Cathétérisme veineux central échoguidé : intérêt et techniques

N. Fritsch, M. Cruc, E. Mazocky, K. Kearns, H.-L. Dupré, D. Tran Van, P. Labadie, B. Fontaine

Pôle Bloc Anesthésie Réanimation Urgence, HIA Robert Picqué – 33140 Villenave d'Ornon.

Résumé

La dernière décennie a été marquée en anesthésie-réanimation par l'avènement de l'échographie dans de nombreux domaines comme l'anesthésie locorégionale, le monitorage hémodynamique, l'évaluation initiale du patient traumatisé. Pour les abords veineux centraux, de nombreux travaux cliniques ont montré que l'utilisation du guidage échographique réduit la morbidité liée à la ponction vasculaire. L'abord veineux jugulaire interne est celui qui a été le plus étudié mais les bénéfices de l'échographie ont été démontrés pour tous les autres abords vasculaires. À ce titre, les recommandations américaines, européennes et françaises préconisent l'échoguidage pour les abords vasculaires.

Mots-clés : Cathétérisme veineux central. Guidage échographique.

Abstract
CENTRAL VENOUS ACCESS UNDER ULTRASOUND GUIDANCE: ADVANTAGES AND TECHNIQUES.

The last decade was characterised by the progress of ultrasonography in locoregonial anaesthesia, hemodynamic monitoring and the precise assessment of the sonographic examinations of trauma patients. Regarding central venous catheterization, many clinical studies have shown that ultrasound guidance reduced the morbidity caused by vascular punctures. Internal jugular venous access has been the most studied, however the benefits of ultrasounds have also been proven for the other vascular cannulations. Moreover, the American, European and French recommendations encourage guided ultrasounds for all vascular access.

Keywords: Central venous access. Ultrasound guidance.

Introduction

La gestion des abords vasculaires est une problématique quotidienne des anesthésistes réanimateurs car ils permettent l'administration de médicaments non utilisables par voie veineuse périphérique, la réalisation de circuits extracorporels et un monitorage hémodynamique. La technique de pose fait classiquement appel au repérage anatomique.

En ce qui concerne le cathétérisme veineux central, il ne s'agit pas d'un geste anodin car les complications peuvent parfois mettre en jeu le pronostic vital du patient [1]. Le taux de complication mécanique lié à a ponction est de l'ordre de 3 à 19 % et l'augmentation du nombre de ponctions augmente le risque de complication mécanique [2, 4].

L'optimisation de l'utilisation des abords vasculaires passe par la diminution de la morbidité liée à leur mise en place grâce notamment grâce à l'utilisation du guidage échographique lors de la ponction.

Rappel historique

L'utilisation de l'échoguidage pour la pose de perfusions veineuses centrales permet la mise en place du cathéter sous contrôle de la vue ; ce n'est ni plus ni moins qu'un retour à une des premières description du cathétérisme veineux central…

La première voie veineuse sous-clavière a été décrite en 1952 par Robert Aubaniac (1914 – 2007), chirurgien français, qui donnât son nom à cet abord [5]. Cependant, c'est bien plus tôt, en 1944 qu'il découvre cette technique [6]. Détaché à la formation chirurgicale de l'avant de la troisième division d'infanterie algérienne il reçut au plus fort des combats un soldat américain d'environ 1,90 mètre qui n'avait plus de bras ni à droite ni à gauche, ayant été déchiqueté par une mine : *« sous mes yeux une grosse veine, le tronc veineux brachio-céphalique. C'est donc là, dans ce tronc veineux que j'installais la perfusion, bloquant l'embout de l'aiguille avec des compresses humidifiées en permanence. […] C'est donc ce jour-là de février 1944 que j'ai utilisé pour la première fois cette voie veineuse sous-clavière chez un grand blessé en état de choc. »*

DOSSIER CARUM

Intérêt de l'échoguidage pour le cathétérisme veineux central

Intérêt immédiat : lors de la ponction vasculaire

L'échoguidage pour le cathétérisme veineux central apporte de nombreux avantages. Il permet de diminuer le nombre de tentatives de ponctions, d'augmenter le taux de succès et de réduire les complications mécaniques liées à la ponction [4, 7-9]. Par contre, le guidage doppler n'apporte aucun intérêt [10].

