

# Variation Anatomique du Plexus Brachial et ses Conséquences Cliniques

**Dr. Neel Desai**

Speciality Registrar in Anaesthetics, St George's Hospital, UK

**Dr. Peter Merjavý**

Consultant Anaesthetist, Craigavon Area Hospital, Northern Ireland, UK

Edited by

**Dr Kim Russon**

Consultant Anesthésiste, Rotherham Hôpital, UK

Correspondance to [atotw@wfsahq.org](mailto:atotw@wfsahq.org)

26<sup>th</sup> Dec 2017

Un test en ligne est disponible pour votre auto-évaluation (FMC). Un certificat vous sera délivré si vous réussissez le test. Veuillez prendre connaissance des règles d'accréditation [ici](#)

[Evaluation en ligne](#)



## POINTS CLÉS

- Classiquement, le plexus brachial est formé par les branches ventrales issues des quatre derniers nerfs cervicaux et du premier nerf thoracique C5-T1, qui forment ensuite les troncs primaires, les divisions et les faisceaux avant de donner les nerfs du membre supérieur .
- On ne sait pas exactement si une gaine de tissu entoure le brachial plexus et si c'est le cas la nature et la composition de cette gaine.
- La variation anatomique du plexus brachial est fréquente et peut influencer la conduite de l'anesthésie régionale.

## INTRODUCTION

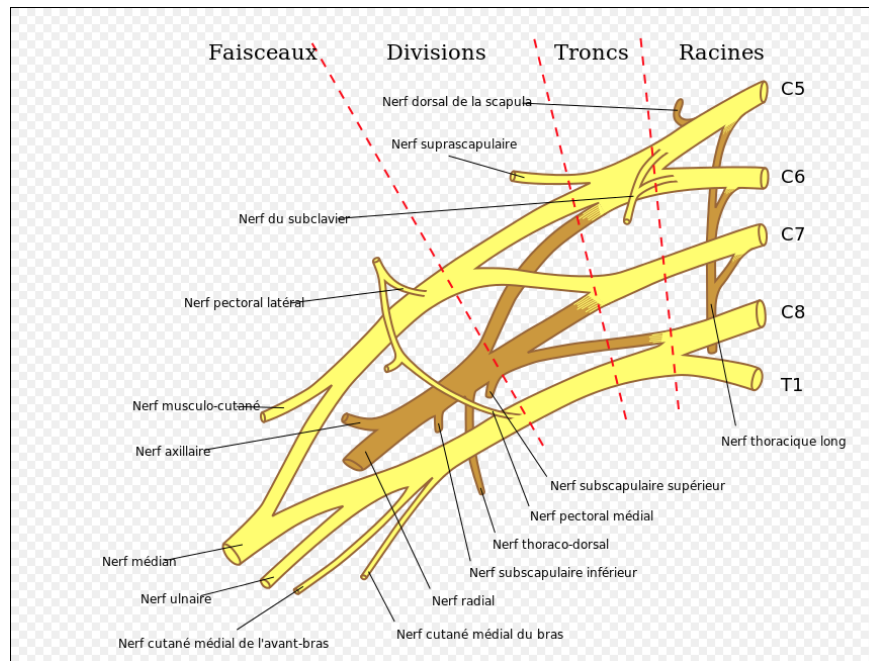
Le plexus brachial (PB) comprend un réseau nerveux dont la fonction est de pourvoir l'innervation motrice, sensorielle et sympathique du membre supérieur. En 1884 Halstead fut le premier à utiliser la cocaïne pour anesthésier le PB<sup>1</sup>. Le succès de l'anesthésie du PB dépend d'une connaissance approfondie de l'anatomie et des variations du plexus brachial. Comme le disait Alon Winnie, un anesthésiste renommé, l'anesthésie locorégionale est "un exercice d'anatomie pratique" Dans ce tutoriel, l'anatomie classique du PB sera décrite. Les variations anatomiques seront ensuite examinées avec discussion des conséquences cliniques.

