52e congrès national d'anesthésie et de réanimation
Evaluation et traitement de la douleur
© 2010 Sfar. Tous droits réservés.

Peut-on réaliser une ALR échoguidée chez un patient sous anesthésie ? Oui

O. Choquet[1], X. Paqueron, X. Capdevila[1]

[1]*Service d'Anesthésie et Réanimation A, CHU Lapeyronie, Avenue du Doyen Gaston Giraud, 34295 Montpellier Cedex 5, France*
[2]*Département d'Anesthésie, Centre Clinical, Soyaux, France*

INTRODUCTION

Depuis des années, la réalisation d'une anesthésie régionale chez un patient sous anesthésie générale (AG) est controversée. Les recommandations pour la pratique clinique sur les blocs périphériques [1] et périmédullaires [2] de la Sfar ont formalisé la bonne conduite. Le débat est relancé avec l'échographie, qui permet de suivre le geste sur un écran en temps réel, et donc en théorie, de vérifier que l'aiguille reste à distance des éléments nerveux. Ce texte présente les arguments en faveur de l'anesthésie régionale (AR) périphérique échoguidée chez un patient sous anesthésie.

ASPECTS REGLEMENTAIRES

Les recommandations pour la Pratique Clinique sur les blocs périphériques des membres chez l'adulte stipulent : "La neurostimulation chez un patient éveillé et non analgésié, calme et coopérant est la situation idéale. L'anesthésiste qui réaliserait un bloc périphérique chez un patient sous anesthésie générale ou dont la zone de ponction serait anesthésiée (par exemple du fait d'une rachianesthésie) se priverait des éléments de sécurité permettant de détecter et de prévenir une complication neurologique lors de la ponction (paresthésie, douleur lors de la ponction ou de l'injection) ainsi que des signes subjectifs de toxicité systémique. Cependant, la lecture des cas cliniques rapportant des complications survenues chez des patients sous AG lors de la réalisation d'une anesthésie régionale périphérique ne permet pas de conclure si ces complications auraient pu être évitées si les patients avaient été complètement éveillés" [1]. Ces recommandations ont été élaborées en 2003 avant que l'échoguidage en AR ne se développe.

Des Recommandations formalisées d'experts sur « Anesthésie locorégionale en pédiatrie », réalisées par la Société française d'anesthésie et de réanimation (Sfar) et l'Association des anesthésistes-réanimateurs pédiatriques d'expression française (Adarpef 2009), actualisent la Conférence d'experts organisée par la Sfar en 1997 concernant l'ALR chez l'enfant : pour le confort des patients et pour la sécurité du geste,

il faut privilégier l'association ALR / AG préalable chez les jeunes enfants. Chez les enfants plus grands, il est possible de réaliser une ALR sans AG associée [3].

L'ASRA (& ESRA) a édité en 2008 des conseils de pratique portant sur les complications neurologiques de l'AR. Le panel d'experts de l'ASRA recommande que les blocs nerveux ne soient pas réalisés en routine chez l'adulte anesthésié ou profondément sédaté [4] du fait que les patients inconscients lors de la réalisation d'un bloc nerveux périphérique sont incapables de signaler des signes (douleur et paresthésie) pouvant indiquer un dommage nerveux imminent. Les recommandations concernant la réalisation des blocs chez des patients anesthésiés ou profondément sédatés faites par ces experts sont sensiblement différentes selon l'âge du patient, le type de bloc, le rapport bénéfice risque. Ainsi, l'enfant peut être incapable de signaler les signes d'alerte et peut présenter des mouvements inopinés qui majorent le risque ; la ponction d'un bloc nerveux périphérique peut être appropriée chez un enfant endormi après avoir dûment évalué le rapport bénéfice risque individuel. Chez l'adulte, la recommandation exclut des circonstances où le praticien et le patient conviennent que le bénéfice l'emporte nettement sur le risque ; ainsi, le rapport bénéfice/risque peut être en faveur de l'AR pour certains patients (*ie* déments, IMC, patient pouvant présenter des mouvements incontrôlés). En revanche, les experts recommandent de ne pas réaliser de bloc interscalénique chez l'adulte comme l'enfant endormi sous prétexte que des lésions médullaires aient été rapportées après ponction du bloc chez des sujets endormis. Sans recommandation spécifique, les expert signalent que les lésions nerveuses sont rarement rapportées après blocs du membre inférieur chez des patients endormis et que la littérature est pauvre en ce qui concerne le risque, s'il existe, de réaliser un bloc de complément d'un bloc nerveux plus proximal incomplet ou avant la levée complète d'une anesthésie centrale.