Les mécanismes d'échec de la ponction veineuse à l'aveugle sont nombreux : affaissement de la paroi de la veine lors de l'avancée de l'aiguille et attraction de la paroi postérieure lors de la remontée de l'aiguille [11], thrombose veineuse, variations anatomiques [12, 13], hypovolémie, hématome post ponction veineuse. Le guidage échographique permet de contourner les difficultés et d'éviter les pièges afin de ne pas réaliser de ponctions inutiles vouées à l'échec.

Intérêt à long terme : les complications tardives

La baisse du nombre de ponctions obtenue par l'échoguidage au cours du cathétérisme veineux central réduit le risque d'infection lié au cathéter. C'est ce qu'a montré Karakitsos et al. dans son étude sur 900 cathéters veineux jugulaire interne [14] : sur les 450 réalisés sous échoguidage, le taux d'infection lié au cathéter était de 10,4 % contre 16 % dans le groupe sans échoguidage ($p < 0,001$). Dans le groupe échoguidage, le nombre de ponction était significativement plus faible que dans l'autre groupe ($1,1 \pm 0.6$ contre $2,6 \pm 2,9$, $p < 0,001$) expliquant la diminution du nombre d'infections.

Le traumatisme vasculaire est reconnu comme facteur de risque de thrombose veineuse. La diminution du nombre de ponction apportée par l'échoguidage au cours du cathétérisme veineux central pourrait permettre de réduire les thromboses veineuses sur cathéter mais cette hypothèse n'a pas été cliniquement confirmée [15].

Intérêt économique

L'acquisition d'un appareil d'échographie est coûteuse et pourrait être un frein au développement de l'échoguidage Cependant, il s'agit d'un investissement utile en rapport avec la diminution des complications.

Le National Institute for Clinical Excellence (NICE) a réalisé une analyse économique chez 1 000 patients théoriques devant bénéficier de la pose de cathéter veineux jugulaire interne soit par échoguidage, soit par méthode anatomique [10]. L'échoguidage permettrait d'éviter 90 ponctions artérielles pour 1000 patients et réduirait le coût de 2,27 euros (2 livres) en moyenne par patient.

Calvert et al. retrouve des résultats similaires dans un modèle économique ou l'échoguidage permet une économie de 2 639 euros (2 000 livres) tous les 1 000 cathétérismes sans pour autant préciser le site d'insertion [16, 17].

Et le confort du patient ?

Une seule étude chez 3 951 patients a montré un intérêt de l'échoguidage pour le cathétérisme veineux central en terme de confort en permettant une diminution de l'anxiété et une augmentation de la satisfaction chez les patients non sédatés [15].

Quel site, quelle technique, quel niveau de preuve ?

Veine jugulaire interne

L'intérêt de l'échographie pour cette voie d'abord s'explique surtout par les très nombreux travaux cliniques. En effet, l'utilisation du guidage échographique pour la ponction de la veine jugulaire interne s'impose par plusieurs considérations anatomiques : le positionnement de la sonde est facilité par l'absence de structures osseuses et de pli cutané, les structures vasculaires sont toujours superficielles et les variations anatomiques de la veine par rapport à l'artère (Figure 1) sont très nombreuses [12]. De plus, certains facteurs tels que la rotation de la tête ou la position du patient influencent la position de la veine

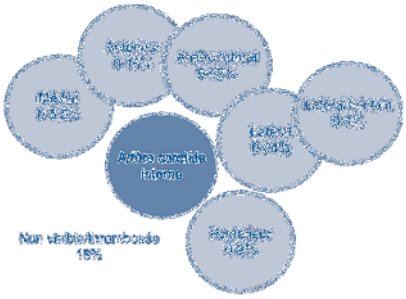


Figure 1. Variations anatomiques de la veine jugulaire interne par rapport à l'artère carotide interne (d'après (10)).