## DEVELOPPEMENT EMBRYOLOGIQUE

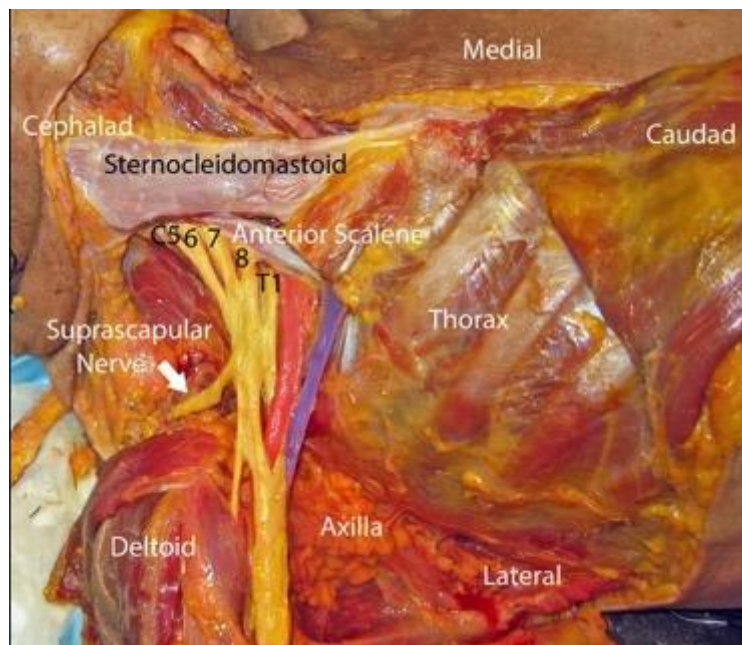
Durant la quatrième semaine du développement embryologique, la première différenciation du mésenchyme a lieu. Les bourgeons des nerfs dorsaux se terminent à l'extrémité inférieure de l'humérus dans la gaine des bourgeons des muscles du bras en formation. A partir du 32<sup>ème</sup> jour, les extensions des nerfs de C5-T1 sont formées et le 33<sup>ème</sup> jour, les nerfs fusionnent et forment le PB. Entre le 39<sup>ème</sup> et 40<sup>ème</sup> jour, les nerfs médian, radial et cubital atteignent le niveau de la main. La configuration et l'orientation du PB de l'adulte sont observées le 49<sup>ème</sup> and 50<sup>ème</sup> jour.

## ANATOMIE CLASSIQUE DU PLEXUS BRACHIAL

L'origine du PB émerge du foramen intervertébral dans la portion cervicale inférieure sous la forme de cinq racines: il est formé par les cinq branches antérieures des quatre nerfs cervicaux C5-8 and du premier dorsal T1 (Figure 1).<sup>2,3,4</sup> Près du bord médial du muscle scalène moyen, les rameaux C5 et C6 s'unissent pour former le tronc supérieur, le rameau C7 forme le tronc moyen et les rameaux C8 et T1 s'anastomosent pour former le tronc inférieur. Les racines et troncs passent à travers le sillon interscalène un repère anatomique palpable situé entre les muscles scalènes antérieur et moyen (Figure 2).<sup>3</sup>



**Figure 1.** Schéma du plexus brachial d'après Gray, extrait de Wikipédia.



**Figure 2.** Dissection de cadavre qui montre le brachial plexus en jaune qui passe derrière le muscle scalène antérieur. L'artère et la veine sous-clavière sont indiquées en rouge et bleu respectivement. D'après Grant SA, David BA. *Ultrasound guided regional anesthesia. 2<sup>nd</sup> edn.* New York: Oxford University Press, 2016. Copyright © 2016 by Oxford University Press. By permission of Oxford University Press, USA. This image is not covered by the terms of the Creative Commons license of this publication. For permission to reuse, please contact the rights holder.

Quand les troncs passent en arrière de la clavicule, chaque tronc se divise en une branche antérieure (flexion) et postérieure (extension) au niveau du bord latéral de la première côte. Ces divisions se réunissent ensuite en faisceaux, qui sont définis en fonction de leur relation avec la deuxième portion de l'artère axillaire<sup>3</sup>. Le faisceau latéral est formé par les divisions antérieures du tronc moyen et supérieur, le faisceau moyen est formé par la division antérieure du tronc inférieur et le faisceau postérieur est formé par les divisions postérieures des trois troncs. Sur le plan fonctionnel, le

faisceau latéral est le faisceau des muscles de la flexion, le faisceau moyen est le faisceau des fléchisseurs distaux de l'avant-bras, du poignet et de la main et le faisceau postérieur innerve tous les muscles extenseurs du membre supérieur.

Dans la partie inférieure de l'aisselle, les faisceaux se divisent et donnent les 5 branches terminales du plexus. Le faisceau latéral donne le nerf musculocutané (C5-7) ainsi que la branche latérale du nerf médian, le faisceau médial se divise pour donner le nerf ulnaire (C8-T1) et la branche médiale du nerf médian. Le nerf médian (C5-T1) est ainsi formé à la fois par le faisceau latéral et le faisceau moyen. Enfin, le faisceau postérieur se divise pour former le nerf axillaire (C5-6) et le nerf radial (C6-T1)<sup>2,4</sup>. Dans la partie inférieure de l'aisselle, l'artère axillaire se trouve dans une position caractéristique par rapport aux branches terminales du PB, antérieure au nerf radial, postéro-médiale au nerf médian et postéro-latérale au nerf ulnaire<sup>3</sup>.

