

Bloqueo de plexo braquial por abordaje axilar anatómico vs ecoguiado: Estudio descriptivo de su distribución

A comparative analysis of injectate spread in axillary brachial plexus block: Landmark versus ultrasound-guided techniques

Daniela Torres Gama¹, Anaís Nicole Chang Ocaña^{2,*} , Karol Alice Banegas Baculima², Roberto Coloma Díaz³, Xavier Sala-Blanch⁴

¹ Centro Médico Valle de Atriz, Clínica nuestra señora de Fátima. Ecuador.

² Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.

³ Universidad de Los Andes. Chile.

⁴ Hospital Clinic Barcelona. España.

Fuente de financiamiento: Ninguna.

Conflicto de intereses: Ninguno.

Fecha de recepción: 08 de junio de 2025 / Fecha de aceptación: 13 de diciembre de 2025

ABSTRACT

Currently, the global orientation regarding surgeries is to reduce hospital stays, supporting the implementation of "fast track" protocols. In upper extremity surgery, brachial plexus block plays an important role in peripheral nerve blocks due to its advantages: effectiveness in prolonged postoperative analgesia, shortened hospital stay, and reduction of opioids. Among the various regional anesthesia-analgesia proposals for forearm, elbow, and hand surgery, the axillary block stands out, especially in this outpatient setting, which we will discuss. **Background:** With the advent of ultrasound and ultrasound-guided techniques, the axillary approach for brachial plexus block has changed significantly in terms of needle direction and endpoint of administration. However, how these differences affect the distribution of the anesthetic and the actual reach of the different nerves and fascicles has not been clearly reported. **Methods:** Two types of axillary brachial plexus blocks (BAPB) were performed on 18 cadaveric upper extremities: 9 right using the anatomical technique, and 9 left using the ultrasound-guided technique. A 50-mm needle was used to inject 20 ml of the solution mixture into each side. Key phases were subsequently dissected and photographed for analysis and publication. **Results:** In the anatomical landmark-based technique, complete staining of the fascicles and the axillary nerve was monitored in 89% of cases (8 of 9). In the ultrasound-guided method, fascicle staining was significantly lower: the lateral fascicle was missed in 11% of cases; the medial fascicle in 22%; and the posterior fascicle and axillary nerve were unstained in 56%. All targeted nerve terminals (100%) were treated. **Conclusions:** The insertion point, needle direction, and anesthetic distribution differ significantly between the two techniques. Ultrasound allows for more selective and safe injections into nerve terminals, but with less involvement of proximal branches such as the axillary nerve, which can limit the anesthetic reach in procedures requiring its specific blockade.

Keywords: Axillary brachial plexus block, axillary nerve, brachial plexus, ultrasound.

RESUMEN

En la actualidad, la orientación a nivel mundial en cuanto a las cirugías es disminuir la estadía hospitalaria, respaldando la implementación de los protocolos "fast track". En cirugía de extremidad superior el bloqueo del plexo braquial juega un importante rol en los bloqueos de nervios periféricos, por sus ventajas: eficacia en analgesia posoperatoria prolongada, acortamiento de estancia hospitalaria y reducción de opioides. Entre las distintas propuestas de anestesia-analgesia regional para cirugía de antebrazo, codo y mano destaca el bloqueo axilar, especialmente en este

*Autor de correspondencia:

Anaís Chang

anaís_chang@hotmail.com

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4268-3199>

ISSN: 0719-6792



entorno ambulatorio del cual nos vamos a referir. **Antecedentes:** Con la llegada de la ecografía y las técnicas ecoguiadas, el abordaje axilar para el bloqueo del plexo braquial se ha modificado significativamente en cuanto a la dirección de la aguja y el punto final de administración. Sin embargo, no se ha reportado de manera clara cómo estas diferencias afectan la distribución del anestésico y el alcance real sobre los distintos nervios y fascículos. **Métodos:** Se realizaron 2 tipos de bloqueos del plexo braquial vía axilar (BAPB) sobre la base de 18 extremidades superiores cadavéricas; 9 derechas con la técnica anatómica, 9 izquierdas con la técnica ecoguiada. Con una aguja de 50 mm, donde se inyectan 20 ml de la mezcla de solución en cada lado, realizándose posteriormente la disección y registro fotográfico de las fases clave para su análisis y publicación. **Resultados:** En la técnica basada en referencias anatómicas, se observó tinción completa de los fascículos y del nervio axilar en 89% de los casos (8 de 9). En el método ecoguiado, la tinción de los fascículos fue significativamente menor: en 11% el fascículo lateral no fue alcanzado; en 22% el medial; y en 56% el fascículo posterior y el nervio axilar quedaron sin tinción. Todos los nervios terminales identificados como diana (100%) quedaron teñidos. **Conclusiones:** El punto de inserción, dirección de la aguja y distribución del anestésico difieren significativamente entre ambas técnicas. La ecografía permite inyecciones más selectivas y seguras en los nervios terminales, pero con menor afectación de ramas proximales como el nervio axilar, lo que puede limitar el alcance anestésico en procedimientos que requieran su bloqueo específico.

