

Échographie en traumatologie pour l'urgentiste : de l'enseignement à la pratique

Fast echography in the emergency setting

F. Adnet *, M. Galinski, F. Lapostolle

Samu 93 – EA 3409, hôpital Avicenne, 93009 Bobigny cedex, France

Reçu et accepté le 19 septembre 2004

Résumé

L'échographie au lit du malade appliquée à l'évaluation de patients traumatisés dans les conditions de l'urgence est utilisée depuis une décennie. La technique « FAST » réalisée par des médecins urgentistes est associée à de bonnes performances diagnostiques et peut être utilisée pour le triage des polytraumatisés. Le nombre d'examens à pratiquer pour l'apprentissage par des non-radiologues de cette technique varie entre 50 et 400. Cependant, si la prévalence de la pathologie cible est de l'ordre de 20 %, 50 examens sont suffisants pour obtenir une qualification avec un taux d'erreur de l'ordre de 5 %.

© 2004 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Bedside ultrasonography has been applied to the evaluation of trauma patients in emergency setting for a decade. The focused abdominal sonography for trauma (FAST) examination performed by emergency physicians has been used to successfully obtain diagnosis and triage of trauma patients. Recommendations for the number of supervised examinations necessary to achieve "competency" in the sonographic diagnosis of abdominal disease have ranged from 50 to 400. However, if the prevalence of target disease is about 20%, 50 examinations are sufficient to obtain a 5% error rate.

© 2004 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Échographie ; FAST écho ; médecine d'urgence ; traumatologie

Keywords: Echography; FAST echo; Emergency medicine; Traumatology

1. Introduction

L'avancée technologique dans le domaine des microprocesseurs a permis de faire évoluer les appareils d'échographie depuis l'oscilloscope d'Elder et Hentz utilisé en 1953 jusqu'aux appareils miniaturisés portables, autonomes, d'un usage simple et très performant [1]. Les progrès d'utilisation de ces appareils portables ont permis d'élargir l'éventail des indications de l'échographie vers des applications en

médecine d'urgence intrahospitalière mais aussi préhospitalière et notamment en France [2]. Les opérateurs ne sont plus, dans ces conditions d'utilisation, des spécialistes en radiologie mais des médecins urgentistes ou des chirurgiens. La réalisation d'échographies au lit du malade ou en situation préhospitalière par des praticiens non-spécialistes pose deux types de questions : quelles sont les applications cliniques en médecine d'urgence et quelle est la formation optimale pour les opérateurs ? La réponse à ces questions passe par la définition des bénéfices potentiels que peuvent procurer ces appareils et la formation spécifique pour le maniement de cette technologie.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : frederic.adnet@avc.ap-hop-paris.fr (F. Adnet).

2. Indications d'une échographie préhospitalière dans le cadre de la prise en charge d'un traumatisé grave

Des indications ont été définies récemment dans une conférence de la Société francophone de médecine d'urgence pour la pratique de l'échographie dans un service d'accueil des urgences. Celles-ci comprenaient [3] :

- échographie cardiaque :
 - appréciation de la contractilité myocardique ;
 - recherche d'un épanchement péricardique.
- échographie abdominale :
 - épanchement intra-abdominal ;
 - anévrisme de l'aorte abdominale ;
 - dilatation des cavités pyélocalicielles ;
 - globe vésical ;
 - grossesse intra-utérine.
- échographie périphérique :
 - recherche d'une thrombose à l'étage fémoropoplité.

Dans le cadre de la traumatologie, les indications prioritaires sont la recherche d'un épanchement abdominal et/ou péricardique. Un choc hypovolémique d'origine traumatique pourrait être suspecté par la constatation d'une hyperkinésie sans anomalie segmentaire du ventricule gauche. Certains ont proposé une étude des plèvres par échographie pour mettre en évidence des épanchements gazeux ou liquidiens ou guider les ponctions veineuses centrales [4]. La technique FAST (*Focused Abdominal Sonography for Trauma*) développée par les anglo-saxons concentre les indications de l'échographie d'urgence dans la recherche d'un épanchement péritonéal et péricardique (Fig. 1).

Actuellement, il semble raisonnable de recommander un examen échographique de type FAST pour l'évaluation d'un traumatisé grave. La pertinence de l'examen des plèvres et de la cinétique cardiaque en médecine d'urgence n'a pas été évaluée.

