

53^e congrès national d'anesthésie et de réanimation

Médecins. Conférence d'actualisation

© 2011 Sfar. Tous droits réservés.

Ultrasons et abords vasculaires en anesthésie

E Desruennes

Service d'anesthésie, Institut de Cancérologie Gustave Roussy, 94800 Villejuif

Courriel : ericdesruennes@yahoo.fr

POINTS ESSENTIELS

- L'usage de l'échographie lors des abords vasculaires améliore la réussite du geste et réduit, voire fait disparaître, les difficultés et complications.
- En cas de complication grave, l'absence d'utilisation d'un échographe devient très difficile à justifier.
- Le repérage échographique suivi d'une ponction « classique » tend à disparaître au profit de la ponction échoguidée.
- Commencer par les abords faciles : veine jugulaire interne « hors plan » et « dans le plan », abord sus-claviculaire du confluent de Pirogoff.
- La ponction échoguidée de la veine sous-clavière est très différente de la ponction classique à l'aveugle et nécessite un peu plus d'apprentissage que les autres abords.
- Les abords échoguidés des veines du bras ouvrent de nouvelles perspectives : patients « impiquables », cathéters veineux centraux insérés par voie périphérique, formation des infirmières ...

INTRODUCTION

L'utilisation de l'échographie pour les accès veineux centraux n'est pas une nouveauté puisqu'elle apparaît dans la littérature dès 1987 [1] mais c'est surtout à partir des années 2000 que sa diffusion va s'accroître à l'issue des recommandations anglaises du « National Institute of Clinical Excellence » et de la méta analyse de Hind [2, 3], suivies aux États-Unis des recommandations similaires de l'« Agency for Healthcare Research and Quality » et de l'« American College of Surgeons » [4, 5]. Le guidage échographique en temps réel des abords veineux centraux améliore le taux de succès de la ponction veineuse, raccourcit le temps d'accès au vaisseau et réduit drastiquement le taux de complications par rapport aux méthodes classiques de ponction « à l'aveugle » [3, 6-8]. Deux bases de données anglo-saxonnes, l'ASA Closed Claims Database aux États-Unis et le National Health Service Litigation Authority au Royaume-Uni, recensent les plaintes des patients et les conclusions des actions en justice impliquant des accidents sévères survenus au cours de la pose de cathéters veineux centraux ou artériels pulmonaires : tamponnades, ponctions et canulations de la carotide, hémithorax et pneumothorax. Dans ces deux bases de données, les accidents des cathétérismes veineux centraux représentent 1,5 à 3 % de l'ensemble des accidents liés à l'anesthésie donnant lieu à une action en justice mais sont d'une extrême gravité et, dans la plupart des cas, l'utilisation de l'échographie aurait permis de les éviter [9-11]. Enfin d'autres applications des ultrasons sont apparues comme le cathétérisme des veines périphériques ou la pose de cathéters artériels.

PRINCIPES DE BASE

L'échographe

L'échographie des vaisseaux nécessite une sonde linéaire, en forme de barrette, dont la pénétration est superficielle en raison de sa haute fréquence (généralement 10 à 12 MHz, voire plus). C'est la même sonde que celle qui est utilisée pour la majorité des blocs nerveux échoguidés ; la visualisation des vaisseaux étant beaucoup plus facile que la visualisation des nerfs, tous les types d'appareils sont utilisables dans cette indication depuis les appareils haut de gamme, jusqu'aux appareils portables d'entrée de gamme les plus rustiques. Les veines sont facilement reconnues grâce à leur forme et leur compressibilité ; la pulsatilité est un critère moins fiable car au niveau du cou et du thorax on peut avoir l'impression d'une

pulsatilité des veines en raison des battements transmis par les artères adjacentes et des appels de sang générés par les diastoles auriculaires. L'utilisation du mode Doppler est facultative et on peut rapidement se passer de ce mode au moins au niveau des gros vaisseaux. Par contre, au niveau du bras et de l'avant-bras, les fonctions Doppler peuvent être utiles pour repérer les veines et les différencier des artères dans le paquet brachial vasculo-nerveux.

Repérage échographique simple

Le repérage échographique préopératoire permet de localiser les veines et de s'assurer de l'absence de structures dangereuses à proximité comme la plèvre ou une artère. Il peut s'accompagner d'un marquage de la situation et de la direction du vaisseau au feutre sur la peau et la ponction est ensuite réalisée de manière classique. Ce repérage échographique simple a été peu évalué dans la littérature mais il est évident qu'il ne suffit pas à supprimer toutes les difficultés et complications de la pose aussi la plupart des utilisateurs se sont rapidement orientés vers le guidage échographique en temps réel.

Guidage échographique

Le guidage échographique, ou ponction échoguidée, est le « gold-standard » dans la littérature. Il consiste en un habillage de la sonde avec une gaine stérile et un suivi de la progression de l'aiguille vers la veine sous contrôle visuel échographique. Le vaisseau peut être visualisé et abordé de deux façons :

- en coupe transversale (« short axis »), la sonde est perpendiculaire au grand axe du vaisseau ;
- en coupe longitudinale (« long axis »), la sonde est parallèle au grand axe du vaisseau.

L'aiguille peut progresser de deux façons par rapport à la sonde :

- hors du plan (« out of plane »), l'aiguille est perpendiculaire à la sonde ;
- dans le plan (« in plane »), l'aiguille étant parallèle à la sonde et insérée au milieu du petit côté de la sonde.

REPERAGE ECHOGRAPHIQUE

Un rapide examen avec la sonde permet de choisir l'abord veineux qui sera le plus adapté et le moins risqué, sachant que le choix du vaisseau et du côté dépend également de la pathologie,

des antécédents du patient et de critères esthétiques ou de discrétion. Le repérage simple suivi d'une ponction sans échoguidage ne se conçoit que pour la veine jugulaire interne, la veine fémorale et éventuellement le confluent de Pirogoff, alors que les abords de la veine axillaire ou sous-clavière, de la veine brachiocéphalique et des veines du bras doivent être réalisés sous échoguidage.

Les vaisseaux du cou

L'abord des vaisseaux du cou reste un des plus couramment pratiqués, le cathéter pouvant être ensuite tunnelisé vers la paroi thoracique antérieure où il est soit extériorisé à la peau, soit raccordé à une chambre selon le type de dispositif choisi. Au niveau du cou le plus simple est de poser la sonde au sommet du triangle de Sédillot perpendiculairement à l'axe du cou et de la déplacer dans l'axe des vaisseaux jusqu'à la clavicule. Au sommet du triangle on visualise le lobe thyroïdien échogène, la carotide non compressible et la veine jugulaire interne hypoéchogène et compressible (**Figure 1**). En descendant vers la clavicule on croise l'artère sous-clavière qui est vue en coupe longitudinale et rejoint la carotide à son origine (**Figure 2**); à droite elle est toujours visualisée, plus rarement à gauche car elle y est plus profonde et en arrière. En arrivant au contact de la clavicule, une légère angulation permet de visualiser le confluent de Pirogoff, le dôme pleural et l'abouchement de la veine sous-clavière et les derniers centimètres de la veine jugulaire externe (**Figure 3**).

