

Variación Anatómica del Plexo Braquial y sus Implicaciones Clínicas

Dr. Neel Desai

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

Dr. Peter Merjavy

Consultant Anaesthetist, Craigavon Area Hospital, Northern Ireland, UK

Edited by

Dr Kim Russon

Consultant Anaesthetist, Rotherham Hospital, UK

Traducido por

Dr. Juan Carlos Duarte

Sociedad Venezolana de Anestesiología

Correspondencia a atotw@wfsahq.org

Un test online está disponible para Educación Médica Continua (CME) auto-dirigida. Se otorgará un certificado una vez aprobado el test. Por favor revise la política de acreditación [aquí](#).



ANAESTHESIA
TUTORIAL OF THE WEEK

www.wfsahq.org

Dic 26 del 2017

[Tome el quiz online](#)

PUNTOS CLAVES

- Clásicamente, el plexo braquial se origina de cinco ramas ventrales, de C5-T1, las cuales entonces forman los troncos, divisiones y cordones antes de terminar en nervios individuales que inervan el miembro superior.
- No está claro si una vaina de tejido blando rodea el plexo braquial y si es así, la naturaleza y composición de la vaina.
- La variación anatómica del plexo braquial es común y puede influenciar la conducción de la anestesia regional.

INTRODUCCION

El plexo braquial (PB) consiste de una red de nervios cuya función es proporcionar la inervación motora, sensitiva y simpática del miembro superior. Halstead en 1884 fue el primero que reportó el uso de cocaína para bloquear el PB.¹ El bloqueo exitoso del PB requiere de un conocimiento minucioso de la anatomía del plexo braquial y sus variaciones. Como Alon Winnie, un prominente anestesiólogo, lo dijo alguna vez la anestesia regional es un "ejercicio de anatomía aplicada". En este tutorial se describirá la anatomía clásica del PB. Se explorarán subsecuentemente las variaciones anatómicas del PB y se discutirán las implicaciones clínicas asociadas.

DESARROLLO EMBRIOLOGICO

En la cuarta semana del desarrollo ocurre la primera diferenciación del mesénquima.¹ El primordio de los nervios dorsales termina a la altura del extremo distal del húmero en la vaina del primordio en formación de los músculos del brazo. El día 32 se forman extensiones de los nervios desde C5-T1 y el día 33 los nervios se unen y comienza a formarse el PB. Entre el día 39 y el 40, los nervios mediano, radial y cubital alcanzan el nivel de la mano. Una disposición y orientación similar del PB a la del adulto es observada en el día 49 y 50.

ANATOMIA CLASICA DEL PLEXO BRAQUIAL

El PB se origina justo por fuera del foramen intervertebral en la región cervical mas baja como cinco raíces, formadas de las cinco ramas ventrales de los nervios C5-8 y T1 (Figura 1).^{2,3,4} Cerca del borde medial del músculo escaleno medio, las ramas de C5 y C6 se unen para formar el tronco superior, la rama de C7 continúa como el tronco medio y las ramas de C8 y T1 se unen para formar el tronco inferior. Las raíces y troncos pasan a través del surco interscalénico, un punto de referencia anatómico de superficie palpable situado entre los músculos escaleno medio y anterior (Figura 2).³

