

Cathétérisme veineux central

Conférences d'actualisation SFAR 1997

JY Lefrant, JF Bénézet, JL Pandolfi, JJ Eledjam

Fédération d'anesthésie-réanimation et de l'urgence,
CHU Nîmes, 5, rue Hoche, 30029 Nîmes cedex

POINTS ESSENTIELS

- Un cathéter veineux est dit central quand son extrémité distale se situe au niveau de la veine cave supérieure.
- Les veines jugulaires internes et sous-clavières sont les plus communément utilisées.
- Malgré un nombre important de techniques de ponction, les taux d'échecs et de complications restent constants (10 à 20 %).
- L'échec et l'infection du cathéter sont les complications les plus fréquentes.
- La réduction de la fréquence des complications ne peut se concevoir qu'en portant les bonnes indications de nutrition parentérale, de mesure des pressions de remplissage et de remplissage rapide.
- Le guidage ultrasonique des ponctions veineuses centrales semble susceptible de réduire le taux d'échecs et/ou de complications immédiates.
- Une redéfinition des rapports anatomiques des veines à ponctionner peut aussi permettre d'optimiser les techniques de ponction.
- La notion d'opérateur expérimenté au cathétérisme veineux central reste à définir.

Un cathéter veineux est dit central quand son extrémité distale se situe au niveau de la veine cave supérieure [1]. Il faut y ajouter les cathéters veineux fémoraux dont l'extrémité se situe au niveau des veines iliaques, voire de la veine cave inférieure. Bien que certaines veines périphériques (basilique, céphalique, jugulaire externe) permettent le cathétérisme veineux central, l'abord veineux est le plus souvent réalisé au niveau d'une veine centrale (jugulaire interne, sous-clavière, axillaire, fémorale). La technique de ponction est variable d'un opérateur à un autre, mais est classiquement basée sur un repérage anatomique présumé constant quel que soit le patient. La fréquence de mise en place de cathéters veineux centraux reste mal évaluée. Pourtant, les complications liées à cet acte restent aux alentours de 10 à 20 % [2] [3] [4]. Ce taux de complications, difficilement compressible, a poussé certains auteurs à proposer le guidage de ce geste par des techniques permettant de visualiser et/ou de repérer les veines à ponctionner. D'autres auteurs envisagent actuellement de reconsidérer les techniques classiques de repérage anatomique, afin de mieux exposer les veines à ponctionner. Cependant, une réduction significative du taux de complications du cathétérisme veineux central ne peut se concevoir qu'en reconsidérant ses indications. Après des rappels concernant les techniques de ponction, le matériel et les complications, la gestion globale du cathétérisme veineux central comprenant ses indications et les nouvelles techniques de repérage sera envisagée.

RAPPELS

Matériels

Plusieurs types de cathéters sont disponibles actuellement [1]. Les matériaux les plus utilisés sont le silicone et le polyuréthane moins thrombogènes [1]. Les cathéters multilumières permettent l'administration simultanée de plusieurs produits intraveineux. Enfin, l'implantation chirurgicale de cathéters à chambre permet une utilisation plus longue de l'abord veineux.

Indications - Complications - Techniques

Le monitoring des pressions de remplissage (pression veineuse centrale et de l'artère pulmonaire), la nutrition parentérale et le remplissage rapide représentent les indications les plus fréquemment rencontrées en anesthésie-réanimation (tableau I) [5]. Cependant, la ponction d'une veine profonde de gros calibre, réalisée selon un repérage anatomique, expose à un risque de blessure des organes voisins. Ainsi, la littérature est riche des multiples complications observées après cathétérisme veineux central [1] [5] (tableau II). Dans ce cadre, l'échec du cathétérisme est observé dans 10 % des cas environ [3] [4]. La ponction accidentelle d'une artère voisine et le pneumothorax pour l'abord sous-clavier s'observent environ dans 5 et 2 % des cas. Les infections restent la principale complication [6] [7]. Survenant dans 10 à 20 % des cas, elles peuvent mettre en jeu le pronostic vital. Le risque s'accroît avec la durée d'implantation du cathéter, le site jugulaire, l'existence de foyers infectieux annexes et l'utilisation d'un matériel en téflon [7] [8] [9]. L'origine est essentiellement cutanée ou a pour point de départ la colonisation du cathéter par sa lumière interne. Le staphylocoque épidermidis reste le germe le plus fréquemment trouvé [9]. Le diagnostic repose encore sur les cultures (préférentiellement quantitatives) du cathéter après retrait de celui-ci [8] [9]. Les méthodes de culture de l'orifice d'entrée cutanée du cathéter, de culture du raccord proximal du pavillon du cathéter et les hémocultures semi-quantitatives prélevées sur cathéter, peuvent éviter parfois son retrait [9]. Cependant, le retrait du cathéter reste la priorité chez un malade en choc septique ou devant un sepsis grave évolutif [8] [9]. La prévention de ces infections repose sur une mise en place des cathéters dans des conditions d'asepsie chirurgicale, sur le remplacement régulier des tubulures et robinets et de leur utilisation la plus stérile possible [1] [7] [8] [9]. L'emploi de manchon sous-cutané en collagène ou en argent, et la tunnellisation de l'extrémité distale du cathéter ne semblent pas diminuer le risque infectieux [8]. Enfin, le changement systématique du cathéter expose aux risques de complications mécaniques sans diminuer le risque d'infection [10].

