Regional Anesthesia and Pain

Le bloc coracoïdien : mise en évidence d'une voie d'abord simple utilisant le petit pectoral

[The coracoid block: demonstration of a simple approach using the pectoralis minor as landmark]

Jonathan D. Bocquet md,* N'takpe N'takpe md,† Cyprien Draganescu md,‡ Alex Ridarch md,§ Yves R. Jullien md¶

Objectif : Malgré leurs avantages reconnus, les blocs infraclaviculaires, péricoracoïdiens en particulier, sont sous-utilisés en raison de l'absence de repères anatomiques simples. Le but de cette étude est de définir grâce à l'imagerie par résonance magnétique (IRM) un repérage simple, fiable et reproductible prenant pour point de référence l'extrémité antérieure de la coracoïde et le repère tactile qu'est le petit pectoral.

Méthode : Chez 11 patients, des coupes d'IRM sagittales et para-sagittales à la coracoïde sont effectuées. Les rapports entre la coracoïde, le paquet vasculo-nerveux, le petit pectoral et la peau sont mesurés.

Résultats : Le point de ponction idéal pour une aiguille introduite strictement en direction antéro-postérieure sur un patient couché au garde-à-vous se trouve à 2 cm en-dedans et 2,5 cm en-dessous de la pointe de la coracoïde. Le point d'injection, défini comme le contact de la pointe de l'aiguille avec le centre du paquet vasculo-nerveux visualisé, se situe en moyenne à 5 cm de la peau (exactement 5,02 cm, avec un écart type de 1,03 et un intervalle de confiance de 0,91). Ce point d'injection s'échelonne entre 0,4 cm (à la partie la plus antérieure du paquet) et 1,75 cm (à la partie la plus postérieure), avec une moyenne à 1 cm de la face postérieure du petit pectoral (repère tactile). Ni l'index de masse corporelle, ni le sexe ne modifient significativement les paramètres mesurés.

Conclusions : Les repères définis ici pourraient permettre la réalisation aisée et reproductible de ce bloc relativement simple et le rendre plus efficace.

Objective: Despite their recognized advantages, infraclavicular blocks, especially with the pericoracoid approach, are underutilized because the lack of simple anatomical landmarks. The goal of this study is to determine a simple, reliable and reproducible reference point by means of magnetic resonance imaging (MRI), using the anterior extremity of the coracoid process, and the pectoralis minor as a tactile reference point.

Method: Sagittal and para-sagittal MRI sections at the coracoid process were performed on 11 patients. The relationships between the coracoid process, the nerve-vessel bundle, the pectoralis minor and the skin were measured.

Results: The optimal puncture point for a needle introduced strictly in an antero-posterior direction in a supine, alert patient is located 2 cm within and 2.5 cm below the coracoid process. The injection point, defined as the distance between the skin and the tip of the needle lying in the centre of the visualized nerve-vessel bundle, is located an average of 5 cm from the skin (mean 5.02 cm, with a standard deviation of 1.03 and a confidence interval of 0.91). This injection point goes from 0.4 cm (at the most anterior part of the bundle) and 1.75 cm (at the most posterior part), with an average 1 cm from the posterior surface of the pectoralis minor (tactile reference point). Neither body mass index nor sex influence significantly the variables measured.

Conclusions: The reference points defined here could allow easy and reproducible performance of this relatively simple block and make it more effective.

Du Service de radiologie et imagerie médicale,* Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux; Services de radiologie et imagerie médicale;§ de santé publique et économie de la santé,† médecine nucléaire et oncologie,‡ et d'anesthésie,¶ Centre Hospitalier Universitaire de Fort de France, Martinique.

Adresser la correspondance à : Dr Yves Jullien, Service de radiologie et d'imagerie médicale du Dr Ridarch, Centre Hospitalier Universitaire de Fort de France 97232, Fort de France. Courriel: y.jullien@wanadoo.fr

Accepté le 21 janvier 2005.

Révision acceptée le 6 mai 2005.