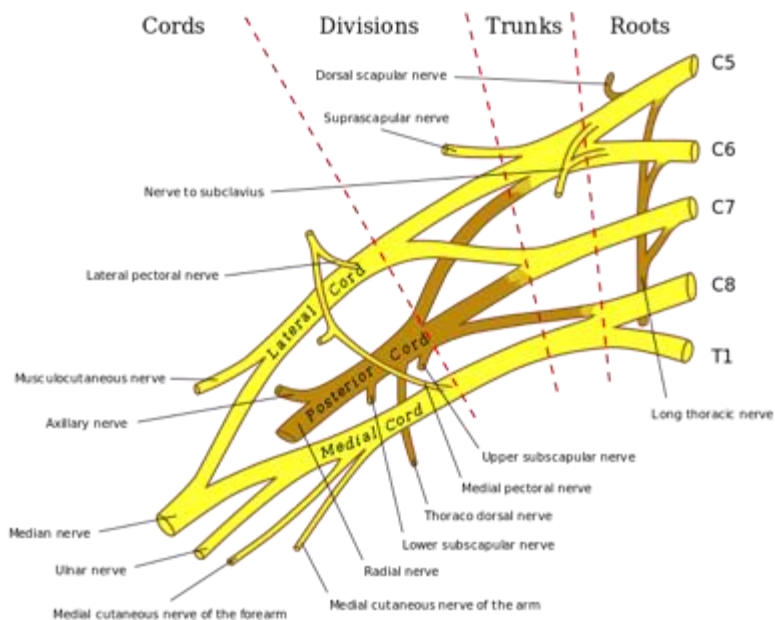


Figura 1. Ilustración anatómica del plexo braquial. *Adaptada de Gray's Anatomy, tomada de Wikipedia.*

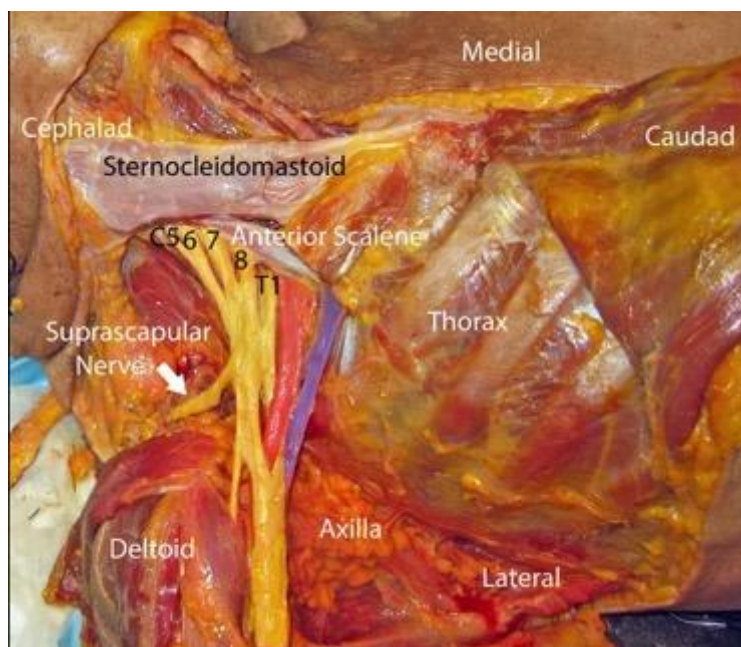


Figura 2. Disección de cadáver la cual muestra el plexo braquial (amarillo) saliendo por detrás del músculo escaleno anterior. La arteria y la vena subclavas son resaltadas en rojo y azul, respectivamente. *De Grant SA, David BA. Ultrasound guided regional anesthesia. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2016. Copyright © 2016 by Oxford University Press. Con autorización de Oxford University Press, USA. Esta imagen no está cubierta por los términos de la licencia de Creative Commons de esta publicación. Para permiso para reusar, por favor contacte al dueño de los derechos.*

A medida que los troncos pasan posteriores a la clavícula, cada tronco se bifurca en divisiones anterior (flexor) y posterior (extensor) en el borde lateral de la primera costilla. Las divisiones entonces se reúnen en cordones, los cuales están definidos por su relación espacial a la segunda parte de la arteria axilar.³ El cordón lateral es formado por las divisiones anteriores de los troncos medio y superior, el cordón medial es formado por la división anterior del tronco inferior y el cordón posterior es formado por las divisiones posteriores de los tres troncos. Funcionalmente, el cordón

lateral es el cordón de los flexores proximales, el cordón medio es el cordón de los flexores distales del antebrazo, muñeca y mano y el cordón posterior supe todos los músculos extensores del miembro superior.