LIMITES DE LA REFLEXION CONTRE L'AR SOUS AG

Les promoteurs de la réalisation des blocs chez des patients anesthésiés ou profondément sédatés argumentent que cette pratique étend les bénéfices de l'anesthésie régionale à une catégorie de patients qui refusent l'AR, notamment par anxiété ou phobie des ponctions. Par ailleurs, l'AG et la sédation profonde minimisent le risque de dommage corporel causé par un mouvement inopiné du patient pendant la ponction.
Des dommages nerveux ont été rapportés chez des patients éveillés comme chez des patients endormis ; les données de la littérature ne permettent pas de conclure si le risque de dommage nerveux est majoré chez le patient endormi. Il est très improbable qu'une étude randomisée soit entreprise pour comparer ce risque pour des raisons éthiques et du fait du grand nombre de patients à inclure.

La survenue d'une paresthésie mécanique ou d'une douleur à l'injection lors d'un bloc n'est pas significative ni spécifique d'un dommage nerveux, même si elle reflète la proximité neurale. Une neuropathie peut survenir malgré l'arrêt de l'injection dès la survenue d'une douleur [5]. Des atteintes nerveuses ont été rapportées que des sensations atypiques aient été rapportées ou non avec les précautions usuelles. La plupart des patients éveillés ne présentent pas de dommage nerveux que des signes

d'alarme aient été rapportés ou non. Ainsi, même si une sédation profonde, une anesthésie générale ou une anesthésie régionale de la zone de ponction supprime ces signes d'alarme, il n'est pas prouvé que la probabilité de lésion nerveuse soit modifiée.
La distinction entre sédation trop profonde masquant les signes d'alarme, et sédation assurant le confort de la ponction chez un patient apte à signaler douleur et paresthésie est difficile en pratique clinique ; il n'existe aucune donnée démontrant qu'un patient légèrement sédaté et collaborant puisse signaler convenablement les signes d'alarme.

Dans la plupart des cas cliniques comme ceux de Benumof [6], la ponction sous anesthésie générale a été tenue responsable de la complication alors qu'une ou plusieurs erreurs techniques étaient associées : matériel inadapté (aiguille de longueur excessive…), mésusage (neurostimulation inadaptée), erreur de technique (ponction trop profonde). Voermans et al [7] décrivent un accident similaire chez un patient éveillé où la direction de l'aiguille était trop médiale. Singulièrement, la neurostimulation n'est pas une garantie contre les complications neurologiques [8]. Des neuropathies ont été rapportées lors de blocs nerveux en neurostimulation que des paresthésies mécaniques involontaires soient survenues ou non [9, 10]. Un défaut de circuit électrique ou une mauvaise utilisation du neurostimulateur peut en être en cause [11]. Dans la plupart des études et cas cliniques qui présentent des patients avec des lésions nerveuses après PNB, il n'est pas prouvé que la cause du dommage est le bloc en lui-même ou une autre cause chirurgicale, positionnelle, ischémique, ou traumatique [12]. De fait, l'argumentaire du "rôle de l'anesthésie générale ou de la sédation profonde dans la genèse de la lésion nerveuse pendant la ponction n'est pas scientifiquement valide.