Tableau I. Principales indications des cathétérismes veineux centraux [5].

Monitoring des pressions de remplissage Pression veineuse centrale Pression de l'artère pulmonaire
Administration de médicaments Drogues vasoactives ou irritantes par voie périphérique Administration chronique de médicaments - nutrition parentérale

- chimiothérapie - antibiothérapie au long cours
Remplissage rapide
Aspiration d'une embolie gazeuse
Impossibilité de trouver un accès veineux périphérique

Tableau II. Principales complications des cathétérismes veineux centraux [5] .

Complications de ponction	Complications à l'insertion du cathéter	Complications d'entretien
ponction artérielle hématome hémithorax chylothorax effusion médiastinale ou pleurale pneumothorax blessure nerveuse - plexus brachial - ganglion stellaire embolie gazeuse embolie de cathéter cisailé	perforation cardiaque troubles du rythme cardiaque bloc de branche	thrombose et thromboemb olie infection endocardite troubles du rythme cardiaque

Pour éviter ces complications, une technique rigoureuse s'impose [1] [5] . Le geste doit être réalisé dans des conditions d'asepsie chirurgicale après lavage des mains de l'opérateur, habillage stérile, nettoyage, épilation et désinfection par une solution antiseptique de la zone de ponction. Cette dernière est limitée par des champs stériles. Une anesthésie locale peut être réalisée par infiltration sous-cutanée chez les patients conscients. La position déclive (20 à 30°) du patient facilite la ponction et limite le risque d'embolie gazeuse [1] . Pour la ponction veineuse, la technique de Seldinger est la plus utilisée. Pour tous les abords centraux caves supérieurs, une radiographie thoracique vérifie la position extrapéricardique de l'extrémité du cathéter. Parmi les nombreuses techniques décrites, seules les plus utilisées sont citées.

Abord sous-clavier

La voie d'Aubaniac est la plus répandue [11] . Le patient est étendu en décubitus dorsal strict, les bras le long du corps, la tête tournée du côté opposée à la ponction. Cette dernière est réalisée à 1 cm sous le bord inférieur de la clavicule à la jonction du tiers moyen et du tiers interne de celle-ci. L'aiguille est dirigée en dedans, légèrement en haut et en arrière, en direction de la face postérieure de la fourchette sternale.

Abord jugulaire interne

Le côté droit est choisi préférentiellement. La tête du patient est tournée vers la gauche et le cou discrètement étendu. La majorité des techniques insiste sur la relation de la veine jugulaire interne et du muscle sterno-cléido-mastoïdien [1] [5] . La voie de Daily est la plus utilisée [12] . Le point de ponction se situe au centre du triangle de Sédillot. L'aiguille est enfoncée en direction caudale, parallèlement au plan sagittal et faisant un angle de 30° avec le plan frontal.

Abord axillaire

Le patient est installé en décubitus dorsal, le bras en abduction et en rotation externe, la tête tournée du côté de la ponction. La ponction s'effectue en dedans des battements de l'artère axillaire et dans l'axe du bras [13] .

Abord fémoral

Le patient est installé en décubitus dorsal et en léger proclive [1] . Le membre inférieur choisi est placé en abduction et en rotation externe. La ponction est réalisée en dedans de l'artère fémorale, en dessous de l'arcade crurale. L'aiguille est orientée dans l'axe du membre, avec un angle de 30° par rapport à la peau.

Autres voies d'abord

Les veines jugulaire externe, basilique et céphalique peuvent être ponctionnées [5] . Cependant, le taux de réussite est faible par rapport aux voies précédentes (25 à 70 %) et le cathétérisme prolongé de ces veines exposerait à un risque accru de thromboses et de thrombophlébites.

