



INTÉRÊT DE L'ÉCHOGRAPHIE EN ALR PÉDIATRIQUE

Christophe Dadure, Xavier Capdevila

Service d'Anesthésie et Réanimation A, Unité d'Anesthésie Infantile, Centre Hospitalier Universitaire Lapeyronie, Montpellier, France.
E.mail : chdadure@yahoo.fr

INTRODUCTION

L'anesthésiste pédiatrique, désireux d'apporter un confort optimal à ses jeunes patients, a vu depuis longtemps l'avantage apporté par l'anesthésie locorégionale périphérique, tout en garantissant sa sécurité [1]. Une technique parfaite de bloc est nécessaire pour obtenir les meilleures conditions per- et postopératoires. Cependant, comme la plupart des blocs sont réalisés « en aveugle », le taux d'échecs et de complications peut être significatif. La plupart des blocs réalisés chez l'adulte sont faisables chez l'enfant, cependant la variabilité anatomique due aux différents âges et la proximité des tissus peuvent restreindre la pratique de l'ALR chez l'enfant par peur de complications ou de lésions nerveuses plus ou moins sévères. A cela s'ajoute le fait que l'ALR se réalise la plupart du temps chez un enfant anesthésié ou sédaté, annulant le garde-fou que peut représenter la paresthésie ou la douleur à l'injection chez l'adulte.

L'échographie à haute résolution permet une visualisation directe des nerfs périphériques, une identification des plans tissulaires, et des éventuelles variations anatomiques. La réalisation des blocs nerveux périphériques échoguidés des membres supérieurs ou inférieurs chez l'adulte a montré des avantages en termes de diminutions des complications et amélioration de la qualité des blocs [2, 3]. L'amélioration de la résolution des machines d'échographie permet, de nos jours, de visualiser la majorité des nerfs pour l'ALR périphérique chez l'enfant. Ainsi, de nombreuses publications sont récemment apparues dans la littérature pédiatrique illustrant l'utilisation de l'échographie pour les blocs centraux [4-7] et périphériques [8-12]. Comme chez l'adulte, certaines équipes, travaillant plus particulièrement sur l'enfant, ont cherché à développer ces nouvelles techniques d'aide à l'anesthésie locorégionale. Dans un premier temps, il nous a semblé important de faire un bref rappel du matériel utilisable chez l'enfant. Puis, nous nous efforcerons de montrer l'intérêt de l'échographie en anesthésie locorégionale chez l'enfant tant pour les blocs centraux que pour les blocs périphériques.

1. MATÉRIEL ET CONDITIONS DE RÉALISATION

Les nerfs digitaux sont les plus petits nerfs périphériques visibles à l'échographie [13]. Ainsi, grâce à l'amélioration permanente de la résolution des machines d'échographie, la majorité des nerfs peut être visualisée pour réaliser des ALR chez l'enfant.

Les nerfs peuvent avoir une forme ronde, ovale ou triangulaire et peuvent prendre ces trois aspects différents tout au long de leur trajet en fonction de leur situation anatomique. Leurs aspects peuvent également être différents en fonction de l'angle d'inclinaison de la sonde [14]. Les nerfs ne sont pas des structures statiques et peuvent se déplacer en fonction de la position de l'enfant, de la pression de la sonde sur la peau, de la progression de l'aiguille ou de l'injection de l'anesthésique local.

Les nerfs sont souvent très superficiels chez l'enfant nécessitant un matériel adapté. Les sondes linéaires vont être préférentiellement utilisées, permettant d'obtenir une image carrée avec une bonne résolution dans les plans superficiels mais une qualité moindre dans les plans plus profonds. La plupart des blocs peuvent être réalisés avec une sonde linéaire ayant une surface active de 25 mm (voire 38 mm chez les enfants plus grands) (Figure 1 A et B). Il existe une relation inverse entre la fréquence et la profondeur de pénétration. Ainsi des fréquences allant de 8 à 14 MHz offrent une excellente résolution pour les structures superficielles du membre supérieur (bloc par voie axillaire par exemple) et une bonne pénétration en profondeur pour le membre inférieur (pour le bloc sciatique poplité par exemple) [15].