La réalisation des blocs chez des patients anesthésiés ou profondément sédatés représente la bonne pratique en pédiatrie [13,14], mais pas chez l'adulte alors qu'elle est usuelle pour de nombreux anesthésistes [15,16]. Des équipes ont réalisé des milliers de blocs sous anesthésie générale sans incident ni complication chez l'enfant [17], mais aussi chez l'adulte [18]. Il n'existe aucune donnée scientifique qui prouve ou infirme que la réalisation d'une AR chez un enfant endormi est moins (ou plus) risquée que chez un adulte. Le principe que pendant la ponction, un enfant incapable de rapporter les signes d'alarme et de rester immobile se transforme d'un jour à l'autre en un adulte coopérant et immobile, est invraisemblable. L'évaluation individuelle de la capacité d'un patient à rester immobile pendant la ponction, et de rapporter les signes d'alarme, est uniquement subjective. La recommandation actuelle qui consiste à considérer cette pratique "risquée" chez l'adulte, mais "adéquate" chez l'enfant n'est pas rationnelle.
Ce premier chapitre peut se résumer de la façon suivante : un patient éveillé peut ne pas indiquer un signe d'alerte de lésion nerveuse, mais un patient endormi ou profondément sédaté ne le peut plus. Le bon sens invite à la prudence, mais l'absence de preuve scientifique plaide en défaveur de la prohibition.

APPORT ET LIMITES DE L'ECHOGUIDAGE

Les blocs échoguidés ont déjà dépassé le statut de techniques émergentes et leur essor paraît inéluctable. L'échographie est utilisée par de plus en plus d'équipes dont certaines

prônent l’abandon de la neurostimulation électrique [19]. L'AR n'est plus aveugle avec l'échographie. Avec un échographe performant, une sonde haute fréquence pour un abord superficiel chez un patient échogène, un praticien expérimenté peut discerner les cibles nerveuses, regarder l’aiguille s’en approcher, les toucher, les pousser, et suivre la diffusion de la solution anesthésique [20]. Dès lors, il peut paraître licite de pratiquer ces blocs chez des patients non communicants.

L'échographie permet de mieux appréhender l'approche nerveuse et a amélioré notre compréhension de la neurostimulation. Au niveau axillaire, il est démontré qu'une ponction nerveuse survient la plupart du temps sans paresthésie mécanique et des injections intraneurales avec gonflement du nerf ont été observées sans douleur ni séquelle [21]. Dans une étude récente lors de blocs échoguidés axillaires, les auteurs observent que le contact nerf aiguille est fréquemment visualisé sans déclencher de paresthésie mécanique ni de réponse en NS jusqu’à 1 mA [22]. Une autre étude récente concernant l'abord échoguidé supraclaviculaire suggère que l'absence de réponse électrique à 0,2 mA atteste que l'aiguille n'est pas intrafasciculaire et confirme que l'existence d'une réponse entre 0,3 et 0,5 mA n'exclut pas que l'aiguille soit intraneurale. 23. On conclut de ces données que le contact aiguille-nerf n’entraîne pas systématiquement une paresthésie mécanique, que l’aiguille peut être posée sur le nerf sans réponse en neurostimulation et qu'il est possible d'injecter quelques millilitres d’anesthésique local dans l'ambiance conjonctive d'un nerf sans le léser. Ces données concordent avec des études expérimentales : l’injection intraneurale de ropivacaïne ne donne pas de lésion nerveuse chez le rat [24] ; chez le chien, c’est l’injection intrafasciculaire avec une pression élevée qui s’accompagne de lésions fasciculaires persistantes contrairement à l’injection intraneurale à basse pression [25,26]. Ces éléments conduisent à différentier à présent 3 situations de la pointe de l’aiguille et 3 sites d’injection : extraneural, épineural (ex : le tissu conjonctif interfasciculaire) et intrafasciculaire [27]. La procédure optimale d’approche d’un nerf et d'injection sous échographie n’est pas déterminée et a été peu étudiée28. L'injection intraneurale est probablement usuelle lors d'un bloc sciatique poplité en neurostimulation [29]. Cependant, la résolution actuelle des échographes ne permet pas la distinction entre épineural et intrafasciculaire et les conséquences neurologiques de l'injection épineurale intentionnelle ne sont pas connues. L'injection intraneurale ne peut être recommandée, en l'absence de monitorage permettant d'exclure de façon formelle l'injection intrafasciculaire [30].