3. Formation nécessaire pour être habilité à pratiquer une échographie préhospitalière

L'enseignement institutionnel de l'échographie est recommandé par les collègues Nord-Américains de médecine d'urgence (American College of Emergency Physicians) et de chirurgie (American College of Surgeons). Ces deux col-

« F.A.S.T. » Focused Assessment of the Sonographic examination of Trauma patients

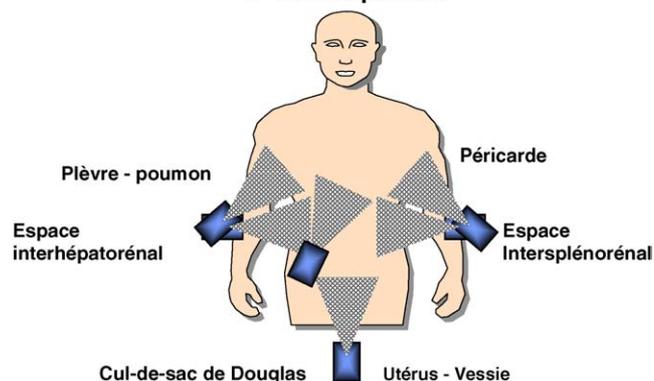


Fig. 1. Principales fenêtres échographiques selon la procédure « FAST ».

lèges préconisent un enseignement initial d'échographie intégré dans le cursus des résidents des deux spécialités [5,6].

Le contenu et la durée de cet enseignement sont encore discutés. Une étude a démontré que l'échographie était supérieure à l'examen clinique pour déceler les valvulopathies avec seulement 10 à 15 échographies d'entraînement pour des non-radiologues [7]. Les formations théoriques de l'échographie à destination des médecins urgentistes varient de une à 100 heures selon les travaux (Tableau 1) [8–10]. Le nombre d'exams échographiques à réaliser pour être habilité à l'échographie d'urgence varie de 10 à 500 selon les études (Tableau 1). Une courbe d'apprentissage a été proposée par Shackford et al. [11]. Le programme d'entraînement comprenait dans ce travail une formation théorique de huit heures et une pratique de dix échographies normales suivies de 50 échographies en situation d'urgence (Tableau 2). Les auteurs concluaient que si la prévalence de la pathologie « cible » était inférieure à 20 %, 50 examens sur des patients devaient être réalisés ; si la prévalence était supérieure à 20 %, alors 30 examens pouvaient suffire. Smith et al. dans un travail d'évaluation de la formation des chirurgiens pour la pratique de l'échographie chez les traumatisés, ont proposé que dix examens sur volontaires sains et 25 examens sur patients suffisaient pour valider un opérateur en mode FAST [12]. Une étude a proposé de valider un entraînement à l'échographie de type FAST sur des mannequins simulant un épanchement péritonéal [13].

Tableau 1
Propositions de programme de formation pour l'échographie réalisé par un non radiologue

Auteur	Référence bibliographique	Théorie (nbre d'heures)	Pratique (nbre d'échographies)	Fenêtres
Ma	[26]	10	15–20	FAST, plèvres
Shackford	[11]	8	50	FAST
Smith	[12]	4	25	FAST
Tso	[8]	1	NC	NC
AIUM	[10]	100	300	NC
Rokycki	[6]	32	50	FAST
Thomas	[34]	4	50	FAST
Petrovic	[14]	6	20	FAST

Tableau 2
Exemple de formation à l'échographie en technique FAST pour les urgentistes

Phase 1 : cours didactiques et prise en main de l'appareillage
<i>Théorie de l'échographie (8 heures)</i>
Physique
Acoustique, ultrasons
Principe du mode « échopulsé »
Angle du faisceau d'ultrason
Impédance acoustique - atténuation d'un faisceau d'ultrason - absorption par les tissus
<i>Instrumentation</i>
Fréquence de transducteur - effet sur la résolution et la pénétration
Gain/atténuation
– pénétration – magnitude
Orientation de l'image
Affichage de l'image – modes gel/TM
Phase 2 : travaux pratiques
Travaux pratiques réalisés sur des volontaires sains ou des patients non traumatisés. Un entraînement d'échographies sur des patients porteurs d'anévrismes abdominaux pourrait être proposé. Un minimum de 10 examens doit être pratiqué.
Phase 3 : examens chez les patients traumatisés
Les examens doivent être pratiqués dans un service d'urgences chez des patients traumatisés. Le résultat de l'examen ne doit pas avoir d'influence sur la décision thérapeutique. Ces échographies doivent être pratiquées avant que le diagnostic ait été établi. Cinquante échographies sont recommandées.