Palabras clave: Bloqueo plexo axilar, nervio axilar, plexo braquial, ultrasonido.

Introducción

El bloqueo del plexo braquial por abordaje axilar viene realizándose desde el origen de la anestesia regional en 1884 por Halstead[2], y posteriormente difundido en la práctica clínica por Hirschel[3] a principios del siglo XX. Con la demostración, por parte de Burnham[4], de la existencia de una “vaina” neurovascular que contenía todas las ramas terminales del PB, se consiguió realizar la técnica de acceso perivascular con punción única que, con los estudios de De Jong[5] se estimaron volúmenes de 42 ml para rellenar este compartimento. Las aportaciones de Gale T. y Duane R., fueron que los nervios mediano, cubital y radial se encuentran en compartimentos fasciales separados dentro de la vaina neurovascular; esta hipótesis proporcionó una explicación racional para los bloqueos incompletos[6] y la descripción de la fascia tabicada. A partir de estos estudios se desarrollaron las técnicas modernas del bloqueo axilar mediante neuroestimulación con respuestas múltiples (NRS). En todo este desarrollo, la técnica se basaba en la identificación del pulso axilar y el acceso de la aguja en el entorno perivascular en dirección a la fosa axilar. Por ello, la dirección de la aguja era hacia supero/medial con el objetivo de hallar el PB por debajo del pectoral mayor, en la zona próxima a los fascículos del PB. Con la llegada de la ecografía, a principios del siglo XXI, la técnica ha visto modificarse de manera sustancial, abordando los nervios terminales del plexo braquial en una zona lateral al pectoral mayor, en la raíz del brazo. La técnica actual ecoguiada identifica y actúa sobre los nervios terminales del plexo.

En resumen, la técnica ecoguiada presenta una dirección de aguja y punto de inyección diferente de la técnica clásica mediante NRS y, sin embargo, no hemos encontrado estudios que evalúen las diferencias en cuanto a la distribución del volumen administrado en estos abordajes axilares.

El objetivo principal del estudio fue comparar de forma específica el impacto de cada técnica sobre la distribución del anestésico en el nervio axilar, la primera rama terminal que abandona el compartimento vasculoaponeurótico, y que resulta clave en la cobertura anestésica de la región proximal del brazo y del hombro.

Asimismo, se valoró la proporción de tinción de los fascículos lateral, medial y posterior, y de los nervios terminales, buscando evidenciar diferencias clínicamente relevantes en la extensión del bloqueo.

Métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio descriptivo, observacional, prospectivo y unicéntrico.

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado previamente por el Comité de Bioética de la Universitat de Barcelona.

Criterios de inclusión y exclusión

El presente proyecto precisa del empleo de material cadavérico humano procedente del Servei de Donació de Cossos i Sales de Dissecció (SDCSD-Clinic), perteneciente a la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universitat de Barcelona. Se seleccionaron 9 modelos cadavéricos (hombres y mujeres de edad avanzada, no embalsamados, criopreservados) en los que se realizó la inyección y posterior disección anatómica en el LSNA, Unidad de Anatomía y Embriología de la misma facultad.

Se excluyeron aquellas muestras que presentaron antecedentes de procedimientos quirúrgicos en la cintura escapular, así como alteraciones o deformidades en la región axilar.

Preparación de las muestras

Las extremidades superiores (un total de 18) fueron sometidas a BAPB, aplicando en cada caso la técnica anatómica (lado derecho) y la ecoguiada (lado izquierdo). Los cadáveres se mantuvieron a 4°C durante 36 h hasta alcanzar los criterios estándar de seguridad, y posteriormente se dejaron en posición supina a temperatura ambiente (22-23°C) durante al menos 4 horas antes del inicio del estudio.