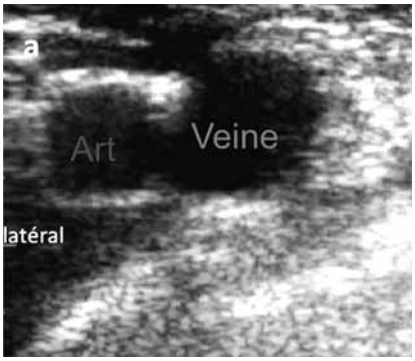
jugulaire interne [12, 18]. De nombreux auteurs ont démontré dans des études randomisées contrôlées la supériorité de l'échoguidage en temps réel par rapport à la méthode anatomique en termes de réussite de cathétérisme et de complications [14, 19]. Une méta analyse récente confirme d'ailleurs l'intérêt de l'échoguidage pour l'abord veineux jugulaire interne dans la diminution des échecs et des ponctions artérielles [9].

Veine sous-clavière (Figure 2)

L'abord veineux sous-clavier est fréquent mais le guidage échographique pour cette voie d'abord a été peu étudié. En réanimation traumatologique, Gualtieri et al. démontre que chez des opérateurs peu expérimentés, la pose de cathéters veineux sous-clavier échoguidés selon l'approche en dehors du plan augmente significativement le taux de succès et diminue les complications mécaniques [20]. Dans l'étude de Forestier et al. la ponction échoguidée facilite la réalisation du cathétérisme veineux sous clavier chez l'adulte en diminuant de manière significative le temps de reflux sanguin par rapport à la méthode anatomique (15 ± 8 sec. contre 63 ± 78 sec.) chez un interne en formation [21].

Enfin, il a été montré récemment en réanimation que le cathétérisme veineux sous clavier échoguidé selon l'approche longitudinale est supérieur à la méthode anatomique en terme de taux de succès, de délai de réalisation, de nombre de tentative et de complications immédiates [22].

Comme pour le site jugulaire interne, le positionnement du patient influe sur la taille et la position de la



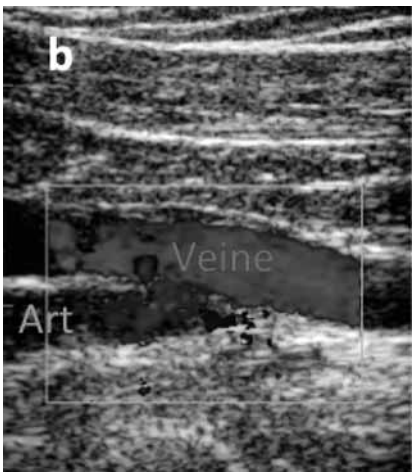


Figure 2. Coupe transversale (a) et longitudinale (b) des vaisseaux sous claviers (Art : artère sous clavière, Veine : veine sous clavière).

veine sous-clavière : le fait d'arquer les épaules et de tourner la tête du côté opposé à la ponction diminue la taille de la veine [23]. Chez des patients en ventilation spontanée, la taille et le volume de la veine sous-clavière sont plus faibles en fin d'inspiration qu'en fin d'expiration [24]. Enfin, les variations anatomiques de la veine sous clavière existent (Figure 3).

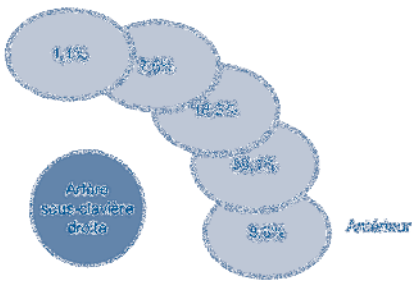


Figure 3. Variations anatomiques de la veine sous clavière droite par rapport à l'artère sous clavière droite (données personnelles).

La veine sous-clavière peut être difficilement visible en échographie chez les obèses du fait de sa profondeur [25]. Afin de s'affranchir de ces limites, la ponction sus-claviculaire échoguidée est possible [26, 27]. Il s'agit d'une voie ancienne [28] qui retrouve un intérêt récent depuis qu'elle a été décrite sous échoguidage [29]. La fenêtre échographique est généralement de bonne qualité et la ponction se fait dans le plan de l'aiguille. Parfois, la veine sous clavière plonge rapidement en contournant le dôme pleural, on peut alors réaliser une ponction du confluent jugulo-sous-clavier voire de l'extrémité distale de la veine jugulaire interne.

