, sur la ligne axillaire antérieure entre le 12^e et le 11^e espace intercostal. Cette fenêtre échographique permet de visualiser :

- Le foie.
- Le rein.
- Le diaphragme.

Un épanchement liquidien sera recherché dans l'espace inter-hépatodiaphragmatique, dans la loge inter-hépatorenale (Espace de Morison), et en péri-rénale.

Au niveau de l'hypocondre gauche, le capteur se place sur la ligne axillaire postérieure entre le 10^e et le 11^e espace intercostal évaluant :

- La rate.
- Le rein.
- Le diaphragme.

L'examen de cette aire permet de visualiser un épanchement liquidien entre ces différentes structures.

Au niveau du pelvis, la sonde est positionnée 4 cm au-dessus de la symphyse pubienne avec une direction sagittale réalisant une coupe de la vessie (structure anéchogène bien délimitée lorsqu'elle est pleine). L'examen recherche un épanchement liquidien péri-vésical, et dans le cul de sac de Douglas (limité par la vessie en avant et le rectum en arrière).

1.2. VALEURS DIAGNOSTIQUES DE LA FAST ABDOMINALE

Les valeurs diagnostiques de cet examen présentent une grande variabilité, principalement de la sensibilité (42 % à 100 %) dans la littérature [13, 14].

Ces différences s'expliquent par un grand nombre de facteurs :

- Population étudiée (type de traumatisme...).

- Définition du ou des examen(s) de références en comparaison avec l'échographie...
- Critère principal de jugement choisi.
- Organisation dans le temps de l'échographie (délai traumatisme - ultrasons, délai ultrasons - confirmation).
- Opérateur.

1.2.1. TYPE DE TRAUMATISME

La plupart des études publiées concernent des traumatismes fermés. En effet, les traumatismes pénétrants sont peu évalués dans la littérature [8, 12, 15]. La seule étude exclusivement dédiée retrouve une sensibilité de FAST de 46 % et une spécificité de 94 %. Cette faible sensibilité sur un petit collectif de patients (n = 75) s'explique par de nombreux faux négatifs présentant des plaies des organes creux, et du diaphragme, non ou mal évaluées par l'échographie [15].

1.2.2. STATUT HÉMODYNAMIQUE AU MOMENT DE L'EXAMEN

Chez les patients présentant une instabilité hémodynamique, la sensibilité est de 100 % et la spécificité de 94 à 100 %. sur un collectif de 119 patients [11, 16, 17].

La diminution de la spécificité dans une étude (présence de «faux positifs» présentant des épanchements minimes conduisant à des laparotomies exploratrices non thérapeutiques) s'explique par une rapidité excessive de l'examen échographique (19 secondes !) et par la définition de l'instabilité hémodynamique (épisode de pression artérielle systolique inférieur à 90 mmHg très transitoire et rapidement régressif chez les faux positifs) [17].

Ces « faux positifs » posent la question de la quantification d'un épanchement intrapéritonéal par l'échographie.

1.2.3. QUANTIFICATION DE L'ÉPANCHEMENT

Le seuil de détection de l'échographie semble être de 250 mL de liquide intrapéritonéal [18], et la sensibilité de détection est de 97 % pour un épanchement de l'ordre de 600 mL [19].

Le biais méthodologique de ces deux études est la réalisation de l'épanchement par une ponction lavage péritonéale ou un cathéter de dialyse péritonéale (problème de répartition intra-abdominale du fluide instillé en sous méso-colique, ascite préexistante, cloisonnement péritonéal...)

Dans cette optique de quantification, deux auteurs ont développé des scores semi-quantitatifs. [16, 20].

Le score le plus récent est la somme de la profondeur antéro-postérieure (en centimètres) dans la fenêtre échographique prédominante et du nombre d'aires positives supplémentaires.

Un score supérieur ou égale à 3 :

- Correspond à un volume intra-péritonéal de 1 000 mL (modèle de dialyse péritonéale).
- Prédit la laparotomie thérapeutique (LT) dans 87 %, et dans 100 % des cas si le patient présente un état de choc (n = 100).
- Précède chez 90 % des patients sans instabilité hémodynamique initiale, une détérioration hémodynamique dans les 4 h suivantes avec une LT dans tous les cas.

En revanche, la probabilité de LT est de 15 % en présence d'un score inférieur à 3 (p < 0,01) [16].

1.2.4. CHOIX DU OU DES EXAMEN(S) DE COMPARAISON AVEC L'ÉCHOGRAPHIE

Les valeurs diagnostiques de FAST dépendent également du standard de comparaison.

La plupart des études anciennes comparent l'échographie abdominale au suivi clinique, à la laparotomie, à la ponction lavage du péritoine, à la tomодensitométrie (TDM) abdominale et souvent à tous ces items ce qui rend confuse l'analyse des résultats.

Une seule étude récente réalise une comparaison systématique échographie versus TDM abdominale sur un collectif important (n = 359) [13].