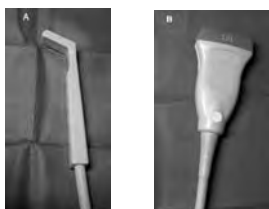


Figure 1 : A gauche, la sonde linéaire dite « en club de golf » (A) avec une surface active de 25 mm est habituellement celle utilisée chez l'enfant. On peut également utiliser une sonde linéaire avec une surface active de 38 mm (B).

En principe les aiguilles classiquement utilisées pour réaliser les blocs périphériques peuvent être utilisées lors du repérage nerveux échographique. Elles ont l'avantage d'avoir un biseau court, diminuant le risque de lésions nerveuses lors de la réalisation du bloc. La visualisation de l'aiguille dépend du diamètre de celle-ci et de l'angle de pénétration. Différents fabricants ont essayé d'améliorer la visibilité de l'aiguille à l'échographie en modifiant le revêtement de surface. L'utilisation d'aiguille avec une extrémité à facette pour des blocs nerveux périphériques permettrait une mobilisation précise de l'aiguille avec une douleur minimale pour l'enfant [15] ; ce qui paraît particulièrement intéressant pour des blocs réalisés chez des enfants sans sédation ou anesthésie générale.

Comme chez l'adulte, certains blocs sont réputés plus faciles et plus simples pour l'apprentissage de la technique, et d'autres sont plus complexes de par la profondeur des nerfs (bloc du compartiment psoas) ou la technicité qu'ils demandent (cathéters nerveux périphériques et périduraux). Les blocs dits faciles sous échographie chez l'enfant sont les blocs axillaire, fémoral, ilio-fascial, caudal, ilio-inguinal et ombilical [16]. Par sécurité, dans notre établissement, nous associons le neurostimulateur à l'échographie pour l'identification de nerf ayant

une réponse motrice, mais d'autres équipes préfèrent la technique de l'hydrodissection en restant à distance pour éviter toute lésion des nerfs.

2. INTÉRÊT DE L'ÉCHOGRAPHIE

Le principal avantage des techniques d'ALR échoguidées chez l'enfant est la possibilité de visualiser les différentes structures anatomiques et de connaître plus ou moins exactement la position de l'extrémité de l'aiguille. Ainsi, les traumatismes habituellement inaperçus des structures anatomiques avoisinantes (ponction pleurale ou du tube digestif par exemple) et les lésions nerveuses pourront, a priori, être évités. L'échographie permet ainsi de prédire le succès du bloc et de corriger le positionnement de l'aiguille en cas de mauvaise diffusion des anesthésiques locaux (AL).

Les autres avantages du guidage échographiques sont : les délais d'installation des blocs sensitif et moteur significativement plus rapides, des durées du bloc sensitif significativement plus longues [9], une amélioration de la qualité des blocs [9, 10] et une réduction du volume d'anesthésique local injecté [10, 12].

Même si la règle veut que les blocs se fassent sous anesthésie ou sédation chez l'enfant, le guidage échographique permettrait de diminuer le nombre de ponctions et des mouvements d'aiguilles et ainsi d'en réaliser le plus grand nombre chez des enfants réveillés. Ceci peut être particulièrement intéressant dans les cas où une anesthésie générale est déconseillée : enfant avec un estomac plein, difficultés ventilatoires, risque d'apnées postopératoires et antécédents d'hyperthermie maligne. En cas de fracture de membre (fracture fémorale par exemple), il peut être préférable de réaliser le bloc sous échographie sans utiliser de neurostimulateur pour éviter toutes contractions musculaires entraînant de douleurs importantes.

2.1. POUR LES BLOCS CENTRAUX

L'utilisation de l'échographie pour la réalisation des blocs dits «centraux» chez l'enfant est récente. Rapp et al [4] ont ouvert la voie en décrivant la relative facilité de mesurer la profondeur de la dure-mère par cette technique. Les structures neuro-axiales ne peuvent être vues habituellement qu'au travers des tissus mous du rachis. La fenêtre échographique permettant la vision du sac dural et de son contenu est bordée par les apophyses épineuses, lesquelles sont principalement cartilagineuses dans les premiers mois de vie permettant une bonne qualité d'image, qui va malheureusement s'altérer avec l'ossification des structures survenant chez les enfants plus âgés. Les apophyses épineuses, le ligament jaune, la dure-mère et le liquide céphalorachidien sont également faciles à identifier, proposant ainsi des informations, avant les ponctions, sur les structures vertébrales et l'espace péri-dural (Figure 2 et 3).