Surveillance

Toute manipulation des flacons de perfusion, des tubulures et du cathéter doivent s'effectuer le plus stérilement possible [1] [7] [8] [9] . La surveillance du point de ponction est quotidienne à la recherche d'une complication mécanique et/ou infectieuse. La perméabilité du cathéter est confirmée pluriquotidiennement par un reflux aisé de sang. Le caillotage à l'intérieur du cathéter est prévenu en assurant un débit de perfusion régulier et en rinçant les tubulures au sérum physiologique après chaque injection, prélèvement ou transfusion.

Le retrait du cathéter doit être effectué avec les mêmes conditions d'asepsie que les soins quotidiens. Les derniers centimètres du cathéter peuvent être mis en culture.

CHOISIR LES BONNES INDICATIONS POUR ÉVITER LES COMPLICATIONS

Malgré la multiplicité des sites et des techniques de ponction, le taux de complications reste constant [2] [3] [4] . Une indication raisonnée de cathétérisme veineux central reste la solution essentielle pour diminuer la fréquence des complications.

Nutrition parentérale

La fréquence d'un mauvais état nutritionnel chez les patients hospitalisés et l'augmentation de la morbidité et de la mortalité chez les patients dénutris ont favorisé l'emploi de l'alimentation artificielle [14] [15] [16] [17] . La voie parentérale centrale en était une clé de voûte, compte tenu de la nécessité d'apports caloriques importants par des solutés hypertoniques irritants veineux. Cependant, des études récentes ont identifié les sous-groupes de patients qui pouvaient bénéficier d'une alimentation artificielle [18] [19] . De même, l'intérêt de l'emploi de la voie entérale sur la voie parentérale a bien été montré [20] [21] [22] . Il convient aussi de différencier les indications de l'alimentation artificielle chez les patients d'anesthésie et de réanimation.

Chez les patients d'anesthésie

Les indications de l'alimentation artificielle ont bien été définies par la conférence de consensus de décembre 1994 [23] . Les patients susceptibles d'en bénéficier sont ceux devant subir un acte de chirurgie lourde et ayant une perte de poids supérieure à 10 % depuis moins de 6 mois ou dont le taux d'albuminémie est inférieure à $35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Un indice de Buzby inférieur à 83,5 semble le paramètre le plus fiable pour déterminer les patients susceptibles de bénéficier d'une nutrition artificielle périopératoire [19] [23] . La durée de ce support nutritionnel ne doit pas excéder une semaine en période préopératoire. Une alimentation artificielle est aussi indiquée en période postopératoire, chez les patients ayant bénéficié d'une nutrition préopératoire et les patients dénutris (perte de poids 10 %, albuminémie $< 35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$). Cependant, il est conseillé de privilégier au maximum la voie entérale lorsqu'elle est disponible.

Chez les patients de réanimation

Malgré sa large utilisation chez les patients de soins intensifs, l'alimentation artificielle n'a encore jamais fait la preuve de son bénéfice sur l'évolution des patients [24] . Un apport nutritionnel semble bénéfique chez les polytraumatisés, les brûlés et les traumatisés crâniens [21] . De même, il est conseillé de nourrir les patients de réanimation dont la période de jeûne dépasse 14 jours [21] . Cependant, la littérature abonde de publications en faveur de l'emploi de la voie entérale, voire de l'alimentation entérale précoce [21] [22] [24] [25] . La responsabilité du tube digestif dans l'origine du syndrome de défaillance multiviscérale est largement montré [25] . L'alimentation entérale permettrait d'augmenter le flux mésentérique et de prévenir l'atrophie muqueuse du jeune. Par ce mécanisme, elle permettrait de diminuer les translocations bactériennes et la libération systémique de cytokines. Les bénéfices en termes de survie ont été montré chez l'animal [22] . Chez l'homme, il manque encore des études pour affirmer que l'alimentation

entérale même utilisée précocement améliore la survie des patients. Cependant, il est clairement démontré qu'elle est moins délétère que la voie parentérale [20] .

Ainsi, il conviendrait de poser les deux questions suivantes avant d'envisager un cathétérisme veineux central pour nutrition parentérale :

- l'indication d'alimentation artificielle est-elle justifiée chez ce patient ?
- le tube digestif est-il utilisable ?