En la parte baja de la axila los cordones se dividen y dan origen a las cinco ramas terminales del plexo. El cordón lateral se divide en el nervio musculocutáneo (C5-7) y la rama lateral del nervio mediano y el cordón medial se divide en el nervio cubital (C8-T1) y la rama medial del nervio mediano. Ambos, el cordón lateral y el cordón medial, forman así el nervio mediano ((C5-T1). Por último, el cordón posterior se divide en el nervio axilar (C5-6) y el nervio radial (C6-T1).^{2,4} En la base de la axila, la arteria axilar está posicionada en una ubicación característica relativa a los nervios terminales del PB, anterior al nervio radial, posteromedial al nervio mediano y posterolateral al nervio cubital.³

RAMAS PRE-TERMINALES DEL PLEXO BRAQUIAL

Arriba de la clavícula, las ramas del PB son el nervio escapular dorsal (C5), el nervio supra-escapular (C5-6), nervio al subclavio (C5-6) nervio torácico largo (C5-7) y las ramas a los músculos largo del cuello y escalenos (C5-8). Las ramas pre-terminales de los cordones incluyen el nervio pectoral lateral (C5-7) del cordón lateral; nervio pectoral medial (C8-T1), nervio cutáneo ante-braquial medial (C8-T1), nervio cutáneo braquial medial (C8-T1) y los nervios subescapulares superior e inferior (C5-6) del cordón medial; y el nervio toracodorsal (C5-7) del cordón posterior (Figura 3).⁴

Nervio	Inervación Muscular
Escapular dorsal	Romboideo, ocasionalmente el elevador de la escápula
Supra-escapular	Supra-espino e infra-espino Articulación acromio-clavicular y gleno-humeral
Torácico largo	Serrato anterior
Pectoral lateral y medial	Pectoral mayor and menor
Cutáneo antebraquial medial	Cutáneo al aspecto medial del brazo
Nervio cutáneo braquial medial	Cutáneo al aspecto medial braquial del antebrazo
Subescapular superior	Subescapular
Subescapular inferior	Subescapular and redondo mayor
Toracodorsal	Dorsal ancho

Figura 3. Inervación de las ramas pre-terminales del plexo braquial

VAINA DEL PLEXO BRAQUIAL: FICCIÓN O REALIDAD?

Aunque el PB es bien caracterizado por si mismo, la arquitectura del tejido que lo rodea no es bien comprendida.³ Existe aun controversia concierne a si existe una vaina fibrosa o un túnel anatómico rígido alrededor del PB. Múltiples estudios han demostrado hallazgos conflictivos. En uno de ellos se usó tomografía axial computarizada para examinar la distribución del colorante asociado con la inyección por catéter en el nervio ciático, donde es generalmente aceptado que no hay un vaina fibrosa envolvente, comparado al PB.⁵ No se encontraron diferencias en la distribución del colorante lo cual sugirió que el PB yace en el plano tisular entre estructuras anatómicas rígidas que forman los límites de la axila anatómica: la clavícula, la escápula, la pared torácica y el húmero. Investigaciones posteriores no han demostrado evidencia de una vaina sustancial en cortes de citomicrotomo de la región supraclavicular.³ Por otro lado, consistente con los resultados de otros estudios,^{6,7} las disecciones sistemáticas en cadáveres revelaron una vaina fibrosa alrededor del paquete neurovascular del PB el cual fue visible a simple vista en cada disección.⁸ La aponeurosis era de uno a dos milímetros de grueso, continua desde el cuello al extremo distal de la axila y estaba rellena con tejido conectivo laxo y cantidades variables de grasa. La inyección de salina resulta en expansión de la vaina, la cual se mantuvo hasta que se hizo una incisión en la vaina.

Ambos, una vaina fibrosa envolvente y un túnel axilar más rígido, son consistentes con la observación clínica que es más probable que el anestésico local se extienda longitudinalmente que circunferencialmente.³ La comparación de inyecciones intra-plexo y peri-plexo para anestesia regional interescalénica no mostraron diferencia en el tiempo de aparición o calidad del bloqueo.⁹ Si una vaina del PB existiera, esto pudiera ser explicado por una rápida difusión del anestésico local a través de ella. En la región supraclavicular, se puede visualizar una estructura hiperecoica en el ultrasonido y algunos autores piensan que representa la vaina del PB. La inyección de anestésico local profundo a esta vaina resultó en una más rápida aparición de anestesia quirúrgica y duración prolongada de la analgesia postoperatoria que la inyección superficial a la vaina.¹⁰

VARIACION ANATOMICA DEL PLEXO BRAQUIAL

Las variaciones anatómicas en el patrón del PB son debidas a formación anormal en el desarrollo de los troncos, divisiones o cordones y pueden ser explicadas a través de conos de crecimiento neuronal.¹¹ La dirección del desarrollo de los axones es coordinada y regulada por la expresión de quimio-atrayentes y quimio-repelentes. Cualquier alteración

en la señal entre las células mesenquimales y los conos de crecimiento neuronal o los factores circulatorios al momento del desarrollo del PB pueden conducir a variaciones significativas.