LE bloc infraclaviculaire décrit par Louis Bazy en 1917¹ est longtemps resté dans l'oubli, comme de trop nombreuses techniques locorégionales du reste. Il a été réintroduit dans la pratique clinique par Raj *et coll.* en 1973 avec l'avènement du neurostimulateur aux États-Unis.² Ultérieurement plusieurs autres ont proposé chacun leur technique personnelle.³⁻⁶ Les ambitions de ce bloc sont : d'éliminer les risques pulmonaires et phréniques, de ne pas mobiliser le membre concerné, et enfin d'aborder une zone " propre " et peu mobile, donc favorable à la mise en place d'un cathéter de longue durée.

Dans ce cadre, il existe un regain d'intérêt pour ce type de bloc.^{7,8} Par contre le nombre de variantes proposées complique son apprentissage et son enseignement, ce qui n'est guère favorable à sa diffusion. C'est pourquoi le présent travail vise à définir par imagerie par résonance magnétique (IRM), une voie d'abord réellement simple, fiable et reproductible.

En complément à l'étude réalisée par Wilson⁹ dans cette recherche du meilleur point de ponction, cette étude prend en compte le repère anatomique et tactile que constitue le petit pectoral. Le but est de mesurer les rapports entre le paquet vasculo-nerveux et les parois de la gouttière huméro-brachiale afin d'optimiser les points de ponction et d'injection.

Matériel et méthode

Après approbation du protocole de recherche par le Comité d'Éthique du CHU de Fort-de-France, 15 patients informés et consentants effectuent une IRM de l'épaule pour une symptomatologie douloureuse, soit en complément d'une IRM cérébrale, soit en tant que volontaires. Ne sont inclus dans l'étude que des patients présentant des épaules saines radiologiquement. Onze patients sont finalement retenus pour cette étude.

Le sujet est couché au garde-à-vous. Les volontaires sont scannés dans une IRM (Gyrosan T10-NT de 1 T, Philips, Pays Bas), équipée d'une antenne circulaire, adaptée pour l'épaule. Une étude dans les trois plans de la gouttière huméro-brachiale est réalisée (Figure 1). Un plan de coupe sagittal est choisi, car il permet de suivre précisément un trajet de ponction dans le sens antéro-postérieur, et facilite la prise des mesures et par la suite la réalisation (Figure 2). La séquence utilisée est une séquence pondérée en T1 de type turbo spin écho (paramètres: temps de relaxation = 400, temps d'écho = 18, matrice 256 * 256, champ d'exploration = 170. Cette séquence permet une très bonne visualisation des structures anatomiques et en particulier des muscles (apparaissant en sombre),

FIGURE 1 Imagerie par résonance magnétique, trois plans de l'épaule gauche, centrée sur le canal huméro-brachial

- A) coupe coronale épaule gauche
- B) coupe sagittale passant par l'apophyse coracoïde
- C) coupe axiale, 2 cm sous l'apophyse coracoïde

gouttière graisseuse huméro-brachiale (apparaissant en clair) et du paquet vasculo-nerveux (apparaissant en sombre). Neuf à 12 coupes sont obtenues débutant 0,5 cm latéralement et 2,5 cm médialement à la pointe de la coracoïde. L'épaisseur des coupes est de 2 mm. La coupe sagittale où est visualisée le point le plus antérieur de la coracoïde est marquée comme coupe de référence n°1. (Figure 3).

Des études anatomiques préalables à l'étude ont déterminé que le petit pectoral et le fascia clavi-pectoral constituent des repères anatomiques lors de la pénétration de l'aiguille dans le canal huméro-brachial. En effet, le tendon du petit pectoral se trouve directement en avant du plexus brachial.^{10,11}

Dans un premier temps sont mesurés la distance horizontale entre le point le plus antérieur de la coracoïde qui est notre repère anatomique lors de cette étude et le bord latéral du tendon du petit pectoral qui s'insère sur la coracoïde en haut et les bords antérieurs des troisième, quatrième et cinquième côte en bas, afin de déterminer à quelle distance minimale dans le plan horizontal le bloc doit être pratiqué afin de bénéficier du repère anatomique du petit pectoral, de son tendon ou de son fascia, sans risquer une perforation pleurale. Ce muscle s'insère sur la coracoïde en haut et les bords antérieurs des troisième, quatrième

FIGURE 2 Plans de coupe (axiale et coronale) de l'épaule (repérage).