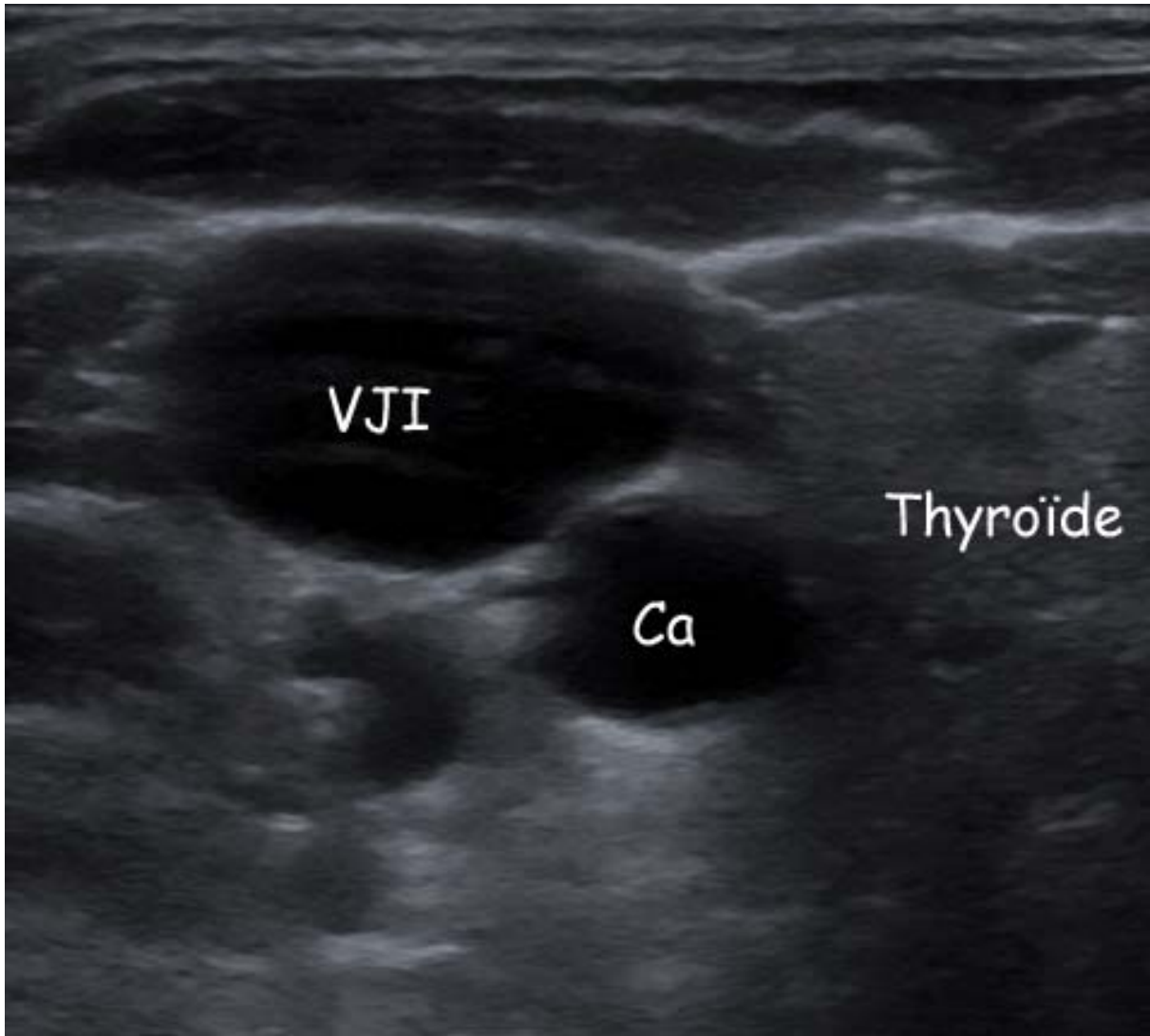


Figure 1.- Coupe échographique au sommet du triangle de Sédillot avec le lobe thyroïdien droit, la carotide (Ca) et la veine jugulaire interne (VJI). L'aspect en double contour de la paroi de la carotide est caractéristique des artères.



Figure 2.- Coupe échographique à la base du cou à droite montrant la VJI en coupe transversale, l'artère sous-clavière en coupe longitudinale et la plèvre.

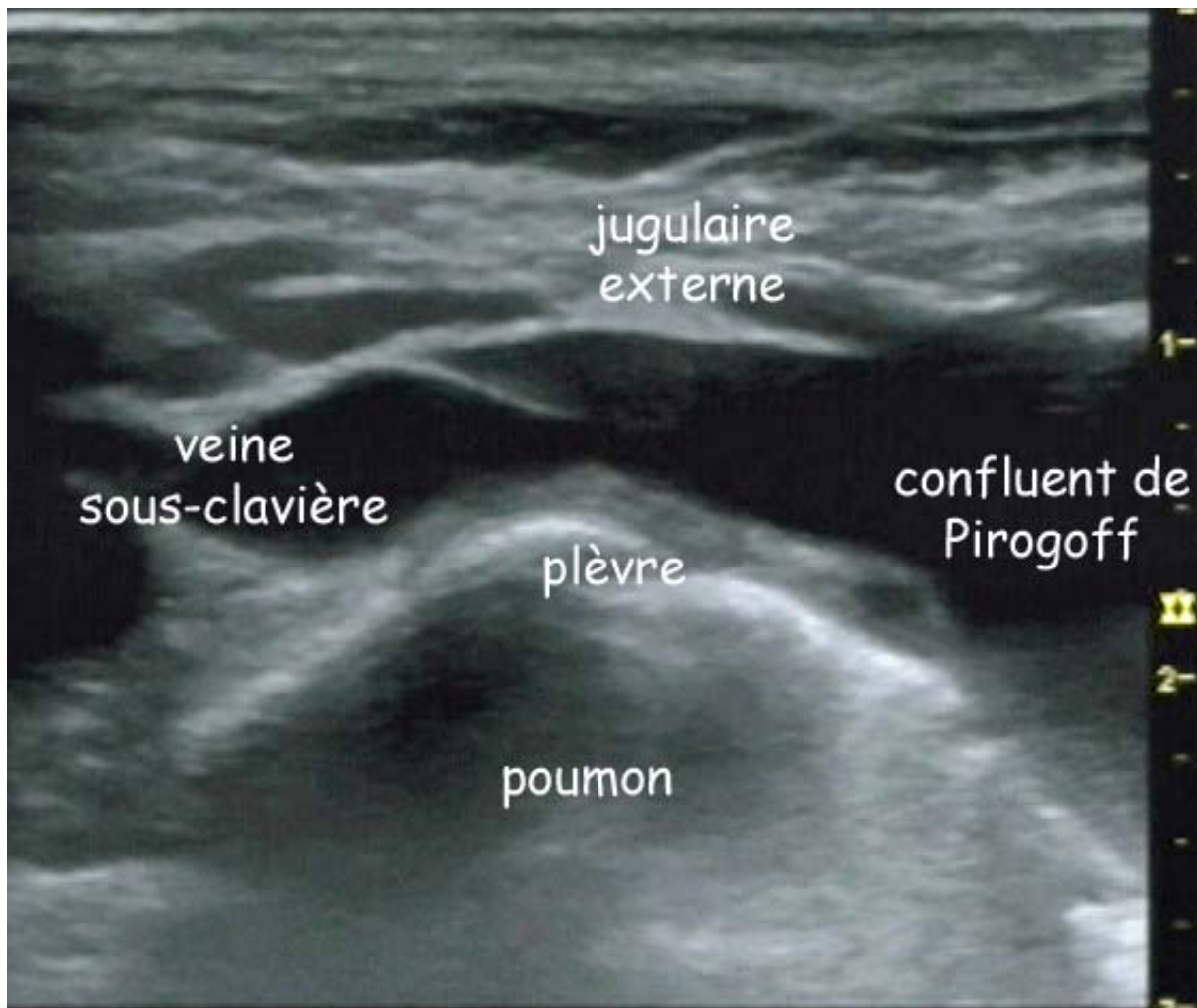


Figure 3.- Coupe échographique à la base du cou, au ras de la clavicule, avec la veine sous-clavière, les 2 derniers cm de la veine jugulaire externe, le confluent de Pirogoff (veine brachiocéphalique) et le dôme pleural. Les vaisseaux sont visualisés en coupe longitudinale.

La veine sous-clavière

En posant la sonde sous le 1/3 externe de la clavicule, perpendiculairement au sillon deltopectoral, on visualise en coupe transversale l'artère axillaire en dehors et la veine axillaire en dedans, ainsi que la crosse formée par l'abouchement de la veine céphalique (**Figure 4**). En tournant la sonde de façon à « dérouler » la veine axillaire en longueur et en la faisant glisser vers la clavicule, on visualise la veine sous-clavière qui prolonge la veine axillaire à l'aplomb de la première côte avant de disparaître dans la zone d'ombre formée par la clavicule (**Figure 5**). La plèvre est également parfaitement visible. Il faut noter que chez un patient obèse ou très musclé les veines axillaire et sous-clavière peuvent être très profondes et il peut être préférable de se rabattre sur les veines du cou qui sont toujours beaucoup plus superficielles.