En France, une étude a évalué la formation à l'échographie pratiquée en urgence préhospitalière. Les performances étaient satisfaisantes à partir de deux demi-journées de formation et 20 examens (sensibilité : 92 %, spécificité : 98 %) [14].

Il semble acquis que la formation théorique peut-être courte, de l'ordre de quelques heures. De même, la prise en main de l'appareillage et l'entraînement sur volontaire sain ne nécessite qu'une dizaine d'examen. En revanche, le nombre d'examen sur les patients traumatisés dans le cadre de la formation dépend de la prévalence de la pathologie. Le nombre d'examen nécessaires sur patients traumatisés pour valider la technique aux mains d'urgentistes se situe probablement entre 20 et 50.

4. Avantages et inconvénients de la pratique d'une échographie en médecine d'urgence

La technique FAST qui associe l'exploration du patient traumatisé selon quatre fenêtres échographiques (loge de Morrison, cul de Sac de Douglas, loge spléno-rénale, péricarde) réalisée par un praticien non échographe a été proposée dès 1993 [15]. L'échographie en technique FAST a démontré des avantages dans le triage de traumatisés abdominaux fermés en hiérarchisant le degré d'urgence par la découverte ou non d'un épanchement péritonéal [16]. Cette technique pourrait donc avoir un intérêt certain dans des situations d'afflux de patients polytraumatisés, en faisant passer dans la catégorie d'urgence absolue les patients ayant

un épanchement visualisé par l'échographie FAST. Lorsque l'échographie portable est incluse dans la démarche diagnostique des patients traumatisés vus aux urgences, celle-ci est associée à un coût moindre et à une rapidité diagnostique plus importante que la démarche diagnostique traditionnelle [17].

L'échographie a l'avantage d'être un examen rapide (en général la durée est inférieure à cinq minutes pour une technique FAST), répétable, non invasive et relativement bon marché [18]. L'échographie abdominale en urgence est associée à une très bonne spécificité pour la recherche d'épanchements intra-abdominaux (Figs. 2 et 3, Tableau 3). Cet examen a progressivement remplacé la ponction lavage péritonéale. Cette technique possède une sensibilité moindre (Tableau 3). Les performances de l'examen échographique semblent s'améliorer chez le patient hémodynamiquement instable probablement en raison du volume de l'épanchement [18]. En revanche, des lésions intra-abdominales d'origine traumatique sont mal explorées par l'échographie abdominale. Ce sont les lésions pancréatiques, intestinales, mésentériques ou diaphragmatiques. L'hématome rétropéritonéal est difficilement accessible à l'échographie. Ainsi, il existe un certain pourcentage de traumatismes viscéraux sans épanchement mais potentiellement mortels qui sont indétectables par l'échographie en technique FAST. Ce pourcentage peut atteindre 34 % [19]. La négativité de l'examen FAST ne doit pas compromettre la suite de l'exploration abdominale.

5. Performances d'une échographie pratiquée par un médecin urgentiste

Plusieurs cas cliniques ont prouvé l'utilité diagnostique de l'échographie réalisée en urgence par des urgentistes. Symbas et al. ont décrit une série de quatre ruptures cardiaques traumatiques diagnostiquées en extrême urgence par l'échographie dans un service d'urgences. Trois des quatre patients ont survécu [20]. Un cas de tamponnade traumatique diagnostiqué en milieu pré hospitalier en France a été récemment décrit [21].

Les appareils portables ont été comparés aux appareils de références d'échographie. Goodkin et al. ont comparé les résultats de l'échocardiographie réalisée en milieu de réanimation avec un appareil portable (Sonosite, Bothell, Washington) avec un Sonos 5500 de référence (Hewlett Packard, Andover, Massachusetts). Quatre-vingts patients ont été investigués. L'échographie portable s'est révélée moins performante avec 31 % d'erreurs ou de faux négatifs. Les raisons évoquées étaient l'absence de mode TM, de doppler et de couleur [22]. Actuellement, les appareils portables de dernière génération intègrent le doppler et la couleur.

