



## Chapitre 53

# Échographie en médecine d'urgence : quel bénéfice pour le patient ?

J. BENIS<sup>1</sup>, L. DUCROS<sup>2</sup>, E.N QUERELLOU<sup>1</sup>



Voir la vidéo

### Points essentiels

- L'échographie par les médecins urgentistes dans les structures d'urgence est régulièrement utilisée comme un outil de prise en charge des patients.
- L'échographie est un examen conçu et pensé comme prolongation de la démarche clinique du médecin.
- L'échographie s'intègre au sein de protocoles ou d'algorithmes décisionnels dont les pertinences en termes d'apprentissage, de sensibilité et spécificité sont connues, justifiant de son usage.
- Les bénéfices pour les patients sont fonction de chaque examen.
- Les bénéfices en termes de morbidité sont en cours d'évaluation.
- Pour les situations cliniques rares, les bénéfices semblent indiscutables, mais sont impossibles à établir formellement par des études offrant des recommandations de grade A.

### 1. Introduction

L'usage de l'échographie par les médecins urgentistes est en constante progression depuis une dizaine d'années dans les structures d'urgences (SU). Elle permet de répondre à un certain nombre de problèmes cliniques et est appelée par certains « stéthoscope » moderne de l'urgentiste (1, 2).

1. SAMU 29 – Centre Hospitalier Régional Universitaire, Brest.

2. Réanimation – Hôpital Sainte Musse, Toulon.

D' Emgan Querellou. SAMU 29, boulevard Tanguy Prigent, 29609 Brest.

E-mail : querellou@yahoo.fr

L'échographie (US) dans cette version moderne peut être considérée comme une véritable prolongation de la main et des oreilles, permettant de « voir », et ainsi dans un certain nombre de situations d'infirmier ou de confirmer un diagnostic, ou de suivre l'effet de thérapeutiques.

Si le praticien semble tirer profit de ce nouvel outil, quel est le bénéfice réel pour le patient ?

## 2. Études

Il existe peu d'études permettant de répondre précisément aux bénéfices d'emploi des US par les médecins urgentistes. Les méthodologies d'études, le contexte d'emploi, la compétence des utilisateurs sont autant d'éléments ne permettant pas une transposition stricte de l'emploi fait par les cardiologues, radiologues ou de toute autre spécialité utilisant les US (3). Dans ces spécialités, les bénéfices sont connus depuis de nombreuses années.

Idéalement pour que la spécialité de médecine d'urgence puisse s'approprier l'usage des US les conditions suivantes des études doivent être réunies :

- Études faites par des médecins urgentistes.
- Études dont la méthodologie soit solide, afin de prétendre à l'écriture de recommandations de Grade A.
- Étude pour chaque champ de pathologies et pour chaque lieu d'emploi intra ou extrahospitalier.

Il existe des variabilités des modalités d'enseignement. Ces variations sont une des difficultés d'interprétations des études entre elles.

En France, l'échographie appliquée à l'Urgence (EAU) est enseignée au sein du diplôme interuniversitaire d'échographie générale :

- DIU EAU
  - 5 jours de cours théoriques, 1 semaine de stage, 25 examens par site (cœur, poumon, péritoine, voies biliaires, aorte, etc.) ;
- Royal College of Radiologist ;
  - Niveau 1 : 25 examens par pathologie ;
  - Niveau 2 : 25 examens/semaine ;
- American College of Emergency Physician ;
  - 16 heures de cours théoriques, puis 25 examens.

Les courbes d'apprentissages précisent les volumes minimums d'examens et les niveaux seuil de compétences, répondent à la logique « stéthoscopique » de l'usage fait par les médecins urgentistes.

En médecine d'urgence, l'apprentissage peut être « général » ou spécifique. Il semble plus aisé de commencer un apprentissage sérié, avec intégration de l'outil dans un

ensemble contextuel large, clinique, examens complémentaires, etc. Ces échographies spécifiques sont ainsi intégrées au sein de protocoles, divers et nombreux :

- FAST, Focused Assessment Sonography pour Trauma.
- FEEL, Focused Echocardiographic Evaluation in LifeSupport.
- Blue Protocol.

Pour préciser l'usage et l'intérêt des US, il semble cohérent de s'appuyer sur les travaux antérieurs des autres spécialités médico-chirurgicales, de préciser les bénéfices connus et les modalités de transfert de compétences.