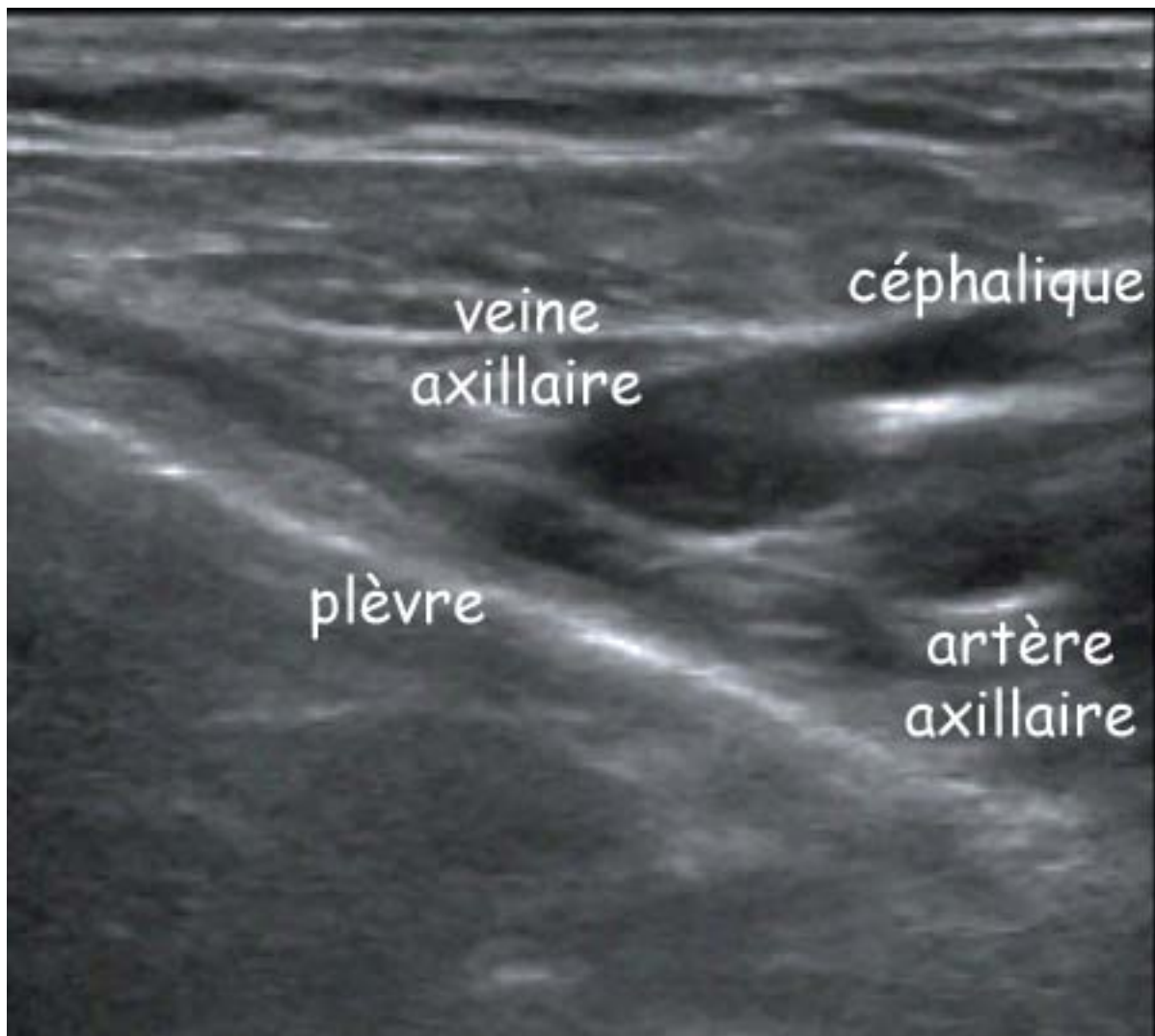


Figure 4.- Coupe échographique à 90° du sillon delto-pectoral à gauche montrant la veine axillaire, la crosse de la céphalique et l'artère axillaire.

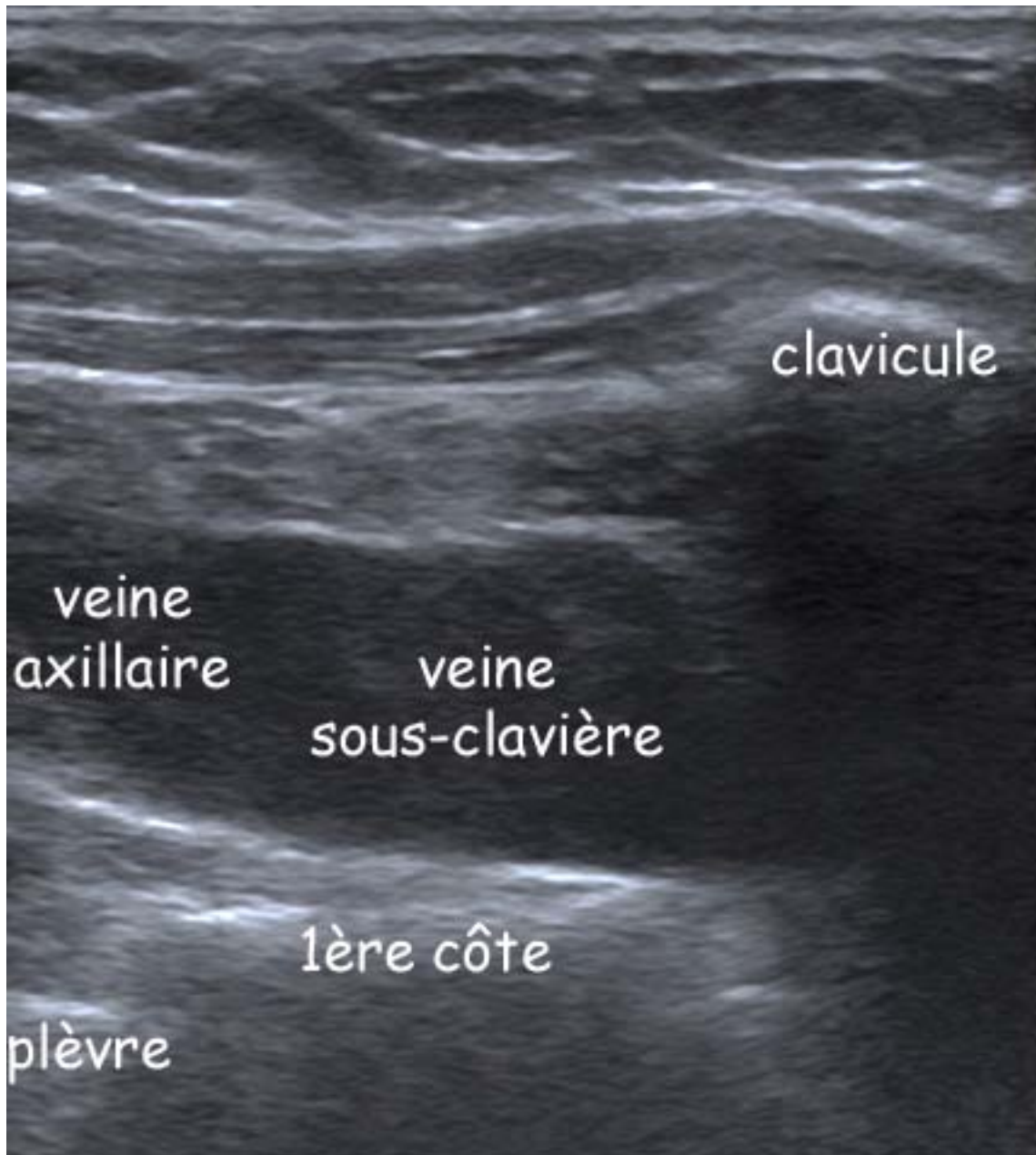


Figure 5.- Coupe longitudinale de la veine sous-clavière prolongeant la veine axillaire à l'aplomb de la première côte. La sonde est posée dans l'axe des vaisseaux à cheval sur la clavicule.