Les arguments en faveur de l'innocuité de la réalisation des blocs échoguidés chez des patients anesthésiés ou profondément sédatés sont peu nombreux. Biegeleisen et al. [31] présentent un cas clinique de bloc echoguidé chez un patient anticoagulé endormi. Dans un collectif de 1000 patients ayant bénéficié de blocs échoguidés en chirurgie orthopédique, 3% blocs ont été ponctionnés sous anesthésie générale [32]. Barrington et al. [33] rapportent l'incidence de complications neurologiques de 8189 blocs échoguidés chez 6 950 patients, dont 2 3% chez des patients endormis ou sous anesthésie centrale. L'absence de morbidité rapportée dans ces publications ne signifie pas que la morbidité soit nulle. Statistiquement, l'incidence d'un évènement qui n'est pas observé peut atteindre 3/n. Ainsi, lorsque Barrington et al. [34] ne rapportent

aucune complication chez des patients endormis, l'incidence de lésion nerveuse peut atteindre environ 2/1000 (3/23% de 6 950).

Dans de très bonnes conditions, on peut assez facilement discriminer l'aiguille, sa pointe, le nerf, pour s'assurer de ne pas être en intraneural. Pour vérifier que le nerf n'a pas été "empalé", l'aiguille est mobilisée latéralement sans qu'elle n'entraîne le nerf. La NS permet de vérifier la nature du contingent nerveux. Les limites de l'échographie sont la résolution en profondeur, l'échogénicité variable, l'imprécision des contours, une courbe d'apprentissage longue, notamment pour contrôler et suivre l'aiguille en permanence, l'interprétation des images subjectives et opérateur-dépendant, la réussite subordonnée à la netteté, à l'identification adéquate du nerf, à l'évaluation de la diffusion anesthésique, et à l'expérience. L'échostructure n'est pas un reflet fidèle de l'organisation des tissus et on a pu dire que d'une certaine manière l'échostructure est un artéfact ce qui rappelle que l'image n'est pas l'objet [35]. Dans des conditions peu favorables (blocs profonds, qualité de l'image moyenne, patient peu échogène), l'échographie permet de diriger d'emblée l'aiguille vers le nerf ciblé et de la placer à peu près au bon endroit ; mais il est difficile de situer précisément la pointe de l'aiguille et la limite du nerf. Les pratiquants commettent de multiples erreurs dont la perte du contrôle visuel de l'aiguille pendant sa progression [36]. Pour un praticien entraîné, la reconnaissance des structures anatomique est assez aisée, le plus difficile est de suivre la pointe de l'aiguille jusqu'à la cible [37]. Cette difficulté persiste après la réalisation d'une centaine de blocs échoguidés [38]. La progression de l'aiguille ou l'injection sans savoir où se situe sa pointe peut provoquer une lésion vasculaire, nerveuse ou viscérale involontaire [39]. L'échographie diminuera peut-être l'incidence de certaines complications mais elle ne permettra pas la disparition des accidents [40]. Plusieurs cas cliniques d'injection intravasculaire accidentelle et un pneumothorax ont été publiés [41,42]. Dans deux cas cliniques récents, les auteurs rapportent un déficit nerveux au décours d'une AR apparemment banale réalisée sous échographie [43,44]. Pour les auteurs de l'éditorial accompagnant ces cas cliniques, l'injection intraneurale intentionnelle représente une prise de risque inutile pour un bénéfice insignifiant comme un délai d'action un peu plus court ou une durée d'action un peu plus longue [45].

CONCLUSION

Au total, à partir des avis d'experts et des quelques études de très bas niveau de preuve disponibles, on peut conclure qu'il est préférable de réaliser un bloc échoguidé chez un patient éveillé, calme et coopérant. Il est possible, chez un patient préalablement informé, de réaliser un bloc périphérique échoguidé sous anesthésie générale, profondément sédaté ou dont la zone de ponction serait anesthésiée pour un rapport bénéfice/risque favorable dans des conditions particulières (enfant, adulte traumatisé, pusillanime, dément, infirme moteur cérébral…). Le bloc doit être réalisé avec prudence, avec un échographe performant, une sonde haute fréquence pour un abord superficiel chez un patient échogène, par ou supervisé par un praticien expérimenté en

AR échoguidée, et à condition de pouvoir suivre constamment l'aiguille et de réaliser une injection extranerveuse.