## BRANCHES DU PLEXUS BRACHIAL

Au-dessus de la clavicule, les branches du PB sont le nerf scapulaire dorsal (C5), le nerf suprascapulaire (C5-6), le nerf du sous clavier (C5-6), le nerf thoracique long (C5-7), et les branches des muscles longs du cou et des muscles scalènes (C5-8). Les branches terminales des faisceaux comprennent le nerf pectoral latéral (C5-7) du faisceau latéral; le nerf pectoral médial (C8-T1), le nerf cutané médial de l'avant-bras (C8-T1), le nerf cutané médial du bras (C8-T1), et le nerf subscapulaire supérieur et inférieur (C5-6) du faisceau médial; et le nerf thoraco-dorsal (C5-7) du faisceau postérieur (Figure 3).<sup>4</sup>

Nerfs	Innervation Musculaire
Scapulaire dorsal	Rhomboïdes, Angulaire de l'omoplate
Suprascapulaire	Sus-épineux et sous-épineux Articulation Acromio-claviculaire et gléno-humérale
Thoracique long	Muscle dentelé antérieur
Pectoral médial and latéral	Grand et petit pectoral
Cutané médial de l'avant-bras	Cutané pour la partie médiale de l'avant bras
Cutané médial du bras	Cutané pour la partie médiale du bras
Subscapulaire supérieur	Subscapulaire
Subscapulaire inférieur	Subscapulaire et grand rond
Thoraco-dorsal	Dorsal latéral

Figure 3. Innervation des branches terminales du plexus brachial

## GAINÉ DU PLEXUS BRACHIAL: VRAI OU FAUX?

Bien que le plexus brachial soit bien défini, l'architecture des tissus qui l'entourent n'est pas entièrement comprise<sup>3</sup>. Un doute persiste quant à l'existence d'une gaine fibreuse ou d'un tunnel anatomique rigide autour du plexus brachial. Plusieurs études ont démontré des résultats contradictoires. Dans une de ces études, une tomographie axiale calculée par ordinateur fut utilisée pour comparer la distribution d'un moyen de contraste entre le nerf sciatique et le PB grâce à une injection dans le nerf sciatique (où l'absence de gaine fibreuse est en général acceptée).<sup>5</sup> On n'a trouvé aucune différence dans la distribution du produit de contraste ce qui suggère que le PB se situe entre les structures anatomiques rigides qui forment les bordures anatomiques de l'aisselle: la clavicule, l'omoplate, la cage thoracique et l'humérus. Une autre étude n'a montré aucune évidence d'une gaine significative dans les coupes de cytomicrotome de la région supra-claviculaire<sup>3</sup>.

D'un autre côté, en accord avec les résultats d'autres études<sup>6,7</sup>, des dissections systématiques de cadavres ont montré une gaine fibreuse autour du tronc neuro-vasculaire du PB qui était visible à l'œil nu dans chaque dissection<sup>8</sup>. La gaine avait 1 à 2 millimètres d'épaisseur, se prolongeant du cou jusqu'à l'extrémité de l'aisselle et était remplie de tissu conjonctif lâche et de tissu graisseux en quantité variable. L'injection de solution saline a entraîné l'expansion de la gaine qui a résisté jusqu'à ce que la gaine ait été incisée.

Que ce soit une gaine fibreuse ou un tunnel axillaire plus rigide, tous les deux sont compatibles avec l'observation clinique que l'anesthésie locale a plus de chance de se répandre longitudinalement que de façon transversale. La comparaison d'injections dans le plexus ou autour du plexus pour l'anesthésie régionale interscalènes ne montre aucune différence dans le début du bloc ou sa qualité.<sup>9</sup> Si la gaine du PB devait exister, cela pourrait s'expliquer par une diffusion rapide de l'anesthésique local. Dans la région supra-claviculaire, on peut remarquer une structure hyper-échogène à l'échographie que certains auteurs pensent être la gaine du PB. L'injection d'anesthésique local au-delà de cette gaine a entraîné un début d'anesthésie chirurgicale plus rapide et une durée de l'analgésie post-opératoire plus longue que l'injection superficielle<sup>10</sup>.

## VARIATION ANATOMIQUE DU PLEXUS BRACHIAL

Les variations anatomiques de la configuration du PB sont dues à la formation anormale des troncs, divisions et faisceaux et peuvent s'expliquer par la croissance des cônes neuronaux<sup>11</sup>. Le guidage des axones en formation est coordonné et contrôlé par l'expression de chimio attractants et de chimio répulsifs. N'importe quel changement dans le signal entre les cellules mésenchymateuses et les cônes de croissance neuronaux ou les facteurs circulatoires au moment du développement du PB peut conduire à des variations significatives.

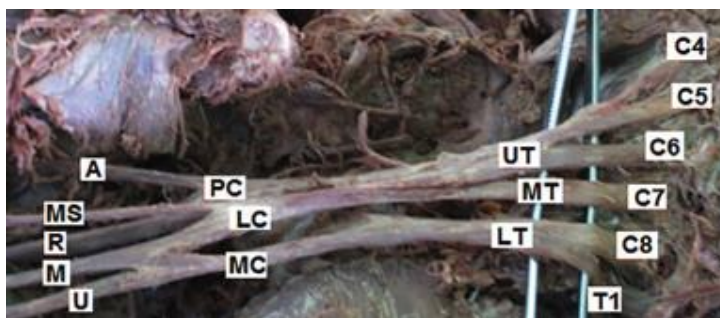
La dissection de cadavres a démontré sept dispositions principales du PB, aucune ne représentant plus de 57% des cas (Figure 4).<sup>12</sup> Des variations intra-individuelles existent également et des asymétries anatomiques droites et gauches ont été trouvées dans 61% des cadavres ce qui correspond aux résultats cliniques.