Le critère principal de jugement est la mise en évidence de liquide libre intra-péritonéal. Ces auteurs retrouvent la plus faible sensibilité de la littérature (42 %), avec une bonne spécificité (98 %), une valeur prédictive positive de 67 %, et une valeur prédictive négative de 93 %.

Cependant, 18 des 22 faux négatifs présentent des hémopéritoïnes inférieurs à 200 mL (volume inférieur au seuil de détection de l'échographie abdominale). De plus, la localisation de ces épanchements n'est pas toujours dans le champ d'exploration de la FAST (liquide inter-anse, rétropéritonéal...). Enfin, le délai entre la TDM et l'échographie peut expliquer l'apparition de l'épanchement dans ce laps de temps (une heure). Ces constatations amènent la sensibilité à 90 %, lorsque ces «faux négatifs» ne sont pas pris en considération.

1.2.5. CRITÈRE PRINCIPAL DE JUGEMENT

Ce critère, fixé par les auteurs, est extrêmement variable : indication de laparotomie en urgence, de laparotomie pendant l'hospitalisation, présence de lésions parenchymateuses, présence d'épanchement libre intra-abdominal...

Lorsque l'on retient l'indication de laparotomie thérapeutique (LT), la sensibilité de FAST varie de 89 % à 100 % et la spécificité est de 97 à 100 % dans 4 études incluant plus de 7000 patients (Tableau I) [14, 21-23].

Tableau I
Critère principal de jugement = LT

	n	n de LT	Se	Sp
[21]	2456	34	89 %	100 %
[23]	2756	60	97 %	97 %
[14]	1671	11	100 %	100 %
[22]	400	48	100 %	98 %

Les études dont la sensibilité est inférieure à 100 %, incluent des LT réalisées pour des lésions du grêle mise en évidence plus de 24 h après l'admission du patient, ce qui sort du cadre des renseignements demandés à l'échographie sur l'aire d'accueil du polytraumatisé [21, 23].

Néanmoins, il existe des faux positifs de la FAST abdominale (graisse péri-rénale, hémithorax associé...) [15]. De plus, des patients peuvent présenter des épanchements pré-existants au traumatisme (ascite médicale, lame liquidienne pelvienne minime isolée chez la femme en âge de procréation devant être considérée comme physiologique) [24].

Lorsque le principal critère de jugement est la mise en évidence de toutes les lésions abdominales, y compris intra-parenchymateuses sans épanchement libre (anomalies d'échogénicité des organes pleins), ces études dépassent le cahier des charges de FAST.

Les valeurs diagnostiques s'effondrent :

- La sensibilité est de 57 % pour toutes les lésions hépatiques, (98 % pour les lésions sévères avec un grade ≥ 3) [25].
- La sensibilité est de 93 % pour une lésion splénique isolée [26].
- La sensibilité pour une lésion rénale isolée est de 22 % (60 % des lésions sévères avec un grade ≥ 2) [27].
- La sensibilité est de 22 à 44 % en ce qui concerne les lésions des organes creux. Ces valeurs s'expliquent par des lésions sans hémopéritoïne, un délai diagnostique plus

d'une fois sur deux supérieurs à 12 h et enfin la localisation de l'épanchement en dehors du champ d'exploration des aires pré-définies [28, 29].

Par ailleurs, un certain nombre d'organes est mal exploré par la FAST, notamment les surrénales, le pancréas, les lésions vasculaires intra-abdominales et le rétropéritoine [13, 21, 23].

Tous ces arguments confirment l'importance de la FAST comme examen de dépistage initial et la TDM abdominale injectée comme la modalité d'imagerie définitive des traumatismes abdominaux stables, tout en soulignant l'amélioration des valeurs diagnostiques pour les lésions intra-parenchymateuses de haut grades [13, 27, 25].

1.2.6. INFLUENCE DES DÉLAIS

L'échographie trop précoce après le traumatisme et le délai de confirmation diagnostique variant d'une heure (tomodensitométrie) [13] à plusieurs jours... [21] influent fortement les valeurs diagnostiques, principalement la sensibilité de FAST en augmentant les «faux négatifs» possiblement vrai négatif au moment précis de l'examen (saignement insidieux) [11, 30].

Ces constatations amènent à recommander la répétition de FAST par de nombreux auteurs sans qu'il n'y ait de précision en ce qui concerne le nombre d'échographie et leur éventuel positionnement dans le temps [31, 12, 26].

Les indications de répétitions de la FAST semblent être :

- Après drainage un épanchement adjacent (hémothorax) [11].
- Après stabilisation du patient notamment lorsque l'échographie est réalisée en grande instabilité hémodynamique.
- Devant l'apparition secondaire d'une détresse vitale.
- Devant la persistance d'une instabilité hémodynamique malgré une échographie initiale négative ce d'autant qu'elle a été très précoce [30].
- Devant la présence d'un épanchement minime initial, en mettant en exergue l'aspect dynamique (évolution quantitative de l'épanchement) aidant le clinicien dans le diagnostic étiologique d'une instabilité hémodynamique

1.2.7. ECHOGRAPHIE OPÉRATEUR DÉPENDANT

L'influence de l'expérience de l'opérateur est mise en évidence dans deux études [32, 33]. Les valeurs diagnostiques (sensibilité, spécificité, valeur prédictive négative) sont améliorées parallèlement à l'expérience de l'opérateur.