FIGURE 3 Coupe de référence 1. Flèche : point le plus antérieur de la coracoïde.

et cinquième côtes homolatérales en bas. Le bord latéral du petit pectoral est défini sur les images comme l'apparition d'une structure en hypo-signal (sombre), correspondant au tendon du petit pectoral ou au muscle lui-même sur les coupes sagittales.

Ensuite, dans le plan sagittal, l'étude détermine à quelle profondeur une pénétration de l'aiguille de ponction (strictement perpendiculaire au plan de la table d'examen) doit avoir lieu afin d'avoir la certitude de se trouver dans le canal huméro-brachial, et d'être en présence des troncs nerveux.

Enfin sont mesurées la profondeur à la peau ainsi que la distance séparant la face postérieure du petit pectoral et le paquet vasculo-nerveux.

Le logiciel utilisé pour tous les calculs est le logiciel Excel de Microsoft Corp. Les valeurs sont présentées sous la forme moyenne ($\pm$ écart type), ou médiane (valeurs extrêmes). Les intervalles de confiance (IC) à 95% sont aussi fournies. Les coefficients de corrélation des mesures avec l'indice de masse corporelle (IMC) ont été calculés grâce à la formule de Bravais Pearson. Les résultats sont notés sous la forme : part de la variance totale du nuage de points soit r^2 (valeurs extrêmes de l'IC pour r). Les IC pour r sont calculés pour $P < 0,05$ selon la méthode de transformation de r en z de Fisher.

Résultats

Les patients, six femmes et cinq hommes, sont âgés de $44,3 \pm 13,9$ ans, mesurent $1,69 \pm 0,09$ m, et pèsent $69,4 \pm 8,8$ kg. Chaque patient a eu une IRM d'une seule épaule, quatre gauches, dont deux bras dominants, et sept épaules droites dont six bras dominants.

La palpation de l'apophyse coracoïde, latéralement sous la clavicule, se fait généralement sans difficultés. Pour que le petit pectoral soit postérieur au point de ponction en regard du paquet vasculo-nerveux et donc pouvoir utiliser le repère tactile que constitue ce muscle, le point de ponction doit se trouver à au moins 1,3 cm médialement au point le plus antérieur de la coracoïde, ceci quelque soit la hauteur du point de ponction par rapport au point le plus antérieur de l'apophyse coracoïde (Tableau I). Il n'existe pas de différence significative entre les sujets masculins et féminins pour ce paramètre ($P < 0,05$).

L'index de masse corporelle (IMC) n'est pas corrélé à ces mesures. Compte tenu de la précision (relative due à l'épaisseur des coupes) de la mesure précédente et de son IC, une coupe au delà de 1,5 cm [soit 1,3 cm (mesure maximale) + IC] est nécessaire. Après s'être assuré de la largeur adéquate du petit pectoral^{10,11} sur des coupes axiales (Figure 1), la coupe sagittale la plus proche d'une coupe virtuelle passant à 2 cm en dedans de la coracoïde, est choisie comme coupe de référence n°2 (Figure 4), soit $2 \text{ cm} (\pm 0,19)$, (Figure 4). Les coupes sagittales (Figure 4) ont toutes pour caractéristique de ne pas faire apparaître les structures pulmonaires, ce qui permet d'exclure le risque pleuro-pulmonaire avec une ponction strictement perpendiculaire au plan de la table. Les coupes axiales le confirment (Figure 1).