Configuration du Plexus Brachial	Description
A	Préfixé; faisceau latéral C4-7; faisceau médial C7-T1 (branche du tronc moyen)
B	Préfixé; faisceau latéral C4-7; faisceau médial C8-T1
C	Préfixé; faisceau latéral C4-C8/T1 (branche de C8 ou tronc inférieur à C7 ou faisceau latéral); faisceau médial C8-T1
D	Idem type A mais pas préfixé; Faisceau latéral C5-7; Faisceau médial C7-T1 (branche de C7)
E	Idem type B mais pas préfixé; Faisceau latéral C5-7; Faisceau médial C8-T1
F	Idem type E mais tout la racine C5 ne participe pas au PB (donne une branche à C4); Faisceau latéral C5-7; Faisceau médial C8-T1
G	Idem type C mais pas préfixé; Faisceau latéral C5-t1 (branche du tronc inférieur vers le faisceau latéral); Faisceau médial C8-T1

**Figure 4.** Description des sept configurations principales du plexus brachial.

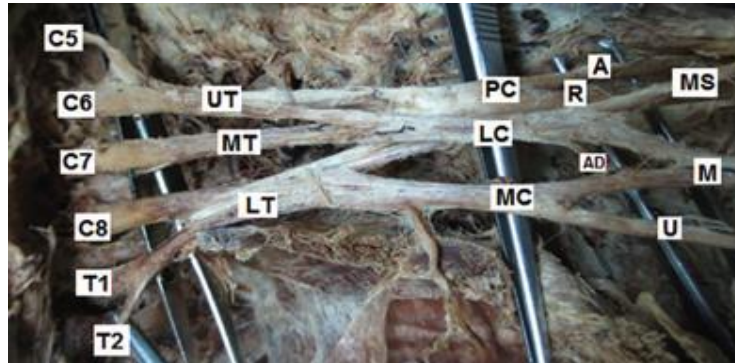
## PLEXUS PRÉFIXÉ (HAUT SITUÉ) ET POSTFIXÉ (BAS SITUÉ)

Dans une étude cadavérique, 17.5% des PBs examinés étaient préfixés avec pour racine supérieure C4 plutôt que C5 et un plexus plus céphalique que normal (Figure 5).<sup>13</sup> Les PBs postfixés sont plus rares et on été trouvés dans 7.5% des cadavres. Dans un PB postfixé, la racine inférieure du plexus est T2 plutôt que T1 et le plexus se trouve plus caudal que normal (Figure 6). Une telle variation anatomique pourrait être importante en pratique car un changement en longueur du PB peut entraîner une innervation motrice et/ou sensorielle aberrante du membre supérieur<sup>14</sup>. A noter cependant qu'il n'est pas possible d'identifier à l'échographie ni le PB postfixé ni le BP préfixé et que même si ces variations étaient reconnues, on ne sait pas si la technique du bloc interscalène devrait être modifié ou pas du tout. En résumé, on ne sait pas si cela influence de façon significative le succès de l'anesthésie locorégionale du membre supérieur.



**Figure 5.** Dissection cadavérique montrant un PB préfixé à partir des branches ventrales de C4 à T1. D'après Guday E, Bekele A, Mucho A. *Anatomical study of prefixed versus postfixed brachial plexuses in adult human cadaver*. ANZ J Surg 2016 Apr 12; doi: 10.1111/ans.13534 [ePub ahead of print]. Copyright © 2016 by John Wiley & Sons, Inc. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc. This image is not covered by the terms of the Creative Commons license of this publication. For permission to reuse, please contact the rights holder.

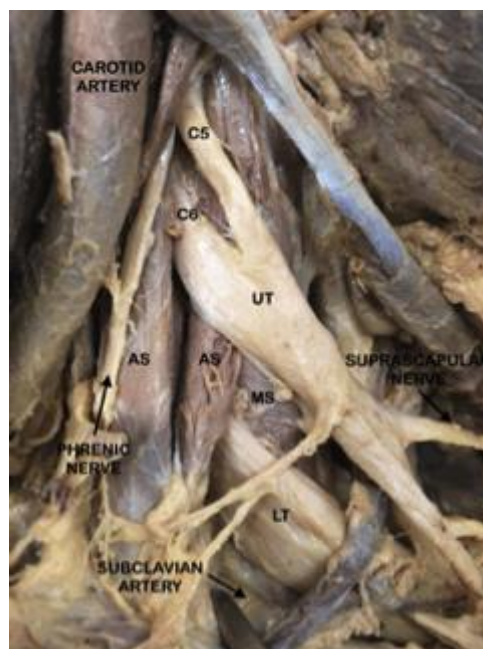
UT=Tronc supérieur; MT= tronc moyen; LT= tronc inférieur; PC= Faisceau postérieur; LC=-Faisceaux latéral; MC= faisceau médial



