

POSE D'UN CATHÉTER PÉRINERVEUX SOUS ÉCHOGRAPHIE

Didier Morau, Philippe Biboulet, Olivier Choquet, Xavier Capdevila
Département d'Anesthésie Réanimation Hôpital Lapeyronie, Avenue
Doyen Gaston Giraud, 34295 Montpellier, Cedex 5. E-mail : d-morau@
chu-montpellier.fr

INTRODUCTION

L'utilisation des cathéters nerveux périphériques (CNP) a permis d'améliorer la prise en charge de l'analgésie postopératoire après chirurgie orthopédique. Cette technique d'analgésie procure une diminution de la consommation de morphine en postopératoire, une analgésie postopératoire pour la chirurgie du membre inférieur de qualité équivalente à celle obtenue avec l'analgésie péridurale avec moins d'effets aderses et elle a également un effet positif reconnu sur la rééducation postopératoire après arthroplastie du genou entre autres [1]. La satisfaction du patient est supérieure à celle obtenue avec les blocs en injection unique. Sans surprise on assiste actuellement au développement de ces techniques de perfusions périnerveuses d'anesthésiques locaux (AL) pour la prise en charge de l'analgésie postopératoire en chirurgie ambulatoire permettant même d'étendre ces techniques à certaines chirurgies majeures du membre inférieur [2]. Puisqu'un des bénéfices clairement attendu de l'analgésie postopératoire par CNP est la réduction de la consommation d'antalgiques de secours et de leurs effets secondaires, un positionnement de l'extrémité du cathéter au plus près du nerf est fondamental pour obtenir une efficacité maximale. Tout ceci ne peut se concevoir que si l'on s'assure au préalable de la position adéquate des CNP. En effet un nombre non négligeable, jusqu'à 40 %, de CNP introduits de manière aveugle par la méthode de neurostimulation ne sont pas en position optimale [3, 4] ce qui est directement corrélé à une moindre efficacité analgésique obtenue [5]. Classiquement la position adéquate des cathéters est vérifiée par la qualité du bloc obtenue après injection d'AL au travers du cathéter ou encore par son opacification radiologique. L'apport des cathéters stimulants pour l'optimisation de leur placement, technique plus récente, reste controversé [6, 7] et n'offre probablement qu'un intérêt clinique limité comparativement à la technique de référence qu'est la neurostimulation en particulier dans la chirurgie arthroplastique du genou [8]. Le développement actuel des techniques d'échoguidages pour les blocs nerveux périphériques en injection unique a permis d'étendre ce type de repérage au CNP. Toutefois

l'utilisation des ultrasons pour la mise en place de CNP reste marginale parmi les anesthésistes [9]. Ce fait est probablement en rapport avec la notion de complexité technique ou encore d'intérêt clinique à démontrer qui entoure l'échoguidage des CNP.

1. INTÉRÊT CLINIQUE DE L'ÉCHOGRAPHIE POUR LE PLACEMENT DES CATHÉTERS

Les larges études concernant les CNP placés sous échoguidage se focalisent essentiellement sur le bénéfice clinique final obtenu par le patient et très peu sur l'aspect purement technique de pose et de repérage de l'extrémité des cathéters grâce aux ultrasons. Swenson et al. [10] rapportent ainsi une des plus larges séries de cathéters échoguidés publiée. Sur les 620 cathéters de cette série de patients ambulatoires on retrouve 190 cathéters interscaléniques, 224 cathéters fémoraux et 206 cathéters sciatiques poplités avec pour tous les cathéters une efficacité analgésique quasi totale en postopératoire. Selon l'auteur un tel taux de succès est inhérent au placement précis des cathéters par l'échoguidage. Fredrickson et al. [11] rapportent une série de 300 patients bénéficiant d'une analgésie postopératoire par cathéter interscalénique pour chirurgie de l'épaule en ambulatoire avec une efficacité clinique supérieure à 98 % si l'on se base sur la consommation d'opiacés postopératoires. Ces taux de succès particulièrement séduisants doivent être pondérés par le fait qu'il s'agit d'études descriptives non randomisées.