Veine fémorale

L'échoguidage pour le cathétérisme veineux fémoral a été peu étudié. Dans une étude comparant l'abord veineux fémoral échoguidé à la méthode anatomique par deux opérateurs expérimentés à la pose de voies fémorales à l'aveugle, l'échoguidage permettait une augmentation du taux de succès (100 % dans le groupe échoguidage contre 89,5 % dans le groupe contrôle) et une diminution des ponctions de l'artère fémorale [30]. Dans le cadre de l'urgence au cours de la réanimation d'arrêts cardio-respiratoire, il semblerait que l'échoguidage augmente le taux de succès mais sans atteindre la significativité [31]. Le cathétérisme veineux fémoral était la voie de prédilection des situations d'urgence vitale jusqu'au développement récent du cathétérisme intra osseux. La voie veineuse fémorale a gardé sa réputation d'innocuité et de facilité de pose expliquant la faible utilisation de l'échoguidage alors que les complications immédiates ne sont pas négligeables puisqu'elles peuvent atteindre 24 % [32]. Pourtant, il n'existe pas d'obstacle anatomique pour le positionnement de la sonde d'échographie et les variations anatomiques de la veine fémorale sont connues [33].

Recommandations

Les recommandations des sociétés savantes pour l'utilisation de l'échoguidage au cours du cathétérisme veineux central sont nombreuses [8, 10 34-37]. Les premières sont issues du *National Institute for Clinical Excellence* (NICE) mais se limitaient au site jugulaire interne notamment du fait d'un nombre insuffisant d'études sur le site sous clavier ou fémoral. Depuis, d'autres recommandations ont été publiées [8, 36, 38, 39] et préconisent l'utilisation de l'échoguidage pour tous les abords veineux centraux.

Néanmoins, ces recommandations ne sont pas correctement appliquées même si les mœurs semblent évoluer. Chez les anglo-saxons, seulement 27 % des anesthésistes utilisent l'échoguidage pour le cathétérisme veineux jugulaire interne [40]. Aux États-Unis, sur un échantillon de 1 494 anesthésistes en chirurgie cardiaque, 67 % n'utilisent jamais ou presque jamais l'échoguidage et uniquement 7,7 % l'utilisent à chaque fois [41]. Une enquête récente auprès des anesthésistes réanimateurs militaires français a montré une évolution des pratiques avec une utilisation majoritaire de l'échoguidage pour l'abord veineux jugulaire interne (données personnelles, en cours de publication). Cependant, la pratique reste rare pour les autres abords veineux centraux (sous clavier et fémoral).

En France, la Société Française d'Anesthésie Réanimation s'est récemment positionnée sur le sujet en recommandant l'échoguidage pour tous les abords veineux centraux (Grade 1 +)[42].

Quels matériels et techniques utiliser ?

Il est nécessaire d'utiliser des sondes ayant des fréquences comprises entre 5 et 15 MHz [8, 34, 43, 44] car elles permettent une bonne résolution spatiale pour des zones superficielles. Le respect d'une asepsie chirurgicale est bien évidemment indispensable (protection et gel stérile).

Deux techniques d'échoguidage existent, l'approche en dehors du plan ou « out of plane » où l'aiguille coupe le faisceau ultrasonore en un angle de 90° (Figure 4) et l'approche dans le plan ou « in plane » où l'aiguille chemine dans le plan ultrasonore (Figure 5). Pour chaque technique, les



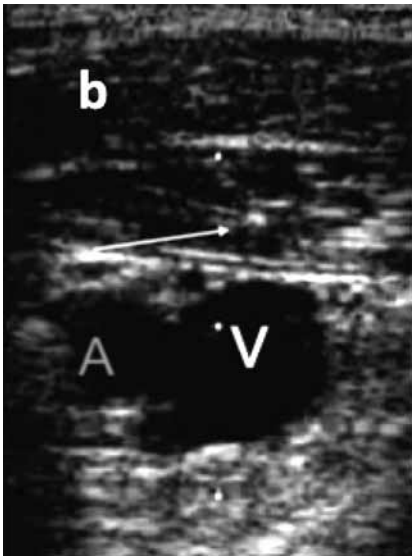


Figure 4. (a) Abord veineux sous clavier en dehors du plan, (b) visualisation de l'aiguille en coupe (flèche) au-dessus de la veine sous clavière (artère (A) et veine (V) sous clavière).

vaisseaux peuvent être visualisés en coupe transversale ou longitudinale. Mais d'un point de vue pratique, lorsque les structures vasculaires sont visualisées transversalement l'approche en dehors du plan est souvent privilégiée et inversement, l'approche dans le plan est choisie quand les vaisseaux sont visualisés longitudinalement.