**Figure 6.** Dissection cadavérique montrant un brachial plexus postfixé à partir des branches ventrales de C5 à T2. *From Guday E, Bekele A, Muche A. Anatomical study of prefixed versus postfixed brachial plexuses in adult human cadaver. ANZ J Surg 2016 Apr 12; doi: 10.1111/ans.13534 [ePub ahead of print]. Copyright © 2016 by John Wiley & Sons, Inc. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc. This image is not covered by the terms of the Creative Commons license of this publication. For permission to reuse, please contact the rights holder.*

## VARIATION AU NIVEAU DES TRONCS

L'incidence des variations à ce niveau est entre 13-35%. Les branches ventrales de C5 et C6 et le tronc supérieur se trouvent habituellement dans le sillon interscalène mais parfois peuvent transpercer le muscle scalène antérieur ou passer en avant de celui-ci (25%)<sup>2,15</sup>. Le tronc inférieur n'est pas présent (9% des cas) ce qui est plus fréquent que l'absence du tronc supérieur (1%) (Figure 7). Si un stimulateur nerveux est utilisé pour localiser le PB au niveau interscalène, on considère habituellement que la stimulation du nerf phrénique représente une orientation trop antérieure de l'aiguille. Un nerf phrénique accessoire est présent chez 75% des individus et suit le nerf du muscle sous-clavier<sup>15</sup>. La stimulation de ce nerf phrénique accessoire pourrait entraîner une interprétation erronée de l'anatomie locale par le clinicien. Une autre variation décrite qui peut avoir des conséquences similaires est celle du nerf phrénique émergeant entièrement du PB.



**Figure 7.** Dissection cadavérique avec un brachial plexus à deux troncs. Le tronc supérieur (UT) est formé par des branches ventrales de C5 et C6 et le tronc inférieur (LT) par la branche antérieure de C7 à T1. Le tronc supérieur émerge du muscle scalène antérieur (AS) et le tronc inférieur passe dans le sillon interscalène entre les muscles scalènes antérieur et moyen.

La stimulation du nerf ne permet pas aux cliniciens de prendre en compte et de s'adapter à la présence de variations anatomiques. D'un autre côté, l'échographie facilite la visualisation en direct, la reconnaissance des variations anatomiques et la modification de la technique du bloc en fonction de la variation anatomique visualisée. Dans le cas où

l'on trouve que tous les racines nerveuses et les troncs ne passent pas entre le muscle scalène antérieur et moyen à l'échographie, le bloc interscalénique peut-être accompli avec réussite en injectant l'anesthésique dans le sillon interscalène ainsi qu'autour des différentes racines. Pour le bloc supraclaviculaire du PB avec guidage échographique, on a constaté que le tronc supérieur était localisé de façon médiale par rapport à l'artère sous-clavière, par contre les troncs moyens et inférieur étaient dans leur position habituelle c'est-à-dire latéral par rapport à l'artère.<sup>16</sup> Une fois reconnue, la technique fut modifiée en faisant deux injections, une médiale et l'autre latérale à l'artère sous-clavière entraînant un bloc moteur et sensoriel complet dans les dermatomes and myotomes correspondants.

## VARIATION AU NIVEAU DES DIVISIONS

A ce niveau les variations anatomiques représentent 33.6% du total étudié, dont 85% associées avec une division antérieure du tronc moyen (DATM).<sup>1</sup> La DATM variante 1 est la plus fréquente (15%) et comprend un branchement supplémentaire de la DATM avec la racine médiale du nerf médian. La DATM peut se rattacher avec le faisceau moyen, latéral ou les deux racines du nerf médian, ou bien peut donner la racine latérale du nerf médian sans branchement sur le faisceau latéral qui est alors formé seulement par la division antérieure du tronc supérieur.

## VARIATIONS AU NIVEAU DES FAISCEAUX

On a remarqué plusieurs variations dans la formation des faisceaux du PB. Le branche ventrale de T1 peut ne pas contribuer au faisceau postérieur et peut fournir la seule branche du faisceau médial.<sup>15</sup> Il n'est pas rare que le faisceau postérieur ne se forme pas, dans ce cas là, les divisions postérieures divergent pour donner directement les branches et nerfs terminaux. Une paire de faisceaux, un petit et un grand, peut remplacer le schéma habituel de trois faisceaux. Des cas de formation d'un seul faisceau ont été publiés. Une variation importante a aussi été décrite à l'origine des branches du PB. (Figure 8).<sup>17</sup>