Cette approche pragmatique de transfert de compétence, prend d'autant plus de sens que l'emploi des US est encadré, validé, mais devra être formellement étayé par des études.

L'emploi des IS pourrait ainsi présenter un bénéfice à plusieurs niveaux (4) :

- Outil diagnostic.
- Outil de suivi des thérapeutiques.
- Outils d'aide à la réalisation des gestes techniques invasifs.
- Outils de surveillance.

Un préalable à l'emploi des US est une connaissance, minimale, des contraintes liées aux caractéristiques physiques, et aux compétences des utilisateurs.

### 3. Caractéristiques de l'onde ultra sonore

Les ondes ultras sonores sont des ondes acoustiques qui se propagent au travers du corps humain. La variabilité de propagation du signal est fonction des propriétés des tissus traversés. La formation du signal échographique comprend la réflexion des ondes sur une interface tissulaire de densité différente, et la diffusion des ondes ultras sonores. Associé à ce principe de « base », l'emploi de modes particuliers, autorisés par des propriétés physiques permet de compléter la technique d'imagerie plan « 2d » :

- Time Motion (TM).
- Échographie 3D/4D.
- Doppler tissulaire.
- Doppler pulsé/continu.
- Doppler couleur.
- Doppler puissance énergie.

Cette connaissance indispensable des éléments technologiques, physiques est la première limite d'emploi. Celle-ci est importante, car une méconnaissance ou « connaissance » inadaptée peut être à l'origine d'erreurs par réalisation de « fausses images », d'interprétation erronée ou de suivis thérapeutiques à l'origine d'erreurs médicales.

## 4. Compétences de l'utilisateur

Les limites d'emploi des US en lien avec l'opérateur sont plus aisées à comprendre et sont bien étayées par de nombreuses études. Il existe une relation étroite entre le niveau d'apprentissage et la pertinence des résultats obtenus par l'opérateur.

Ces limites ne seront pas décrites plus avant, celles-ci étant parfaitement connues.

## 5. Échographie « spécifiques »

### 5.1. FAST échographie

Il s'agit d'une échographie standardisée selon un protocole parfaitement décrit et reproductible. Il permet une identification précoce des patients traumatisés graves vers un bloc opératoire (5, 6).

Elle comprend une recherche de sang au niveau des zones déclives ou des cavités virtuelles (plèvre, péricarde). Elle ne doit aucunement rechercher des lésions d'organes. En effet de 5 à 37 % de lésions d'organes ne sont pas associés à un épanchement péritonéal (7).

Les études initiales comprenaient 4 fenêtres échographiques : fosses lombaires D et G, coupe sous xyphoïdienne, et sus pubienne. Son apprentissage passe par une courte formation avec une sensibilité et une spécificité à 97 % et 97 % après une journée de formation initiale.

Le protocole FAST justifie d'une orientation vers un bloc opératoire chez plus de 64 % des patients présentant un épanchement dans un contexte de traumatisme. À l'inverse l'absence de visualisation de liquide ne préjuge pas d'une non-orientation vers un bloc opératoire. Il semble aussi exister un gain sur les durées d'obtention du diagnostic de saignement de 151 à 53 mm, associés à une diminution du coût global de prise en charge des patients.

Une des limites connues est le caractère opérateur-dépendant avec une variabilité de 5 à 37 %, associé à un risque de faux négatif chez les patients stables.

Une synthèse de la Cochrane avait conclu en 2008 qu'il n'existe pas assez d'étude de grade A permettant de justifier de son usage pour orienter le diagnostic et modifier les procédures chez les patients suspects de traumatisme abdominal fermé. Seules 4 études randomisées existent, mais l'extrême hétérogénéité des méthodologies et des critères principaux ne permet pas de conclure (8).

Des recommandations d'experts proposent d'intégrer la FAST selon les modalités suivantes chez les patients présentant une instabilité hémodynamique (9) :

- FAST positive => Orientation vers un bloc opératoire.
- FAST négatif => Imagerie scannographique.

Dans cette procédure la place de l'embolisation n'est pas précisée, malgré sa place plus fréquente dans les prises en charge.

Le bénéfice pour les patients n'est pas formellement établi, mais permet toutefois un gain de temps d'accès au bloc opératoire.