La disección de cadáveres ha demostrado siete configuraciones mayores del PB, en las que ninguna tiene mas del 57% de representación (Figura 4).¹² Las variaciones intra-individuales también existen y se encontraron asimetrías derecha e izquierda en 61% de los cadáveres, lo cual se correlaciona con los hallazgos clínicos.

Configuración del plexo braquial	Descripción
A	Pre-fijado; cordón lateral C4-7; cordón medial C7-T1 (rama del tronco medio)
B	Pre-fijado; cordón lateral C4-7; cordón medial C8-T1
C	Prefijado; cordón lateral C4-C8/T1 (rama de C8 o tronco inferior a C7 o cordón lateral); cordón medial C8-T1
D	Similar a A pero no pre-fijado; cordón lateral C5-7; cordón medial C7-T1 (rama de C7)
E	Similar a B pero no pre-fijado; cordón lateral C5-7; cordón medial C8-T1
F	Similar a E pero todo C5 no entra al plexo (envía una rama a C4); cordón lateral C5-7; cordón medial C8-T1
G	Similar a C pero no pre-fijado; cordón lateral C5-T1 (rama del tronco inferior al cordón lateral); cordón medial C8-T1

Figura 4. Descripción de las siete configuraciones mayores del plexo braquial

PLEXO PRE y POS-FIJADO

En un estudio cadavérico, el 17,5% de los PB examinados fueron pre-fijados en los cuales la raíz mas superior del plexo es C4 en lugar de C5 y el plexo se halla más cefálico que lo normal (Figura 5).¹³ Los PB post-fijados son más inusuales y fueron encontrados en el 7,5% de los cadáveres. En un PB post-fijado la raíz mas inferior del plexo es T2 en lugar de T1 y el plexo se encuentra más caudal que lo normal (Figura 6). Tal variación anatómica pudiera ser clínicamente significativa ya que cualquier desplazamiento longitudinal del PB puede resultar en inervación sensitiva y/o motora aberrante del miembro superior.¹⁴ Es de notar, sin embargo, que no es posible identificar un PB ya sea pre o post fijado en el ultrasonido y, aún si estas variantes anatómicas fueran reconocidas, como debería cambiarse la técnica de bloqueo interescalénico es del todo desconocido. En resumen, es desconocido si esto impacta significativamente en el suministro exitoso de la anestesia regional del miembro superior.³

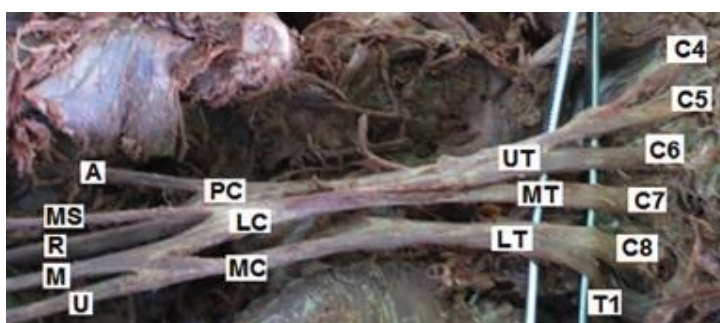


Figura 5. Disección cadavérica mostrando un plexo braquial pre-fijado originándose de las ramas ventrales de C4 a T1. De Guday E, Bekele A, Muche A. *Anatomical study of prefixed versus postfixed brachial plexuses in adult human cadaver*. ANZ J Surg 2016 Apr 12; doi: 10.1111/ans.13534 [ePub ahead of print]. Copyright © 2016 by John Wiley & Sons, Inc. Reimpresión con autorización de John Wiley & Sons, Inc. Esta imagen no está cubierta por los términos de la licencia de Creative Commons de esta publicación. Para permiso para su uso, por favor contacte al propietario de los derechos.