Nerf	Origine dans l'anatomie classique	Origine de l'anatomie variante
Pectoral Latéral	Faisceau Latéral	Division antérieure du tronc supérieur; tronc moyen
Pectoral Médial	Faisceau médial	Division antérieure du tronc moyen
Suprascapulaire	Tronc Supérieur	C5; division postérieure du tronc supérieur
Thoraco-dorsal	Faisceau Postérieur	Nerf axillaire; nerf radial
Subscapulaire Superieur	Faisceau Postérieur	Division Postérieure du tronc supérieur; nerf axillaire
Subscapulaire inferieur	Faisceau Postérieur	Nerf axillaire; Nerf thoracodorsal
Cutané Médial du bras	Faisceau Médial	Tronc inférieur
Cutané médial de l'avant-bras	Faisceau Médial	Tronc inférieur

**Figure 8.** Variations anatomiques à l'origine des branches du plexus brachial. Adapted from Fazan VPS, Amadeu ADS, Caleffi AL, Filho OAR. *Brachial plexus variations in its formation and main branches. Acta Cir Bras 2003; 18: 14-8.* This content is covered by the terms of a Creative Commons Attribution License which can be found at: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>.

Normalement, les trois faisceaux du PB entourent l'artère axillaire mais, dans certains cas, tous ces faisceaux peuvent se trouver en position latérale par rapport à l'artère axillaire. Cliniquement, si cette variant anatomique est vue avant le bloc infraclaviculaire, l'anesthésiste pourrait positionner l'aiguille de façon latérale par rapport à l'artère axillaire et éviter l'artère.

## VARIANTES AU NIVEAU DE L'AISELLE

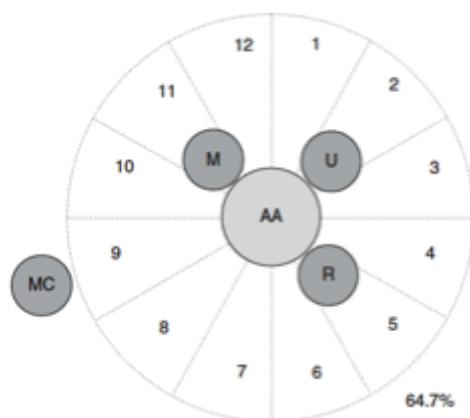
Le PB présente un rapport constant avec certains vaisseaux qui peut s'expliquer d'un point de vue embryologique.<sup>18</sup> Par exemple, on considère habituellement que l'artère axillaire, est le prolongement de la septième branche intersegmentaire de l'aorte dorsale. Cependant si elle est issue de la sixième, huitième ou neuvième branche intersegmentaire de l'aorte dorsale, comme cela peut arriver, la relation entre l'artère axillaire et le PB est modifiée de façon correspondante.

Dans une étude échographique qui évaluait la position des nerfs médian, cubital, radial et musculocutané autour de l'artère axillaire, dix positions différentes de ces quatre nerfs ont été identifiées (Figures 9 and 10).<sup>19</sup> Dans tous les cas, les quatre nerfs ont été trouvés dans le sens des aiguilles d'une montre (médian, cubital, radial and musculocutané) autour de l'artère axillaire. L'image anatomique classique était présente dans seulement 64,7% des cas. Une artère axillaire accessoire, longeant parallèlement l'artère axillaire, fut observée chez 2,6% patients.