De manière prospective et randomisée, Mariano et al. [12-15] ont montré que l'échoguidage permettait de réduire de manière significative le temps de mise en place des cathéters périmerveux comparativement à la neurostimulation pour des cathéters stimulants. C'est ainsi que cette équipe note un temps de pose de 5 min (3,9-10 min) en échoguidage versus 8,8 min (4,8-30 min) en neurostimulation pour le CNP fémoral [12]. Pour les CNP interscaléniques [13] ainsi que pour les CNP infraclaviculaires [14] le gain de temps en utilisant les ultrasons est de l'ordre de 6 minutes en moyenne. Pour les CNP sciatiques par voie poplitée [15] le temps de pose est raccourci de 5 minutes dans le groupe échographie. Des résultats similaires sont retrouvés par Fredrickson et al. [16,17] pour l'approche interscalénique. Toutefois dans ses travaux cet auteur s'intéressait principalement aux temps nécessaires au placement optimal de l'aiguille au contact des structures nerveuses cibles et utilisait une technique mixte de repérage associant la neurostimulation et l'échoguidage. Il ne s'agissait donc pas de comparaison stricte échographie versus neurostimulation. Mariano et al. [12-15] notent également un taux d'échec de mise en place des CNP sous échographie significativement inférieur à celui obtenu avec les cathéters stimulants quel que soit le site étudié. Les indices de satisfaction des patients sont également supérieurs. Un autre résultat intéressant est que les cathéters interscaléniques, réputés difficiles à mettre en place, requièrent moins d'intervention de l'anesthésiste en salle de surveillance post-interventionnelle (du type nécessité de bolus supplémentaires, de retrait partiel du cathéter, voire même de retrait du cathéter en vue d'une nouvelle ponction) lorsqu'ils sont posés sous échoguidage versus neurostimulation [16]. Il est rapporté également une diminution des ponctions vasculaires sous échographie [12-14] ainsi que du risque de diffusion périurale de l'AL à la pose du cathéter interscalénique [13] même s'il ne s'agissait que d'objectifs secondaires.

L'efficacité clinique analgésique des CNP mis avec l'aide de l'échographie a, quant à elle, été diversement appréciée dans la littérature et reste controversée. Fredrickson et al. [16] retrouvent en interscalénique dans le groupe échographie une diminution significative de la consommation d'analgésiques de secours et une diminution de la consommation d'AL administrés sous forme de bolus par rapport au groupe neurostimulation. Toutefois l'auteur qualifie lui-même ces résultats cliniques bénéfiques de modestes car on ne les retrouve que jusqu'à J1. Dès J2 les différences entre groupe échographie et neurostimulation s'estompent. Curieusement dans une autre étude à la méthodologie sensiblement comparable, la même équipe [17] ne retrouve plus cette supériorité de l'échographie pour la pose des CNP. Aveline et al. [18] en comparant les CNP fémoraux introduits à l'aide de l'échographie versus neurostimulation ont montré un bénéfice clinique indéniable à l'utilisation des ultrasons. En effet dans ce dernier groupe on retrouvait outre une diminution de la consommation d'AL et d'analgésiques de secours en postopératoire, une réduction des EVA au repos et à la mobilisation et une amélioration significative des amplitudes de flexion articulaire à J1 et J2. Un bénéfice fonctionnel direct était donc obtenu. Ceci était en rapport avec un positionnement de l'extrémité du cathéter au plus près du nerf. Au niveau sciatique poplité, Mariano et al. [19] ne retrouve pas de bénéfice analgésique des cathéters introduits sous échoguidage versus les cathéters stimulants. Les études ont donc des difficultés à montrer une supériorité de l'échoguidage par rapport aux méthodes traditionnelles si ce n'est pour des critères purement techniques de pose comme le temps d'insertion. Ces résultats sont assez proches de ceux obtenus pour les blocs en injection unique.