## 5.2. Échographie et arrêt cardiaque

L'examen échographique peut s'intégrer dans la prise en charge de l'AC tout en respectant les recommandations internationales. La faisabilité de l'examen chez les patients présentant une embolie pulmonaire, un épanchement, péricardique ou un état de choc semble possible (10). Chez les patients présentant une activité électrique sans pouls non choquable ou une asystole, l'ETT, par voie idéalement sous-xiphoïdienne, permettrait d'orienter le diagnostic et la thérapeutique chez un tiers des patients (11).

De futures études cliniques sont indispensables afin d'évaluer précisément le bénéfice sur la mortalité (12).

La place de l'échographe dans l'arrêt cardiaque reste à préciser. Les cas cliniques décrits, ponctuels (description de fibrillation ventriculaire, thrombus migrant avec embolie pulmonaire, pneumothorax bilatéraux) plaident en faveur de son usage (13).

## 5.3. Échographie thoracique et dyspnée

La prise en charge des dyspnées aiguës comprend une nécessaire catégorisation entre une origine cardiaque et une étiologie pulmonaire (14).

L'examen clinique seul ne peut suffire chez certains patients à être discriminant. Dans les suites des travaux de Lischtenstein, l'emploi des US permet en quelques minutes de différencier celle-ci (15).

Plusieurs étiologies pulmonaires sont aisément mises en évidence : syndrome interstitiel, pneumothorax, épanchement pleural, consolidation alvéolaire. Les étiologies d'origine cardiaque sont mises en évidence en associant éléments échographiques pulmonaires et recherche d'une cardiomyopathie échographique (15).

Le BLUE protocol précise la sémiologie échographique et les étiologies évoquées devant une détresse respiratoire aiguë (15).

### 5.3.1. *Syndrome interstitiel*

La présence de ligne B ou queues de comètes antérieures (> 2 par champ exploré, espacé de 7 mm) traduit un syndrome interstitiel avec une sensibilité et une spécificité de 93 et 93 % respectivement. Secondairement, l'analyse de la fonction ventriculaire gauche permet de faire la différence entre OAP d'origine cardiogénique et OAP d'origine lésionnelle.

### 5.3.2. *Pneumothorax*

Une recherche de pneumothorax est possible, et son diagnostic repose sur les signes échographiques suivants :

- Abolissement du glissement pleural (VPN 100 %).
- Disparition des lignes B (VPN 100 %).
- Présence de ligne A (Se 100, et Sp 60 %).
- Signe du point poumon (Se 66 %, et Sp 100 %).

La « visualisation » de la vacuité pleurale, associée aux autres signes cliniques, notamment disparition du murmure vésiculaire ou asymétrie thoracique est un élément important de diagnostic (16).

La recherche espace intercostal par espace intercostal permet de déterminer l'importance de celui-ci, et dans certaines situations d'initier une thérapeutique immédiate (17).

### 5.3.3. *Épanchement pleural*

La présence d'une zone hypoéchogène en arrière de la ligne pleurale (signe du Dièse) et mobile avec la respiration en mode TM (Signe de la sinusoïde) traduit un épanchement pleural (Se 97 %, et Sp 94 %). Le caractère bilatéral oriente vers une étiologie cardiaque, et son caractère unilatéral vers une origine pulmonaire.

Une évaluation du volume de l'épanchement est possible par mesure de la distance inter pleurale (DIP) expiratoire. Une DIP expiratoire supérieure ou égale à 45 mm à droite (Se 94 % et Sp 76 %), à 50 mm à gauche (Se 100 %, et Sp 67 %) traduirait un volume supérieur à 800 ml.

### 5.3.4. *Consolidation alvéolaire*

La présence d'image d'allure tissulaire (hépatisation pulmonaire) sans signe de la sinusoïde, associée au signe de la scie (bordure profonde déchetée) et à un bronchogramme aérien traduit une pneumopathie (Se 90 % et Sp 98 %).

Le bénéfice de la réalisation d'une échographie thoracopulmonaire pour le patient n'est pas pour l'instant formellement établi, les premières études comprenant description de la symptomatologie échographique, et évaluation des courbes d'apprentissage. Son usage est toutefois clairement établi en l'absence d'autres outils diagnostics, radiographique ou tomodensitométrie.