Monitoring des pressions de remplissage

Le cathétérisme veineux central est nécessaire pour mesurer la pression veineuse centrale (PVC) et les pressions de l'artère pulmonaire [1] . Ces paramètres sont supposés refléter la volémie du patient. Cependant, il convient d'en connaître leurs limites afin d'optimiser leur utilisation. Ainsi, la PVC est corrélée à la pression télédiastolique du ventricule gauche et à la volémie jusqu'à 10 cm d'eau chez un sujet dont la fraction d'éjection est supérieure à 0,6 [26] . En revanche, la PVC est un mauvais reflet de la volémie chez les sujets dont la fraction d'éjection est inférieure à 0,5 et chez les sujets ventilés [27] . De même, lors d'une hémorragie, la baisse de la PVC n'est pas corrélée à l'importance de l'hémorragie [28] . Certaines réserves peuvent aussi être avancées quant à l'usage des pressions de l'artère pulmonaire et de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion qui reflète mal le remplissage ventriculaire gauche en télédiastole [28] . Cependant, l'intérêt du cathétérisme artériel pulmonaire réside dans la possibilité d'effectuer une mesure couplée de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion et du débit cardiaque [26] . Il est sans doute préférable d'utiliser un cathéter artériel pulmonaire plutôt que la mesure de la PVC, devant toute détresse hémodynamique. Cependant, aucune étude n'a montré que cette politique était bénéfique pour le patient.

Remplissage vasculaire

Les recommandations pour la pratique clinique privilégient l'emploi de la voie veineuse périphérique pour le remplissage vasculaire rapide au cours des hypovolémies relatives ou absolues [30] . En effet, la voie veineuse périphérique est plus rapide à poser et induit moins de complications. Cependant, le cathéter doit être de diamètre suffisant pour assurer un débit important. Le recours à un cathétérisme veineux central est donc licite quand l'utilisation des voies périphériques (en pensant aussi à la veine jugulaire externe) est impossible. Il faut alors privilégier une voie rapide dont les complications potentielles sont peu graves. La voie fémorale est la voie de choix dans cette indication, sauf en cas de suspicion de lésion de la veine cave inférieure (traumatisme abdominal).

CHOISIR LES TECHNIQUES DE CATHÉTÉRISME POUR DIMINUER LES COMPLICATIONS

Repérage ultrasonographique de la veine centrale

Depuis le développement des techniques ultrasonographiques, il est devenu possible de repérer les différentes veines à ponctionner. L'échographie permet de visualiser directement le vaisseau tandis que les techniques Doppler n'en permettent qu'un repérage acoustique. Par cette dernière technique, la veine est reconnue par un son grave rythmé par le temps respiratoire, tandis que l'artère se distingue par un son aigu rythmé par la fréquence cardiaque. La première publication remonte à 1978 où Ullman rapportait la possibilité de repérer la veine jugulaire interne grâce à la technique Doppler [31]. Pour la veine jugulaire, quelques études ont montré que l'échographie ou les techniques Doppler pouvaient faciliter l'accès veineux. Seules les études de Mallory et de Troianos rapportent une baisse significative des échecs dans le groupe où le repérage échographique est utilisé [32] [33]. De même, la littérature est pauvre en ce qui concerne le repérage ultrasonographique de la veine sous-clavière. Les études incluent rarement plus de 60 patients. Il apparaît que le guidage échographique peut améliorer le taux de succès chez les opérateurs les moins expérimentés [34]. L'étude de Mansfield et al, réalisée chez 821 patients, ne montre aucun bénéfice du guidage ultrasonique [3]. Cependant, la ponction de la veine sous-clavière n'était pas contemporaine du repérage et certains opérateurs n'effectuaient qu'un seul cathétérisme durant l'étude. Un travail réalisé en unité de soins intensifs incluait 266 patients, dont le cathétérisme sous-clavier était réalisé par la méthode standard ou à l'aide d'un repérage Doppler en temps réel [35]. L'opérateur était toujours le même. Le guidage Doppler permettait de diminuer le taux de complications (ponctions artérielles et surtout trajets aberrants) sans diminuer le taux d'échec. L'obtention d'un signal Doppler de bonne qualité modulé par la ventilation permettait d'obtenir un taux de réussite supérieur à 99 %.

L'utilisation des techniques de repérage semble donc séduisante. Cependant, le nombre réduit d'études incluant un grand nombre de patients, l'encombrement et le coût des appareils et l'apprentissage probablement nécessaire restent encore un obstacle à leur généralisation.