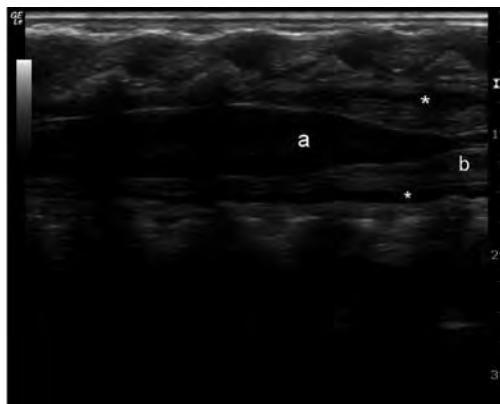


Figure 2 : Image longitudinale médiane du rachis au niveau dorsolombaire chez un bébé de 1 mois. On repère facilement le cône médullaire comme une structure hypoéchogène (a), se prolongeant par les racines de la queue de cheval (b), le tout entouré d'une zone hypoéchogène représentant le liquide céphalorachidien (*). Chaque apophyse épineuse du rachis, vu comme des crêtes à la partie supérieure de l'image, est marquée par un cône d'ombre postérieur.

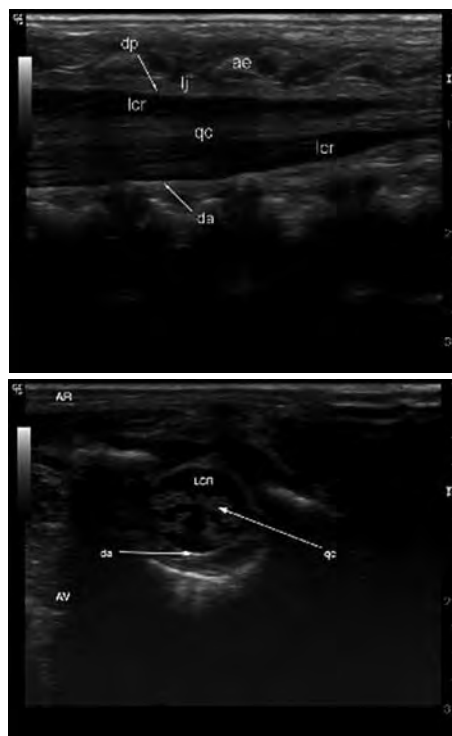


Figure 3 : Image échographique des structures neuro-axiales au niveau lombaire bas chez un enfant de 1 mois en coupe longitudinale médiane (image supérieure) et en coupe transversale (image inférieure). Le cône médullaire est prolongé par les racines nerveuses de la queue de cheval (qc) puis par les filum terminaux au niveau sacré, baignant dans le liquide céphalorachidien (lcr). Les dure-mères antérieure (da) et postérieure (dp) apparaissent sous la forme d'un petit liseré blanc. On repère également le ligament jaune (lj) et les apophyses épineuses (ae) en forme de crête. Sur l'image inférieure, on note que les racines nerveuses de la queue de cheval (qc) sont accolées à la paroi antérieure du canal rachidien.

Même si l'IRM reste l'examen standard pour l'étude des structures rachidiennes, l'échographie est une technique permettant une excellente vue d'ensemble anatomique, pour un moindre coût, avec une moindre consommation de temps médical et réalisable au lit du patient. L'échoguidage de la ponction permet d'améliorer l'efficacité et la sécurité des blocs centraux en diminuant le nombre de ponctions. Ainsi, Willschke et al [17] ont souligné que l'utilisation de l'échographie permettait une mise en place des cathéters périduraux plus rapide, plus facile et augmentait le taux de succès comparé à la technique traditionnelle de perte de résistance. Récemment, Kil et al [18] ont montré que l'échographie fournissait des informations précises avant la ponction sur la distance entre la peau et le ligament jaune chez le petit enfant et le nourrisson. Même si le cathéter est aisément visualisable par échographie [19], il est difficile de déterminer avec exactitude la localisation de son extrémité. L'intérêt de l'échographie pour la pose des cathéters épiduraux est l'aide à la ponction en identifiant le niveau vertébral et en diminuant le nombre de ponctions osseuses [4]. Elle permet aussi d'identifier l'espace péridural et l'angle d'insertion de l'aiguille [18].

