



Influencia de posición del brazo en adultos para abordaje de plexo braquial costoclavicular: estudio observacional

Influence of arm position in costoclavicular approach for brachial plexus block in adult patient: observational study

Dra. Angélica Peña-Riverón,* Dra. Jacqueline Morales-Nuño,*
Dra. Maritza María Elena Hermsillo-Franco,*
Dra. Diana Carolina Domínguez-Rodríguez,* Dr. Gregorio Ibrain Osorio-Sánchez*

Citar como: Peña-Riverón A, Morales-Nuño J, Hermsillo-Franco MME, Domínguez-Rodríguez DC, Osorio-Sánchez GI. Influencia de posición del brazo en adultos para abordaje de plexo braquial costoclavicular: estudio observacional. Rev Mex Anestesiología. 2023; 46 (2): 104-110. <https://dx.doi.org/10.35366/110195>

RESUMEN. Introducción: el bloqueo de plexo braquial con abordaje costoclavicular, ofrece ventajas como sitio de inyección único, sitio adecuado para colocación de catéter de analgesia continua. **Objetivo:** identificar la visibilidad de los tres cordones del plexo braquial en el espacio costoclavicular según la angulación del brazo. **Material y métodos:** se realizó un estudio observacional descriptivo y transversal; se incluyeron 99 pacientes entre 18 a 90 años de edad, en un periodo de dos meses. Se describieron variables continuas, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para K muestras relacionadas, una regresión lineal para confirmar la correlación entre la distancia de la piel a plexo braquial, peso e índice de masa corporal (IMC). **Resultados:** se encontró una menor profundidad en relación piel plexo bajo abducción del brazo a una angulación de 90° y 110°, que permite la visualización sonoanatómica del plexo braquial a nivel costoclavicular con significancia estadística. El peso es un factor independiente que determina la distancia entre la profundidad piel plexo. **Conclusiones:** se determinó que el abordaje del bloqueo costoclavicular ecoguiado es anatómicamente factible con elevada eficacia clínica, el cual concluye ser un sitio anatómico innovador y seguro.

ABSTRACT. Introduction: the brachial plexus block with a costoclavicular approach offers advantages as a single injection site, being a suitable site for continuous analgesia catheter placement. **Objective:** to identify the visibility of the 3 brachial plexus cords in the costoclavicular space according to the angulation of the arm. **Material and methods:** a descriptive and cross-sectional observational study was carried out; 99 healthy patients between 18 and 90 years of age were included, in a period of two months. Continuous variables were described, the nonparametric Friedman test was applied for K related samples, a linear regression was performed to confirm the correlation between the distance from the skin to the brachial plexus, weight and body mass index (BMI). **Results:** a smaller depth was found in relation to the skin plexus under abduction of the arm at an angulation of 90° and 110°, which allows an adequate sonoanatomical visualization of the brachial plexus at the costoclavicular level with statistical significance. Weight is an independent factor that determines the distance between the skin plexus depth. **Conclusions:** it was determined that the ultrasound-guided costoclavicular block approach is anatomically feasible with greater clinical efficacy, which concludes to be an innovative and safe anatomical site.

INTRODUCCIÓN

El bloqueo de plexo braquial se usa de forma amplia para analgesia o anestesia en cirugía de antebrazo y mano. Hoy en día se realiza con mayor frecuencia en la fosa infraclavicular, abordaje lateral sagital (BPBLS). El cual tiene una gran evidencia de seguridad debido a que evita la pared torácica y la pleura; sin embargo, los cordones del plexo braquial se encuentran a una profundidad de 3-6 cm, separados entre sí, con

variaciones interindividuales significativas en relación con la arteria axilar. Por lo que son necesarias múltiples inyecciones o volúmenes mayores de anestésico local (AL) de 35-40 mL, aun con el uso de ultrasonido (USG)⁽¹⁻⁴⁾. En 2015 se propuso que el bloqueo de plexo braquial con abordaje costoclavicular (BPBCCV) ofrece ventajas como sitio de inyección único, por lo que es un sitio adecuado para la colocación de catéter de analgesia continua, debido a que en el espacio costoclavicular, en contraste con el espacio infraclavicular lateral sagital, los

Palabras clave: bloqueo de plexo braquial, abordaje costoclavicular, bloqueo infraclavicular lateral sagital.