Redéfinir les repères anatomiques des veines centrales

Les différentes techniques décrites pour ponctionner les veines jugulaires internes et sous-clavières mentionnent une rotation de la tête du côté opposé à la ponction. Des publications récentes critiquent cette attitude pour le cathétérisme jugulaire. Dans cette position, le chevauchement de la veine jugulaire interne sur l'artère carotide interne est plus important et peut faciliter les ponctions artérielles [36] [37]. De même, une veine jugulaire externe, dont le diamètre est supérieur à 7 millimètres, serait prédictif d'un diamètre de la jugulaire interne inférieur à 15 millimètres et rendrait théoriquement son cathétérisme plus difficile [38].

CONDUITE PRATIQUE

Le cathétérisme veineux central reste un geste " symbole " de l'anesthésiste-réanimateur. Pour les étudiants de notre spécialité, il est l'un des premiers objectifs à maîtriser. À travers les années, son taux de succès reste élevé (supérieur à 90 %). Pourtant, son emploi irraisonné peut induire un nombre absolu croissant de complications. Celles-ci ne peuvent voir leur fréquence diminuer qu'en reconsidérant les indications parfois trop larges d'une alimentation parentérale totale. De même, les indications d'un cathétérisme veineux central pour mesurer une pression veineuse centrale ou permettre un remplissage rapide doivent être reconsidérées. Une fois indiqué, il semble possible de réduire encore le taux de complications en redéfinissant des repères anatomiques, validés par des études incluant un grand nombre de patients ou en utilisant des méthodes ultrasoniques de repérage qui doivent aussi être validées à grande échelle. Enfin, le rôle de l'expérience semble indéniable mais n'a jamais été défini précisément. Pour Mansfield et al, le taux de succès diminue pour les étudiants de première année [3] . Par contre, dans une autre étude réalisée en soins intensifs, aucune différence n'a été notée entre internes et médecins seniors [39] . Ce fait peut s'expliquer par le nombre important de cathétérismes veineux centraux réalisés par les internes d'anesthésie-réanimation. Il semble donc que la technicité puisse être acquise rapidement. Reste alors à bien porter les indications.

RÉFÉRENCES

- 1 Masbahi Y, Alhomme P. Voies veineuses centrales, pression veineuse centrale, cathétérisme artériel. In: Principes de réanimation chirurgicale . Paris: Arnette Blackwell, 1995:3-11
- 2 Padberg FT, Ruggiero J, Blackburn GL, Bistran BR. Central venous catheterization for parenteral nutrition. *Ann Surg* 1981;193:264-70
- 3 Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complications and failures of sub-clavian-vein catheterization. *N Engl J Med* 1994;331:1735-8
- 4 Lefrant JY, Lalourcey L, Pandolfi JL, Bénézet JF, Saïssi G, Eledjam JJ. Cathétérisme sous-clavier en réanimation: simple et rapide? *Ann Fr Anesth Réanim* 1996;15 (Suppl 3):R 374
- 5 Stanley III TE, Reves JG. Monitoring cardiovasculaire. In: Miller RD, éd. Anesthésie . Paris: Médecine-Sciences Flammarion, 1996:1161-228
- 6 Maki DG, Cobb L, Garman JK, Shapiro JM, Ringer M, Helgeson RB. An attachable silver-impregnated cuff for prevention of infection with central venous catheters: a prospective randomized multicenter trial. *Am J Med* 1988;85:307-14
- 7 Mimoz O, Pieroni L. Infections liées aux cathéters veineux en réanimation. In: Samii K, éd. Anesthésie-Réanimation chirurgicale . Paris: Médecine-Sciences Flammarion, 1995:3-11