Procedimiento técnico

Ambas técnicas (anatómica y ecoguiada) se realizaron utilizando un ecógrafo Sonosite M-Turbo (Fujifilm, EE. UU.) con sonda lineal de 6 a 13 MHz y una profundidad de 2 a 4 cm.

Técnica anatómica

El acceso al PB se realiza con la aguja dispuesta en el hueco axilar en dirección de la aguja hacia la axila contralateral, situando la aguja en el interior del hueco axilar, bajo el pectoral mayor y lateral al menor. El paquete vasculonervioso se ubica de 1 a 2 cm debajo de la piel. Se debe localizar inicialmente la arteria axilar[7]. La disposición del nervio radial y del nervio mediano en relación con la arteria por lo general es constante[8]. La disposición de la aguja será alrededor de la arteria axilar. Al no disponer de la posibilidad de palpación del pulso arterial (modelo cadavérico), se utilizó un transductor lineal de alta frecuencia sobre el pectoral mayor para identificar la arteria axilar y los nervios a su alrededor. Una vez identificadas las estructuras con el ultrasonido, con una aguja para neuroestimulación de 50 mm y 22G, por la parte superior (10 ml) e inferior (10 ml) de la arteria axilar.

Técnica ecoguiada

El acceso al PB se realiza con la aguja dispuesta en la raíz del brazo, justo lateral a la inserción del músculo pectoral mayor. El acceso con la aguja se realizó perpendicular a la piel, yendo a buscar los 4 nervios terminales del PB, repartiendo el volumen entre ellos. Con una aguja de 50 mm, se realizará el abordaje en plano desde lateral a medial donde se inyectan 20 ml de la mezcla de solución (5 ml en cada nervio).

La mezcla de solución está conformada por 20 ml de suero fisiológico con azul de metileno al 0,02% (azul metileno 1%, solución estéril CSP 5ml, Allon Padial).

Previamente al comienzo de la disección, se dejó en reposo por un tiempo mínimo de 4 h para favorecer la distribución y tinción de los tejidos con azul de metileno en la serie de modelos aplicada. Se determinó la distribución de la tinción de los distintos componentes del plexo braquial durante la disección. Se realizaron fotografías de las distintas fases para su posterior análisis y publicación.

Resultados

En el grupo de bloqueo anatómico (lado derecho) se pudo determinar una afectación del nervio axilar en 87% de los casos, correspondiendo a 8 de los 9 modelos. En 1 solo caso no se evidencio la tinción del nervio axilar. La afectación del fascículo posterior no se observó en 1 solo caso (11%), correspondiente al mismo modelo que no se observó la tinción del nervio axilar. En el 100% de los casos los nervios musculocutáneo, cubital, radial y mediano fueron afectados, al igual que los fascículos lateral y medial. Al analizar la dispersión a lo largo del plexo braquial, el comportamiento del abordaje anatómico se sitúa por debajo y lateral al músculo pectoral menor y se distribuye hasta la zona medio humeral, afectando los fascículos y nervios terminales del plexo braquial (Figuras 3 y 4).

En los 9 modelos cadavéricos el lado izquierdo fue utilizado para realizar el BAPB con la técnica ecoguiada, comparativamente pudimos evidenciar una clara variación en cuanto a la posición y orientación de la aguja ya que a nivel anatómico se realizó el acceso al PB con la aguja dispuesta en el agujero axilar y la dirección de la aguja hacia la axila contralateral, (Figura 1) situando la aguja en el interior del agujero axilar, bajo el pectoral mayor y lateral al menor y en la técnica ecoguiada la

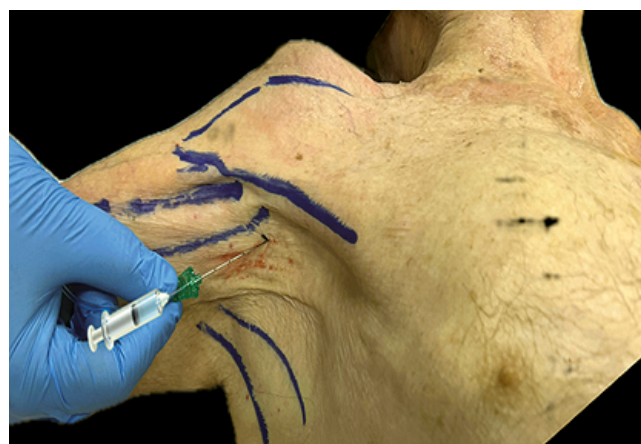


Figura 1. Inserción aguja bloqueo anatómico.