La mauvaise spécificité de l'étude de Gracias (Tableau II) peut être attribuée à la présence préalable de liquide résiduel et n'est transposable à la pratique clinique (modèle de dialyse péritonéale) [33].

Tableau II

Influence de l'expérience sur un modèle de dialyse péritonéale (Se = sensibilité ; Sp = spécificité ; VPN = valeur prédictive négative) [33].

Expérience (nombre d'échographie)	Se	Sp	VPN
0-30	45 %	0 %	0 %
30-100	87 %	50 %	40 %
> 100	100 %	67 %	100 %

1.2.8. APPRENTISSAGE DE LA FAST

La formation minimale recommandée dans la littérature comprend :

- 8 à 10 heures de cours théoriques et pratiques (cas cliniques pré-enregistré).
- La réalisation de 10 à 15 échographies normales et pathologiques, (patients en dialyse péritonéale ou porteurs d'une ascite pathologique non traumatique).

L'expérience minimale recommandée de FAST semble être de 25 à 50 examens FAST supervisées en situation réelle.

En effet, le plateau de sensibilité et de valeur prédictive positive est obtenu après 50 examens [34].

De plus, le taux d'erreurs diminue de façon significative après 10 examens. Celui-ci dépendant de la prévalence de la pathologie dans la population étudiée, l'auteur recommande comme expérience minimale :

- 50 examens en cas de prévalence inférieure à 20 %.
- 30 examens en cas de prévalence supérieure à 20 % [35].

Il semble indispensable de réaliser une évaluation de chaque centre pour connaître l'expérience minimale requise et d'effectuer un monitoring avec une relecture systématique des examens, permettant à la fois la formation des étudiants et le maintien de la qualification des opérateurs [35].

1.2.9. ECHOGRAPHIE INDÉTERMINÉE

L'examen ultrasonore est non contributif dans 1 à 6,7 % des cas, (résultats indéterminés) [36, 14 23] :

- Facteurs dépendant du patient deux fois sur trois : emphysème sous-cutané, obésité.
- Sinon, facteurs dépendant de l'opérateur : manque d'expérience, image équivoque ou mauvais positionnement de la sonde.

Une mention particulière doit être faite à la notion de remplissage vésical lors de l'examen. Il est rapporté 6 cas de résultats indéterminés devenant évaluables après la correction de la déplétion vésicale [10].

2. ÉCHOGRAPHIE PÉRICARDIQUE

2.1. TECHNIQUE

L'échographie péricardique est intégrée dans la FAST.

La fenêtre acoustique est sous xiphoidienne permettant une coupe cardiaque sous costale avec la sonde dirigée vers l'épaule gauche.

Cet examen permet de faire le diagnostic d'épanchement péricardique, apprécie son importance et sa tolérance hémodynamique, notamment les signes d'adiastolie (compression des cavités cardiaques en diastole) et de tamponnade péricardique (variation en fonction du cycle respiratoire) [37].

2.2. VALEURS DIAGNOSTIQUES

L'échographie sous-xiphoidienne possède d'excellentes valeurs diagnostiques (sensibilité de 100 %, et spécificité 99 à 100 %) sur un collectif global de 781 traumatismes pénétrants et fermés [38, 39, 6, 9].

Des cas cliniques rappellent l'importance de la recherche de causes d'épanchement péricardique préexistant chez les patients positifs avec situation hémodynamique stable surtout chez les patients de plus de 65 ans et présentant des antécédents (insuffisance rénale, cardiaque, néoplasie, irradiation...) [40].

Une étude retrouve un effondrement de la sensibilité de l'examen (de 100 à 20 %) chez les patients présentant un hémithorax gauche associé sans affecter la spécificité [41]. L'échographie doit être répétée après drainage des épanchements adjacents.

La répétition semble également de rigueur en cas d'examen très précoce [37].

Cet examen est impossible dans 1 % à 4 % des cas, avec les mêmes explications que pour l'échographie abdominale, auxquelles se rajoute une éventuelle dilatation gastrique aérienne gênant la voie d'abord [37].

Un seul auteur décrit un échec de l'échocardiographie transthoracique (ETT), sans en préciser les causes, dans 39 % des traumatismes fermés en comparaison à 3 % pour l'échographie trans-œsophagienne (ETO) avec un meilleur «champ diagnostique» pour cette dernière, principalement pour les lésions aortiques [42].

Dans ces cas ou en présence d'images équivoques, il est recommandé de compléter l'examen par une échocardiographie complète [6] ou par une ETO [42].