Les vaisseaux du bras

La sonde est posée dans le dernier tiers distal du bras, sur sa face interne et perpendiculairement à son axe : on visualise un paquet vasculo-nerveux comportant le nerf médian, l'artère brachiale et les veines brachiales, ainsi que la veine basilique qui est en dedans et plus superficielle au-dessus du fascia brachial (**Figure 6**). En déplaçant la sonde à la face externe du bras on retrouve la veine céphalique qui est également superficielle. Pour l'abord veineux périphérique c'est généralement la veine basilique qui est choisie en première

intention en raison de sa taille et de sa distance par rapport aux nerfs, puis les veines brachiales, enfin la veine céphalique qui est souvent de petite taille.

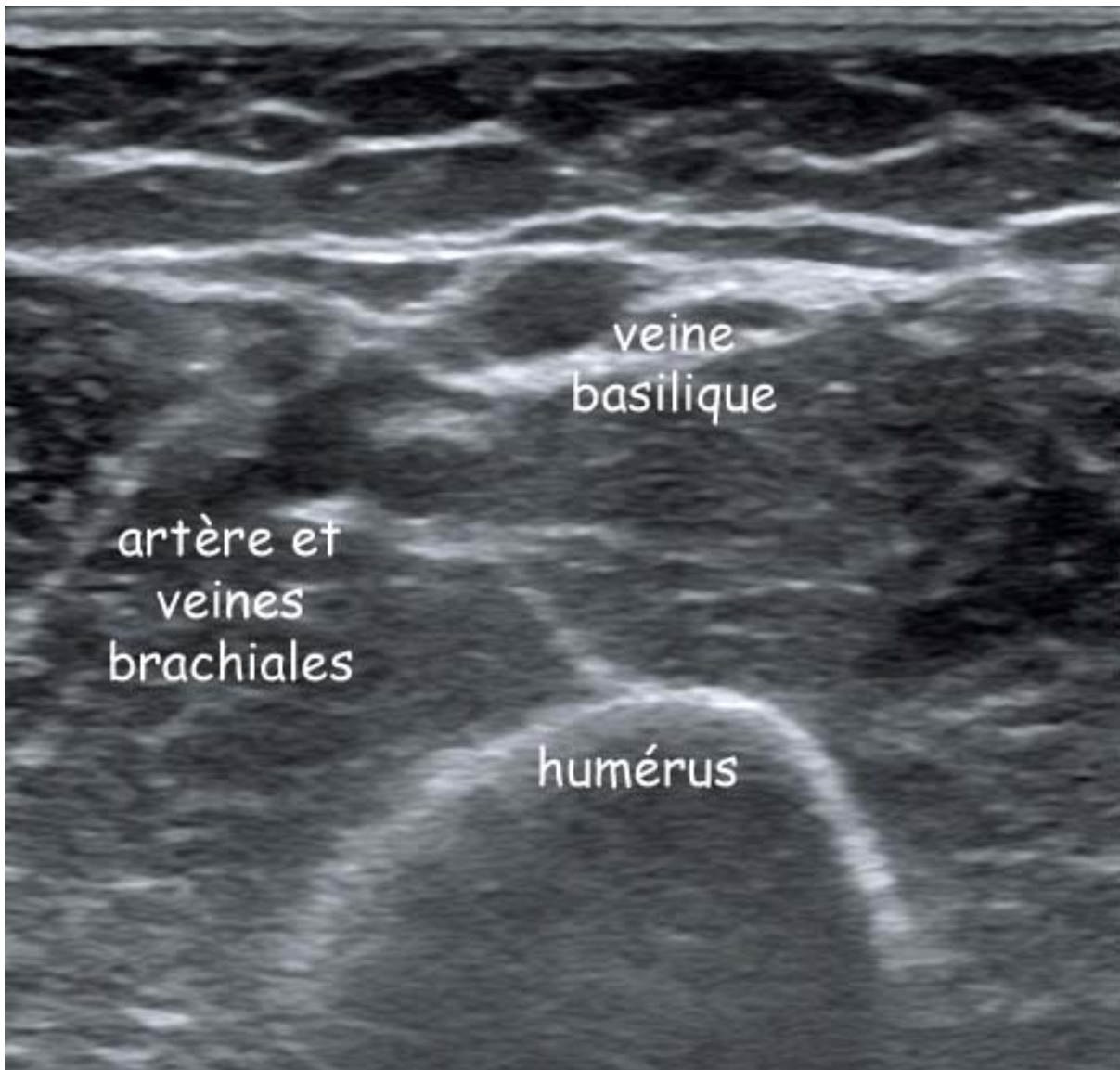


Figure 6.- Coupe transversale à la face interne du 1/3 distal du bras montrant le paquet brachial vasculo-nerveux et la veine basilique.

Au niveau du poignet l'artère radiale est facilement repérée en réglant la profondeur au minimum sur l'échographe : l'artère est superficielle et entourée de veines satellites qui expliquent certains échecs des prélèvements gazométriques lorsqu'ils rendent des résultats de type « veineux » (**Figure 7**). Au niveau du bras et de l'avant-bras il faut interpréter avec prudence le signe de la compressibilité qui permet habituellement de différencier artères et veines, en effet les artères distales sont facilement compressibles et il peut être utile de se servir des fonctions Doppler.

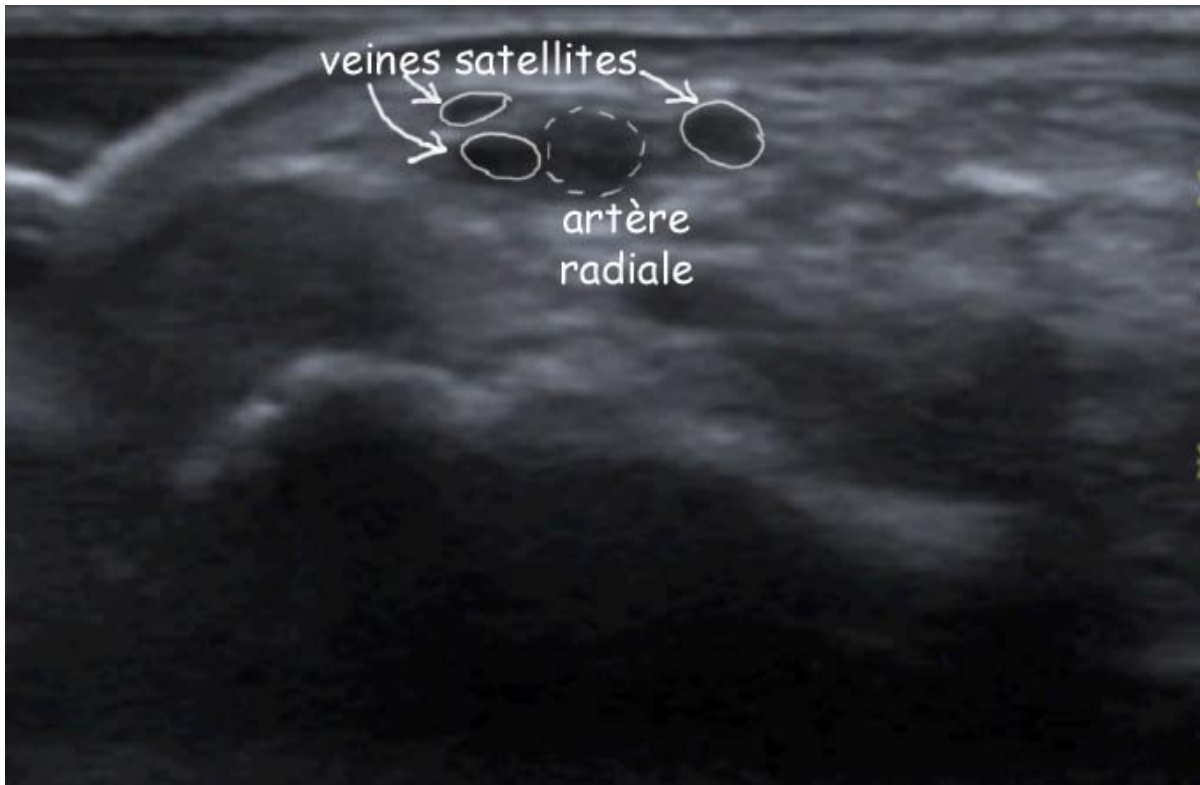


Figure 7.- Coupe transversale de l'artère radiale et de ses veines satellites au poignet.