Keywords: brachial plexus block, costoclavicular approach, lateral sagittal infraclavicular block.

* Servicio de Anestesia Regional Torre de Ortopedia. Instituto Nacional de Rehabilitación «Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra».

Correspondencia:

Dra. Maritza María Elena Hermsillo-Franco
Servicio de Anestesia Regional Instituto Nacional de Rehabilitación LGII Calz. México-Xochimilco No. 289, Col. Arenal de Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, 14389. Ciudad de México. Tel: (33) 1249-3984
E-mail: marihefra@gmail.com

Recibido: 24-08-2022
Aceptado: 05-09-2022



cordones del plexo braquial se agrupan de forma lateral a la arteria axilar formando una disposición triangular y compartiendo una relación constante entre sí^(5,6) (Figura 1).

Karmakar y colaboradores propusieron que el plexo braquial a nivel costoclavicular es más compacto; por encontrarse posterior y profundo al punto medio de la clavícula, su límite anterior corresponde al músculo subclavio y la inserción clavicular del músculo pectoral mayor, donde los tres cordones del plexo braquial se encuentran estrechamente relacionados y ubicados laterales a la arteria axilar⁽⁵⁾.

Demondion y colegas definen al espacio costoclavicular (ECCV) como un área triangular encajada entre la cabeza clavicular del pectoral mayor y el músculo subclavio anterior, con la caja torácica posterior y que recubre su parte anterior por el músculo serrato. Se ubica entre la superficie posterior del tercio medio de la clavícula y la pared torácica anterior⁽⁷⁻⁹⁾ (Figura 1).

Sala-Blanch X y su equipo describieron la anatomía y topografía de los cordones a este nivel en eje sagital, donde se observa que los cordones del plexo braquial atraviesan el espacio que se encuentra entre el pectoral mayor y el músculo subclavio de forma anterior, junto con los vasos axilares

(Figura 1). Además, puntualizan al cordón lateral como el más superficial de los tres cordones, siempre anterior a los cordones medial y posterior. Por otra parte, el cordón medial se encuentra posterior al cordón lateral pero medial al cordón posterior; finalmente, el cordón posterior es el más lateral de los tres cordones. Otro dato importante es que a este nivel los cordones están recubiertos por tejido conectivo, así, el cordón lateral es recubierto por su propio tejido conectivo, mientras que los cordones medial y posterior comparten y se rodean de un mismo tejido conectivo⁽¹⁰⁻¹³⁾ (Figura 1). Consecuentemente se ha especulado que este beneficio anatómico, acompañado de la abducción del brazo, podría resultar en una mejor visualización del plexo braquial^(8,11,14), por lo que demuestra ser un abordaje más seguro y con menores complicaciones como punción vascular y neumotórax⁽¹⁵⁾.

Respecto a la técnica descrita por Karmakar y colaboradores, el transductor se posiciona por debajo y paralelo a la clavícula, con inclinación craneal y medial al proceso coracoideo, lo que hace posible identificar, en el tercio superior, el músculo pectoral mayor seguido por el músculo subclavio. Medial a la imagen, en el tercio medio, la arteria axilar se visualiza como un halo circular pulsátil anecoico, con los cordones descansando sobre el músculo serrato anterior y los músculos intercostales, los cuales se encuentran por encima de la primera y segunda costilla superiores a la pleura y en disposición triangular laterales a la arteria axilar. Dichos cordones podrán observarse como halos hipoeoicos, rodeados de tejido hiperecoico con mayor anisotropía^(16,17) (Figura 2).