REFERENCES

[1] Société française d'anesthésie et de réanimation. Recommandation pour la Pratique Clinique : les blocs périphériques des membres chez l'adulte. Collection de la Sfar. Paris : Elsevier ; 2004.
[2] Société française d'anesthésie et de réanimation. Recommandation pour la Pratique Clinique Les blocs périmédullaires chez l'adulte. Ann Fr Anesth Réanim 2007 ;26 :720–52
[3] Recommandations Formalisées d'Experts Anesthésie loco – régionale en pédiatrie. http://www.sfar.org/_docs/articles/336-336-ALR%20ped%20texte%20court[1].pdf
[4] Neal JM, Bernards CM, Hadzic A, Hebl JR, Hogan QH, Horlocker TT, et al. ASRA practice advisory on neurologic complications in regional anesthesia and pain medicine. Reg Anesth Pain Med. 2008;33:404-15.
[5] Selander D, Sjo¨strand J. Longitudinal spread of intraneurally injected local anesthetics. An experimental study of the initial distribution following intraneural injections. Acta Anaesthesiol Scand 1978;22:622-34.
[6] Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. Anesthesiology 2000;93:1541–4.
[7] Voermans NC, Crul BJ, de Bondt B, Zwarts MJ, van Engelen BG. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with the posterior approach. Anesth Analg. 2006;102:330-1.
[8] Auroy Y, Benhamou D, Bouaziz H, Ecoffey C, Mercier FJ, Narchi P, Samii K; Groupe SOS ALR. Les blocs nerveux périphériques : vérités d'hier et défis de demain. Ann Fr Anesth Réanim. 2006;25:82-3.
[9] Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. Anesthesiology 2001;95:875–80.
[10] Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ, et al. Major complications of regional anesthesia in France: the SOS Regional Anesthesia Hotline Service. Anesthesiology 2002;97:1274–80.
[11] Choquet O, Feugeas JL, Capdevila X, Manelli JC. Défaut de circuit électrique et neurostimulation : cas cliniques et procédure de prévention. Ann Fr Anesth Réanim 2007;26:245-8
[12] Bernards CM, Hadzic A, Suresh S, Neal JM. Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. Reg Anesth Pain Med. 2008;33:449-460.
[13] Bösenberg AT. New developments in paediatric regional anesthesia. SAJAA 2008;14:81-83
[14] DeVera HV, Furukawa KT, Matson MD, Scavone JA, James MA. Regional techniques as an adjunct to general anesthesia for pediatric extremity and spine surgery. J Pediatr Orthop 2006;26:801Y804.
[15] Feely NM, Popat MT, Rutter SV. Regional anaesthesia for limb surgery: a review of anaesthetists' beliefs and practice in the Oxford region. Anaesthesia 2008; 63: 621–5.
[16] Bogdanov A, Loveland R. Is there a place for interscalene block performed after induction of general anesthesia? Eur J Anaesthesiol. 2005;22;107Y110.
[17] Choquet O, Feugeas JL. Neurostimulation sous anesthésie générale et traumatisme nerveux. Ann Fr Anesth Reanim. 1997;16:923-4.
[18] Giaufre E, Dalens B, Gombert A. Epidemiology and morbidity ofregional anesthesia in children: a one-year prospective survey ofthe French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. Anesth Analg 1996; 83: 904–912.
[19] Sites BD, Brull R. Ultrasound guidance in peripheral regional anesthesia: philosophy, evidence-based medicine, and techniques. Curr Opin Anaesthesiol. 2006;19:630-9.
[20] Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. Anesthesiology. 2006;104:368-73
[21] Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. Anesthesiology. 2006;105:779-83.
[22] Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. Reg Anesth Pain Med. 2006;31:445-50.
[23] Bigeleisen PE, Moayeri N, Groen GJ. Extraneural versus intraneural stimulation thresholds during ultrasound-guided supraclavicular block. Anesthesiology. 2009;110:1235-43.
[24] Iohom G, Lan GB, Diarra DP, Grignon Y, Kinirons BP, Girard F, Merle M, Granier G, Cahn V, Bouaziz H. Long-term evaluation of motor function following intraneural injection of ropivacaine using walking track analysis in rats. Br J Anaesth. 2005;94:524-9.