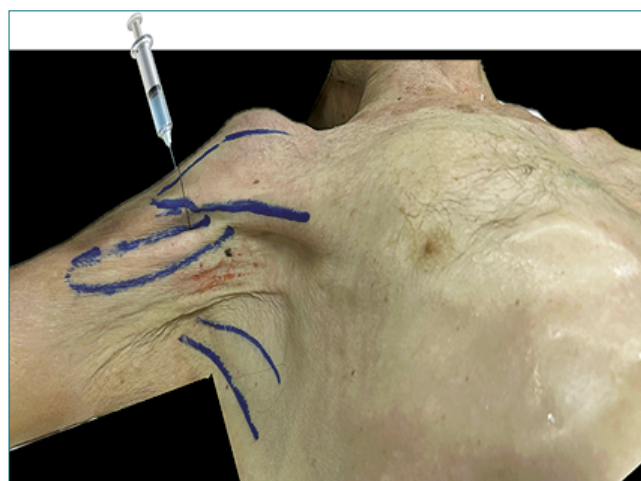


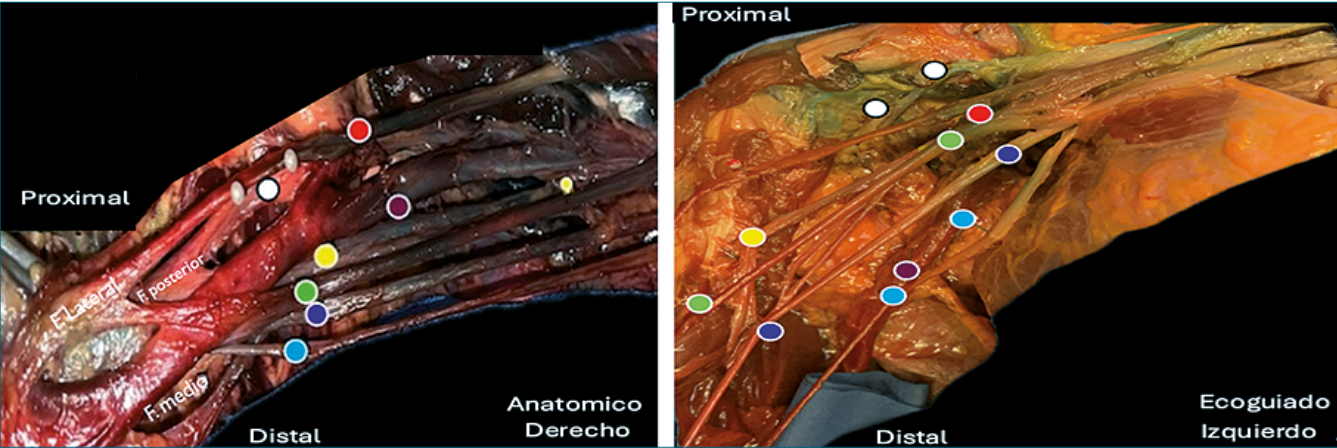
Figura 2. Inserción aguja bloqueo.

aguja dispuesta en la raíz del brazo, justo lateral a la inserción del músculo pectoral mayor. El acceso con la aguja se realizó perpendicular a la piel, buscando los 4 nervios terminales del plexo braquial (Figura 2).

En el modelo de punción ecoguiada, la afectación de los fascículos del PB fue significativamente menor; en 11% no se afectó el fascículo lateral, en 22% el fascículo medial, y con 56% no se observó afectación del fascículo posterior. En cuanto a los nervios terminales, encontramos que el nervio axilar fue el menos afectado con 56% ya que 5 de los 9 cadáveres no presentaron tinción. Los demás nervios terminales (radial, cubital, mediano y musculocutáneo) fueron claramente afectados en todos los casos (100% de las muestras). Así pues, la dispersión de la mezcla administrada en el modelo ecoguiado se limita a la zona de los nervios terminales distales, limitando su distribución entre la cabeza humeral hasta la zona medio humeral (Tablas 1 y 2).

Discusión

Nuestros datos en laboratorio de anatomía nos indican que



Figuras 3 y 4. Rojo: nervio musculocutáneo; Amarillo: nervio radial; Blanco: nervio axilar; Verde: nervio mediano; Azul: nervio cutáneo antebraquial; Violeta: nervio cubital; Rojo oscuro, paquete vascular.