Nuestro objetivo principal fue evaluar la influencia de la abducción del brazo de 0 a 110° para lograr una adecuada visualización de los tres cordones del plexo braquial, así como la medición de la distancia y profundidad del plexo con relación a la piel y la pleura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo y transversal, previa aprobación de la Comisión de Investigación Científica

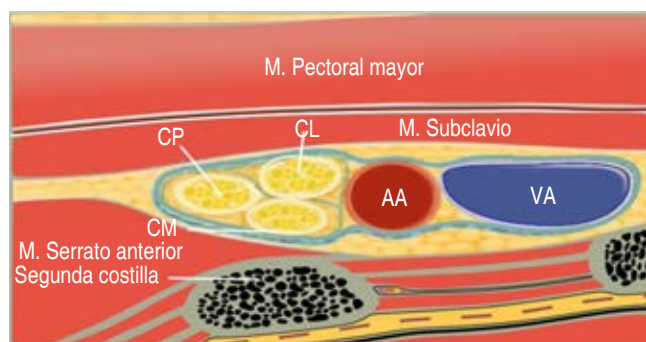


Figura 1: Ilustración de la sonoanatomía del abordaje costoclavicular de plexo braquial.

CP = cordón posterior. CL = cordón lateral. AA = arteria axilar. VA = vena axilar. CM = cordón medial.



Figura 2:

Sonoanatomía de abordaje costoclavicular de plexo braquial. MPM = músculo pectoral mayor. MS = músculo subclavio. AA = arteria axilar. VA = vena axilar. CP = cordón posterior. CL = cordón lateral. CM = cordón medial.

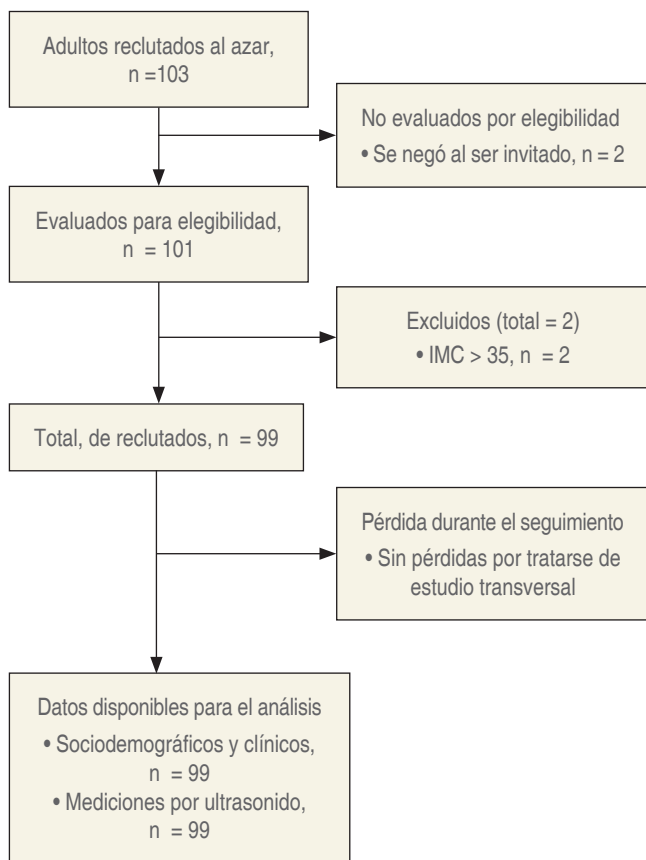


Figura 3: Diagrama de flujo.
IMC = índice de masa corporal.

del Instituto Nacional de Rehabilitación. Durante los meses de septiembre-octubre de 2018 se reclutó de manera aleatoria a pacientes de ambos géneros, entre 18 a 90 años de edad, que estuvieran programados para cirugía ortopédica, bajo firma de consentimiento informado y que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión para la realización de este estudio: estado físico *American Society of Anesthesia* (ASA) I-III, índice de masa corporal (IMC) $\leq 35 \text{ kg/m}^2$. Se excluyeron pacientes que no cumplieran con los criterios y aquellos con alteración del estado de consciencia, así como, los que presentaran variaciones anatómicas que impidieran la visualización de los cordones a nivel costoclavicular (*Figura 3*).

Se utilizó un equipo de ultrasonido GE MEDICAL SYSTEMS Co. LTD NO.19 con un transductor lineal de alta frecuencia (8-18MHz); se seleccionó la extremidad a estudiar de manera aleatorizada.