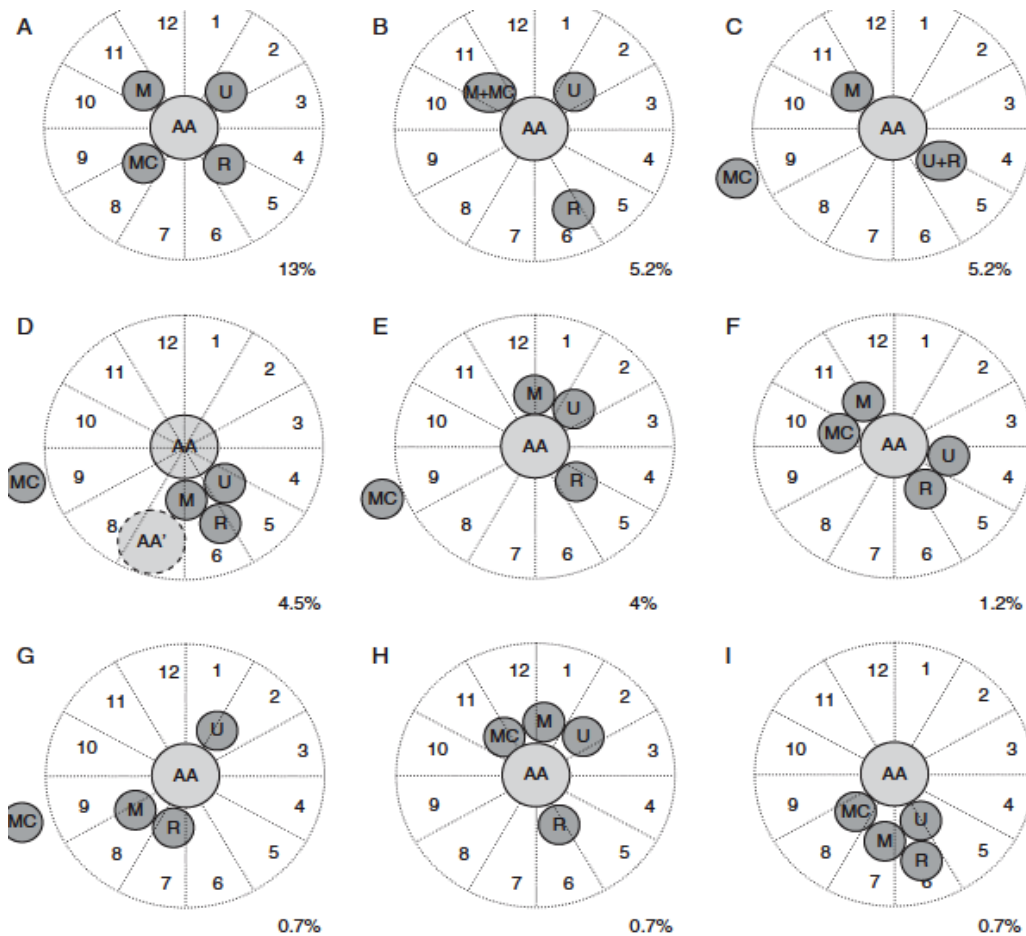
Classiquement, le nerf musculocutané est décrit situé dans le muscle coracobrachial ou entre le muscle coracobrachial et le biceps au niveau du bloc axillaire. L'échographie a été utilisée pour démontrer qu'en réalité, le nerf musculocutané est dans une position atypique dans 22% des blocs axillaires.<sup>20</sup> Il peut se trouver près de l'artère axillaire ou plus fréquemment se joint au nerf médian. S'il est joint au nerf médian, il peut le suivre distalement sur une distance variable avant de s'en séparer. En particulier, dans les dissections cadavériques, le nerf musculocutané peut être absent dans 8% des cas ; dans ce cas, l'innervation du biceps et du brachial est fournie par les branches du nerf médian. Une seule veine axillaire fut observée chez 42% des patients, deux veines chez 38%, trois veines chez 18% and quatre veines chez 2%.

Dans ces deux études échographiques, l'incidence des variations anatomiques était différente par rapport à celles décrites précédemment à partir des résultats des dissections anatomiques.<sup>19,20</sup> Ces différences peuvent être causées par l'élimination de tissu graisseux, la rigidité musculaire, l'aplatissement des vaisseaux ou la position du bras dans les dissections anatomiques bien que, dans les études échographiques les nerfs bougent les uns sur les autres si l'on exerce une pression légère ou modérée avec la sonde.

La technique du bloc axillaire doit être modifiée pour satisfaire ces possibles variations anatomiques. Les nerfs autour de l'artère axillaire peuvent être suivis individuellement avec l'échographie sur leur trajet distal à partir de l'aisselle pour confirmer leur nature, leur identité et leur relation. Dans le cas où le muscle musculocutané ne se trouve pas dans sa position habituelle, l'échoguidage peut être utilisé pour localiser le nerf aberrant de façon à le bloquer individuellement dans sa nouvelle position. De plus, au cas où le muscle musculocutané fusionne avec le nerf médian, il n'y a probablement pas besoin d'ajouter une injection d'anesthésique local puisque le nerf ciblé (le musculocutané) fait partie de la même structure que les autres nerfs importants pour le bloc axillaire.



**Figure 9.** Schéma de la configuration la plus commune des quatre nerfs du plexus brachial (M, nerf médian; U, nerf ulnaire; R, nerf radial; MC, nerf musculocutané autour de l'artère axillaire (AA)). La fréquence de cette configuration est donnée en pourcentage. *J.-L. Christophe, et al. Assessment of topographic brachial plexus nerves variations at the axilla using ultrasonography. Br J Anaesth 2009; 103 (4): 606-612. doi: 10.1093/bja/aep207. Reproduced with permission of Oxford University Press on behalf of The British Journal of Anaesthesia Ltd. All rights reserved. This image is not covered by the terms of the Creative Commons licence of this publication. For permissions, please contact [journals.permissions@oup.com](mailto:journals.permissions@oup.com).*



**Figure 10.** Dessins schématiques des configurations les moins fréquentes des quatre nerfs du plexus brachial (M, nerf médian; U, ulnaire; R, radial; MC, musculocutané) autour de l'artère axillaire (AA). La fréquence de cette configuration est donnée en pourcentage. J.-L. Christophe, et al. *Assessment of topographic brachial plexus nerves variations at the axilla using ultrasonography.* *Br J Anaesth* 2009; 103 (4): 606-612. doi: 10.1093/bja/aep207. Reproduced with permission of Oxford University Press on behalf of The British Journal of Anaesthesia Ltd. All rights reserved. This image is not covered by the terms of the Creative Commons licence of this publication. For permissions, please contact [journals.permissions@oup.com](mailto:journals.permissions@oup.com)