Le bloc caudal reste un des blocs le plus fréquemment réalisé chez l'enfant car il est considéré comme simple et facile de réalisation. Cependant, le taux de complication retrouvé dans la littérature est de 0,15 % [1] et le taux d'échec se situe aux alentours de 11 % des patients [20]. Les complications les plus fréquentes sont l'injection intrathécale ou intravasculaire. De nombreuses techniques permettant de détecter ces complications ont été décrites dans la littérature [21-23], mais aucune n'a montré sa supériorité. Chez l'enfant, l'utilisation de l'échographie permet de faire une évaluation initiale de l'anatomie de la région sacrée (Figure 4), notamment pour la relation du hiatus sacré avec le sac dural et la recherche de moelle basse attachée [24]. Roberts et al [25] ont montré l'intérêt de la visualisation échographique d'une dose test de sérum physiologique lors de la réalisation d'un bloc caudal pour confirmer la bonne localisation de l'aiguille. Le déplacement de la dure-mère lors de l'injection de sérum salé serait, d'après les auteurs, un facteur de succès du bloc. Ils mettent en évidence, lors de la réalisation des blocs caudaux échoguidés, une sensibilité de 96,5 %, une spécificité de 100 % et une valeur prédictive positive de 100 % montrant tout l'intérêt de ce guidage sûr et non invasif dans cette technique d'ALR chez l'enfant. Les facteurs responsables d'échec seraient secondaires à une mauvaise position de la sonde échographique, une injection trop lente ou une échogénicité mauvaise chez les enfants plus âgés due à une ossification augmentée [25].

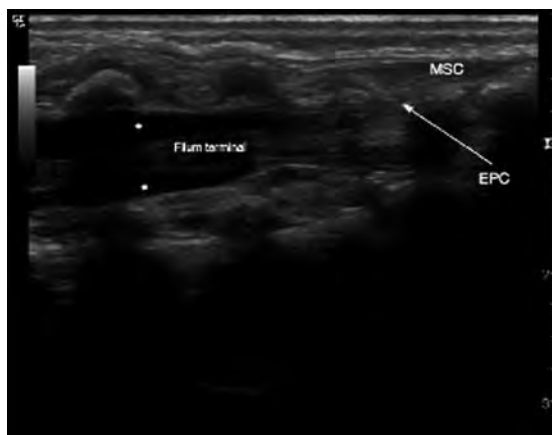


Figure 4 : Image échographique en coupe longitudinale de la région sacrée chez un enfant de 9 mois. Cette image permet de repérer le filum terminal baignant dans le liquide céphalorachidien (*) entouré de la dure-mère, ainsi que l'espace péridural caudal (EPC) et la membrane sacro-coccygienne (MSC).

2.2. POUR BLOCS NERVEUX PÉRIPHÉRIQUES

Le blocage des nerfs périphériques est facilement réalisable par échoguidage chez l'enfant. Certains blocs, tels que ceux des nerfs du tronc (ilio-inguinal/ilio-hypogastrique, paraombilical, pénien) ou de certains nerfs des membres, permettent, de par leur facilité d'accès, un apprentissage aisé des techniques et du maniement de la machine. Ainsi le bloc axillaire, le bloc du nerf fémoral par voie ilio-fasciale ou directe périvasculaire sont les techniques les plus faciles à réaliser [16]. De même, le bloc paraombilical échoguidé est de réalisation simple, permettant une très bonne visualisation des différentes structures (Figure 5) et de la diffusion de l'AL [11].



Figure 5 : Image échographique de la région anatomique du bloc para-ombilical chez un enfant de 3 ans. On repère distinctement le corps du muscle grand droit de l'abdomen et la ligne blanche externe (LBE) reliant le muscle transverse au muscle grand droit. Au-dessus se trouve le tissu sous-cutané (SC) et en dessous des muscles, les organes intra-péritonéaux (IP).