Un des intérêts probable des cathéters placés sous échoguidage est la possibilité d'être précis, si tant est que le patient soit échogène, sur la cible nerveuse recherchée. Ceci est particulièrement vrai et utile pour l'insertion de CNP interscaléniques. La technique de neurostimulation traditionnelle reste une méthode d'introduction « aveugle » ne permettant que très rarement de choisir la racine ou le tronc nerveux cible si ce n'est en prolongeant la procédure, source d'inconfort pour le patient. A l'inverse on voit que l'échographie permet de cibler la zone où sera posée l'extrémité du cathéter par exemple au niveau des racines/tronc nerveux C5-C6 [20]. Fredrickson et al. [20] rapportent que l'insertion du cathéter dans le sillon interscalénique en regard des structures nerveuses issues de C5-C6 a permis de réduire les concentrations d'AL utilisées (ropivacaïne 2 mg/ml⁻¹ versus 4 mg.ml⁻¹) sans compromettre l'efficacité analgésique. De plus les indices de satisfaction des patients étaient plus élevés dans le groupe 2 mg.ml⁻¹ car l'intensité du bloc-moteur y était réduite. On voit bien qu'avec l'essor du guidage échographique la relevance clinique des résultats des études de doses d'AL obtenues en neurostimulation est sujette à caution. Un point clé de l'intérêt de placer précisément un cathéter sous échographie est bien de faciliter au maximum la diffusion des AL au contact des structures cibles tout en minimisant la diffusion de l'AL aux zones contiguës que l'on souhaiterait éviter telle la face ventrale du muscle scalène antérieur où chemine le nerf phrénique.

Un autre intérêt du guidage échographique est le développement de voies d'insertion de cathéter qui facilite leur gestion postopératoire. L'insertion d'un cathéter interscalénique par les techniques classiques de neurostimulation est source d'échec dans plus de 20 % des cas [21] en raison principalement des déplacements secondaires du cathéter consécutif au trajet sous-cutané limité

du cathéter. L'approche postérieure décrite par Pippa et al. [22] à l'avantage de sécuriser les cathéters mais n'a jamais vraiment gagné en popularité en raison de la proximité des structures neuraxiales. Plusieurs auteurs [23, 24] ont rapporté que l'on pouvait de manière sécuritaire, sous guidage échographique, aborder le plexus brachial au niveau cervical, par voie postérieure en traversant le muscle scalène moyen tout en restant à distance du rachis. Pour faciliter la ponction qui a lieu d'arrière en avant le patient est positionné en décubitus latéral avec le membre à opérer vers le haut. L'opérateur se situe à l'arrière du patient. Les avantages de cet abord semblent indéniables en termes de sécurisation de la fixation du cathéter [24].

Le guidage échographique de la mise en place de CNP peut aussi avoir pour intérêt de faciliter le repérage des structures nerveuses chez certains patients pour lesquels le repérage par neurostimulation traditionnel est difficile et non dénué de risques. A titre d'exemple on peut mettre en avant les patients présentant des neuropathies sévères chez lesquels les critères classiques de neurostimulation ne sont pas fiables et n'éliminent pas l'éventualité d'une injection intraneurale. L'échographie, en permettant la visualisation directe du nerf cible et des structures avoisinantes, peut faciliter l'insertion du cathéter en position optimale tout en minimisant les risques encourus [25].

2. LES TECHNIQUES DE POSES DES CATHÉTERS PÉRINERVEUX SOUS ÉCHOGRAPHIE (FIGURES 1, 2, 3)

La réticence des anesthésistes à la pratique de l'échoguidage pour la mise en place de CNP tient en grande partie à l'impression de complexité qui entoure cet acte. Outre la nécessité de s'habiller stérilement et de respecter des règles strictes d'asepsie conformément aux bonnes pratiques, il convient de recouvrir stérilement la sonde par une protection adaptée et d'utiliser du gel stérile. Autant la ponction sous échographie ne présente pas de spécificité particulière par rapport aux blocs en injection unique, autant il est difficile d'introduire le cathéter sous contrôle échographique et de suivre son cheminement. La plupart des équipes dépose la sonde après la ponction et insère le cathéter de manière aveugle, sauf si l'on dispose d'un bras articulé (peu répandu) servant de support de sonde pouvant maintenir cette sonde fermement ou si l'on dispose de l'aide d'une tierce personne elle-même habillée stérilement.