L'ETO, avec ces contre-indications (lésion du rachis cervical, œsophagienne...), sa nécessité de formation complémentaire, ces complications rares doit être réservée à des indications très limitées à la phase initiale de la prise en charge des traumatisés : évaluation hémodynamique plus précise (tamponnade...), évaluation de l'aorte isthmique en extrême urgence, échec de l'ETT [5].

Une étude rapporte l'influence de l'expérience de l'opérateur sur les valeurs diagnostiques de l'échographie péricardique sous costale (Tableau III). Il s'agit de cas cliniques préenregistrés pour lesquelles les valeurs diagnostiques retrouvées y compris par les opérateurs entraînés ne sont pas transposables à la pratique clinique (cas cliniques difficiles) [43].

Tableau III
Influence de l'expérience sur les valeurs diagnostiques
de l'échographie péricardique [43].

Expérience	Sensibilité	Spécificité
< 20 écho	65 %	30 %
20-50 écho	75 %	52 %
> 50 écho	93 %	59 %

3. ECHOGRAPHIE PLEURO-PULMONAIRE

Cet examen est réalisé avec le même matériel que les fenêtres abdomino-péricardiques, mais n'est pas intégré dans l'examen d'accueil des traumatisés (FAST) de la littérature anglo-saxonne.

3.1. ÉCHOGRAPHIE PLEURALE POSTÉRIEURE

3.1.1. TECHNIQUES ET CRITÈRES DIAGNOSTIQUES

La position de la sonde sera latéro-postérieure dans les deux hypocondres pour les épanchements liquidiens (déclives).

Cette recherche pourra être réalisée dans le même temps que les fenêtres de FAST.

Les critères échographiques d'épanchement pleural liquidien sont bien définis : il s'agit d'une image anatomique hypodense localisée au dessus du diaphragme entre la plèvre pariétale et viscérale et surtout présentant une variation respiratoire de la distance interpleurale (influence de la pression thoracique sur cet épanchement).

Ce dernier élément confirme la nature fluide de cet épanchement (différent du caillot-thorax non compressible) [3].

3.1.2. VALEURS DIAGNOSTIQUES

La sensibilité de cet examen est bonne variant de 84 à 97 %, et la spécificité est de 100 % sur un collectif global de 892 traumatismes pénétrants ou fermés. Les faux négatifs sont les épanchements très postérieurs mis en évidence par la tomodensitométrie thoracique et ne nécessitant pas de drainage (en dessous du seuil de détection de l'échographie : inférieur à 100 mL) [9, 44, 45, 46].

3.2. ÉCHOGRAPHIE PLEURALE ANTÉRIEURE

La finalité de cet examen est le diagnostic des pneumothorax antérieurs.

3.2.1. TECHNIQUE ET CRITÈRES DIAGNOSTIQUES

La sonde est positionnée à la face antérieure du thorax au niveau des différents espaces intercostaux de façon bilatérale.

Le diagnostic repose sur la localisation échographique de la plèvre viscérale en confirmant sa position accolée à la plèvre pariétale par :

- Le glissement pleural qui est la visualisation du mouvement des plèvres l'une par rapport à l'autre. Sa présence élimine un pneumothorax [4].
- Les queues de comète qui sont des artéfacts verticaux partant de la plèvre viscérale sans épuisement jusqu'au fond de l'écran (matérialisant l'épaississement pathologiques des septas interlobulaires de la plèvre viscérale lors d'un syndrome interstitiel). Leurs présences antérieures éliminent un pneumothorax [47].

En revanche, l'absence de ces deux signes n'affirment pas totalement le pneumothorax :

- L'absence de queue de comète signe l'absence de syndrome interstitiel et n'est donc pas du tout spécifique du pneumothorax (spécificité = 60 %).
- L'absence de glissement peut être expliqué par une apnée, une atélectasie ou une symphyse pleurale (spécificité = 91%).
- La combinaison de ces deux signes (visualisation du glissement pleural par le mouvement des queues de comètes) améliore la spécificité sans obtenir 100 %.
- Seul le « point poumon » qui stigmatise le point de jonction entre l'accolement pleural normal et le pneumothorax présente une spécificité de 100 % et distingue la limite latérale du décollement pleural antérieur [48].

Echographiquement, on enregistre en un même point l'alternance de signes de pneumothorax puis de plèvres normalement accolées en fonction des mouvements respiratoires. La sensibilité de ce signe n'est pas bonne (66 %) puisqu'il n'existe qu'en cas de pneumothorax antérieur avec zone d'accolement latérale. Cependant, les pneumothorax de grande taille sans point poumon sont visibles sur la radiographie de thorax de face [49].

3.2.2. VALEURS DIAGNOSTIQUES CHEZ LE TRAUMATISÉ

Une étude compare l'échographie pleurale antérieure à la radiographie de thorax de face (RP) et retrouve une sensibilité de 95 % de l'échographie [50].