Les performances échographiques (fenêtres FAST) des praticiens travaillant dans un service d'urgences ont été comparées aux radiologues dans une étude rétrospective. Les sensibilités, spécificités, valeurs prédictives négatives ne différaient pas significativement entre les deux groupes. La

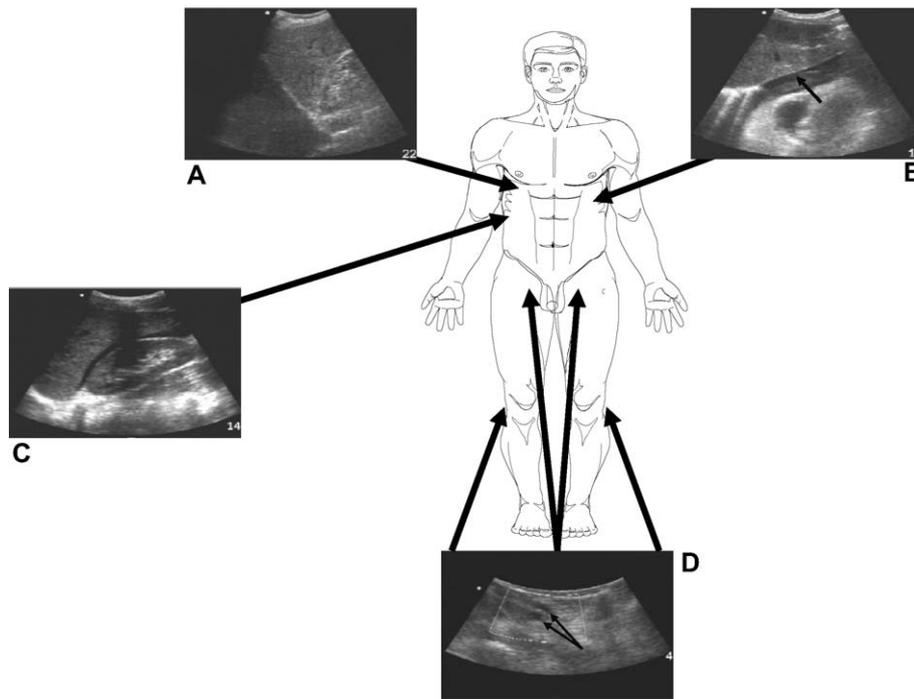


Fig. 2. Principales anomalies évaluables. A : épanchement pleural ; B : hématome sous-capsulaire de rate ; C : épanchement dans l'espace hépatorénal ; D : visualisation des flux artériels et veineux.

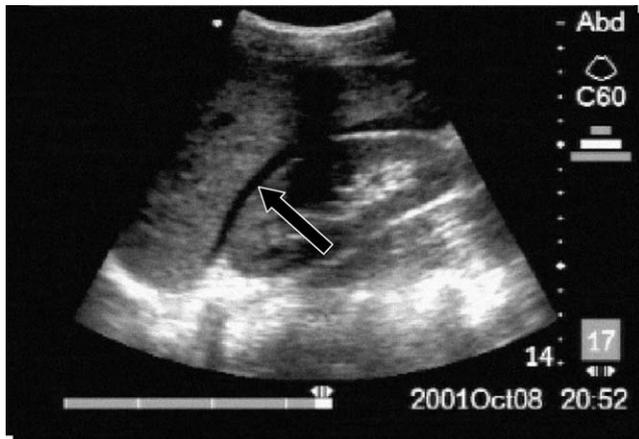


Fig. 3. Épanchement dans la loge de Morisson (espace hépatorénal) (flèche).

valeur prédictive positive était plus élevée dans le groupe des radiologues. Le coût était significativement plus bas lorsque l'échographie était réalisée par le praticien d'urgences [23]. Une étude réalisée par DeCara et al. a montré les mêmes sensibilité et spécificité de l'échocardiographie lorsqu'elle était réalisée par des résidents formés et des échographistes avec un appareil d'échographie portable [24]. Cependant les valeurs prédictives positives étaient plus élevées dans le groupe des échographistes.