Malheureusement, les données cliniques sur la comparaison des deux techniques manquent. L'approche transversale paraît être plus accessible chez les novices [45] même si cette technique est faussement rassurante. En effet, sur un modèle inanimé jugulaire interne, la fréquence de perforation du mur postérieur du vaisseau par des praticiens en formation est de 64 % [45]. Le risque de ponction carotidienne n'est donc pas nulle [46] quand

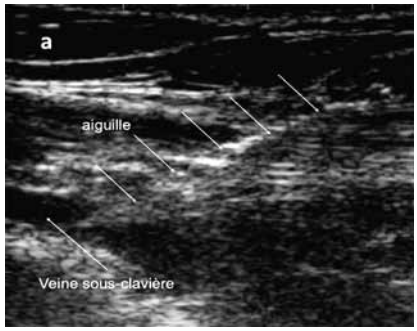




Figure 5. (a, b) Abord veineux sous clavier dans le plan.

on sait que la veine jugulaire est fréquemment positionnée en antérieur [12]. L'apprentissage est donc indispensable pour la maîtrise de l'extrémité de l'aiguille. La vidéo de l'échoguidage a posteriori permet une analyse constructive en cas d'événements indésirables [46]. Chez des opérateurs expérimentés, nous avons montré que l'utilisation des deux techniques ne diffère pas en terme de délai de réalisation, de complication ou d'échec pour le site sous clavier, par contre, l'approche longitudinale entraîne un décalage vers l'extérieur du point de ponction du fait du positionnement de la sonde d'échographie (données personnelles, congrès ASA 2009, A367).

Au final, rien ne peut être actuellement recommandé pour le choix d'une technique : l'approche longitudinale permet la visualisation continue de l'aiguille et apporte un aspect plus sécuritaire mais la maîtrise de cette technique est plus difficile qu'avec l'approche transversale [8]. Au sein de notre service, les internes sont tous formés à la technique d'échoguidage et une courbe d'apprentissage leur est individuellement réalisée (étude en cours).

Perspectives

L'innovation technologique permet de réaliser des échographies en trois dimensions. L'échoguidage est réalisable en approche tridimensionnelle [47, 48] mais cette technique reste confidentielle et anecdotique car non accessible en pratique quotidienne.

Il existe des aiguilles de ponction permettant une meilleure visualisation de l'extrémité grâce à un aspect hyperéchogène. Ce matériel trouverait son intérêt dans les cas où le phénomène d'anisotropie devient délétère dans la visualisation de l'aiguille, par exemple en site sous clavier lorsque la veine est profondément située.

Conclusion

L'échoguidage permet un cathétérisme veineux central plus sécuritaire et plus confortable pour le patient. Il nécessite une connaissance du principe physique des ultrasons, une maîtrise de l'appareil d'échographie ainsi que de l'anatomie « ultrasonore » et un entraînement régulier. Pour l'instant, rien ne permet de recommander une technique pour les novices même s'il semblerait que l'approche transversale soit à privilégier par rapport à l'approche longitudinale.

L'échoguidage est actuellement recommandé pour le cathétérisme veineux central et il s'inscrit logiquement dans une optimisation de la gestion des risques en anesthésie et en réanimation. Actuellement, les données manquent pour préciser la place des différentes techniques de guidage échographique.

Enfin, dans le cadre médico militaire, l'échoguidage pour le cathétérisme veineux central est tout à fait réalisable en OPEX (Figure 6). Au sein d'un *Role 3*, le matériel est disponible (échographe muni d'une sonde vasculaire, protège sonde et gel stériles) et la diminution de la morbidité liée au geste est d'autant plus intéressante que l'on se trouve en situation d'isolement médical.