La RP n'est pas adaptée pour valider l'échographie au vue de sa mauvaise sensibilité en ce qui concerne le diagnostic de pneumothorax antérieur (< 50 %) [51].

La comparaison de cet examen ultrasonore initial à la tomодensitométrie thoracique a été réalisée chez 148 traumatisés et retrouve une sensibilité de 87 % et une spécificité de 100 % [52].

Les faux négatifs étaient des pneumothorax paracardiaques gauches de petites tailles, tous retrouvés par une seconde échographie réalisée après la tomодensitométrie thoracique. 50 % des ces pneumothorax n'était pas diagnosticable sur le cliché de radiographie de thorax de face standard. L'association RP-échographie pleurale antérieure améliore la sensibilité du diagnostic de pneumothorax (97 %) [52].

L'échographie pleurale antérieure est impossible dans 0,5 à 1 % des cas (emphysème sous cutané) [52, 50].

4. ÉCHOGRAPHIE VASCULAIRE D'AIDE À LA POSE DES CATHÉTERS VEINEUX ET ARTÉRIELS FÉMORAUX

La littérature concernant l'écho-guidage du cathétérisme veineux est pauvre pour le territoire fémoral. (53).

Une seule étude compare le repérage échographique au repérage anatomique lors de la pose de cathéters veineux fémoraux sur des patients en arrêt cardiaque. L'échographie diminue le nombre de tentatives ($p < 0,001$), le nombre de ponction artérielle accidentelle ($p < 0,05$) et augmente le taux de succès du cathétérisme (ns) [54].

Cet écho-guidage est recommandé chez les patients difficiles, lorsque l'opérateur est débutant, et enfin lorsqu'il existe un échec de la ponction par repérage anatomique [53].

5. QUEL MÉDECIN DOIT RÉALISER CES EXAMENS ?

L'opérateur doit être immédiatement disponible 24 h/24 pour les échographies initiales de l'accueil du polytraumatisé et les éventuelles répétitions.

Ce médecin doit être compétent en ce qui concerne le doppler transcrânien, le péricarde, les plèvres et l'abdomen. Le radiologue n'a pas toujours les compétences en ce qui concerne les trois premières localisations, contrairement à l'abdomen par définition, notamment en ce qui concerne l'analyse du parenchyme. Le clinicien doit donc être formé à ces échographies. Les deux praticiens constituent alors un tandem interactif permettant un contrôle, un échange de compétence, la poursuite de l'apprentissage, et de facto la répétition précoce de l'examen abdominal, mais ceci reste entièrement à évaluer.

Par exemple, devant un patient hémodynamiquement instable avec une suspicion d'hématome rétropéritonéal (HRP), la négativité d'une échographie abdominale très précoce évite les difficultés d'orientation thérapeutique (lésion intra-abdominale associée ou épanchement réactionnel à l'HRP ?).

Dans la plupart des études citées dans cet exposé, les médecins réalisant les examens ne sont pas radiologues ou cardiologues [55, 56, 39, 9].

La comparaison entre ces spécialistes et les cliniciens formés ne met pas en évidence de différence sur les valeurs diagnostiques de l'échographie [41, 56].

En ce qui concerne l'apprentissage du doppler transcrânien et de l'échographie pleurale antérieure, il n'existe pas de données dans la littérature. Mais l'expérience clinique montre un apprentissage aisé de ces deux examens.

6. INTÉRÊTS DES ULTRASONS À LA PHASE INITIALE

6.1. GAIN DE TEMPS

La majorité des études mettent en évidence un gain de temps généré par l'échographie en comparaison aux techniques conventionnelles y compris dans la réalisation de gestes thérapeutiques :

Ce gain de temps concerne autant la durée de l'examen que le délai diagnostique (plus court et plus rapide).

- Le pneumothorax est confirmé en 2 à 3 min vs 10 à 15 min par la RP [50, 52].
- L'hémithorax est confirmé en 1 min vs 15 min par la RP ($p < 0,001$) [44, 46].

L'échographie péricardique permet un diagnostic en 50 s vs 30 à 40 minutes par la fenêtre péricardique chirurgicale [39], permettant un raccourcissement significatif du délai de début de la chirurgie et de la survie (comparaison de cohorte historique) [57].

L'échographie vasculaire raccourcit d'une minute le cathétérisme fémoral chez les patients en arrêt cardio-respiratoire ($p < 0,001$) [54].

Le DTC met en évidence des situations à haut risque ischémique cérébral en 4 minutes vs 4 h par la pression intracrânienne ou la $SVJO_2$ [1].

La FAST abdominale (réalisée en 2 à 4 min) [31, 9, 13] raccourcit le délai diagnostique des traumatisés fermés abdominaux de façon significative 48 min versus 117 min ($p < 0,001$) [36].