Ensuite, sont déterminées les coordonnées du point d'injection dans le plan para-sagittal au point le plus antérieur de l'apophyse coracoïde. Une étude du paquet vasculo-nerveux dans son ensemble est réalisée, les coupes sagittales ne permettant pas l'identification

TABLEAU I Distances du point le plus antérieur de la coracoïde au bord médial du petit pectoral (en cm)

<i>Dans le plan sagittal (coupes de référence)</i>	<i>Dans le plan axial</i>	<i>Médiane</i>	<i>Intervalle de confiance</i>
1	0,61 ($\pm$ 0,20)	0,5 (0,4-0,9)	0,1194 (0,49-0,73)
2	0,88 ($\pm$ 0,21)	0,9 (0,4-1,2)	0,4279 (0,45-1,31)
3	0,98 ($\pm$ 0,20)	0,9 (0,8-1,3)	0,4279 (0,55-1,41)

TABLEAU II Distances paquet vasculo-nerveux/peau/parois de la gouttière (en cm) au niveau du point de ponction étudié

<i>Distance</i>	<i>Distance</i>	<i>Médiane</i>	<i>Intervalle de confiance</i>
Peau/partie antérieure de la gouttière	4,05 ($\pm$ 0,49)	3,9 (3,3-5,1)	0,2889 (3,76-4,34)
Peau/partie antérieure du paquet	4,60 ($\pm$ 0,53)	4,3 (4-5,6)	0,3128 (4,29-4,91)
Peau/partie postérieure du paquet	5,65 ($\pm$ 0,69)	5,6 (4,6-7,1)	0,4059 (5,24-6,06)
Peau/partie postérieure de la gouttière	6,45 ($\pm$ 0,86)	6,3 (5,3-8,2)	0,5093 (5,94-6,96)
Partie antérieure de la gouttière/partie antérieure du paquet	0,57 ($\pm$ 0,27)	0,5 (0,27-1,1)	0,1575 (0,41-0,73)
Partie antérieure de la gouttière/partie postérieure du paquet	1,52 ($\pm$ 0,29)	1,3 (0,39-2,3)	0,2293 (1,29-1,75)

FIGURE 4 Anatomie, mesures prises sur la coupe de référence 2 et trajet de l'aiguille. P = peau ; GA = paroi antérieure de la gouttière ; PA = partie antérieure du paquet ; PP = partie postérieure du paquet ; GP = paroi postérieure de la gouttière. Flèche = partie moyenne du paquet.

précise de toutes les structures pour tous les patients. Dans un plan sagittal, la partie supérieure du paquet est visualisée sur la coupe de référence n°2 et se trouve à $1,43 \pm 0,79$ cm (IC : 0,97–1,89 cm) et la partie inférieure visualisée du paquet sur la coupe référence n°2 se trouve à $4,42 \pm 1,10$ cm (IC : 3,77–5,07 cm). Pour les hommes, la partie supérieure du paquet se trouve à $1,54 \pm 0,83$ cm (IC : 0,81–2,27 cm) et la partie inférieure visualisée du paquet sur la coupe

référence n°2 se trouve à $5,02 \pm 1,03$ cm (IC : 4,11–5,93 cm). Pour les femmes, la partie supérieure du paquet se trouve à $1,33 \pm 0,73$ cm (IC : 0,74–1,92 cm) et la partie inférieure visualisée du paquet sur la coupe référence n°2 se trouve à $3,92 \pm 0,71$ cm (IC : 3,21–4,61 cm). Les indices de corrélation avec l'IMC sont de $-0,44$ [$r^2 = 0,19$ soit $(-0,822 \text{ à } 0,217)$] pour la distance dans le plan sagittal entre la partie supérieure du paquet et l'apophyse coracoïde, et $-0,59$ [$r^2 = 0,35$ $(-0,878 \text{ à } 0,015)$] pour les parties moyennes et inférieures. Ces corrélations ne sont pas statistiquement significatives. Le point de ponction adéquat se trouve donc entre 2 et 3 cm sous la coracoïde, quelque soit le sexe du sujet et l'IMC.