- 8 XIIe conférences de consensus en réanimation et médecine d'urgence. Infections liées aux cathéters veineux centraux en réanimation. Réan Urg 1994;3:337-41
- 9 Nitenberg G, Garrouste M, Antoun S. Infections liées aux cathéters en réanimation. Consensus ou controverses? In: SFAR, éd. Conférences d'actualisation. 36 e Congrès national . Paris: Masson, 1994:559-74
- 10 Cobb DK, High KP, Sawyer RG, Sable CA, Adams RB, Lindley DA et al. A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary-artery catheters. N Engl J Med 1992;327:1062-8
- 11 Aubaniac R. L'injection intraveineuse sous-claviculaire. Presse Med 1952;60:1456
- 12 Daily PO, Griep RB, Shumway NE. Percutaneous internal jugular vein cannulation. Arch Surg 1970;101:534-6
- 13 Ayim EN. Percutaneous catheterization of the axillary vein and proximal basilic vein. Anesthesia 1977;32:753-9
- 14 Bistran BR, Blackburn GL, Vitale J, Cochran D, Naylor J. Prevalence of malnutrition in general medical patients. JAMA 1976;235:1567-70
- 15 Bistran BR, Blackburn GL, Hallowell E, Heddle R. Protein status of general surgical patients. JAMA 1974;230:858-60
- 16 Chandra RK. Nutrition, immunity, and infection: present knowledge and future directions. Lancet 1983;1:688-91
- 17 Windsor JA, Hill GL. Risk factors of postoperative pneumonia: the importance of protein depletion. Ann Surg 1988;208:209-14
- 18 Muller JM, Brenner U, Dienst C, Pichlmaier H. Preoperative parenteral feeding in patients with gastrointestinal cancer. Lancet 1982;1:68-71
- 19 The Veterans Affairs Total Parenteral Nutrition Cooperative Study Group. Perioperative total parenteral nutrition in surgical patients. N Engl J Med 1991;325:525-32
- 20 Moore FA, Feliciano DV, Andrassy RJ et al. Early enteral feeding compared with parenteral, reduces postoperative septic complications: the results of a meta-analysis. Ann Surg 1992;216:173-83
- 21 Souba WW. Nutritional support. N Engl J Med 1997;336:41-8
- 22 Zaloga GP, Roberts PR. Early enteral feeding improves outcome. In: Vincent JL, ed. Yearbook of intensive care and emergency medicine . Brussels: Springer, 1997:701-14
- 23 Conférence de consensus. Nutrition artificielle périopératoire en chirurgie programmée de l'adulte. Ann Fr Anesth Réanim 1995;14 (Suppl 2):7-16
- 24 Koretz RL. Nutritional supplementation in the ICU. How critical is nutrition for the critically ill? Am J Respir Crit Care Med 1995;151:570-3
- 25 Bouléreau P, Chassard D. Alimentation entérale précoce en chirurgie digestive. In: MAPAR, éd. Communications scientifiques . Paris: Bruno Dartayet, 1996:521-9
- 26 Richard CH, Edouard A, Zetlaoui J. Communication des experts. Critères cliniques et hémodynamiques de l'efficacité du remplissage vasculaire. Réan Urg 1989;5:307-36
- 27 Mangano DT. Monitoring pulmonary arterial pressure in coronary artery diseases. Anesthesiology 1980;63:364-70
- 28 Baron JF. Monitoring de la volémie au cours de l'anesthésie. In: SFAR, éd. Conférences d'actualisation. 38 e Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Paris: Elsevier, 1996:7-23

- 29 Weil MH, Henning RJ. New concept in the diagnosis and fluid treatment of circulatory shock. *Anesth Analg* 1979;58:124-32
- 30 Agence nationale pour le Développement de l'Évaluation Médicale. Quelles sont les modalités pratiques du remplissage vasculaire? In: ANDEM, éd. Remplissage vasculaire au cours des hypovolémies relatives ou absolues. Paris: 1997:147-53
- 31 Ullman JI, Stoelting RK. Internal jugular vein location with the ultrasound Doppler flow detector. *Anesth Analg* 1978;57:118
- 32 Mallory DL, McGee WT, Shawker T et al. Ultrasound guidance improves the success rate of internal jugular vein cannulation. A prospective randomized study. *Chest* 1990;98:157-60
- 33 Troianos CA, Jobes DR, Ellison N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study. *Anesth Analg* 1991;72:823-6
- 34 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
- 35 Lefrant JY, Pandolfi JL, Bénédet JF, Gouze C, Saïssi G, Eledjam JJ. Cathétérisme sous-clavier sous contrôle Doppler. *Ann Fr Anesth Réanim* 1995;14 (Suppl 3):R 269
- 36 Troianos CA, Kuwik RJ, Pasqual JR, Lim AJ, Odasso DP. Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography. *Anesthesiology* 1996;85:43-8
- 37 Sulek CA, Gravenstein N, Blackshear RH, Weiss L. Head rotation during internal vein cannulation and the risk of carotid artery puncture. *Anesth Analg* 1996;82:125-8
- 38 Stickle BR, McFarlane H. Prediction of a small internal jugular vein by external jugular vein diameter. *Anaesthesia* 1997;52:220-2
- 39 Lefrant JY, de La Coussaye JE, Ibanez F, Saïssi G, Eledjam JJ. Immediate complications during one year of subclavian venous (SV) access in ICU. *Intensive Care Med* 1994;20 (Suppl 2):S 113