6.2. AUTRES INTÉRÊTS

Les ultrasons constituent une technique d'imagerie non invasive éventuellement portable, réalisable au lit du malade et immédiatement disponible, qui s'intègre comme une extension de l'examen clinique. L'examen est répétable et réalisable notamment en cas d'instabilité hémodynamique et/ou de réalisation de gestes de sauvetage.

Il s'agit enfin de techniques d'apprentissage facile.

CONCLUSION

En pratique, l'examen échographique du traumatisé peut s'organiser de la façon suivante : le clinicien en charge du patient débute par la localisation de la détresse vitale traumatique évidente :

- Doppler transcrânien si coma, à fortiori si mydriase et hémodynamique stable.
- Thoracique si détresse respiratoire.
- Et thoraco-abdomino-péricardique si instabilité hémodynamique. Dans les autres cas, l'organisation se fait au choix de l'opérateur.

L'aide au cathétérisme veineux fémoral sera réalisée si nécessaire. L'échographie abdominale est ensuite répétée par le radiologue.

En gardant à l'esprit que l'hémopéritoine n'est pas le seul indicateur de lésions intra-abdominale traumatique [58], la FAST fait le diagnostic d'hémopéritoine chirurgical avec d'excellentes valeurs diagnostiques particulièrement en ce qui concerne les patients instables sur le plan hémodynamique, éventuellement aidé par une analyse semi-quantitative (score) notamment lorsque le choc hémorragique paraît être de multiple origine (intra et rétro-péritonéal +++).

L'échographie pleuro-pulmonaire paraît intéressante notamment en urgence extrême dans le cas des épanchements pleuraux compressifs, en complément de la radiographie pulmonaire, et semble à intégrer à la FAST classique.

L'échographie péricardique élimine la part de tamponnade dans un tableau d'instabilité hémodynamique souvent mixte chez les polytraumatisés.

L'échographie des vaisseaux aide et sécurise les gestes thérapeutiques.

Ces différents examens de dépistage d'urgence (associés à la RP et à la radiographie de bassin de face) permettent d'orienter le patient vers la thérapeutique la plus appropriée [22].

Ils ne dispensent en aucun cas de la tomодensitométrie thoraco-abdominale injectée qui reste le Gold standard dans la recherche de lésions traumatiques particulièrement chez les patients stables ou stabilisés sur le plan vital.

La formation des cliniciens doit être poursuivie et de nombreux aspects restent à évaluer par des études ultérieures (quantification, apprentissage de l'échographie pleurale et du DTC, validation du DTC...).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Le Moigno S, Tazarourte K, Vigué B. Intérêt du doppler transcrânien. MAPAR édition 2002;425-436
- [2] Srinivasan J, Newell DW, Sturzenegger M, Mayberg MR, Winn HR. Transcranial Doppler in the evaluation of internal carotid artery dissection. *Stroke* 1996;27:1226-1230
- [3] Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Meziere G. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 1999;25:955-958
- [4] Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. *Lung sliding*. *Chest* 1995;108:1345-1348
- [5] Goarin JP, Cluzel P, Gosgnach M, Lamine K, Coriat P, Riou B. Evaluation of transesophageal echocardiography for diagnosis of traumatic aortic injury. *Anesthesiology* 2000;93:1373-1377
- [6] Mandavia DP, Hoffner RJ, Mahaney K, Henderson SO. Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med* 2001;38:377-382
- [7] Schmidt U, Frame SB, Nerlich ML, Rowe DW, Enderson BL, Maull KI, Tscherne H. On-scene helicopter transport of patients with multiple injuries-comparison of a German and an American system. *J Trauma* 1992;33:548-553;discussion 553-545
- [8] Rozycki GS, Ochsner MG, Jaffin JH, Champion HR. Prospective evaluation of surgeons' use of ultrasound in the evaluation of trauma patients. *J Trauma* 1993;34:516-526;discussion 526-517
- [9] Ma OJ, Mateer JR, Ogata M, Kefer MP, Wittmann D, Aprahamian C. Prospective analysis of a rapid trauma ultrasound examination performed by emergency physicians. *J Trauma* 1995;38:879-885
- [10] McGahan JP, Rose J, Coates TL, Wisner DH, Newberry P. Use of ultrasonography in the patient with acute abdominal trauma. *J Ultrasound Med* 1997;16:653-662;quiz 663-654
- [11] Rozycki GS, Ballard RB, Feliciano DV, Schmidt JA, Pennington SD. Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients. *Ann Surg* 1998;228:557-567
- [12] Rozycki GS, Ochsner MG, Schmidt JA, Frankel HL, Davis TP, Wang D, Champion HR. A prospective study of surgeon-performed ultrasound as the primary adjuvant modality for injured patient assessment. *J Trauma* 1995;39:492-498; discussion 498-500
- [13] Miller MT, Pasquale MD, Bromberg WJ, Wasser TE, Cox J. Not so FAST. *J Trauma* 2003;54:52-59;discussion 59-60
- [14] Bode PJ, Edwards MJ, Kruit MC, van Vugt AB. Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:905-911
- [15] Udobi KF, Rodriguez A, Chiu WC, Scalea TM. Role of ultrasonography in penetrating abdominal trauma: a prospective clinical study. *J Trauma* 2001;50:475-479
- [16] McKenney KL, McKenney MG, Cohn SM, Compton R, Nunez DB, Dolich M, Namias N. Hemoperitoneum score helps determine need for therapeutic laparotomy. *J Trauma* 2001;50:650-654;discussion 654-656
- [17] Wherrett LJ, Boulanger BR, McLellan BA, Breneman FD, Rizoli SB, Culhane J, Hamilton P. Hypotension after blunt abdominal trauma: the role of emergent abdominal sonography in surgical triage. *J Trauma* 1996;41:815-820
- [18] Goldberg BB, Goodman GA, Clearfield HR. Evaluation of ascites by ultrasound. *Radiology* 1970;96:15-22
- [19] Branney SW, Wolfe RE, Moore EE, Albert NP, Heinig M, Mestek M, Eule J. Quantitative sensitivity of ultrasound in detecting free intraperitoneal fluid. *J Trauma* 1995;39:375-380
- [20] Huang MS, Liu M, Wu JK, Shih HC, Ko TJ, Lee CH. Ultrasonography for the evaluation of hemoperitoneum during resuscitation: a simple scoring system. *J Trauma* 1994;36:173-177
- [21] Brown MA, Casola G, Sirlin CB, Patel NY, Hoyt DB. Blunt abdominal trauma: screening US in 2,693 patients. *Radiology* 2001;218:352-358
- [22] Peytel E, Menegaux F, Cluzel P, Langeron O, Coriat P, Riou B. Initial imaging assessment of severe blunt trauma. *Intensive Care Med* 2001;27:1756-1761
- [23] Dolich MO, McKenney MG, Varela JE, Compton RP, McKenney KL, Cohn SM. 2,576 ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* 2001;50:108-112
- [24] Sirlin CB, Casola G, Brown MA, Patel N, Bendavid EJ, Deutsch R, Hoyt DB. US of blunt abdominal trauma: importance of free pelvic fluid in women of reproductive age. *Radiology* 2001;219:229-235
- [25] Richards JR, McGahan JP, Pali MJ, Bohnen PA. Sonographic detection of blunt hepatic trauma: hemoperitoneum and parenchymal patterns of injury. *J Trauma* 1999;47:1092-1097
- [26] Goletti O, Ghiselli G, Lippolis PV, Chiarugi M, Braccini G, Macaluso C, Cavina E. The role of ultrasonography in blunt abdominal trauma: results in 250 consecutive cases. *J Trauma* 1994;36:178-181