Les nerfs sont généralement visualisés en coupe transversale (petit axe) et plus rarement en coupe longitudinale (grand axe) qui reste réservée à des anesthésistes experts. La ponction et l'introduction du cathéter peuvent indifféremment se faire en abord « dans le plan » des ultrasons ou « en dehors du plan » des ultrasons.

2.1. COUPETRANSVERSALE « PETIT AXE » /PONCTION « DANS LE PLAN »

La visualisation du nerf en coupe transversale et la ponction « dans le plan » semble séduisante car elle ne modifie pas la technique la plus souvent pratiquée pour l'injection unique sous guidage par ultrasons. Cependant une des difficultés relevée est que le cathéter arrive perpendiculairement aux structures nerveuses ce qui peut limiter sa progression. De plus, un autre risque est que le cathéter contourne le nerf et se retrouve en position ectopique par rapport à la cible initiale [26]. Il a donc été suggéré soit d'utiliser des cathéters très flexibles, peu propices à dépasser les structures nerveuses, soit de faire progresser le cathéter

de 1 cm au maximum au bout de l'aiguille. Une autre option est d'avancer le cathéter de quelques cm après le biseau de l'aiguille et de le retirer secondairement, après retrait de l'aiguille, de façon à ne laisser que 2 cm au plus près du nerf. Une dernière possibilité est d'avancer le biseau de l'aiguille jusqu'à l'endroit où l'on souhaite positionner l'extrémité du cathéter, d'introduire le cathéter d'à peine 1 cm, et ensuite de retirer l'aiguille. Ainsi l'extrémité du cathéter reste au niveau de la position initiale de l'extrémité de l'aiguille. L'avantage des voies « dans le plan » est qu'elles permettent une tunnelisation sous cutanée et intramusculaire indirecte car la distance entre le point d'entrée cutané et la cible nerveuse est plus longue que lors des ponctions « hors du plan ». Le désavantage majeur est que la longueur de cathéter au contact du nerf est minimale ce qui majore la possibilité de leur déplacement secondaire.

2.2. COUPETRANSVERSALE « PETIT AXE »/PONCTION « HORS DU PLAN »

L'association coupe transversale du nerf et ponction « hors du plan » des ultrasons offre l'avantage d'être similaire aux techniques de neurostimulation traditionnelles. En abordant le nerf dans son axe longitudinal on facilite théoriquement la progression du cathéter. Cependant la visualisation directe de l'extrémité du cathéter est très difficile car la coupe échographique est « transversale » au cathéter qui apparaît de fait comme un point hyperéchogène difficile à différencier des structures avoisinantes. C'est pourquoi il a été proposé d'effectuer une rotation de la sonde de 90° afin de suivre le cathéter et le nerf en vue longitudinale « grand axe ». Ceci ne peut se concevoir que pour des cathéters superficiels. De plus si le cathéter est introduit sur une trop longue distance il est fort probable que son extrémité ne restera pas dans le grand axe du nerf. Ainsi tout comme les techniques de neurostimulation, l'introduction du cathéter doit être limitée à quelques centimètres.