Figure 6. Cathétérisme veineux central échoguidé au sein du service de réanimation de l'HMC KaIA de Kaboul.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Udy A, Senthuran S, Lipman J. Airway obstruction due to a pre-vertebral haematoma following difficult central line insertion – implications for ultrasound guidance and review of the literature. Anaesth Intensive Care 2009 ; 37 : 309-13.
2. Taylor RW, Palagiri AV. Central venous catheterization. Crit Care Med 2007 ; 35 : 1390-6.
3. Kusminsky RE. Complications of central venous catheterization. J Am Coll Surg 2007 ; 204 : 681-96.
4. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters : a meta-analysis of the literature. Crit Care Med 1996 ; 24 : 2053-8.
5. Aubaniac R. [Subclavian intravenous injection ; advantages and technic.]. Presse Med 1952 ; 60 : 1456.
6. Chaouky H. Robert Aubaniac and the description of the subclavian approach. Le praticien en anesthésie réanimation 2008 ; 12 : 289-291.
7. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation : meta-analysis. Bmj 2003 ; 327 : 61.
8. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. Intensive Care Med 2012 ; 38 : 1105-17.
9. Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA. Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation : a meta-analysis. Anesthesiology 2013 ; 118 : 361-75.
10. National Institute for Clinical Excellence. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. 2002. Aivailable from : http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/Ultrasound_49_guidance.pdf
11. Orihashi K, Imai K, Sato K, Hamamoto M, Okada K, Sueda T. Extrathoracic subclavian venipuncture under ultrasound guidance. Circ J 2005 ; 69 : 1111-5.
12. Maecken T, Grau T. Ultrasound imaging in vascular access. Crit Care Med 2007 ; 35 : S178-85.
13. Sabate A, Koo M. Quality improvement : ultrasonography-guided venous catheterization in organ transplantation. Curr Opin Organ Transplant 2009 ; 14 : 281-5.
14. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, Patrianakos AP, Kouraklis G, Poularas J, et al. Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein : a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. Crit Care 2006 ; 10 : R162.
15. Peris A, Zagli G, Bonizzoli M, Cianchi G, Ciapetti M, Spina R, et al. Implantation of 3951 long-term central venous catheters : performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction. Anesth Analg 2010 ; 111 : 1194-201.
16. Calvert N, Hind D, McWilliams RG, Thomas SM, Beverley C, Davidson A. The effectiveness and cost-effectiveness of ultrasound locating devices for central venous access : a systematic review and economic evaluation. Health Technol Assess 2003 ; 7: 1-84.
17. Calvert N, Hind D, McWilliams R, Davidson A, Beverley CA, Thomas SM. Ultrasound for central venous cannulation : economic evaluation of cost-effectiveness. Anaesthesia 2004 ; 59 : 1116-20.
18. Takeyama K, Kobayashi H, Suzuki T. Optimal puncture site of the right internal jugular vein after laryngeal mask airway placement. Anesthesiology 2005 ; 103 : 1136-41.
19. Milling TJ, Jr., Rose J, Briggs WM, Birkhahn R, Gaeta TJ, Bove JJ, et al. Randomized, controlled clinical trial of point-of-care limited ultrasonography assistance of central venous cannulation : the Third Sonography Outcomes Assessment Program (SOAP-3) Trial. Crit Care Med 2005 ; 33 : 1764-9.
20. Gualtieri E, Deppe SA, Sipperly ME, Thompson DR. Subclavian venous catheterization : greater success rate for less experienced operators using ultrasound guidance. Crit Care Med 1995 ; 23 : 692-7.
21. Forestier F, Rossi H, Calderon J, Soubiron L, Bourdarias B, Janvier G. [Training for adult subclavian venous catheterization : use of real-time echography]. Ann Fr Anesth Reanim 2002 ; 21 : 698-702.
22. Fragou M, Gravvanis A, Dimitriou V, Papalois A, Kouraklis G, Karabinis A, et al. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients : a prospective randomized study. Crit Care Med 2011 ; 39 : 1607-12.
23. Fortune JB, Feustel P. Effect of patient position on size and location of the subclavian vein for percutaneous puncture. Arch Surg 2003 ; 138 : 996-1000.
24. Asakura Y, Mizuno T, Kato N, Kandatsu N, Fujiwara Y, Komatsu T. Respiratory status that facilitates subclavian venous catheterization. Acta Anaesthesiol Scand 2008 ; 52 : 867-9.
25. McGrath TM, Farabaugh EA, Pickett MJ, Wagner DK, Griswold-Theodorson S. Obesity hinders ultrasound visualization of the subclavian vein : implications for central venous access. J Vasc Access 13 : 246-50.