- [27] McGahan JP, Richards JR, Jones CD, Gerscovich EO. Use of ultrasonography in the patient with acute renal trauma. *J Ultrasound Med* 1999;18:207-213; quiz 215-206
- [28] Richards JR, McGahan JP, Simpson JL, Tabar P. Bowel and mesenteric injury: evaluation with emergency abdominal US. *Radiology* 1999;211:399-403
- [29] Stassen NA, Lukan JK, Carrillo EH, Spain DA, Richardson JD. Abdominal seat belt marks in the era of focused abdominal sonography for trauma. *Arch Surg* 2002;137:718-722; discussion 722-713
- [30] Henderson SO, Sung J, Mandavia D. Serial abdominal ultrasound in the setting of trauma. *J Emerg Med* 2000;18:79-81
- [31] Porter RS, Nester BA, Dalsey WC, O'Mara M, Gleeson T, Pennell R, Beyer FC. Use of ultrasound to determine need for laparotomy in trauma patients. *Ann Emerg Med* 1997;29:323-330
- [32] Forster R, Pillasch J, Zielke A, Malewski U, Rothmund M. Ultrasonography in blunt abdominal trauma: influence of the investigators' experience. *J Trauma* 1992;34:264-269
- [33] Gracias VH, Frankel HL, Gupta R, Malczynski J, Gandhi R, Collazzo L, Nisenbaum H, Schwab CW. Defining the learning curve for the Focused Abdominal Sonogram for Trauma (FAST) examination: implications for credentialing. *Am Surg* 2001;67:364-368
- [34] Thomas B, Falcone RE, Vasquez D, Santanello S, Townsend M, Hockenberry S, Innes J, Wanamaker S. Ultrasound evaluation of blunt abdominal trauma: program implementation, initial experience, and learning curve. *J Trauma* 1997;42:384-388; discussion 388-390
- [35] Shackford SR, Rogers FB, Osler TM, Trabulsy ME, Clauss DW, Vane DW. Focused abdominal sonogram for trauma: the learning curve of nonradiologist clinicians in detecting hemoperitoneum. *J Trauma* 1999;46:553-562; discussion 562-554
- [36] Boulanger BR, Brenneman FD, Kirkpatrick AW, McLellan BA, Nathens AB. The indeterminate abdominal sonogram in multisystem blunt trauma. *J Trauma* 1998;45:52-56
- [37] Nagy KK, Lohmann C, Kim DO, Barrett J. Role of echocardiography in the diagnosis of occult penetrating cardiac injury. *J Trauma* 1995;38:859-862
- [38] Aaland MO, Bryan FC, 3rd, Sherman R. Two-dimensional echocardiogram in hemodynamically stable victims of penetrating precordial trauma. *Am Surg* 1994;60:412-415
- [39] Rozycki GS, Feliciano DV, Schmidt JA, Cushman JG, Sisley AC, Ingram W, Ansley JD. The role of surgeon-performed ultrasound in patients with possible cardiac wounds. *Ann Surg* 1996;223:737-744; discussion 744-736
- [40] Lukan JK, Franklin GA, Spain DA, Carrillo EH. «Incidental» pericardial effusion during surgeon-performed ultrasonography in patients with blunt torso trauma. *J Trauma* 2001;50:743-745
- [41] Meyer DM, Jessen ME, Grayburn PA. Use of echocardiography to detect occult cardiac injury after penetrating thoracic trauma: a prospective study. *J Trauma* 1995;39:902-907; discussion 907-909
- [42] Chirillo F, Totis O, Cavarzerani A, Bruni A, Farnia A, Sarpellon M, Ius P, Valfre C, Stritoni P. Usefulness of transthoracic and transoesophageal echocardiography in recognition and management of cardiovascular injuries after blunt chest trauma. *Heart* 1996;75:301-306
- [43] Blaivas M, DeBehnke D, Phelan MB. Potential errors in the diagnosis of pericardial effusion on trauma ultrasound for penetrating injuries. *Acad Emerg Med* 2000;7:1261-1266
- [44] Ma OJ, Mateer JR. Trauma ultrasound examination versus chest radiography in the detection of hemothorax. *Ann Emerg Med* 1997;29:312-315; discussion 315-316
- [45] Rozycki GS, Pennington SD, Feliciano DV. Surgeon-performed ultrasound in the critical care setting: its use as an extension of the physical examination to detect pleural effusion. *J Trauma* 2001;50:636-642
- [46] Sisley AC, Rozycki GS, Ballard RB, Namias N, Salomone JP, Feliciano DV. Rapid detection of traumatic effusion using surgeon-performed ultrasonography. *J Trauma* 1998;44:291-296; discussion 296-297
- [47] Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999;25:383-388
- [48] Sargsyan AE, Hamilton DR, Nicolaou S, Kirkpatrick AW, Campbell MR, Billica RD, Dawson D, Williams DR, Melton SL, Beck G, Forkheim K, Dulchavsky SA. Ultrasound evaluation of the magnitude of pneumothorax: a new concept. *Am Surg* 2001;67:232-235; discussion 235-236
- [49] Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The «lung point»: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 2000;26:1434-1440
- [50] Dulchavsky SA, Schwarz KL, Kirkpatrick AW, Billica RD, Williams DR, Diebel LN, Campbell MR, Sargsyan AE, Hamilton DR. Prospective evaluation of thoracic ultrasound in the detection of pneumothorax. *J Trauma* 2001;50:201-205