La connaissance d'éléments sémio échographiques permettant un choix et une adaptation des thérapeutiques semblent intuitivement être bénéfique. Des études de stratégies, méthodologiquement complexes, sont à réaliser afin de pouvoir asseoir et valider son usage dans le champ large des pathologies pulmonaires.

#### **5.4. Échographie transthoracique et état de choc**

À la différence de la FAST ou de l'échographie thoracique pulmonaire, l'ETT à visée cardiaque est une technique nécessitant un enseignement théorique et pratique long, rendant son usage dans les services d'urgences plus délicat (18).

La réalisation d'une ETT doit être réservée aux patients les plus graves dont l'état clinique est précaire. En effet plus le choc est sévère, plus les signes échographiques sont d'interprétations aisées. L'échographie doit permettre de répondre aux questions suivantes :

##### **5.4.1. Le patient est-il hypovolémique**

- En ventilation spontanée, un diamètre de veine cave inférieure inférieur à 10 mm, associés à un index de distensibilité < 50 %, voir collapsus inspiratoire.
- En ventilation mécanique, un index de distensibilité > 18 % (Se 90 % et Sp 90 %).
- Évaluation du profil mitral avec rapport E/A < 1 chez un sujet jeune.

L'intérêt majeur de l'examen US n'est pas tant de faire le diagnostic de choc, mais de surveiller l'efficacité ou non du remplissage vasculaire et de rechercher une défaillance cardiaque associée, afin de compléter les thérapeutiques initiées.

##### **5.4.2. Le patient fait-il un choc cardiogénique**

Une recherche d'une hypokinésie du ventricule gauche, dans un contexte de choc permet d'orienter les thérapeutiques. Plusieurs études ont montré que l'interprétation sommaire, FeVG normale, altérée, ou effondrée était d'apprentissage facile, et surtout reproductible par les médecins urgentiste. La mesure de l'ITV sous aortique, reflet du débit cardiaque est aujourd'hui aisément faite en formation des urgentistes.

##### **5.4.3. Le patient présente-t-il un épanchement péricardique**

La recherche d'un épanchement péricardique et d'une tamponnade associée est aisée, et est d'apprentissage court.

Le bénéfice pour les patients est évident, permettant notamment dans les situations de choc une identification précoce et une réalisation d'une ponction évacuatrice salvatrice.

La rareté de ce diagnostic dans les services d'urgences fait qu'il n'existe pas d'études permettant de prouver le bénéfice à la réalisation de cet examen dans

nos structures. Il est éthiquement impossible de réaliser une étude comparative, l'absence de réalisation de l'examen par un médecin urgentiste formé dans un contexte évocateur s'assimilant à une perte de chance. Les signes US évocateurs sont :

- Décollement péricardique systolo-diastolique circonférentiel  $> 2$  cm, swinging heart.
- Collapsus diastolique et protosystole de l'OD, puis collapsus diastolique du VD, puis collapsus du VG, signe d'extrême gravité.
- VCI pléthorique ( $> 20$  mm) avec diminution des variations respiratoires.
- Septum paradoxal, avec bombement du septum inter ventriculaire en systole dans le VG, du fait de la surcharge de pression.
- Pouls paradoxal échographique.

#### **5.4.4. Le patient fait-il une embolie pulmonaire grave avec cœur pulmonaire aigu ?**

La recherche d'éléments échographiques en faveur d'une embolie pulmonaire est un temps important de la prise en charge de patient présentant une symptomatologie évocatrice. Elle permet dans certains cas d'affirmer le diagnostic, mais aussi de préciser son degré de gravité. Elle comprend :

- Ratio VD/VG  $> 1$ .
- Septum paradoxal en diastole dans le VG.
- Visualisation ou non d'une thrombose des membres inférieurs au doppler 4 points.
- Visualisation, rare d'un thrombus intra auriculaire ou ventriculaire droit.

Pour l'ensemble des pathologies ou situations cliniques sus décrites, la littérature est abondante et le bénéfice de l'échographie est établi. Toutefois, le bénéfice de sa réalisation dans une structure d'urgence par un médecin urgentiste n'est pas formellement établi.