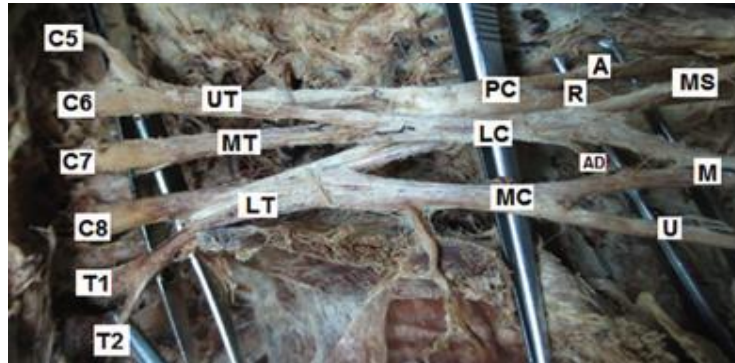


Figure 6. Disección cadavérica mostrando un plexo braquial post-fijado originándose de las ramas ventrales de C5 a T2. De Guday E, Bekele A, Muche A. *Anatomical study of prefixed versus postfixed brachial plexuses in adult human cadaver.* ANZ J Surg 2016 Apr 12; doi: 10.1111/ans.13534 [ePub ahead of print]. Copyright © 2016 by John Wiley & Sons, Inc. Reimpresión con autorización de John Wiley & Sons, Inc. Esta imagen no está cubierta por los términos de la licencia de Creative Commons de esta publicación. Para permiso para su uso, por favor contacte al propietario de los derechos.

VARIANTES A NIVEL DE LOS TRONCOS

La incidencia de variantes anatómicas a este nivel es entre 13% y 35%. La rama ventral de C5 y C6 y el tronco superior se encuentran clásicamente en la escotadura interescalénica pero también puede pasar a través del músculo escaleno anterior o anterior a él (25%).^{2,15} Puede no formarse un tronco inferior (9%) lo cual es más frecuente que la ausencia de tronco superior (1%) (Figura 7). Si se usa un estimulador para localizar el PB a nivel interescalénico, se piensa que la estimulación del nervio frénico representa una orientación muy anterior de la aguja. Un nervio frénico accesorio está presente en hasta un 75% de los individuos y corre con el nervio al subclavio.¹⁵ La estimulación de este nervio frénico accesorio pudiera engañar al médico en la interpretación de la anatomía local. Otra variación descrita que puede tener consecuencias similares es la del nervio frénico originándose por completo del PB.

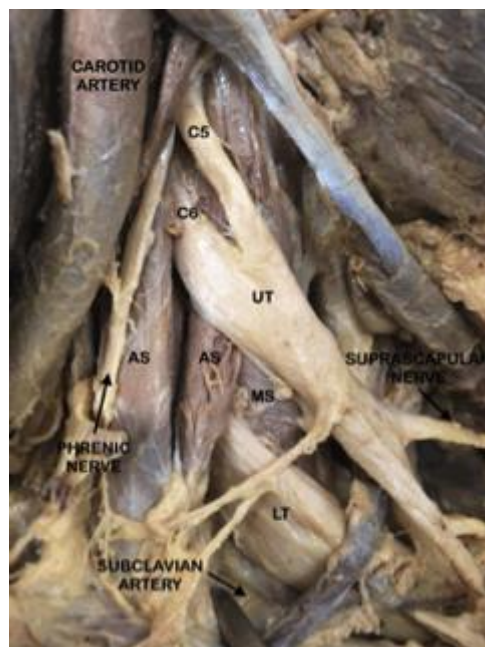


Figura 7. Disección cadavérica mostrando un plexo braquial de dos troncos. El tronco superior (UT) está formado por las ramas ventrales de C5 y C6 y el tronco inferior (LT) por las ramas ventrales de C7 a T1. El UT es visto emergiendo a través del músculo escaleno anterior (AS) mientras que el LT pasa a través del surco interescalénico entre el AS y el músculo escaleno medio (MS).