Pour finir, sur les coupes de référence n°2 (Figure 4) sont mesurés les rapports du paquet vasculo-nerveux avec les parois de la gouttière et la distance avec la peau au point déterminé par la mesure précédente (à 2,5 cm sous le point le plus antérieur de la coracoïde et à 2 cm en dedans), (Tableau II). Les femmes et les hommes ont pour cette mesure des résultats non significativement différents. De plus, la corrélation entre la distance peau au paquet vasculo-nerveux et l'IMC est de $0,09$ $(-0,759 \text{ à } 0,371)$ démontrant le peu de variabilité de ce paramètre par rapport au morphotype du sujet.

La profondeur optimale à la peau est donc de 5 cm, et permet donc une position au contact du plexus brachial de l'extrémité de l'aiguille dans la totalité des cas explorés.

Pour la technique telle que décrite, et sur ces coupes, la distance entre le bord antérieur de la gout-

FIGURE 5 Radiographie de l'épaule de face : diffusion de produit de contraste dans la gouttière huméro-brachiale après un bloc para-coracoïdien.

tière, à savoir la face postérieure du petit pectoral et la partie moyenne du paquet est de $1,05 \pm 0,27$ cm (IC : 0,89–1,21 cm). Chez l'homme, on mesure cette distance à $1,09 \pm 0,33$ cm (IC : 0,80–1,38 cm). Chez la femme, on mesure cette distance à $1,01 \pm 0,2$ cm (IC : 0,85–1,17 cm). Il n'y a pas de corrélation entre le IMC et la distance entre la face postérieure du petit pectoral et le paquet vasculo-nerveux. Le franchissement du petit pectoral est donc un repère d'entrée dans la gouttière dans ce bloc et de signe de proximité immédiate du paquet vasculo-nerveux.

La dimension antéropostérieure totale de la gouttière est de $2,33 \pm 0,72$ cm (IC : 1,91–2,75 cm). La dimension antéropostérieure du paquet vasculo-nerveux est de $0,95 \pm 0,39$ cm (IC : 0,72–1,18 cm). Les distances entre la peau, la partie postérieure du petit pectoral et le paquet vasculo-nerveux sont détaillées dans le Tableau II.

Discussion

Les coordonnées du point de ponction déterminées par cette étude, soit 2 cm en dedans et 2,5 cm en dessous de la pointe de l'apophyse coracoïde, sont conformes aux données de la littérature. La présente étude confirme et complète celle de Wilson⁹ pour lequel le point de ponction se trouve à environ 2 cm en oblique du point antérieur de la coracoïde alors que dans le présent travail, il se trouve à 2,9 cm en oblique. Précisons que la " cible " mesure 3 cm dans sa plus petite dimension.

L'étude actuelle met en évidence le repère tactile que constitue la traversée du petit pectoral en mesurant

les rapports entre la face postérieure de ce muscle au paquet vasculo-nerveux. La pénétration idéale est très proche de 5 cm. Elle sera optimisée par la perception du passage du petit pectoral, qui signale la présence du paquet vasculo-nerveux à 1 cm. L'IC à 95% permet de situer le paquet vasculo-nerveux entre 0,41 et 1,75 cm de la partie postérieure du petit pectoral (Tableau I). Dans ce cadre, la technique coracoïdienne proposée est remarquable par son extrême simplicité, ce qui correspond à la tendance de l'anesthésie locorégionale contemporaine^{8,12} et contribue à sa popularité.