[25] Hadzic A, Dilberovic F, Shah S, Kulenovic A, Kapur E, Zaciragic A, Cosovic E, Vuckovic I, Divanovic KA, Mornjakovic Z, Thys DM, Santos AC. Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. Reg Anesth Pain Med. 2004;29:417-23.
[26] Kapur E, Vuckovic I, Dilberovic F, Zaciragic A, Cosovic E, Divanovic KA, Mornjakovic Z, Babic M, Borgeat A, Thys DM, Hadzic A. Neurologic and histologic outcome after intraneural injections of lidocaine in canine sciatic nerves. Acta Anaesthesiol Scand. 2007;51:101-7
[27] Borgeat A. Regional anesthesia, intraneural injection, and nerve injury: beyond the epineurium. Anesthesiology. 2006;105:647-8.
[28] Sites BD, Neal JM, Chan V. Ultrasound in regional anesthesia: where should the "focus" be set? Reg Anesth Pain Med. 2009;34:531-3.
[29]Robards C, Hadzic A, Somasundaram L, Iwata T, Gadsden J, Xu D, Sala-Blanch X. Intraneural injection with low-current stimulation during popliteal sciatic nerve block. Anesth Analg. 2009;109:673-7.
[30] Sala Blanch X, López AM, Carazo J, Hadzic A, Carrera A, Pomés J, Valls-Solé J. Intraneural injection during nerve stimulator-guided sciatic nerve block at the popliteal fossa. Br J Anaesth. 2009;102:855-61
[31] Biegeleisen PE. Ultrasound-guided infraclavicular block in an anticoagulated and anesthetized patient. Anesth Analg 2007;104:1285–7
[32] Fredrickson MJ, Kilfoyle DH. Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study. Anaesthesia. 2009;64:836-44.
[33]Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR, Thomas RD, Said SA, Snyder GL, Tay VS, Jamrozik K. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. Reg Anesth Pain Med 2009;34: 534-41
[34]Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR, Thomas RD, Said SA, Snyder GL, Tay VS, Jamrozik K. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. Reg Anesth Pain Med 2009;34: 534-41
[35] Lemaître L, Matter D. Sémiologie élémentaire ultrasonore. http://naxos.biomedicale.univ-paris5.fr/diue/IMG/pdf/ea14.pdf
[36] Sites BD, Spence BC, Gallagher JD, Wiley CW, Bertrand ML, Blike GT. Characterizing novice behavior associated with learning ultrasound-guided peripheral regional anesthesia. Reg Anesth Pain Med. 2007;32:107-15
[37] Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position using ultrasonography. Anaesthesia 2006;61:148-58.
[38] Sites BD, Spence BC, Gallagher JD, Wiley CW, Bertrand ML, Blike GT. Characterizing novice behaviour associated with learning ultrasound-guided peripheral regional anesthesia. Reg Anesth Pain Med 2007; 32:107-15.
[39] Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. Reg Anesth Pain Med. 2008;33:532-44.
[40] Hadzic A, Sala-Blanch X, Xu D. Ultrasound guidance may reduce but not eliminate complications of peripheral nerve blocks. Anesthesiology. 2008 ;108:557-8.
[41] Zetlaoui PJ, Labbe JP, Benhamou D. Ultrasound guidance for axillary plexus block does not prevent intravascular injection. Anesthesiology 2008;108:761.
[42] Koscielniak-Nielsen ZJ. Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? Acta Anaesthesiol Scand. 2008;52:727-37.
[43] Cohen JM, Gray AT. Functional deficits after intraneural injection during interscalene block. Reg Anesth Pain Med. 2010;35:397-9.
[44] Reiss W, Kurapati S, Shariat A, Hadzic A. Nerve injury complicating ultrasound/electrostimulationYguided supraclavicular brachial plexus block. Reg Anesth Pain Med. 2010;35:400-401.
[45] Neal JM, Wedel DJ. Ultrasound guidance and peripheral nerve injury: is our vision as sharp as we think it is? Reg Anesth Pain Med. 2010;35:335-7.