Tabla 1									
Bloqueo plexo braquial vía axilar - anatómico									
Muestra cadáver	Lado	Nervios terminales				Fascículos			
		N. Musculocutáneo	N. Radial	N. Cubital	N. Mediano	Lateral	Medial	Posterior	N. Axilar
1	Derecho	+	+	+	+	-	+	-	-
2	Derecho	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Derecho	+	+	+	+	+	+	4-	+
4	Derecho	+	+	+	+	+	+	4-	+
5	Derecho	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Derecho	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Derecho	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Derecho	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Derecho	+	+	+	+	+	+	+	+
Porcentaje	9	100%	100%	100%	100%	89%	100%	89%	89%

Tabla 2									
Bloqueo plexo braquial vía axilar - ecoguiado									
Muestra cadáver	Lado	Nervios Terminales				Fascículos			
		N. Musculocutáneo	N. Radial	N. Cubital	N. Mediano	Lateral	Medial	Posterior	N. Axilar
1	Izquierdo	+	+	+	+	+	-	-	-
2	Izquierdo	+	+	+	+	-		+	+
3	Izquierdo	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Izquierdo	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Izquierdo	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Izquierdo	+	+	+	+	+	+	-	-
7	Izquierdo	+	+	+	+	+	+	-	-
8	Izquierdo	+	+	+	+	+	+	-	-
9	izquierdo	+	+	+	+	+	+	-	-
Porcentaje	9	100%	100%	100%	100%	89%	78%	44%	44%

la técnica ecoguiada realizada en la actualidad presenta diferencias claras y significativas con respecto a la técnica axilar realizada durante años mediante NRS. La técnica actual afecta de forma predominante a los 4 nervios terminales del PB, con escasa afectación proximal a nivel de los fascículos. Sin embargo, en la técnica axilar anatómica (mediante neuroestimulación) la afectación del plexo es más proximal, a nivel de los fascículos y en el origen de los nervios terminales.

Las primeras aplicaciones de la ecografía 2D en el bloqueo del plexo braquial a nivel axilar BAPB se basaron en la observación de la distribución del anestésico local tras una técnica perivascular[9] y en la descripción de la disposición de los cuatro nervios terminales del PB con respecto a la arteria humeral[10]. Sin embargo, su aplicación actual es como método de identificación de las estructuras nerviosas y como método de dirigir la aguja en la punción ecoguiada[11].

Los beneficios de la visualización directa del plexo braquial y la monitorización de la distribución del anestésico local tienen significancia potencial, permiten reposicionamiento de la aguja en procedimientos de mala distribución del anestésico local y ayudan a evitar inyección intravascular.

Morros en 2011, evaluaron los aspectos de la transición del método anatómico al método ecoguiado que implicaba un cambio en conocimientos y habilidades[12]. Demostraron una reducción significativa de la incidencia de punciones vasculares, lo que aumentaba la seguridad de la técnica.

Lopera-Velasquez[7], nos describe en su artículo el bloqueo "dual", el abordaje axilar ecoguiado con demostración mediante NRS de la respuesta muscular al estímulo de cada uno de los nervios. Una vez identificadas las estructuras con el ultrasonido, se infiltra la piel con el anestésico local y luego, con una aguja de neuroestimulación de 50 mm y 22G, y con un abordaje en plano, se realiza la localización de los nervios con el neuro estimador. Evidenciamos que existen diferencias evidentes en cuanto a la técnica aplicada sobre la dirección de la aguja, la técnica anatómica se dirige bajo el pectoral mayor y la dirección de la aguja es en el hueco axilar hacia la axila contra lateral sin embargo, la técnica ecoguiada tiene una inserción de la aguja perpendicular a la piel, en la raíz del brazo lateral a la inserción del pectoral mayor. No se encontraron estudios que evalúen el comportamiento de estas técnicas realizadas durante la transición de NRS a ecografía, a pesar de que se combinaron durante tiempo.

Los hallazgos de nuestro estudio sugieren que, tras los datos obtenidos en la disección cadavérica, hay modificaciones en cuanto a la dispersión de la solución inyectada dados por la posición y dirección de la aguja lo que impacta directamente en la presentación o no de tinción en los fascículos, hay una afectación del 100% de los nervios terminales en ambas técnicas presentando solamente una variación del nervio axilar evidente en la técnica ecoguiada ya que al ser el primer nervio terminal del fascículo posterior y separarse muy proximal puede o no estar afectado en más del 50% de los casos.