Fase 1. 1) Al llegar el paciente al área de preanestesia, con el paciente en decúbito supino y la cabeza girada al lado contralateral a explorar, se inició medición por medio de goniómetro, bajo angulación de brazo a 0°, 60°, 90°, 110°, y

antebrazo a 0° y 90°, respectivamente (*Figura 4*). 2) Se situó el transductor lineal en orientación transversal, en el punto medio de la clavícula, por debajo y paralelo a la misma, con ligera basculación craneal. Se obtuvo imagen sonoanatómica exitosa de los cordones lateral, medial y posterior situados de forma lateral a la arteria axilar, entre los músculos subclavio y serrato anterior al ajustar parámetros de ganancia y profundidad, con lo que se logró visualizar las estructuras blanco. 3) Se trazó una primera línea para realizar medición desde el borde superolateral de la pantalla, al tomar como límite inferior el plexo braquial y una segunda línea desde el borde inferior del plexo braquial, que tomó como límite inferior la pleura.

Fase 2. Se determinó el tamaño de muestra a conveniencia, lo que requirió 99 pacientes en un período de dos meses durante el año 2018. Los datos fueron consignados en una base de datos de Excel y para el análisis estadístico se utilizó *software* SPSS. Se obtuvieron medidas de tendencia central para las variables continuas y, para la evaluación de la concordancia entre las variables nominales, se utilizó la estadística KAPPA. Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para K muestras relacionadas. Adicionalmente se realizó una regresión lineal para confirmar la correlación entre la distancia de la piel a plexo braquial, peso e IMC. De acuerdo con la regresión lineal múltiple, como peso e IMC son colineales (es decir, están fuertemente correlacionados) basta con el peso para predecir la distancia piel-plexo en las diferentes angulaciones.

RESULTADOS

La muestra estuvo integrada por 55 hombres (55.6%) y 44 mujeres (44.4%) con una edad promedio de 35.8 ± 11.2 entre

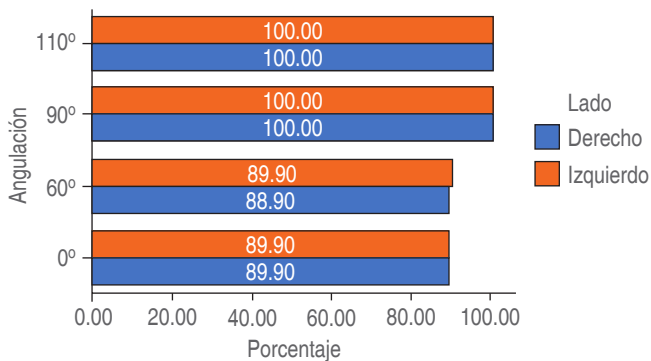


Figura 4: Colocación del paciente, marcaje de abducción con goniómetro.

Tabla 1: Características demográficas. Valores de peso, talla e índice de masa corporal. N = 99.

	Masculino N = 55	Femenino N = 44	p
Edad (años)	33.4 ± 7.73	38.6 ± 13.9	0.0100
Peso	83.82 ± 11.93	63.93 ± 12.4	0.0001
Talla (metros)	1.74 ± 0.87	1.56 ± 0.09	0.0001
IMC (kg/m ²)	27.55 ± 3.44	26.39 ± 5.47	0.2200

IMC = índice de masa corporal.

**Figura 5:** Porcentaje de casos de visualización de las estructuras del plexo braquial según grado.

rangos de 18-82 años. Las características antropométricas observadas en hombres y mujeres no difieren significativamente en el IMC, al observarse (*Tabla 1*) 27.5 (DE 3.4) masculino versus 26.3 (DE 5.4) del femenino ($p = 0.22$). En cuanto a la angulación, de ambos lados (derecho e izquierdo), observamos que a 0° se visualizaron las estructuras del plexo braquial en 88.9% de los casos, a 60° del lado se visualizaron 89.9%, mientras que a 90° y 110° se observaron en 100% de los casos (*Figura 5*).