Les avantages de l'échographie ont été montrés en terme de qualité et de rapidité d'installation des blocs. Le bloc infraclaviculaire a montré son intérêt à être réalisé à l'aide de l'échographie comparé à la technique classique de neurostimulation [9]. Le guidage échographique permettait d'obtenir des délais d'installation des blocs sensitif et moteur significativement plus rapides, avec une médiane de délai pour le bloc sensitif de 9 (5-15) min versus 15 (5-25) min. De plus, la durée du bloc sensitif était significativement plus longue dans le groupe avec échographie (384 vs 310 min). Grâce à leur visualisation, l'injection de l'anesthésique local peut se faire au contact direct des nerfs. La même équipe a également trouvé des résultats identiques après réalisation de blocs fémoraux ou sciatiques échoguidés [12]. A l'allongement de la durée de l'analgésie postopératoire s'ajoute une diminution significative du volume d'AL injecté dans les groupes utilisant la technique échoguidée. Les volumes d'AL injecté étaient de 0,2 ml.kg⁻¹ vs 0,3 ml.kg⁻¹ pour le bloc sciatique et 0,15 ml.kg⁻¹ vs 0,3 ml.kg⁻¹ pour le bloc fémoral respectivement avec échoguidage et neurostimulation [12]. De la même manière, pour la chirurgie herniaire réalisée sous bloc ilio-inguinal/ilio-hypogastrique, Willschke et al [10] ont montré que le volume total d'AL utilisé dans le groupe échographie était significativement inférieur à celui réalisé par la technique traditionnelle de sensation de ressaut au passage des fascias (respectivement 0,19 ml.kg⁻¹ vs 0,3 ml.kg⁻¹ de lévobupivacaine 0,25 %). Récemment, Willschke et al [26] ont recherché le volume optimal d'AL à injecter lors de la réalisation d'un bloc ilio-inguinal/ilio-hypogastrique échoguidé. Les auteurs de cette étude ont conclu que le volume optimal minimum était de 0,075 ml.kg⁻¹ de lévobupivacaine 0,25 %. Enfin la qualité des blocs nerveux périphériques semble améliorée par l'utilisation de l'échographie avec des recours aux analgésiques de secours moins fréquents comparés aux techniques traditionnelles [10].

Cependant l'échographie ne permet pas de réaliser tous les blocs avec facilité. Les blocs du membre supérieur au niveau supraclaviculaire ou interscalénique restent difficiles de réalisation et à haut risque de pneumothorax ou d'effraction vasculaire, dû à la proximité des structures. Quelques rares cas ont été rapportés dans la littérature pédiatrique [27]. Même si ils ont été décrits chez l'enfant [28], les blocs du compartiment psoas échoguidés sont également peu aisés du fait de leur profondeur. Ces blocs doivent être réservés à des praticiens expérimentés en échographie et en ALR chez l'enfant [16].

CONCLUSION

L'anesthésiste pédiatrique dispose avec l'ALR, d'un arsenal thérapeutique permettant d'apporter la meilleure qualité d'analgésie possible à ses patients. Mais de nombreux collègues hésitent à réaliser ces gestes car ils estiment travailler « en aveugle » et ont la crainte de provoquer d'éventuelles lésions pouvant passer inaperçues. L'échographie va permettre à l'anesthésiste de visualiser directement les structures nerveuses ainsi que tous les tissus avoisinants des blocs périphériques avec une moindre douleur de ponction. C'est également une aide importante pour les blocs du tronc afin d'éviter toutes ponctions imperceptibles de viscères abdominaux. Elle permet enfin d'obtenir des informations précises sur les structures rachidiennes lors des blocs dits centraux. Si l'échographie peut se suffire pour réaliser des blocs, il peut être intéressant de l'associer à la neurostimulation pour plus de sécurité lors du blocage de nerf à réponse motrice, notamment lors des phases d'apprentissage. Le bénéfice