La veine fémorale

La sonde est posée dans le triangle de Scarpa à l'aplomb des battements de l'artère fémorale et perpendiculairement à l'axe de la cuisse. A ce niveau on visualise trois structures vasculaires à savoir de dehors en dedans l'artère fémorale, la veine fémorale et la crosse de la veine saphène formant une image connue sous le nom de « oreilles de Mickey » (**Figure 8**).

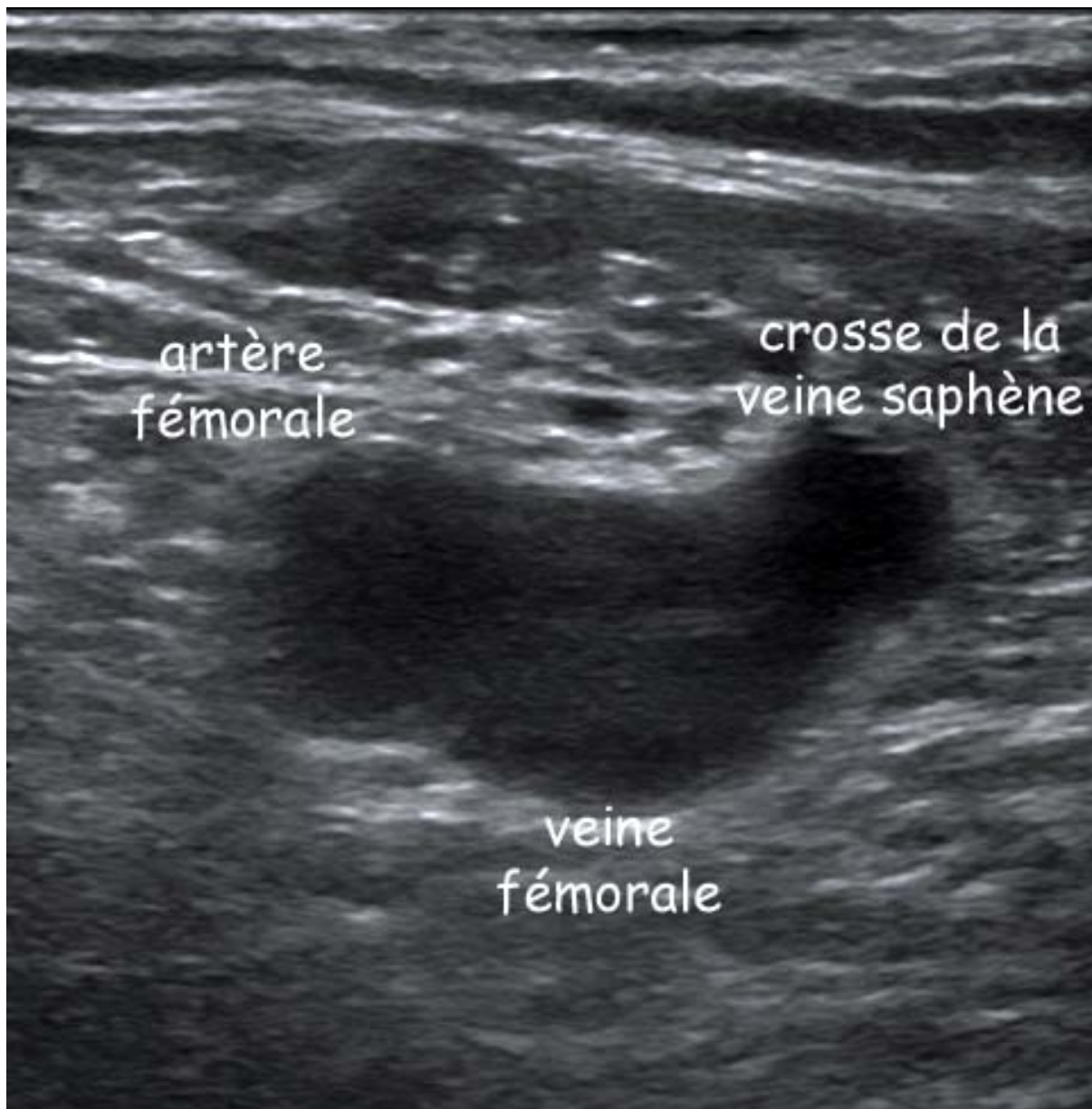


Figure 8.- Aspect dit des « oreilles de Mickey » au niveau de la racine de la cuisse avec l'artère fémorale et la crosse de la veine saphène interne formant les oreilles et la veine fémorale formant le museau.

LA PONCTION ECHOGUIDÉE

Règles d'hygiène

L'antisepsie du champ opératoire doit être en accord avec les recommandations actuelles et repose sur l'utilisation de chlorhexidine ou de povidone en solution alcoolique à l'exclusion des solutions non alcooliques [12]. Cette antisepsie est précédée d'une détergence avec une

solution moussante de la même gamme que l'antiseptique utilisé. Du gel non obligatoirement stérile est déposé sur la sonde d'échographie qui est ensuite glissée dans une gaine stérile. Cette gaine est appliquée et serrée sur le dessus de la sonde avec un élastique ou une bande autocollante de façon à éliminer la moindre bulle d'air. La gaine doit être de longueur suffisante pour éviter les fautes d'asepsie. Entre deux patients la gaine est jetée et une décontamination simple, par exemple avec une lingette imprégnée d'un antiseptique de bas niveau, est appliquée à la sonde [13]. Il existe également un procédé simple et rapide de décontamination de haut niveau des sondes par des rayonnements ultraviolets (Antigermix™) [14] : la longueur de la sonde et du câble ainsi traités ne dépasse pas 50 cm, ce qui paraît insuffisant pour une procédure vasculaire, et cette méthode n'a pas été validée dans cette indication.

Gestuelle

Le choix entre aiguille « hors plan » ou « dans le plan » est affaire d'habitude et d'expérience de chacun [15]. Les abords avec l'aiguille « dans le plan » permettent un bon contrôle de l'aiguille sur toute sa longueur alors que l'aiguille « hors plan » est plus facilement perdue de vue. Par ailleurs le choix n'est jamais définitif et la sonde peut être tournée de 90° en cours de procédure par exemple lorsque l'on veut vérifier le bon alignement de l'aiguille. Toute la procédure peut se faire à deux mains, le recours à une troisième main est inutile avec un peu d'expérience. Il n'est pas nécessaire d'avancer « le vide à la main » : l'opérateur tient la seringue indifféremment de la main droite ou gauche, sans exercer d'aspiration, ce qui facilite la gestuelle qu'on soit droitier ou gaucher. Le biseau de l'aiguille doit être tourné vers le haut de façon à améliorer sa visibilité. On peut également chercher à le localiser en recherchant les mouvements des tissus qui l'entourent ou en s'aidant d'une hydrolocalisation. La dépression de l'endothélium juste avant la pénétration de l'aiguille dans la veine est souvent bien visible de même que l'arrivée de l'aiguille, dont l'hyperéchogénicité est tout d'un coup magnifiée par l'hypoéchogénicité de la lumière de la veine. La sonde peut alors être posée sur les champs stériles et la main ainsi libérée peut tenir l'aiguille pendant que la main qui dirigeait la seringue vérifie la présence d'un reflux sanguin.