En faveur de la réalisation du bloc coracoïdien, il faut noter que l'ensemble des études s'accorde à dire que l'efficacité du bloc coracoïdien est très bonne : Deleuze *et coll.*,¹³ obtiennent un pourcentage de succès du bloc coracoïdien comparable à celui du bloc dans le sillon delto-pectoral pour les cinq nerfs majeurs du membre supérieur en une seule ponction et en une seule injection, tout en permettant l'introduction d'un cathéter, ceci grâce à la bonne diffusion dans le canal huméro-brachial du produit anesthésique (Figure 5). Gaertner *et coll.*¹⁴ ont comparé l'efficacité d'une mono injection *vs* une triple injection après repérage respectivement d'un seul et des trois nerfs du bras. Le taux de réussite du bloc est plus élevé (72,5%) lors des multi injections que lors des mono injections. Ceci est facilement explicable par la distribution spatiale des troncs nerveux en particulier dans le plan axial, qui n'est pas explorée dans cette étude. Le point de ponction proposé dans la présente étude décrit cependant une voie d'abord permettant théoriquement d'améliorer le taux de succès des blocs en mono injection et de placer plus facilement des sondes de neurostimulation en cas d'injections multiples. Ceci s'effectue en donnant un repère de proximité du paquet vasculo-nerveux dans le plan sagittal, en particulier par rapport au petit pectoral.

De plus, les blocs sous-claviculaires sont reconnus pour leur sécurité. Les complications vasculaires n'y étant pas plus fréquentes qu'avec d'autres blocs du membre supérieur,^{1,4,5,13} Le risque pleuro-pulmonaire y est faible voire nul avec une technique correcte,^{1,4,5,13,15,16} comme indiqué ici : toute transfixion du canal huméro-brachial ne rencontrerait que le muscle sous scapulaire et la partie antérieure de l'omoplate (Figure 5). Le nerf phrénique est épargné, l'agent anesthésique restant sous-claviculaire,^{13,17,18} contrairement au bloc inter-scalénique avec lequel l'atteinte phrénique est fréquente.¹⁹ De plus, une bonne distribution du produit anesthésique est démontrée³ au niveau sous-claviculaire, à cause de l'absence de cloisonnement du canal humérobrachial.¹⁰ Les accidents décrits, que ce soit le pneumothorax,¹⁶ ou la paralysie

FIGURE 6 Schémas récapitulatifs des résultats obtenus. Gauche = épaule de face et repères osseux utiles à la réalisation du bloc coracoïdien. Droite = coupe sagittale de l'épaule avec les mesures utiles au clinicien pour la réalisation du bloc. 1C = 1ère côte ; 4C = 4ème côte ; Ac = acromion ; CB = coraco brachial ; C1 = clavicule ; GP = grand pectoral ; Hu = humérus ; Om = omoplate ; PVN = paquet vasculo-nerveux ; PP = petit pectoral ; Pp = point de ponction ; RT = repère tactile ; SS = sous-scapulaire ; St = sternum.

phrénique,²⁰ peuvent être expliqués par un point de ponction beaucoup plus interne.

Le taux de succès réel de la technique décrite ici doit bien sûr être confirmé par des études cliniques appropriées. Enfin, les résultats de cette étude doivent être interprétés en fonction de la petite population de cette étude. La puissance statistique étant clairement insuffisante pour les comparaisons bras dominants vs non-dominants, une étude complémentaire serait utile.

Conclusions

En conclusion, cette étude définit des repères anatomiques facilement accessibles au clinicien, et au néophyte, pour réaliser de manière simple, rapide et reproductible un bloc coracoïdien excluant vraisemblablement le risque de lésion pleuro-pulmonaire ou de paralysie phrénique. Un repère situé à 2 cm en dedans et 2,5 cm en dessous de la pointe de la coracoïde permet lors de la réalisation de la ponction, strictement antéro-postérieure, de bénéficier du repère tactile que constitue le petit pectoral. La distance entre la paroi postérieure du petit pectoral et le paquet vasculo-nerveux s'échelonne entre 0,4 cm (à la partie la plus antérieure du paquet) et 1,75 cm (à la partie la plus postérieure), avec une moyenne à environ 1 cm (Figure 6). Le risque vasculaire (ponction, hématome) ne peut théoriquement pas être exclu mais peut vraisemblablement être minimisé par une réalisation prudente du bloc et l'utilisation d'une aiguille mousse. Des études cliniques sont donc nécessaires afin de déterminer le taux de succès de ce bloc.