Dentro de las dificultades que se identificaron como causas para no visualizar las estructuras, en 100% a una angulación de 0° y 60° se asociaron significativamente con el género de los sujetos, pues fue 9.5 veces más alto el riesgo de que en los hombres no se visualizaran las estructuras del plexo braquial (IC 95% 1.1-78.8, $p = 0.01$) (*Tablas 2 y 3*).

Considerando la muestra total de 99, las medias de las distancias piel-plexo y plexo pleura al comparar el lado derecho con el izquierdo, no muestran significancia estadística ($p > 0.05$); empero, como se puede observar en la *Tabla 3*. Realizando un modelo de regresión lineal múltiple por pasos sucesivos podemos predecir la profundidad del plexo braquial de acuerdo con las siguientes fórmulas, según angulación del brazo 0°, 60°, 90°, 110° y el peso del paciente (*Figura 6*). Para el género femenino, la fórmula de la distancia piel plexo

será: 1) distancia piel-plexo a 0° = $1.015 + (0.028 \times \text{peso})$; 2) distancia piel-plexo a 60°: $1.356 + (0.022 \times \text{peso})$; 3) distancia piel-plexo a 90°: $1.576 + (0.017 \times \text{peso})$; 4) distancia piel-plexo a 110°: $1.313 + (0.21 \times \text{peso})$. Es decir que, si un paciente femenino pesa 60 kg, la predicción es que la distancia piel plexo a 90° de angulación será: $1.576 + 0.017 (60 \text{ kg}) = 2.596 \text{ cm}$ distancia piel plexo. Lo cual concuerda con los datos empíricos medidos. La fórmula de distancia piel plexo

Tabla 2: Distancias piel-plexo y plexo-pleura según grados de angulación y género.

Variable	Género		p
	Masculino N = 55	Femenino N = 44	
Profundidad (cm) piel-plexo según angulación.			
0°	3.5 ± 0.3	2.82 ± 0.54	0.0040
60°	3.01 ± 0.47	2.75 ± 0.57	0.0300
90°	2.9 ± 0.49	2.67 ± 0.46	0.0030
110°	3.07 ± 0.52	2.6 ± 2.6	0.0001
Profundidad (cm) plexo-pleura según angulación			
0°	2.19 ± 0.46	1.85 ± 0.34	0.0001
60°	2.05 ± 0.44	1.77 ± 0.38	0.0010
90°	2 ± 0.43	1.80 ± 0.37	0.0200
110°	1.96 ± 0.48	1.80 ± 0.37	0.0800

Tabla 3: Factores asociados a la dificultad de no visualizar las estructuras del plexo braquial según la angulación.

Variables asociadas	Visualización 0°		p
	No (N = 11)	Sí (N = 88)	
Género masculino	10 (90.9%)	45 (51.5%)	0.0100
Edad	33.8 ± 7.3	36.1 ± 11.6	0.5200
Peso	98.5 ± 6.5	72.0 ± 13.4	0.0001
Talla	1.74 ± 0.08	1.65 ± 0.13	0.0001
IMC	32.6 ± 3.5	26.3 ± 4.0	0.0001
Distancia profundidad plexo-piel (cm)	3.5 ± 0.3	2.9 ± 0.5	0.0001
Distancia plexo pleura (cm)	1.9 ± 0.3	2.0 ± 0.4	0.6400
Visualización 60°			
Edad	36.3 ± 10.9	35.78 ± 11.3	0.8700
Peso	97.45 ± 9	72.17 ± 13.5	0.0001
Talla	1.7 ± 0.11	1.6 ± 0.12	0.0900
IMC	32.99 ± 3.7	26.2 ± 3.9	0.0001
Distancia profundidad plexo-piel (cm)	3.58 ± 0.39	2.9 ± 0.51	0.0001
Distancia plexo pleura (cm)	2.01 ± 0.37	2.04 ± 45	0.8100

IMC = índice de masa corporal.