La estimulación de nervios no permite a los médicos tener en cuenta ni adaptarse a la presencia de variantes anatómicas. El ultrasonido por otro lado facilita la visualización en tiempo real, el reconocimiento de las variantes anatómicas y la modificación de una técnica de bloqueo basada en la variante anatómica visualizada. En el caso donde todas las raíces y troncos nerviosos no se encuentran pasando entre los músculos escaleno anterior y medio en el

ultrasonido, el bloqueo interescalénico puede ser completado exitosamente inyectando anestésico local en el surco interescalénico así también como en las áreas adyacentes a las variantes de las raíces. En un bloqueo supraclavicular del PB guiado por ultrasonido, se notó que el tronco superior era medial a la arteria subclavia mientras que los troncos medio e inferior estuvieron en su posición habitual lateral a la arteria subclavia.¹⁶ Una vez esto fue reconocido, la técnica fue modificada realizando dos inyecciones, una medial y otra lateral a la arteria subclavia resultando en un bloqueo sensitivo y motor completo en los dermatomas y miotomas relevantes.

VARIANTES A NIVEL DE LAS DIVISIONES

Las variantes anatómicas a este nivel están presentes en un 33,6% de los estudiados, con un 85% de estas asociado con una división anterior del tronco medio (DATM).¹ La variante 1 de la DATM es la más frecuente (15%) y consiste de una conexión adicional de la DATM con la raíz medial del nervio mediano. La DATM puede conectarse con el cordón medial, lateral o ambas raíces del nervio mediano o puede dar origen a la raíz lateral del nervio mediano sin conexión al cordón lateral el cual es entonces formado solamente por la división anterior del tronco superior.

VARIANTES A NIVEL DE LOS CORDONES

Se han notado múltiples variaciones en la formación de los cordones del PB. La rama ventral de T1 puede fallar en contribuir a la formación del cordón posterior y puede proveer solo la contribución a la formación del cordón medial.¹⁵ No es poco común que no se forme el cordón posterior, caso en el cual las divisiones posteriores divergen para dar origen directamente a las ramas y nervios terminales. Un par de cordones, uno pequeño y uno grande, pueden reemplazar el patrón usual de tres cordones. Se han reportado casos de la formación de un solo cordón. Se han descrito variantes significativas en el origen de las ramas del PB también (Figura 8).¹⁷

Nervio	Origen de Anatomía Clásica	Origen de Variante Anatómica
Pectoral Lateral	Cordón lateral	División anterior del tronco superior; tronco medial
Pectoral medial	Cordón medial	División anterior del tronco medio
Supraescapular	Tronco superior	C5; división posterior del tronco superior
Toracodorsal	Cordón posterior	Nervio axilar; nervio radial
Subescapular superior	Cordón posterior	División posterior del tronco superior; nervio axilar
Subescapular inferior	Cordón posterior	Nervio axilar; nervio toracodorsal
Nervio cutáneo braquial medial	Cordón medial	Tronco inferior
Nervio cutáneo antebraquial medial	Cordón medial	Tronco inferior

Figura 8. Variantes anatómicas en el origen de las ramas del plexo braquial. Adaptado de *Fazan VPS, Amadeu ADS, Caleffi AL, Filho OAR. Brachial plexus variations in its formation and main branches. Acta Cir Bras 2003; 18: 14-8.* Este contenido está cubierto por los términos de una licencia de Atribución de Creative Commons la cual puede ser encontrada en: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>.

Normalmente, los tres cordones del PB rodean la arteria axilar, pero, en algunos casos, todos estos cordones pueden hallarse lateral a la arteria axilar. Clínicamente, si se visualiza esta variante anatómica previo a un bloqueo infraclavicular, el anestesiólogo pudiera insertar la aguja lateral a la arteria axilar y evitar por completo la arteria.

VARIANTES A NIVEL DE LA AXILA

El PB demuestra una constante relación a ciertos vasos la cual puede ser explicada desde una perspectiva embriológica.¹⁸ Usualmente se considera que la arteria axilar, por ejemplo, es la continuación de la séptima rama intersegmental de la aorta dorsal. Sin embargo, si se deriva de la sexta, octava o novena rama intersegmental de la aorta dorsal, como sucede algunas veces, la relación de la arteria axilar y el PB es correspondientemente alterada.