Remerciements

Remerciements au Pr. Azaloux pour son aide. Remerciements à l'équipe des manipulateurs d'électroradiologie du CHU de Fort de France pour leur disponibilité.

Références

- 1 Bazy L. Le bloc sous claviculaire. In : Pauchet V, Sourdat P, Labouré J (Eds). *L'Anesthésie Régionale*. Paris, France: Librairie Octave Doin; 1917: 222–5.
- 2 Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D, Jenkins MT. Infraclavicular brachial plexus block - a new approach. *Anesth Analg* 1973; 52: 897–904.
- 3 Sims JK. A modification of landmarks for infraclavicular approach to brachial plexus block. *Anesth Analg* 1977; 56: 554–5.
- 4 Whiffler K. Coracoid block – a safe and easy technique. *Br J Anaesth* 1981; 53: 845–8.
- 5 Kilka HG, Geiger P, Mehrkens HH. Infraclavicular vertical brachial plexus blockade. A new method for anesthesia of the upper extremity. An anatomical and clinical study (German). *Anaesthesist* 1995; 44: 339–44.
- 6 Borgeat A, Ekatothramis G, Dumont C. An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique. *Anesth Analg* 2001; 93: 436–41.
- 7 Rodriguez J, Taboada-Muniz M, Barcena M, Alvarez J. Median versus musculocutaneous nerve response with single-injection infraclavicular coracoid block. *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29: 534–8.
- 8 Weller RS, Gerancher JC. Brachial plexus block: "best" approach and "best" evoked response--where are we? *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29: 520–3.
- 9 Wilson JL, Brown DL, Wong GY, Ehman RL, Cahill DR. Infraclavicular brachial plexus block: parasagittal anatomy important to the coracoïde technique. *Anesth Analg* 1998; 87: 870–3.
- 10 Bonnel F, Canovas F. Anatomie du plexus brachial chez le nouveau-né et l'adulte. In : Alnot JY, Narakas A (Eds). *Les Paralysies du Plexus Brachial*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1995: 14–8.
- 11 Anderson J. Grant's Atlas of Anatomy. Baltimore, Maryland: William and Wilkins; 1983: 17–24.
- 12 Franco CD. Posterior approach to the sciatic nerve in adults: is euclidean geometry still necessary? *Anesthesiology* 2003; 98: 723–8.
- 13 Deleuze A, Gentili ME, Bonnet F. Description of two techniques for brachial plexus block by the infraclavicular route (French). *Ann Fr Anesth Reanim* 2004; 23: 82–4.
- 14 Gaertner E, Estebe JP, Zamfir A, Cuby C, Macaire P. Infraclavicular plexus block: multiple injection versus single injection. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27: 590–4.

- 15 *Neuburger M, Kaiser H, Ass B, Franke C, Maurer H.* Vertical infraclavicular blockade of the brachial plexus (VIP). A modified method to verify the puncture point under consideration of the risk of pneumothorax (German). *Anaesthesist* 2003; 52: 619–24.
- 16 *Stadlmeyer W, Neubauer J, Finkl RO, Groh J.* Unilateral phrenic nerve paralysis after vertical infraclavicular plexus block (German). *Anaesthesist* 2000; 49: 1030–3.
- 17 *Rodriguez J, Barcena M, Rodriguez V, Aneiros F, Alvarez J.* Infraclavicular brachial plexus block effects on respiratory function and extent of the block. *Reg Anesth Pain Med* 1998; 23: 564–8.
- 18 *Rodriguez J, Barcena M, Alvarez J.* Restricted infraclavicular distribution of the local anesthetic solution after infraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2003; 28: 33–6.
- 19 *Urmey WF, Talts KH, Sharrock NE.* One hundred percent incidence of hémidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991; 72: 498–503.
- 20 *Neuburger M, Landes H, Kaiser H.* Pneumothorax in vertical infraclavicular block of the brachial plexus. Review of a rare complication (German). *Anaesthesist* 2000; 49: 901–4.