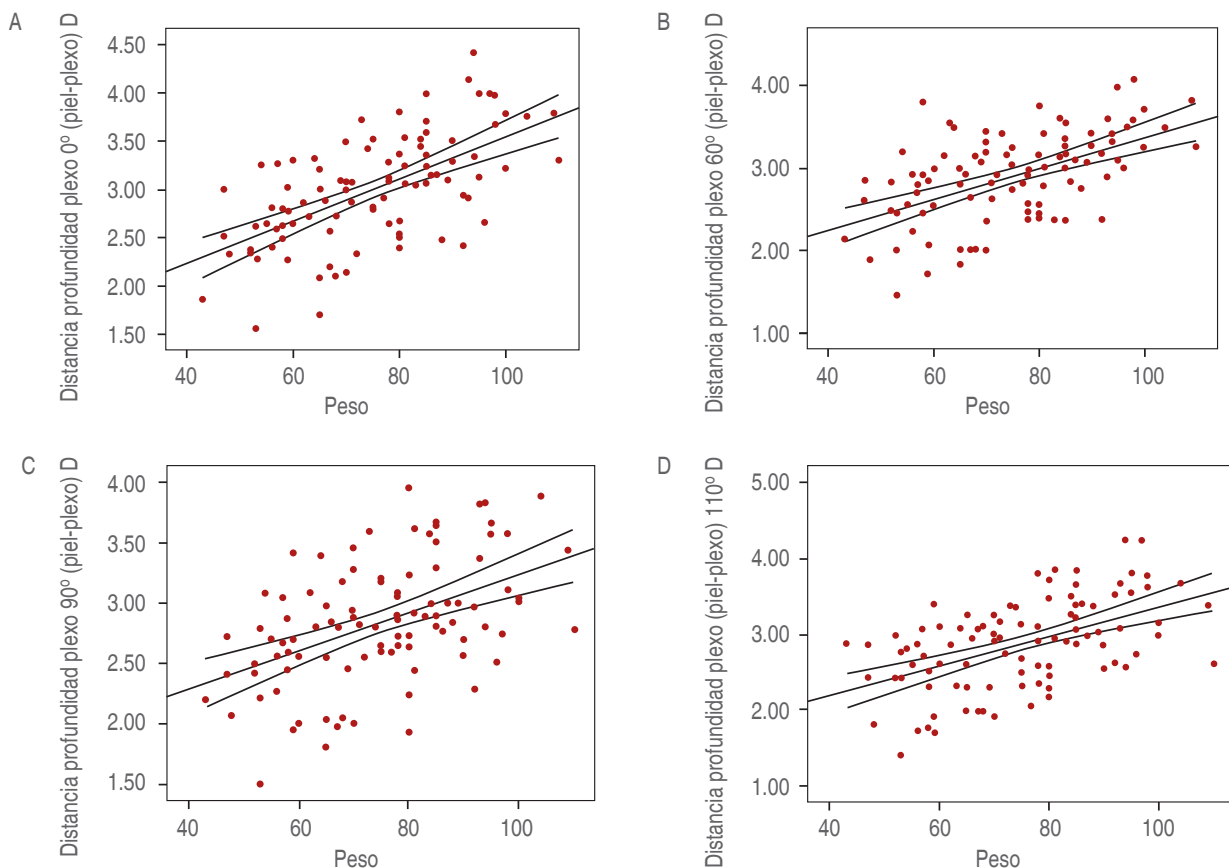


Figura 6: Gráficos de dispersión distancia piel-plexo global. N = 99. **A)** Distancia profundidad piel plexo 0°. **B)** Distancia profundidad piel plexo 60°. **C)** Distancia profundidad piel plexo 90°. **D)** Distancia profundidad piel plexo 110°.

para el género masculino será: 1) distancia piel-plexo a 0° = $1.51 + (0.028 \times \text{peso})$; 2) distancia piel-plexo a 60°: $0.957 + (0.024 \times \text{peso})$; 3) distancia piel-plexo a 90°: $1.673 + (0.016 \times \text{peso})$; 4) distancia piel-plexo a 110°: $1.944 + (0.014 \times \text{peso})$.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar la concordancia entre la abducción del brazo y los grados de angulación que permitieran localizar el sitio anatómico ideal de punción. Durante la exploración anatómica obtuvimos una adecuada visualización de los cordones nerviosos agrupados y laterales a la arteria axilar, tal como se observa en las descripciones de la anatomía del espacio costoclavicular hechas tanto por Karmakar y colaboradores, como por Sala-Blanch y su equipo⁽⁸⁾. Esta disposición de los cordones marca la diferencia con los abordajes más distales, donde los encontramos alrededor de la arteria axilar.