26. Kulkarni V, Mulavisala KP, Mudunuri RK, Byalal JR. Ultrasound-guided supraclavicular approach to the subclavian vein in infants and children. Br J Anaesth 2012 ; 108 : 162.
27. Breschan C, Platzer M, Jost R, Stettner H, Beyer AS, Feigl G, et al. Consecutive, prospective case series of a new method for ultrasound-guided supraclavicular approach to the brachiocephalic vein in children. Br J Anaesth 2011 ; 106 : 732-7.
28. Berry FR. Central venous catheterization via the supraclavicular approach. J Trauma 1979 ; 19 : 292.
29. Bertini P, Frediani M. Ultrasound guided supraclavicular central vein cannulation in adults : a technical report. J Vasc Access 2013 ; 14 : 89-93.
30. Kwon TH, Kim YL, Cho DK. Ultrasound-guided cannulation of the femoral vein for acute haemodialysis access. Nephrol Dial Transplant 1997 ; 12 : 1009-12.
31. Hilty WM, Hudson PA, Levitt MA, Hall JB. Real-time ultrasound-guided femoral vein catheterization during cardiopulmonary resuscitation. Ann Emerg Med 1997 ; 29 : 331-6 ; discussion 337.
32. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical complications of central venous catheters. J Intensive Care Med 2006 ; 21: 40-6.
33. Uhl JF, Gillot C, Chahim M. Anatomical variations of the femoral vein. J Vasc Surg 2010 ; 52 : 714-9.
34. Emergency ultrasound imaging criteria compendium. American College of Emergency Physicians. Ann Emerg Med 2006 ; 48 : 487-510.
35. Rothschild J. Ultrasound guidance of central vein catheterization. Agency for Healthcare Research and Quality, 2001.
36. Statement on recommendations for uniform use of real-time ultrasound guidance for placement of central venous catheters. Bull Am Coll Surg 2008 ; 93 : 35-6.
37. Revised statement on recommendations for use of real-time ultrasound guidance forplacement of central venous catheters. Bull Am Coll Surg 2011 ; 96 : 36-7.
38. Rupp SM, Apfelbaum JL, Blitt C, Caplan RA, Connis RT, Domino KB, et al. Practice guidelines for central venous access : a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. Anesthesiology 2012 ; 116 : 539-73.
39. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation : recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. J Am Soc Echocardiogr 2012 ; 24 : 1291-318.
40. McGrattan T, Duffty J, Green JS, O'Donnell N. A survey of the use of ultrasound guidance in internal jugular venous cannulation. Anaesthesia 2008 ; 63 : 1222-5.
41. Bailey PL, Glance LG, Eaton MP, Parshall B, McIntosh S. A survey of the use of ultrasound during central venous catheterization. Anesth Analg 2007 ; 104 : 491-7.
42. Bouaziz H, Desruennes E, Fritsch N, Jochum D, Lapostolle F, Pierre S, et al. Recommandations sur l'utilisation de l'échographie lors de la mise en place des accès vasculaires. Société Française d'Anesthésie Réanimation, Recommendations formalisées d'experts 2014.
43. Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position using ultrasonography. Anaesthesia 2006 ; 61 : 148-58.
44. Feller-Kopman D. Ultrasound-guided internal jugular access : a proposed standardized approach and implications for training and practice. Chest 2007 ; 132 : 302-9.
45. Blaivas M, Brannam L, Fernandez E. Short-axis versus long-axis approaches for teaching ultrasound-guided vascular access on a new inanimate model. Acad Emerg Med 2003 ; 10 : 1307-11.
46. Blaivas M. Video analysis of accidental arterial cannulation with dynamic ultrasound guidance for central venous access. J Ultrasound Med 2009 ; 28 : 1239-44.
47. French JL, Raine-Fenning NJ, Hardman JG, Bedforth NM. Pitfalls of ultrasound guided vascular access : the use of three/four-dimensional ultrasound. Anaesthesia 2008 ; 63 : 806-13.
48. Light ED, Angle JF, Smith SW. Real-time 3-D ultrasound guidance of interventional devices. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control 2008 ; 55 : 2066-78.