L'échographie réalisée au lit du malade semble être plus performante que l'examen clinique. Spencer et al. ont comparé les résultats de l'examen physique des patients avec une échographie réalisée par un appareil portable et pratiquée par des non échographistes pour détecter des valvulopathies. L'examen clinique ne permettait pas de détecter 59 % des pathologies prédéterminées tandis que les faux négatifs attei-

Tableau 3

Performances de l'échographie réalisée par des urgentistes

Auteur	Référence bibliographique	Se %	Sp %	VPP %	VPN %	Perf %	Fenêtres
Polk	[31]	81,3	100	100	95,7	96,4	Préhospitalière, FAST
Rozycki	[6]	83,3	99,7	NC	NC	NC	Hospitalière, FAST
Smith	[12]	73	98	70	99	97,1	FAST
Walcher	[29]	100	97,5	NC	NC	NC	Préhospitalière, FAST, Plèvres
Ma	[26]	90	99	NC	NC	99	Hospitalière, FAST, Plèvres, péricarde
Buzzas	[23]	73,3	97,5	64,7	98,3	96,1	FAST
Shackford	[11]	68	98	92	92	92	FAST
Tso	[8]	69	99	NC	NC	96	FAST
Kern	[35]	73,3	97,5	64,7	98,3	96,1	FAST
Petrovic	[14]	92	98	89	99	97	FAST, préhospitalière

Se = sensibilité ; Sp = spécificité ; VPP = valeur prédictive positive ; VPN = valeur prédictive négative ; Perf = performance diagnostique : pourcentage de vrais positifs et de vrais négatifs ; FAST = *Focused Abdominal Sonography for Trauma* ; NC = non connu.

gnaient 29 % avec l'échographie portable [7]. L'examen clinique d'un abdomen d'un patient traumatisé ne permet pas d'exclure une lésion viscérale, avec une précision diagnostique estimée au mieux à 65 % dans la littérature internationale, toujours inférieure aux performances de l'échographie [25]. Les performances de l'échographie réalisée par un urgentiste sont constamment supérieures (Tableau 3) [11].

La performance de l'échographie pratiquée au lit du malade dans une salle de déchocage par des chirurgiens a été évaluée dans plusieurs études. Dans une série de 1540 patients traumatisés graves (traumatisme thoracique ouvert ou abdominal fermé), la sensibilité (Se) était de 83,3 % et la spécificité (Sp) de 99,7 %. Les performances s'amélioraient pour les patients victimes d'un traumatisme ouvert du thorax (Se = 100 % ; Sp = 99,3 %) et pour les patients traumatisés abdominaux hypotendus (Se = Sp = 100 %). Les opérateurs avaient reçu une formation théorique et pratique comprenant 50 échographies. Les fenêtres utilisées étaient la loge de Morisson, l'espace spléno-rénal, les culs de sac de Douglas et le péricarde [6]. Une autre étude similaire retrouvait une sensibilité de 90 % et une spécificité de 99 % [26]. Les performances de l'échographie réalisée par des médecins urgentistes sur les patients traumatisés sont résumées dans le Tableau 3. De manière générale, les performances de l'échographie réalisée par l'urgentiste augmentent avec la gravité du patient et son intérêt devient évident pour les patients instables [18]. C'est tout naturellement que cet examen a trouvé sa place dans le triage des patients traumatisés instables et dans les algorithmes de prise en charge [27]. En milieu pré hospitalier, l'avantage d'un tel examen est évident grâce à sa fiabilité et sa rapidité : il peut permettre, en présence d'un épanchement et d'une hémodynamique instable, d'orienter directement le patient vers le bloc opératoire, et ainsi de gagner du temps lors de la prise en charge hospitalière.

Peu de travaux ont évalué les performances de l'échographie en milieu préhospitalier. Pourtant, les français étaient précurseurs puisque Massen et al. ont proposé cet examen pour les interventions primaires de SMUR dès 1983 [28]. Un travail allemand a étudié l'intérêt que pouvait avoir l'échographie dans la prise en charge des polytraumatisés en milieu préhospitalier. Les échographies étaient réalisées par des urgentistes dans ce travail. La technique était de type FAST avec une fenêtre pleurale. Les temps moyens d'examen étaient de $2,8 \pm 1,2$ minutes. La spécificité était de 97,5 % et la sensibilité de 100 %. Dans 37 % des cas, les résultats de l'examen échographiques modifiaient la prise en charge préhospitalière et pour 21 % des patients, l'orientation hospitalière était influencée par cet examen [29].

Un essai de transmission par satellite d'images échographiques réalisées en situation pré hospitalière a été décrit, soulignant son intérêt potentiel pour les lieux isolés [30]. Une expérience de réalisation d'échographies lors de transferts hélicoptérés de patients traumatisés a été rapportée. Au cours de cette étude, la sensibilité était de 81,3 %, la spécificité de 100 %, la valeur prédictive positive de 100 % et négative de 95,7 % [31]. Une autre expérience d'échographies hélicop-

tées a été décrite après une formation de trois heures des médecins urgentistes. Dans 19 % des cas, la réalisation de l'échographie n'a pas été possible pour des raisons techniques. Les images obtenues n'étaient globalement pas satisfaisantes [9].