Una limitación del abordaje costoclavicular es la potencial punción vascular y/o pleural inadvertida debido a la proximidad de estas estructuras hacia el espacio costoclavicular.

Leurcharumee y colaboradores revelan una mayor incidencia de punción vascular, 8.9% en BPBLS frente a 2.2% en el BPBCCV, con un mayor riesgo de parestesia de hasta 4.4 vs 0%, respectivamente⁽¹⁸⁾. Sin embargo, la posición de los cordones con respecto a la arteria axilar, combinado con la guía de ultrasonido y la dirección de inserción de la aguja de lateral a medial, puede ofrecer protección a la punción vascular y pleural; debido a que es más probable que la punta de la aguja encuentre los cordones del plexo braquial antes que la arteria y/o pleura⁽¹²⁻¹⁵⁾. Es por esto que la evidencia científica descrita revela la importancia de establecer medidas de seguridad, para lograr la visualización del plexo de manera superficial con ayuda de la abducción y angulación del brazo, al conocer la distancia entre la piel-plexo y piel-pleura como se ha comentado en este estudio⁽¹⁴⁾.

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que pacientes del grupo 90° y grupo 110° mostraron resultados significativos entre la profundidad piel-plexo, en relación hombre-mujer, respectivamente ($p = 0.003$ y $p = 0.0001$), con una distancia calculada en centímetros de 2.9 ± 0.49 para el género masculino y 2.67 ± 0.46 para el género femenino; a

90° y 3.07 ± 0.52 para el género masculino y 2.6 ± 2.6 para el género femenino a 110°. Finalmente, en cuanto a la abducción menor a 90° se relacionaron factores de riesgo para la no visualización de las estructuras anatómicas, los cuales fueron: género masculino e $IMC > 32.6 \pm 3.5$ para el grupo de estudio. Los coeficientes de correlación de Pearson fueron positivos, es decir, que a mayor peso y mayor IMC, mayores son las distancias piel-plexo; obsérvese en cambio que las distancias plexo-pleura a 0° de angulación no se correlacionan con el peso y el IMC. Esto tiene una elevada relevancia con relación a la encontrada entre el IMC, ya que en un estudio realizado por Datta y su equipo observaron que la dificultad y necesidad de realizar un rebloqueo, por deficiencia de bloqueo sensitivo-motor, pero adecuada difusión céfalo-caudal del anestésico, se presentó en aquellos pacientes que contaban con un $IMC 33.1 \pm 23.7 \text{ kg/m}^2$ (6).

Es esencial elevar la eficacia en la intervención de la anestesia regional, a partir del empleo de menor volumen para obtener un bloqueo eficaz que permita disminuir el riesgo de intoxicación por anestésico local (AL), así como parálisis diafragmática del nervio frénico. Identificar la posición ideal que permita un menor número de redirecciones de la aguja para un bloqueo exitoso representa tres de los retos actuales en la investigación de los centros hospitalarios en el campo anestésico(6,19-23); éstas son características que posicionan el abordaje costoclavicular como una técnica innovadora con la ventaja de realizar un procedimiento con adecuado margen de seguridad, que disminuye la dosis total del anestésico local, al aminorar el riesgo de parálisis hemidiafragmática y con un menor número de redirecciones por la estrecha relación en la que se encuentran los cordones entre sí(10,24,25).

Es importante mencionar que las medias calculadas entre la distancia piel-plexo difieren significativamente de acuerdo con la angulación, es decir, más elevadas a 0° con una tendencia a disminuir conforme ascienden los grados de angulación. Siendo que a 0° la distancia piel plexo se encontrará a 2.98 ± 0.5 vs 2.84 ± 0.5 cm a 110° ($p = 0.0001$). Desde esta perspectiva es válida la influencia de la angulación del brazo para realizar un bloqueo de plexo braquial a nivel costoclavicular. Al respecto, Yoshida(11) menciona que la abducción del brazo a 90° permite mejor visualización de la sonoanatomía a nivel infraclavicular, al describir que esta posición eleva la clavícula y las estructuras que mejoran la visualización(18).