Veine jugulaire interne

La veine jugulaire interne peut être abordée au sommet du triangle de Sédillot : la ponction doit s'effectuer hors plan avec la sonde en travers de l'axe du cou car si on positionne la sonde dans l'axe du cou afin de piquer dans le plan, la longueur de la sonde oblige à ponctionner beaucoup trop haut. Pour des raisons esthétiques et afin de raccourcir la longueur du tunnel, il est plus pratique de ponctionner à la base du cou, juste au-dessus de la clavicule, en arrière du chef claviculaire du muscle sterno-cléido-mastoïdien. À ce niveau il est facile d'aborder soit la veine jugulaire dans le plan par voie postérieure (**Figure 9**), soit la veine sous-clavière ou la veine brachio-céphalique à l'aplomb du dôme pleural. Pour un cathéter de courte durée simple ou multivoies, la ponction au ras de la clavicule est plus confortable et simplifie considérablement la gestion des pansements par l'équipe soignante.

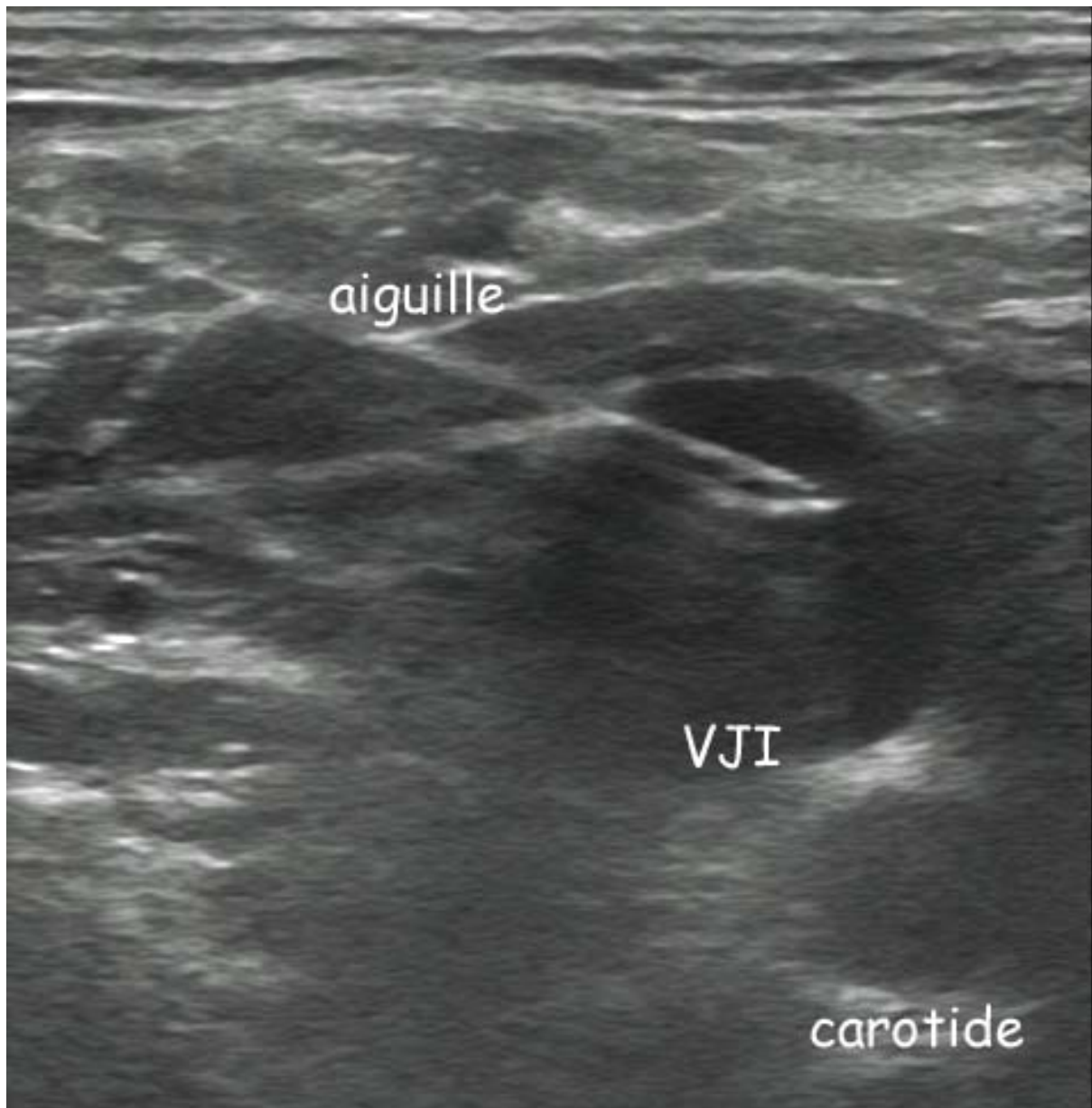


Figure 9.- Abord postérieur « dans le plan » de la veine jugulaire interne (VJI). Noter les échos de répétition de l'aiguille ainsi que l'aspect caractéristique du biseau qui est ici tourné vers le bas.

Veine sous-clavière par voie sus-claviculaire

Il s'agit d'une variante de l'ancienne voie « de Yoffa ». Le point de ponction se situe au ras de la clavicule, en arrière du chef claviculaire du muscle sterno-cléido-mastoïdien, en regard du milieu du petit côté de la sonde. La direction de l'aiguille est horizontale ou fait un angle de 10 à 20° par rapport au plan du lit, vers la fourchette sternale et dans le plan de la sonde. Si le point de ponction a été bien choisi, l'aiguille et la veine sous-clavière ou le confluent sont

visibles dans le même plan de coupe (**Figure 10**). C'est plus souvent le confluent de Pirogoff ou la veine brachiocéphalique qui sont abordés du fait de leur diamètre plus important que la veine sous-clavière. L'artère sous-clavière et le confluent ne sont jamais vus ensemble sur la même coupe échographique ce qui est une sécurité pour la ponction. Cet abord est à la fois facile, esthétique (très bas dans le cou, tunnel très court), et particulièrement adapté à la pédiatrie (nourrissons et petits enfants) car le confluent est fixé par les structures osseuses et ligamentaires adjacentes contrairement à la veine jugulaire interne qui est excessivement mobile et compressible à cet âge [16]. Chez le nourrisson les reliefs des chefs sternal et claviculaire du muscle sterno-cléido-mastoïdien sont souvent mal perçus et peu utiles pour choisir le point de ponction. Il est préférable de positionner la sonde le plus possible vers la fourchette sternale afin de ne pas avoir un point de ponction trop externe qui ferait courir un risque de parésie ou de paralysie phrénique.