En France peu d'études en dehors de cas cliniques ont été publiées. Citons des résultats encourageants de la pratique de l'échographie dans le cadre de l'activité de SMUR rapportés par Lenoir et al. [32]. Dans ce travail, 256 échographies ont été pratiquées sur des patients traumatisés en milieu préhospitalier. L'échographie a amélioré la performance diagnostique dans 67 % des cas et l'a dégradée dans 9 % [32]. Une autre étude récente a montré des résultats similaires pour la pratique de l'échocardiographie préhospitalière. Le diagnostic était influencé dans 26 % des cas, les traitements ont été modifiés dans 14 % et il y eut 7 % de changement d'orientation [33].

6. Conclusion

L'examen échographique selon la technique FAST devient progressivement une procédure standard dans l'évaluation des patients traumatisés. Le but principal de cet examen aux mains des urgentistes est la recherche d'un épanchement intrapéritonéal ou péricardique. Bien qu'actuellement peu étudiée, il semble que la réalisation d'une échographie de type FAST chez un patient traumatisé grave instable soit justifiée aux urgences. Cette échographie peut être réalisée par un urgentiste à la condition qu'une formation solide lui ait été délivrée. Cet examen est déjà considéré comme le stéthoscope de l'urgentiste pour l'examen des patients traumatisés et pourrait, dans un proche avenir faire partie intégrante de l'examen clinique standard de l'urgentiste.

Références

- [1] Ashrafian H, Bogle RG, Rosen SD, Henein M, Evans TW. Portable echocardiography. *BMJ* 2004;328:300–1.
- [2] Lapostolle F, Petrovic T, Lenoir G, Metzger J, Taillandier C, Bacques O, et al. Utilisation extra hospitalière de l'échographie en traumatologie. *Rev Samu* 2001;23:300–1.
- [3] Schouman-Claeys E. Place de l'échographie au SAU. In: Collège de Médecine d'Urgence d'Ile de France. L'échographie de l'urgentiste; 2000. Paris: HEGP; 2000. p. 3–6.
- [4] Lichtenstein D. L'échographie générale en réanimation. 2^e éd. Paris: Springer; 2002.
- [5] Allison Jr. EJ, Aghababian RV, Barsan WG, Graff JG, Janiak BD, Kramer DA, et al. Core content for emergency medicine. Task Force on the Core Content for Emergency Medicine Revision. *Ann Emerg Med* 1997;29:792–811.
- [6] Rozycki G, Ballard R, Feliciano D, Schmidt J, Pennington S. Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients. *Ann Surg* 1998;228:557–67.
- [7] Spencer KT, Anderson AS, Bhargava A, Bales AC, Sorrentino M, Furlong K, et al. Physician-performed point-of-care echocardiography using a laptop platform compared with physical examination in the cardiovascular patient. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:2013–8.