2.3. COUPE LONGITUDINALE « LONG AXE »/PONCTION « DANS LE PLAN »

La dernière possibilité est de visualiser le nerf en coupe longitudinale et de ponctionner dans le plan des ultrasons. Les limites de cette pratique résident essentiellement dans le fait qu'il est particulièrement ardu de maintenir dans l'axe du faisceau d'ultrasons à la fois l'aiguille, le cathéter et le nerf. Wang et al. [27] ont bien souligné la difficulté de cette voie. Les auteurs ont comparé l'introduction d'un cathéter fémoral « dans le plan » des ultrasons tout en maintenant le nerf en coupe longitudinale (groupe 1 abord caudal vers céphalique) et l'introduction d'un cathéter fémoral « dans le plan » des ultrasons tout en maintenant le nerf en coupe transversale (groupe 2, abord latéral vers médial). Dans le groupe 1 les cathéters étaient introduits sur une plus longue distance que dans le groupe 2 (7 cm versus 2 cm) mais la visualisation de l'extrémité du cathéter dans le groupe 1 étaient beaucoup plus difficile ce qui prolongeait la technique de pose de 10 min en moyenne et qui conduisait à plus d'échec de placement du cathéter y compris si les méthodes utilisées pour repérer l'extrémité du cathéter se poursuivaient jusqu'à 30 minutes. Il est probable que la grande longueur d'introduction du cathéter dans le groupe 1 ait entraîné des difficultés techniques de repérage de l'extrémité. Quelle que soit la technique de pose une introduction du cathéter sur une distance maximale de 3 cm semble raisonnable. On notera que Wang et al. [27], tout comme d'autres équipes [28] commencent par créer un espace de diffusion, avec du sérum salé ou du sérum glucosé à 5 %, autour du nerf fémoral afin de faciliter l'introduction du cathéter.



Figure 1 : Cathéter fémoral. Coupe longitudinale à la racine de la cuisse.

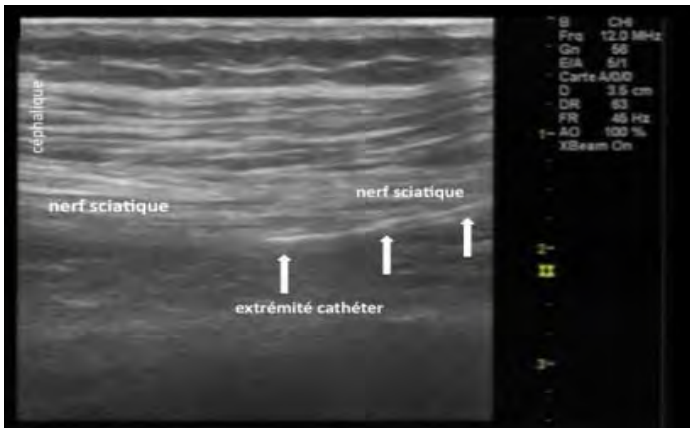


Figure 2 : Cathéter sciatique poplité. Coupe longitudinale ai niveau du creux poplité



Figure 3 : Cathéter interscalénique. Coupe longitudinale au niveau cervical

2.4. VISUALISATION DE L'EXTRÉMITÉ DU CATHÉTER

Tout l'intérêt du cathétérisme périmerveux échoguidé réside dans le fait de pouvoir visualiser en temps réel la position de l'extrémité du cathéter afin de l'optimiser si besoin. Différentes techniques ont été proposées dans la littérature sans toutefois que leurs valeurs prédictives positives et négatives de dépistage de l'extrémité du cathéter aient été évaluées. Il s'agit plus de partage d'expérience provenant d'experts en anesthésie locorégionale échoguidée. L'association échoguidage et cathéters stimulants a été souvent proposée dans la littérature [10] mais elle a pour désavantage de prolonger le temps de pose du cathéter et ne permet pas une visualisation directe de son extrémité. Une option séduisante et facile à mettre en œuvre semble être l'injection de 1 ml d'air [15] et la recherche de l'image hyperéchoène correspondant au bolus d'air, au plus près de la cible nerveuse. Il peut être nécessaire de répéter cette manœuvre afin de s'assurer du positionnement de l'extrémité du CNP. Les bolus d'air ne doivent pas être multipliés car ils créent des artefacts rendant l'image échographique ininterprétable. On peut aussi s'aider de légères mobilisations du cathéter [15] pour le visualiser. Swenson et al. [29] ont récemment rapporté que l'utilisation d'une émulsion de 5 ml d'AL, agitée manuellement de façon à produire des microbulles, permettait de servir de produit de contraste pour repérer l'extrémité du cathéter. On associe ainsi la visualisation de la diffusion de l'AL sous forme de flaque hypoéchoène et l'image hyperéchoène des bulles d'air. Van Geffen et al. [30] basent la prédictibilité de la réussite du bloc sur la visualisation de la diffusion au contact du nerf du bolus d'AL injecté dans le cathéter. Une autre option est la combinaison du doppler couleur (ou du doppler énergie permettant de détecter de faibles vitesses de fluide) avec l'injection d'un bolus de sérum glucosé [31] au travers du cathéter. L'utilisation de produit de contraste radiologique type Iopamiron® a été rapporté de manière anecdotique. Les produits de contraste sonographique type Sonovue® n'ont pas d'homologation pour l'ALR. Il y a un réel intérêt à s'efforcer de visualiser en échographie l'extrémité du cathéter car ainsi si le cathéter est précisément en place la qualité du bloc obtenue par une injection d'AL au travers du cathéter et équivalente à celle obtenue par une injection d'AL au travers de l'aiguille [32] ce qui a souvent été source de controverses en neurostimulation traditionnelle.