Il semble vraisemblable que l'obtention précoce ou accélérée de diagnostic de certitude permette dans un nombre conséquent de situations d'améliorer le pronostic par prise en plus charge plus précoce des chocs, des tamponnades ou des embolies pulmonaires, mais des études sont à mener afin de confirmer ces hypothèses médicales.

### **5.5. Échographie transcrânienne**

L'emploi des US chez les patients traumatisés crâniens est une technique non invasive d'exploration de la circulation cérébrale.

Mise au point par Aaslid en 1982, les US ont initialement été utilisés en neurologie en complément de l'écho doppler des troncs supra aortiques et dans le dépistage du vasospasme des artères cérébrales dans les hémorragies méningées sous arachnoïdiennes. Depuis quelques années, les performances



du DTC en font un outil d'usage large et répété dans les services de réanimation. Son caractère non invasif, sa rapidité de réalisation, sa fiabilité et sa reproductibilité en font un élément central et précoce de prise en charge des patients neuro lésés et notamment ceux victimes d'un traumatisme crânien grave (19, 20).

Il existe de nombreuses voies d'abord permettant de sonder la quasi-totalité du polygone de Willis. Dans le cadre des urgences neurotraumatologiques, l'exploration se limite au segment M de l'artère cérébrale moyenne par voie transtemporale (21).

Réalisable en pré et intrahospitalier, le DTC outil permet d'évaluer la qualité du débit sanguin cérébral, et de façon indirecte la pression de perfusion intracérébrale dans un contexte clinique évocateur d'hypertension intracérébrale.

Cet examen est réalisable chez l'adulte et l'enfant.

Il comprend les mesures des vitesses intra-artérielles suivantes :

- Vs , vitesse systolique.
- Vd, vitesse diastolique/
- Index de pulsativité qui permet de s'amender de l'angle d'insonation.

Les valeurs pathologiques retenues par Vigué et al sont IP > 1.2 et Vd < 20 cm/s, signant l'arrêt du DSC et exposant au risque de majoration des lésions par ischémie neuronale. Une valeur d'IP comprise entre 0,8 et 1,2 est considérée comme normale (22).

Le DTC permet une évaluation et une surveillance des thérapeutiques entreprises. Osmothérapie, augmentation de la sédation, remplissage vasculaire, contrôle de la ventilation assistée mécanique, introduction d'amines vasopressives doivent permettre idéalement une normalisation ou amélioration du DSC.

Les limites du DTC sont :

- Propre au patient, avec variabilité de pénétration des US au niveau de la fenêtre temporale (personnes âgées, femmes ménopausées).
- Propre à l'examineur, même si la courbe d'apprentissage est courte (10 examens sous contrôle d'examineur expert).
- Fonction de l'anémie, qui peut être à l'origine de VD par vasodilatation artériolaire, mais aussi modification de la rhéologie sanguine.
- Fonction du rythme cardiaque, notamment la bradycardie responsable d'une sous-estimation du Vd.

## 5.6. Échographie et Thrombose veineuse profondes des membres inférieurs

La recherche d'une thrombose veineuse des membres inférieurs par échographie 4 points, avec test de compressibilité est réalisable dans les SU par les MU.

Cet examen permet de retrouver une TVP chez 23,1 % (498 des 2 379 patients). Les caractéristiques de l'examen, sensibilité de 96,1 % (95 % IC, 90,6-98,5 %), et spécificité de 96,8 % (95 % IC, 94,6-98,1 %), font de celui-ci un outil fiable et incontournable de prises en charge des patients suspects, afin d'initier précocement une thérapeutique (23).

## 6. Conclusion

L'emploi par les médecins urgentistes et la diffusion des US dans les structures d'urgences est constant depuis une décade. Le bénéfice semble évident, mais est, et reste discuté. Peu d'études méthodologiquement solides ont pu établir formellement que les US soient bénéfiques en termes de morbi-mortalité pour les patients.

Il existe dans des champs précis un haut degré de certitudes du bénéfice, par changement de type on/off sur les thérapeutiques, tamponnade liquidienne ou gazeuse notamment. Dans les autres champs de la médecine d'urgence, le bénéfice reste à établir et de futures études sont à initier.