En un estudio de ultrasonido el cual evaluó la disposición de los nervios mediano, cubital, radial y musculocutáneo alrededor de la arteria axilar, se encontraron diez disposiciones diferentes de los cuatro nervios (Figuras 9 y 10).¹⁹ En todos los casos, los cuatro nervios se encontraron en el mismo orden en el sentido de las agujas del reloj (mediano, cubital, radial y musculocutáneo) alrededor de la arteria axilar. La imagen anatómica clásica estuvo presente en solamente el 64,7%. Una arteria axilar accesoria, corriendo paralela a la arteria axilar, se observó en el 2,6% de los pacientes.

Clásicamente, se describe que el nervio musculocutáneo se halla en el músculo coracobraquial o entre los músculos coracobraquial y bíceps al nivel del bloqueo axilar. Se ha usado el ultrasonido para demostrar que, de hecho, el nervio musculocutáneo está en una posición atípica en el 22% de los bloqueos axilares.²⁰ Puede estar cerca de la arteria axilar o mas frecuentemente unido con el nervio mediano. Si está unido al nervio mediano, puede correr distalmente por una distancia variable antes de separarse de el. Notablemente, en disecciones cadavéricas, el nervio musculocutáneo puede estar ausente en el 8% de los casos, con la inervación del bíceps y el braquial suministrada en su lugar por ramas del nervio mediano. Se observó una vena axilar en el 42% de los pacientes, dos venas en el 38%, tres venas en el 18% y cuatro venas en el 2%.

En estos dos estudios con ultrasonido descritos, la incidencia de variante anatómica fue diferente a la previamente reportada de los resultados de disección anatómica.^{19,20} Las diferencias pueden ser debidas a remoción de grasa, rigidez muscular, aplanamiento de los vasos o la posición del brazo en las disecciones anatómicas, aunque en los estudios con ultrasonido se puede encontrar que los nervios se mueven uno sobre otro cuando se aplica una presión ligera a moderada al transductor.

En vista de estas posibles variantes anatómicas, el procedimiento para el bloqueo axilar debe ser modificado para acomodarse a ellas. Los nervios alrededor de la arteria axilar pueden ser identificados individualmente con ultrasonido a medida que ellos viajan distalmente para confirmar su naturaleza, identidad y relaciones. En el caso donde el nervio musculocutáneo no yace en su localización clásica, se puede usar la guía por ultrasonido para localizar el nervio aberrante de forma que pueda ser bloqueado separadamente en su nueva ubicación. Además, en el caso donde el nervio musculocutáneo se fusiona con el nervio mediano, potencialmente no hay necesidad de una inyección de anestésico adicional ya que el nervio buscado, el musculocutáneo, está envainado junto con otros nervios de interés para el bloqueo axilar.

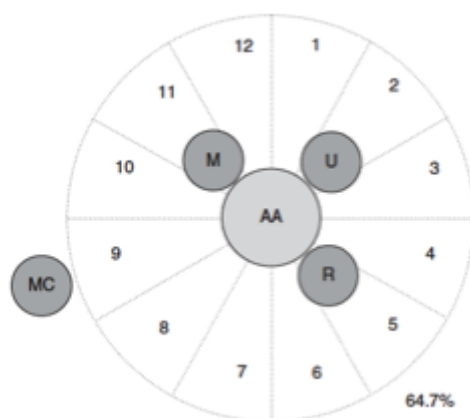


Figura 9. Dibujo esquemático de las disposiciones mas comunes de los cuatro nervios del plexo braquial (M. Nervio mediano; U, nervio cubital; R, nervio radial; MC, nervio musculocutáneo) alrededor de la arteria axilar (AA). La frecuencia de este patrón topográfico es dada en porcentaje. *J.-L. Christophe, 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. Reproducido con permiso de Oxford University Press en nombre de The British Journal of Anaesthesia Ltd. Todos los derechos reservados. Esta imagen no está cubierta por los términos de la licencia de Creative Commons de esta publicación. Para autorizaciones, por favor contactar a journals.permissions@oup.com.*