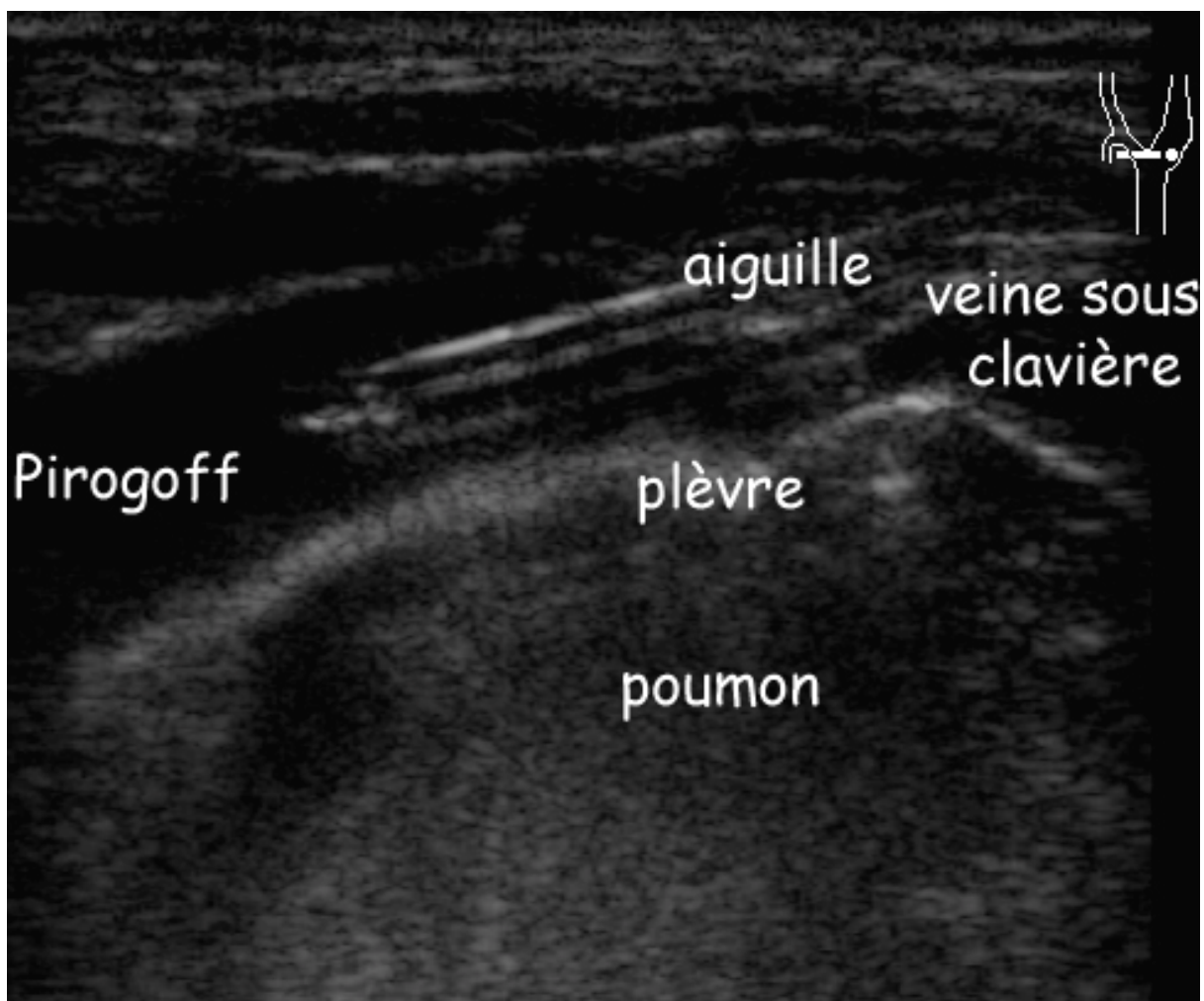


Figure 10.- Abord sus-claviculaire « dans le plan » du confluent de Pirogoff à gauche. Noter l'aspect caractéristique du biseau de l'aiguille qui est ici tourné vers le haut.

Veine sous-clavière par voie sous-claviculaire

En raison de l'encombrement de la sonde et de la zone d'ombre que représente la clavicule, le point de ponction pour l'abord de la veine sous-clavière est beaucoup plus externe et proche du sillon delto-pectoral que lors d'une ponction classique aussi on aborde aussi bien la veine axillaire que la veine sous-clavière. Les deux techniques « hors du plan » et « dans le plan » sont possibles. L'opérateur se place sur le côté du patient, la sonde est posée entre le sillon delto-pectoral et la clavicule, soit perpendiculairement aux vaisseaux, auquel cas la ponction se fera « hors plan » (Figure 4), soit parallèlement à l'axe de vaisseaux auquel cas la ponction se fera « dans le plan » (Figure 11). Il est difficile de dire laquelle de ces deux méthodes est la meilleure. La ponction « dans le plan » présente toujours l'avantage de mieux maîtriser la progression de l'aiguille qui est vue entièrement à l'écran, par contre, en fonction de l'anatomie des patients et de la longueur de la sonde, il n'y a pas toujours la place de poser la sonde longitudinalement entre la clavicule et le sillon delto-pectoral. Chez les patients corpulents les vaisseaux peuvent être assez profonds rendant la ponction beaucoup plus difficile que pour les abords sus-claviculaires. Chez les patients minces la ponction est facile mais il faut prendre garde à la plèvre qui peut être assez proche. Une bonne solution est de chercher à entrer dans le vaisseau à l'aplomb de la première côte, à l'endroit où la veine axillaire devient la veine sous-clavière (Figures 5 et 11) ; le risque de pneumothorax est alors nul et le point d'impact est situé avant l'articulation sterno-costoclaviculaire aussi le risque de compression du cathéter dans la pince costo-claviculaire (pinch-off syndrome) est inexistant. Cet abord n'est pas nouveau puisqu'il a été parfaitement décrit par des radiologues vasculaires dès 1990 [17].

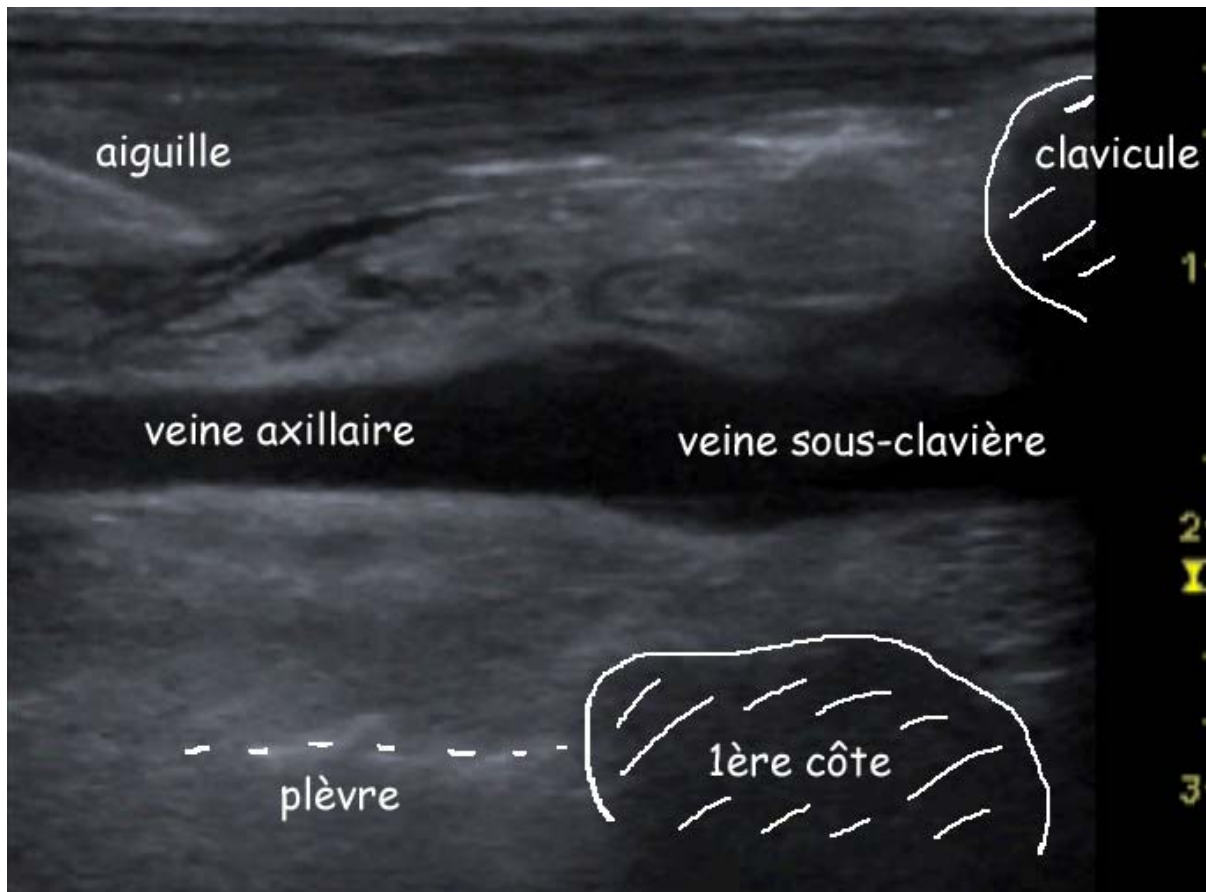


Figure 11.- Abord sous-claviculaire « dans le plan » de la veine sous-clavière à l'aplomb de la 1^{ère} côte et avant qu'elle ne disparaisse sous la clavicule.