CONCLUSION

Une des principales limites à l'utilisation de l'échographie pour la mise en place de CNP a probablement été la difficulté de visualisation du cathéter et plus spécifiquement de son extrémité. Or comme on l'a rapporté dans ce chapitre, visualiser un cathéter et son extrémité est possible en pratique courante tout en nécessitant un certain apprentissage. L'intérêt de l'échographie en ALR est donc de pouvoir visualiser le nerf et les structures avoisinantes mais aussi de pouvoir optimiser le placement des cathéters périmerveux. Les techniques de pose « dans le plan » ou « hors du plan » des ultrasons ne sont pas concurrentielles mais complémentaires tant est grande la propension des anesthésistes à utiliser des rotations de la sonde de 90° pour suivre la diffusion de l'AL et la direction prise par le cathéter dans les différents plans de l'espace. Il ne doit jamais s'agir d'une technique figée. Il est probable que l'essor de la 3D en échographie [33] va participer à l'optimisation du placement des CNP.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Capdevila X, Dadure C, Bringuier S, et al. Effect of patient-controlled perineural analgesia on rehabilitation and pain after ambulatory orthopedic surgery: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2007;107:461-468
- [2] Ilfed BM, Le LT, Meyer RS, et al. Ambulatory continuous femoral nerve blocks decrease time to discharge readiness after tricompartement total knee arthroplasty. *Anesthesiology* 2008;108:703-13
- [3] Salinas FV. Location, location, location: continuous peripheral nerve blocks and stimulating catheters. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:79-82
- [4] Casati A, Fanelli G, Koscielniak-Nielsen Z, et al. Using stimulating catheters for continuous sciatic nerve blocks shortens onset time of surgical block and minimizes postoperative consumption of pain medication after hallux valgus repair as compared with conventional nonstimulating catheters. *Anesth Analg* 2005;101:1192-1197
- [5] Capdevila X, Biboulet P, Morau D, et al. Continuous three-in-one block for postoperative pain after lower limb orthopedic surgery: where do the catheters go?. *Anesth Analg* 2002;94:1001-1006
- [6] Tran QH, Munoz L, Russo G, et al. Ultrasonography and stimulating perineural catheters for nerve blocks: a review of the evidence. *Can J Anesth* 2008; 55: 447-457
- [7] Morin AM, Kranke P, Wulf H, et al. The effect of stimulating versus nonstimulating catheter techniques for continuous regional anesthesia. A semiquantitative review. *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:194-199
- [8] Barrington MJ, Olive DJ, McCutcheon CA, et al. Stimulating catheters for continuous femoral nerve blockade after total knee arthroplasty: a randomized, controlled, double-blinded trial. *Anesth Analg* 2008;106:1316-1321
- [9] Paqueron X. Enquête sur les cathéters périmerveux sous échographie. <http://www.alf.asso.fr>
- [10] Swenson JD, Bay NA, Burks RT, et al. Outpatient management of continuous peripheral nerve catheters placed using ultrasound guidance: an experience in 620 patients. *Anesth Analg* 2006;103:1436-1443
- [11] Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ. Successful continuous interscalene analgesia for ambulatory shoulder surgery in a private practice setting. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:122-128
- [12] Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for femoral perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med* 2009;28:1453-1460
- [13] Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, et al. A trainee-based randomized comparison of stimulating interscalene perineural catheters with a new technique using ultrasound guidance alone. *J Ultrasound Med* 2010;29:329-336
- [14] Mariano ER, Loland VJ, Bellars RH, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for infraclavicular brachial plexus perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med* 2009;28:1211-1218
- [15] Mariano ER, Cheng GS, Choy LP, et al. Electrical stimulation versus ultrasound guidance for poplitea-sciatic perineural catheter insertion. A randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:480-485
- [16] Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ. A prospective randomized comparison of ultrasound guidance versus neurostimulation for interscalene catheter placement. *Reg Anesth and Pain Med* 2009;34:590-594
- [17] Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ, et al. A prospective randomized comparison of ultrasound and neurostimulation as needle end points for interscalene catheter placement. *Anesth Analg* 2009;108:1695-700
- [18] Aveline C, Le Roux A, Le Hetet H, et al. Postoperative efficacies of femoral nerve catheters sites using ultrasound combined with neurostimulation compared with neurostimulation alone for total knee arthroplasty. *Eur J Anaesth* 2010;27:978-984
- [19] Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, et al. Comparative efficacy of ultrasound-guided and stimulating popliteal-sciatic perineural catheters for postoperative analgesia. *Can J Anesth* 2010;57:919-926
- [20] Fredrickson MJ, Price DJ. Analgesic effectiveness of ropivacaine 0.2% vs 0.4% via an ultrasound-guided C5-6 root/superior trunk perineural ambulatory catheter. *Br J Anaesth* 2009;103:434-439
- [21] Tuominen M, Haasio J, Hekali R, et al. Continuous interscalene brachial plexus block: clinical efficacy, technical problems and bupivacaine plasma concentrations *Acta Anaesthesiol Scand* 1989;33:84-88