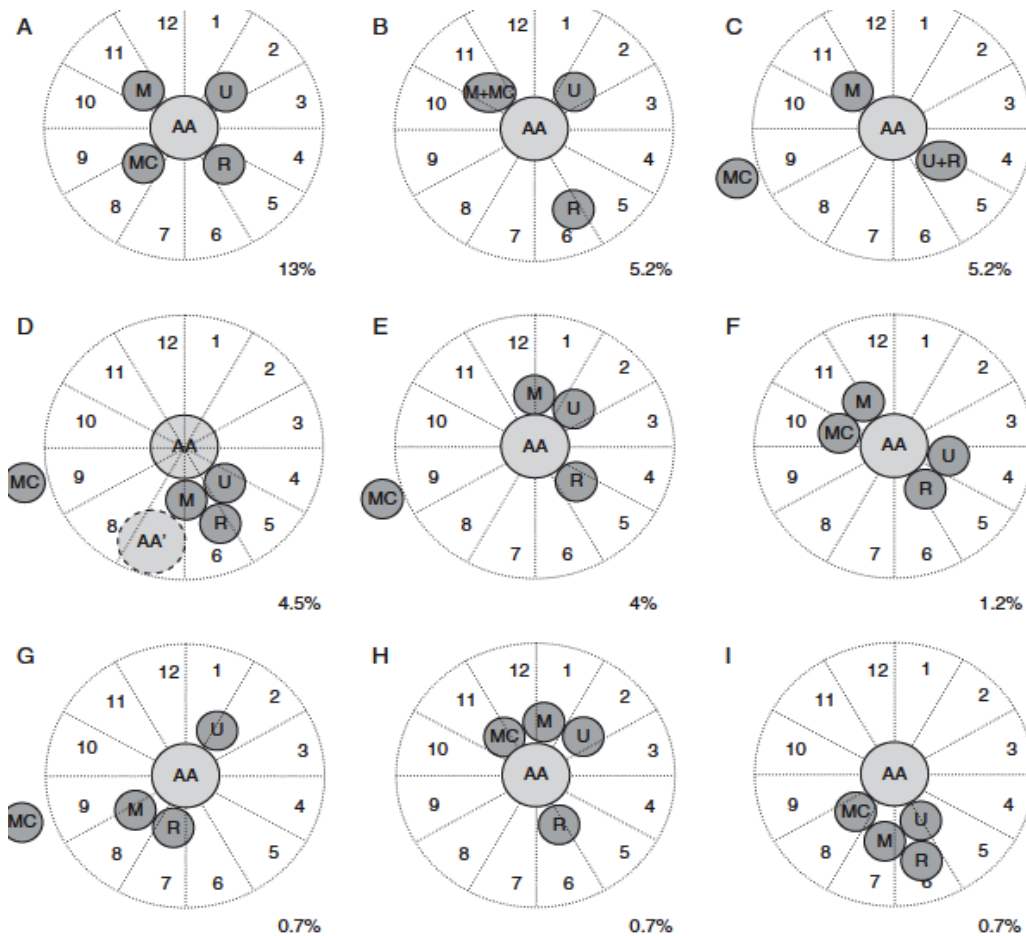


Figura 10. Dibujo esquemático de las disposiciones menos comunes de los cuatro nervios del plexo braquial (M, nervio mediano; U, nervio cubital; R, nervio radial; MC, nervio musculocutáneo) alrededor de la arteria axilar (AA). La frecuencia de este patrón es dada en porcentaje. *J.-L. Christophe, et 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. Reproducido con permiso de Oxford University Press en nombre de The British Journal of Anaesthesia Ltd. Todos los derechos reservados. Esta imagen no está cubierta por los términos de la licencia Creative Commons de esta publicación. Para autorizaciones, favor contactar a journals.permissions@oup.com*

RESUMEN

- La variante anatómica del PB es común y puede influenciar la realización y el desenlace de la anestesia regional.
- La neuroestimulación es considerada una técnica ciega y entonces el médico no estará conciente de cualquier variante anatómica.
- El ultrasonido, en contraste, permite la visualización de los nervios y las estructuras que los rodean, pero su uso es grandemente dependiente en el conocimiento de la anatomía relevante que tenga el operador.
- Se ha demostrado que el ultrasonido mejora la tasa de éxito de los bloqueos en pacientes con variantes anatómicas.²¹

Se estima que se toma 1 hora completar este tutorial. Por favor registre el tiempo y repórtelo a su cuerpo de acreditación si usted desea reclamar puntos de EMC.

Para tomar el test en línea que acompaña este tutorial, por favour haga click [aquí](#)

REFERENCIAS Y LECTURAS RECOMENDADAS

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. 38th 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/>