Nuestro estudio presenta limitaciones importantes. El desarrollo es observacional en modelos cadavéricos por lo que no presenta tono muscular ni latido arterial lo que podría modificar significativamente la distribución del volumen administrado. Así mismo, la tinción de los fascículos y/o nervios terminales no llevan implícitos un resultado sobre el bloqueo clínico. Por ello, debemos ser cautos en cuanto a la translación

clínica de los hallazgos de nuestro estudio. Así, se nos plantea la duda de las repercusiones que se podrían tener clínicamente en cuanto a la variabilidad de la afectación del nervio axilar comprometiendo la inervación sensitiva de la piel en la región lateral del hombro, lo cual podría ser corroborado en estudios clínicos posteriores.

Conclusiones

Existen diferencias evidentes en cuanto a la técnica aplicada sobre la dirección de la aguja, la técnica clásica llega a una zona más proximal sin embargo, la técnica ecoguiada tiene una aproximación más distal.

En la técnica anatómica se demuestra una afectación de más del 80% del nervio axilar, mientras en la técnica ecoguiada evidenciamos que no tiene afectación sobre el nervio axilar en más de la mitad de los casos valorados.

Se observa una diferencia sustancial en la tinción de los fascículos en las dos técnicas realizadas ya que al realizarse la técnica anatómica en una zona más proximal hay mayor incidencia de afectación de los 3 fascículos, en comparación con la técnica ecoguiada en la cual hay variaciones en la afectación de los 3 troncos secundarios.

Frente a que es mejor siempre será la técnica ecográfica por la seguridad que nos brinda ya que buscamos cada nervio por separado, en cuanto a la técnica anatómica no se tiene en cuenta las variaciones anatómicas que pueden haber de persona a persona.

Referencias

- Chin KJ, Cubillos JE, Alakkad H. Single, double or multiple-injection techniques for non-ultrasound guided axillary brachial plexus block in adults undergoing surgery of the lower arm. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Sep;9(9):CD003842. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003842.pub5> PMID:27589694
- Halstead WS. *Peripheral Nerve Blocks: Principles and Practice*. In: Hadzic A, Vloka JD, editors. *New York School of Regional Anesthesia*; 2004. 364 p. ISBN: 9780071409186.
- Hirschel G. *Anesthesia of the brachial plexus for operations on the upper extremity (German)*. Munchen. *Med Wochenschr*. 1911;58:1555–6.
- Burnham PJ. Simple regional nerve block for surgery of the hand and forearm. *J Am Med Assoc*. 1959 Feb;169(9):941–3. <https://doi.org/10.1001/jama.1959.73000260001009> PMID:13630710
- De Jong RH. Bloqueo axilar del plexo braquial. *Anestesiología*. 1961;22:215–25.
- Thompson GE, Rorie DK. Anatomía funcional de las vainas del plexo braquial. *Anestesiología*. 1983;59:117–22. <https://doi.org/10.1097/00000542-198308000-00009>.
- Lopera-Velásquez LM, Restrepo-Garcés C. Bloqueo axilar guiado por ultrasonido y neuroestimulador. *Rev Colomb Anestesiol*. 2016;44(1):30–5. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2015.10.002>.
- Silva MG, Sala-Blanch X, Marín R, Espinoza X, Arauz A, Morros C. Bloqueo axilar ecoguiado: variaciones anatómicas de la disposición de los 4 nervios terminales del plexo braquial en relación con la arteria humeral. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2014 Jan;61(1):15–20. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2013.07.009>

PMID:24161518

9. Ting PL, Sivagnanaratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anaesthetic during axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth*. 1989 Sep;63(3):326–9. <https://doi.org/10.1093/bja/63.3.326> PMID:2679832
10. Retzl G, Kapral S, Greher M, Mauritz W. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. *Anesth Analg*. 2001 May;92(5):1271–5. <https://doi.org/10.1097/00000539-200105000-00037> PMID:11323361
11. Liu FC, Liou JT, Tsai YF, Li AH, Day YY, Hui YL, et al. Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block: a comparative study with nerve stimulator-guided method. *Chang Gung Med J*. 2005 Jun;28(6):396–402. PMID:16124155
12. Morros C, Pérez-Cuenca MD, Sala-Blanch X, Cedó F. [Contribution of ultrasound guidance to the performance of the axillary brachial plexus block with multiple nerve stimulation]. *Rev Esp Anestesiología Reanim*. 2009 Feb;56(2):69–74. [https://doi.org/10.1016/S0034-9356\(09\)70335-4](https://doi.org/10.1016/S0034-9356(09)70335-4) PMID:19334654