## Références

1. Hinglais É. Intérêt de l'échographie dans un service d'urgences. *Le Praticien en Anesthésie Réanimation* 2007 ; 11(3) : 208-11.
2. Choi D. Emergency ultrasound: a stethoscope extension? *CJEM*. 2008 Nov ; 10(6) : 579-80.
3. Stengel D., Bauwens K., Sehoul J., Rademacher G., Mutze S., Ekkernkamp A., et al. Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma. *Cochrane Database Syst Rev* 2005(2) : CD004446.
4. Emergency ultrasound guidelines. *Ann Emerg Med* 2009 Apr ; 53(4) : 550-70.
5. McKenney M.G., Martin L., Lentz K., Lopez C., Sleeman D., Aristide G., et al. 1,000 consecutive ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1996 Apr ; 40(4) : 607-10 ; discussion 11-2.
6. Frezza E.E., Ferone T., Martin M. Surgical residents and ultrasound technician accuracy and cost-effectiveness of ultrasound in trauma. *Am Surg* 1999 Mar ; 65(3) : 289-91.
7. Scalea T.M., Rodriguez A., Chiu W.C., Brennen F.D., Fallon W.F., Jr., Kato K., et al. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 1999 Mar ; 46(3) : 466-72.
8. Bahner D., Blaivas M., Cohen H.L., Fox J.C., Hoffenberg S., Kendall J., et al. AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination. *J Ultrasound Med* 2008 Feb ; 27(2) : 313-8.
9. Smith Z.A., Wood D. Emergency focussed assessment with sonography in trauma (FAST) and haemodynamic stability. *Emerg Med J* 2013 Feb 13.

10. Price S., Ilper H., Uddin S., Steiger H.V., Seeger F.H., Schellhaas S., et al. Peri-resuscitation echocardiography: training the novice practitioner. *Resuscitation*. 2010 Nov ; 81(11) : 1534-9.
11. Querellou E., Leyral J., Brun C., Levy D., Bessereau J., Meyran D., et al. In and out-of-hospital cardiac arrest and echography: a review. *Ann Fr Anesth Reanim* 2009 Sep ; 28(9) : 769-78.
12. Breitzkreutz R., Price S., Steiger H.V., Seeger F.H., Ilper H., Ackermann H., et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation* 2010 Nov ; 81(11) : 1527-33.
13. Hagendorff A. [Echocardiography in emergency diagnostics]. *Herz* 2012 Sep ; 37(6) : 675-86 ; quiz 87-9.
14. Lichtenstein D. [Pulmonary echography: a method of the future in emergency medicine and resuscitation]. *Rev Pneumol Clin* 1997 ; 53(2) : 63-8.
15. Lichtenstein D. Lung ultrasound in acute respiratory failure an introduction to the BLUE-protocol. *Minerva Anesthesiol* 2009 May ; 75(5) : 313-7.
16. Alrajhi K., Woo M.Y., Vaillancourt C. Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis. *Chest* 2012 Mar ; 141(3) : 703-8.
17. Ding W., Shen Y., Yang J., He X., Zhang M. Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography: a meta-analysis. *Chest* 2011 Oct ; 140(4) : 859-66.
18. Kloth J.K., Kauczor H.U., Hosch W. [Imaging in the emergency room]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2011 Oct ; 106(2) : 82-8.
19. Burger R., Hassler W. [Transcranial Doppler ultrasound in craniocerebral trauma: valuable method in traumatologic emergency cases?]. *Aktuelle Traumatol* 1993 Feb ; 23(1) : 14-9.
20. Tazarourte K., Atchabahian A., Tourtier J.P., David J.S., Ract C., Savary D., et al. Pre-hospital transcranial Doppler in severe traumatic brain injury: a pilot study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011 Apr ; 55(4) : 422-8.
21. Yeo L.L., Sharma V.K. Role of transcranial Doppler ultrasonography in cerebrovascular disease. *Recent Pat CNS Drug Discov* 2010 Jan ; 5(1) : 1-13.
22. Tazarourte K., Atchabahian A., Vigue B., Tourtier J.P. Advocating for transcranial Doppler: a tool to detect early neurological deterioration. *J Trauma* 2010 Sep ; 69(3) : 733-4.
23. Pomero F., Dentali F., Borretta V., Bonzini M., Melchio R., Douketis J.D., et al. Accuracy of emergency physician-performed ultrasonography in the diagnosis of deep-vein thrombosis: a systematic review and meta-analysis. *Thromb Haemost* 2013 Jan ; 109(1) : 137-45.