Les autres abords

La connaissance des techniques d'abord échoguidé des veines brachiales et périphériques est d'un intérêt indiscutable chez les patients difficiles voire impossibles à perfuser [18] et pour la pose d'abords veineux centraux dans des indications particulières comme la mucoviscidose, les patients multi opérés pour des cancers de la tête et du cou, les contrindications locales aux abords thoraciques, ou encore plus simplement dans un souci d'esthétisme et de discrétion [19]. Enfin cette technique connaît un regain d'intérêt avec l'essor des « PICCs » (*Peripherally inserted central catheters*) [20].

Les veines du bras ou de l'avant-bras sont généralement abordées « hors plan » [21]. La veine basilique est la veine la plus facilement utilisable. Le bras est positionné en abduction avec la paume de la main tournée vers le haut. L'utilisation d'un garrot oblige à recourir à une « troisième main » pour le lâcher dès que l'aiguille pénètre dans la veine. La sonde est placée en travers du bras en centrant la veine choisie à l'écran. L'aiguille est insérée

2-3 cm plus bas dans l'axe du milieu de la sonde avec un angle de 30° par rapport à l'horizontale. En cas de pose d'un cathéter court dans une veine du bras chez un patient « impiquable », la longueur de ce cathéter peut être insuffisante pour cathétériser le vaisseau dans de bonnes conditions de sécurité et il peut être intéressant d'utiliser plutôt un cathéter artériel qui est plus long et a l'avantage de pouvoir être inséré par une méthode de Seldinger contrairement aux cathéters courts périphériques.

La veine fémorale est également abordée « hors plan ». Sa technique ne présente pas de particularités par rapport aux autres ponctions hors plan au sommet.

Le cathétérisme artériel

Les avantages de la ponction échoguidée pour la mise en place de cathéters artériels sont modestes mais démontrés par une méta-analyse récente avec une amélioration du taux de succès au premier passage de l'aiguille [22]. Par ailleurs lorsqu'un hématome s'est formé à la suite d'une tentative infructueuse par la méthode de la palpation, les battements deviennent très difficiles à percevoir et la ponction échoguidée permet de « récupérer » l'artère dans pratiquement tous les cas. La ponction est réalisée hors plan en centrant l'artère à l'écran et en insérant l'aiguille sous le centre de la sonde. La ponction dans le plan est également possible selon les préférences de l'opérateur ou si l'aiguille est mal vue hors plan. Il est également possible de contrôler la progression du guide dans la lumière de l'artère et de vérifier l'absence de dissection de la paroi.

LES LIMITES DE L'ÉCHOGRAPHIE

La courbe d'apprentissage

On peut penser que la courbe d'apprentissage pour un débutant nécessite la réalisation de 5 repérages échographiques et ponctions veineuses échoguidées par voie d'abord, soit 20-25 au total [23]. Bien sûr l'apprentissage est beaucoup plus rapide pour un opérateur déjà expérimenté dans la pose de cathéters veineux centraux ou dans la réalisation de blocs nerveux échoguidés. Il faut certainement commencer par les abords les plus faciles, à savoir la veine jugulaire interne « dans le plan » et « hors plan » et le confluent de Pirogoff par voie sus-claviculaire, et ne se lancer dans les abords des veines axillaire/sous-clavière qu'après avoir acquis suffisamment de dextérité.

Les urgences vitales et l'inefficacité cardio-circulatoire

Il n'y a peu d'études sur l'utilisation de l'échographie au cours des urgences vitales. Au cours du massage cardiaque le cathétérisme fémoral échoguidé s'est montré légèrement supérieur en terme de réduction du nombre de tentatives et de ponctions artérielles accidentelles mais sur une petite série de 20 patients uniquement [24]. Dans un registre américain portant sur 1222 cathéters posés par des « *emergency medicine resident* », il n'y avait pas de différence sur le taux global de succès avec ou sans écho, par contre le nombre total de ponctions était inférieur dans le groupe « écho » [25]. Ces résultats modestes sont peut-être en rapport avec une hétérogénéité de la formation des spécialistes en charge des soins aigus et devraient s'améliorer avec le temps et la diffusion des échographes. En tout état de cause il faut continuer à connaître et à enseigner des voies d'abord « de sauvetage » selon les méthodes classiques par exemple l'abord fémoral.

RÉFÉRENCES

1. Machi J, Takeda J, Kakegawa T. Safe jugular and subclavian venipuncture under ultrasonographic guidance. *Am J Surg* 1987; 153: 321-3.
2. NICE. National Institute for Clinical Excellence. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. 2002; www.nice.org.uk.
3. Hind D, Calvert N, McWilliams R et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003; 327: 361.
4. Rothschild. *Ultrasound Guidance of Central Vein Catheterization*. 2001; <http://www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/chap21.htm>.
5. ACS. American College of Surgeons. Statement on recommendations for uniform use of real-time ultrasound guidance for placement of central venous catheters. 2008; http://www.facs.org/fellows_info/statements/st-60.html.
6. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, 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.
7. Dede D, Akmangit I, Yildirim ZN, et al. Ultrasonography and fluoroscopy-guided insertion of chest ports. *Eur J Surg Oncol* 2008; 34: 1340-3.

8. Biffi R, Orsi F, Pozzi S, et al. Best choice of central venous insertion site for the prevention of catheter-related complications in adult patients who need cancer therapy: a randomized trial. *Ann Oncol* 2009; 20: 935-40.
9. Domino KB, Bowdle TA, Posner KL, et al. Injuries and liability related to central vascular catheters: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2004; 100: 1411-8.
10. Cook TM. Litigation related to central venous access by anaesthetists: an analysis of claims against the NHS in England 1995-2009. *Anaesthesia* 2011; 66: 56-7.
11. Bodenham A. Reducing major procedural complications from central venous catheterisation [editorial]. *Anaesthesia* 2011; 66: 6-9.
12. SFHH. Société Française d'Hygiène Hospitalière. Infections associées aux dispositifs intra-vasculaires. *Hygiènes* 2010; 18: 121-5.
13. Hajjar J, Mounier M. Ultrasound equipment in anaesthesia and infection control measures. *Ann Fr Anesth Reanim* 2009; 28: 397-8.
14. Kac G, Podglajen I, Si-Mohamed A, et al. Evaluation of ultraviolet C for disinfection of endocavitary ultrasound transducers persistently contaminated despite probe covers. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010; 31: 165-70.
15. Desruennes E. Techniques de ponction vasculaire échoguidée (1ère partie). *Webanesthésie* 2010; 4: 10037.
16. Hayashi Y, Uchida O, Takaki O, et al. Internal jugular vein catheterization in infants undergoing cardiovascular surgery: an analysis of the factors influencing successful catheterization. *Anesth Analg* 1992; 74: 688-93.
17. Lameris J, Post P, Zonderland H. Percutaneous placement of Hickman catheters: comparison of sonographically guided and blind techniques. *Am J Roentgenol* 1990; 155: 1097-9.
18. Brannam L, Blaiwas M, Lyon M, Flake M. Emergency nurses' utilization of ultrasound guidance for placement of peripheral intravenous lines in difficult-access patients. *Acad Emerg Med* 2004; 11: 1361-3.
19. Marcy PY, Magne N, Castadot P, et al. Is radiologic placement of an arm port mandatory in oncology patients?: analysis of a large bi-institutional experience. *Cancer* 2007; 110: 2331-8.
20. Vidal V, Cohen F, Casalonga F, et al. Peripherally inserted central catheter: a therapeutic tool. *Presse Med* 2009; 38: 663-5.

21. Mahler SA, Wang H, Lester C, et al. Short- vs long-axis approach to ultrasound-guided peripheral intravenous access: a prospective randomized study. *Am J Emerg Med* 2010.
22. Shiloh AL, Savel RH, Paulin LM, Eisen LA. Ultrasound-guided catheterization of the radial artery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Chest* 2011; 139: 524-9.
23. Feller-Kopman D. Ultrasound-guided internal jugular access: a proposed standardized approach and implications for training and practice. *Chest* 2007; 132: 302-9.
24. 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.
25. Balls A, LoVecchio F, Kroeger A, et al. Ultrasound guidance for central venous catheter placement: results from the Central Line Emergency Access Registry Database. *Am J Emerg Med* 2010; 28: 561-7.