incontestable de cette technique d'aide à l'ALR est la visualisation des nerfs ciblés et de la distribution de l'anesthésique local injecté, avec la possibilité de repositionner l'aiguille en cas de mauvaise distribution. La généralisation de cette pratique dans notre activité quotidienne apportera certainement une meilleure efficacité et une plus grande sécurité à nos petits patients.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Giaufre E, Dalens B, Gombert A. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg* 1996;83:904-12
- [2] Kapral S, Kraft P, Eibenberger K et al. Ultrasound-guided suprascapular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994;78:507-13
- [3] Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H et al. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. *Anesth Analg* 1997;85:854-7
- [4] Rapp HJ, Folger A, Grau T. Ultrasound-guided epidural catheter insertion in children. *Anesth Analg* 2005;101:333-9
- [5] Roberts SA, Galvez I. Ultrasound assessment of caudal catheter position in infants. *Pediatr Anesth* 2005;15:429-32
- [6] Roberts SA, Guruswamy V, Galvez I. Caudal injectate can be reliably imaged using portable ultrasound- a preliminary study. *Pediatr Anesth* 2005;15:948-52
- [7] Marhofer P, Bosenberg A, Sitzwohl C, et al. Pilot study of neuro-axial imaging by ultrasound in infants and children. *Pediatr Anesth* 2005;15:671-6
- [8] Kirchmair L, Enna B, Mitterschiffthaler G, et al. Lumbar plexus in children: a sonographic study and its relevance to pediatric regional anesthesia. *Anesthesiology* 2004;101:445-50
- [9] Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia*. 2004;59:642-6
- [10] Willschke H, Marhofer P, Bosenberg A, et al. Ultrasonography for ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 2005;95:226-30
- [11] De Jose Maria B, Gotzens V, Mabrok M. Ultrasound-guided umbilical nerve block in children: a brief description of a new approach. *Pediatr Anesth* 2007;17:44-50
- [12] Oberndorfer U, Marhofer P, Bosenberg A, et al. Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 2007;98:797-801
- [13] Peer S, Harp C, Willeit J, et al. Sonographic evaluation of primary peripheral nerve repair. *J Ultrasound Med* 2003;22:1317-22
- [14] Marhofer P, Greher M, Kapral M. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005;94:7-17
- [15] Marhofer P, Frickey N. Ultrasonographic guidance in pediatric regional anesthesia. Part1: theoretical background. *Pediatr Anesth* 2006;16:1008-18
- [16] Roberts S. Ultrasonographic guidance in pediatric regional anesthesia. Part2: techniques. *Pediatr Anesth* 2006;16:1112-24
- [17] Willschke H, Marhofer P, Bosenberg A, et al. Epidural catheter placement in children: comparing a novel approach using ultrasound guidance and a standart loss-of-resistance technique. *Br J Anaesth* 2006;97:200-7
- [18] Kil HK, Cho JE, Kim WO, et al. Prepuncture ultrasound-measured distance: an accurate reflection of epidural depth in infants and small children. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:102-6
- [19] Chawathe MS, Jones RM, Gildersleve CD, et al. Detection of epidural catheters with ultrasound in children. *Pediatr Anesth* 2003;13:681-4
- [20] Veyckemans F, Van Obbergh LJ, Gouverneur JM. Lessons from 1100 pediatric caudals blocks in a teaching hospital. *Reg Anesth* 1992;17:119-25
- [21] Bollinger P, Mayne P. The „whoosh“ test in children. *Anesthesia* 1992;47:1002-3
- [22] Orme RML'E, Berg SJ. The „swoosh“ test - an evaluation of a modified „whoosh“ test in children. *Br J Anaesth* 2003;90:62-5

- [23] Tsui BCH, Tarkkila P, Gupta S, Kearney R. Confirmation of caudal needle placement using nerve stimulation. *Anesth Analg* 1999;91:374-8
- [24] Kriss VM, Desai NS. Occult spinal dysraphism in neonates: assessment of high-risk cutaneous stigmata on sonography. *Am J Roentgenol* 1998;171:1687-92
- [25] Roberts SA, Guruswamy V, Galvez I. Caudal injectate can be reliably imaged using portable ultrasound - a preliminary study. *Pediatr Anesth* 2005;15:948-52
- [26] Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, et al. Ultrasonographic guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anesthesia - What is the optimal volume? *Anesth Analg* 2006;102:1680-4
- [27] Van Geffen GJ, Tielens L, Gielen M. Ultrasound-guided interscalene brachial plexus block in a child with femur fibula ulna syndrome. *Pediatr Anesth* 2006;16:330-2
- [28] Kirchmair L, Enna B, Mitterschiffthaler G, et al. Lumbar plexus in children: a sonographic study and its relevance to pediatric regional anesthesia. *Anesthesiology* 2004; 101:445-50