- [8] Tso P, Rodriguez A, Cooper C, Militello P, Mirvis S, Badellino MM, et al. Sonography in blunt abdominal trauma: a preliminary progress report. *J Trauma* 1992;33:39–43.
- [9] Melanson SW, McCarthy J, Stromski CJ, Kostenbader J, Heller M. Aeromedical trauma sonography by flight crews with a miniature ultrasound unit. *Prehosp Emerg Care* 2001;5:399–402.
- [10] American Institute of ultrasound in Medicine. Official statement. training guidelines for physicians who evaluate and interpret diagnostic ultrasound examinations. 1997.
- [11] Shackford SR, Rogers FB, Osler TM, Trabulsky ME, Clauss DW, Vane DW. Focused abdominal sonogram for trauma: the learning curve of nonradiologist clinicians in detecting hemoperitoneum. *J Trauma* 1999;46:553–62.
- [12] Smith RS, Kern SJ, Fry WR, Helmer SD. Institutional learning curve of surgeon-performed trauma ultrasound. *Arch Surg* 1998 May; 133(5):530–5 discussion 535–536.
- [13] Salen P, O'Connor R, Passarello B, Pancu D, Melanson S, Arcona S, et al. Fast education: a comparison of teaching models for trauma sonography. *J Emerg Med* 2001;20:421–5.
- [14] Petrovic T, Lenoir G, Galinski M, Adnet F, Fleury M, Wipf P, et al. Echographie en médecine d'urgence préhospitalière: quelle formation pour quelle performance? *JEUR* 2003;16:1S61 abstract.
- [15] Shackford SR. Focused Ultrasound examinations by surgeons: the time is now. *J Trauma* 1993;35:181–2.
- [16] Blaivas M. Triage in the trauma bay with the focused abdominal sonography for trauma (FAST) examination. *J Emerg Med* 2001;21: 41–4.
- [17] Boulanger BR, McLellan BA, Brenneman FD, Ochoa J, Kirkpatrick AW. Prospective evidence of the superiority of a sonography-based algorithm in the assessment of blunt abdominal injury. *J Trauma* 1999;47:632–7.
- [18] Poletti PA, Vermeulen B. L'ultrasonographie dans les traumatismes abdominaux fermés. In: Collège de Médecine d'Urgence d'Ile de France, editor. *L'échographie de l'urgentiste : indication, niveau de compétence, formation, faisabilité par l'urgentiste*; 2000. Paris: HEGP; 2000.
- [19] 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;212:423–30.
- [20] Symbas NP, Bongiorno PF, Symbas PN. Blunt cardiac rupture: the utility of emergency department ultrasound. *Ann Thorac Surg* 1999; 67(5):1274–6.
- [21] Lapostolle F, Petrovic T, Cantineau J, Garcia S, Adnet F. Out-of-hospital ultrasonographic diagnosis of a left ventricular wound after penetrating thoracic trauma. *Ann Emerg Med* 2004;43:422–3.
- [22] Goodkin GM, Spevack DM, Tunick PA, Kronzon I. How useful is hand-carried bedside echocardiography in critically ill patients? *J Am Coll Cardiol* 2001;37:2019–22.
- [23] 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;44:604–6.
- [24] DeCara JM, Lang RM, Koch R, Bala R, Penzotti J, Spencer KT. The use of small personal ultrasound devices by internists without formal training in echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2003;4:141–7.
- [25] Colucciello SA. Blunt abdominal trauma. *Emerg Med Clin North Am* 1993;11:107–23.
- [26] Ma O, Mateer J, Ogata M, Kefer M, Wittmann D, Aprahamian C. Prospective analysis of a rapid trauma ultrasound examination performed by emergency physicians. *J Trauma* 1995;38:879–85.
- [27] Bode PJ, Edwards MJ, Krut MC, Van Vugt AB. Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:905–11.
- [28] Massen H, Mercat C. Intérêt des explorations par les ultrasons dans les véhicules de transports primaires d'urgence des malades ou blessés. *Rev Samu* 1983;7:321–7.
- [29] Walcher F, Kortum S, Kirschning T, Weighgold N, Marzi I. Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound. *Unfallchirurg* 2002;105:986–94 en allemand.
- [30] Strobe CA, Rubal BJ, Gerhardt RT, Bulgrin JR, Boyd SY. Wireless and satellite transmission of prehospital focused abdominal sonography for trauma. *Prehosp Emerg Care* 2003;7:375–9.
- [31] Polk JD, Fallon Jr. WF, Kovach B, Mancuso C, Stephens M, Malangoni MA. The "Airmedical F.A.S.T." for trauma patients—the initial report of a novel application for sonography. *Aviat Space Environ Med* 2001;72:432–6.
- [32] Lenoir G, Petrovic T, Galinski M, Metzger J, Chanzy E, Desmaizères M, et al. Influence de l'échographie préhospitalière sur le diagnostic porté par le médecin urgentiste. *JEUR* 2003;16:1S49 abstract.
- [33] Ducros L, Soleil C, Plaisance P, Gueye P, Etchegoyen M, Payen D, et al. L'échographie en préhospitalier modifie-t-elle le diagnostic, le traitement ou l'orientation des patients ? *JEUR* 2003;16: 1S61 abstract.
- [34] Thomas B, Falcone RE, Vasquez D, Santanello S, Townsend M, Hockenberry S, et al. Ultrasound evaluation of blunt abdominal trauma: program implementation, initial experience, and learning curve. *J Trauma* 1997;42:384–8.
- [35] Kern SJ, Smith RS, Fry WR, Helmer SD, Reed JA, Chang FC. Sonographic examination of abdominal trauma by senior surgical residents. *Am Surg* 1997;63:669–74.