## EN RESUME:

- La variation anatomique du PB est fréquente et peut influencer la conduite et le résultat de l'anesthésie locorégionale.
- La stimulation nerveuse est considérée une technique aveugle et par conséquent le clinicien ne sera pas conscient d'une variation anatomique sous-jacente.
- L'échographie par contre permet la visualisation des nerfs et des structures avoisinantes mais son usage dépend beaucoup de la connaissance de l'anatomie correspondante par l'opérateur.
- Le taux de réussite des blocs chez les patients avec des variations anatomiques s'améliore avec l'utilisation de l'échographie.



On estime que la lecture de ce tutoriel prend environ une heure. Prenez note du temps requis et transmettez-le à votre organisme pour obtenir les points pour votre formation professionnelle continue.

Pour répondre au test en ligne qui accompagne ce tutoriel, cliquez ici

## REFERENCES AND FURTHER READING

1. Wozniak J, Kedzia A, Dudek K. Variability of the trunks and divisions of the brachial plexus in human fetuses. *Adv Clin Exp Med* 2013; 22: 309-18.
2. Mian A, Chaudhry I, Huang R, Rizk E, Tubbs RS, Loukas M. Brachial plexus anesthesia: a review of the relevant anatomy, complications, and anatomical variations. *Clin Anat* 2014; 27: 210-21.
3. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR et al. Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 134-70.
4. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Fergusson MW. Gray's Anatomy. 38<sup>th</sup> edn. Toronto: Lippincott Williams and Wilkins, 2006.
5. Cornish PB, Leaper C. The sheath of the brachial plexus: fact or fiction? *Anesthesiology* 2006; 105: 563-65.
6. Winnie A, Radonjic R, Akkineni SR, Durrani Z. Factors influencing distribution of local anaesthetic injected into the brachial plexus sheath. *Anesthesia and Analgesia* 1979; 58: 225-34.
7. Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1983; 59: 117-22.
8. Franco CD, Rahman A, Voronov G, Kerns JM, Beck RJ, Buckenmaier CC. Gross anatomy of the brachial plexus sheath in human cadavers. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 64-9.
9. Spence BC, Beach ML, Gallagher JD, Sites BD. Ultrasound-guided intrascalene blocks: understanding where to inject the local anaesthetic. *Anaesthesia* 2011; 66: 509-14.
10. Sivashanmugam T, Ray S, Ravishankar M, Jaya V, Selvam E, Karmakar MK. Randomized comparison of extrafascial versus subfascial injection of local anaesthetic during ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40: 337-43.
11. Padur AA, Kumar N, Shanthakumar SR, Shetty SD, Prabhu GS, Patil J. Unusual and unique variant branches of lateral cord of brachial plexus and its clinical implications – a cadaveric study. *J Clin Diag Res* 2016; 10: AC01-04.
12. Kerr AT. The brachial plexus of nerves in man, the variations in its formation and branches. *Am J Anat* 1918; 23: 285-395.
13. Guday E, Bekele A, Muche A. Anatomical study of prefixed versus postfixed brachial plexuses in adult human cadaver. *ANZ J Surg* 2016 Apr 12; doi: 10.1111/ans.13534 [ePub ahead of print].
14. Pellerin M, Kimball Z, Tubbs RS et al. The prefixed and postfixed brachial plexus: a review with surgical implications. *Surg Radiol Anat* 2010; 32: 251-60.
15. Orebaugh SL, Williams BA. Brachial plexus anatomy: normal and variant. *ScientificWorldJournal* 2009; 9: 300-12.
16. Chin KJ, Niazi A, Chan V. Anomalous brachial plexus anatomy in the supraclavicular region detected by ultrasound. *Anesth Analg* 2008; 107: 729-31.
17. Fazan VPS, Amadeu ADS, Caleffi AL, Filho OAR. Brachial plexus variations in its formation and main branches. *Acta Cir Bras* 2003; 18: 14-8.
18. Aggarwal A, Puri N, Aggarwal AK, Harjeet K, Sahni D. Anatomical variation in formation of brachial plexus and its branching. *Surg Radiol Anat* 2010; 32: 891-4.
19. Christophe JL, Berthier F, Boillot A et al. Assessment of topographic brachial plexus nerves variations at the axilla using ultrasonography. *Br J Anaesth* 2009; 103: 606-12.
20. Remerand F, Laulan J, Couvret C et al. Is the musculocutaneous nerve really in the coracobrachialis muscle when performing an axillary block? An ultrasound study. *Anesth Analg* 2010; 110: 1729-34.
21. Klaastad O, Sauter A, Dodgson M. Brachial plexus block with or without ultrasound guidance. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009; 22: 655-60.



This work by WFSA is licensed under a Creative Commons Attribution- NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>