-
- [51] Neff MA, Monk JS Jr, Peters K, Nikhilesh A. Detection of occult pneumothoraces on abdominal computed tomographic scans in trauma patients. *J Trauma* 2000;49:281-285
- [52] Martin L, Laplace C, Lerolle N, Bensalah A, Edouard A, Duranteau J, Benhamou D. Pneumothorax traumatique et échographie pleuropulmonaire lors de l'accueil des polytraumatisés. *AFAR* 2001;20:R091
- [53] Muhm M. Ultrasound guided central venous access. *Bmj* 2002;325:1373-1374
- [54] Hilty WM, Hudson PA, Levitt MA, Hall JB. Real-time ultrasound-guided femoral vein catheterization during cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 1997;29:331-336;discussion 337
- [55] McKenney MG, McKenney KL, Compton RP, Namias N, Fernandez L, Levi D, Arrillaga A, Lynn M, Martin L. Can surgeons evaluate emergency ultrasound scans for blunt abdominal trauma? *J Trauma* 1998;44:649-653
- [56] Buzzas GR, Kern SJ, Smith RS, Harrison PB, Helmer SD, Reed JA. A comparison of sonographic examinations for trauma performed by surgeons and radiologists. *J Trauma* 1998;44:604-606; discussion 607-608
- [57] Plummer D, Brunette D, Asinger R, Ruiz E. Emergency department echocardiography improves outcome in penetrating cardiac injury. *Ann Emerg Med* 1992;21:709-712
- [58] Shanmuganathan K, Mirvis SE, Sherbourne CD, Chiu WC, Rodriguez A. Hemoperitoneum as the sole indicator of abdominal visceral injuries: a potential limitation of screening abdominal US for trauma. *Radiology* 1999;212:423-430