- [22] Pippa P, Cominelli e, Marinelli C, et al. Brachial plexus block using the posterior approach. *Eur J Anaesth* 1990;7:411-420
- [23] Antonakakis JG, Sites BD, Shiffrin J. Ultrasound-guided posterior approach for the placement of a continuous interscalene catheter. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:64-68
- [24] Mariano ER, Loland VJ, Ilfeld BM. Interscalene perineural catheter placement using ultrasound-guided posterior approach. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:60-63
- [25] Minville V, Zetlaoui PJ, Fessenmeyer C, et al. Ultrasound guidance for difficult lateral popliteal catheter insertion in a patient with peripheral vascular disease. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:368-370
- [26] Ilfeld BM, Fredrickson MJ, Mariano ER. Ultrasound-guided perineural catheter insertion. Three approaches but few illuminating data. *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:123-126
- [27] Wang AZ, Gu LL, Zhou QH, et al. Ultrasound-guided continuous femoral nerve block for analgesia after total knee arthroplasty-catheter perpendicular to the nerve versus catheter parallel to the nerve. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35:127-131
- [28] Ficarrotta MR, Morey TE, Boezaart AP. Does «opening the perineural space» before catheter placement for continuous nerve block add value in clinical practice? *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:245-248
- [29] Swenson JD, Davis JJ, DeCou JA. A novel approach for assessing catheter position after ultrasound-guided placement of continuous interscalene block. *Reg Anesth Pain Med* 2008;106:1015-1016
- [30] Van Geffen GJ, Gielen M. Ultrasound-guided subgluteal sciatic nerve blocks with stimulating catheters in children: A descriptive study. *Anesth Analg* 2006;103:328-333
- [31] Dhir S, Ganapathy S. Use of ultrasound guidance and contrast enhancement: a study of continuous infraclavicular brachial plexus approach. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:338-342
- [32] Slater M, Williams SR, Harris P, et al. Preliminary evaluation of infraclavicular catheters inserted using ultrasound guidance: through-the-catheter anesthesia is not inferior to through-the-needle blocks. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:296-302
- [33] Clendenen SR, Roards CB, Clendenen NJ, et al. Real-time 3-dimensional ultrasound-assisted infraclavicular brachial plexus catheter placement: implication of a new technology. *Anesthesiol Res Pract* 2010