CONCLUSIONES

Luego de la revisión y análisis estadístico del rastreo sonoanatómico del plexo braquial, se determinó que el abordaje del bloqueo costoclavicular ecoguiado es anatómicamente factible con elevada eficacia clínica, el cual concluye ser un sitio anatómico innovador y seguro, estrechamente relacionado con el grado de angulación, lo que mejora la visibilidad de los cordones por ubicarse de manera compacta, superficial y lateral a la arteria axilar. Sin duda, con el desarrollo científico y tecnológico, el uso del ultrasonido abre nuevas posibilidades y mayor respaldo para la implementación de nuevas técnicas de bloqueo que permitan una práctica profesional, eficaz y segura para la instrumentación de nuevas técnicas de bloqueo preoperatorio, pues, en manos entrenadas, determinan la seguridad de la técnica, lo que contribuye a mejorar el entrenamiento y aprendizaje de los bloqueos.

REFERENCIAS

- Hsu A-C, Tai Y-T, Lin K-H, Yao H-Y, Chiang H-L, Ho B-Y, et al. Infraclavicular brachial plexus block in adults: a comprehensive review based on a unified nomenclature system. *J Anesth*. 2019;33:463-477.
- Edelman A. Hadzic's Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management, 2e. Access Anesthesiology McGraw-Hill Medical.
- Sauter AR, Smith H-J, Stubhaug A, Dodgson MS, Klaastad Ø. Use of magnetic resonance imaging to define the anatomical location closest to all three cords of the infraclavicular brachial plexus. *Anesth Analg*. 2006;103:1574-1576.
- Sotthisopha T, Elgueta MF, Samerchua A, Leurcharusmee P, Tiyaprasertkul W, Gordon A, et al. Minimum effective volume of lidocaine for ultrasound-guided costoclavicular block. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42:571-574.
- Karmakar MK, Sala-Blanch X, Songthamwat B, Tsui BCH. Benefits of the costoclavicular space for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: description of a costoclavicular approach. *Reg Anesth Pain Med*. 2015;40:287-288.
- Datta R, Agrawal J, Narula G, Pahwa B. A fluoroscopic assessment of brachial plexus block by the supraclavicular approach: Have we been overmedicating? *Med J Armed Forces India*. 2020;76:410-417.
- Garduño M. Bloqueo infraclavicular guiado por ultrasonido. *Rev Mex Anesthesiol*. 2016; 39:S192-S193.
- Sala-Blanch X, Reina MA, Pangthipampai P, Karmakar MK. Anatomic basis for brachial plexus block at the costoclavicular space: a cadaver anatomic study. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41:387-391.
- Demondion X, Herbinet P, Boutry N, Fontaine C, Francke JP, Cotten A. Sonographic mapping of the normal brachial plexus. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003;24:1303-1309.
- Oh C, Noh C, Eom H, Lee S, Park S, Lee S, et al. Costoclavicular brachial plexus block reduces hemidiaphragmatic paralysis more than supraclavicular brachial plexus block: retrospective, propensity score matched cohort study. *Korean J Pain*. 2020;33:144-152.
- Yoshida T, Watanabe Y, Furutani K. Proximal approach for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Acta Anaesthesiol Taiwan*. 2016; 54 (1): 31-2. doi: 10.1016/j.aat.2015.11.003.
- Reina MA, López A, Villanueva MC, Andrés JA de, León GI. Morfología de los nervios periféricos, de sus cubiertas y de su vascularización. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2000;47:464-475.
- Morimoto M, Popovic J, Kim JT, Kiamzon H, Rosenberg AD. Case series: septa can influence local anesthetic spread during infraclavicular brachial plexus blocks. *Can J Anaesth*. 2007;54:1006-1010.

14. Ruíz A, Sala X, Bargalló X, Hurtado P, Arguis MJ, Carrera A. The influence of arm abduction on the anatomic relations of infraclavicular brachial plexus: an ultrasound study. *Anesth Analg.* 2009;108:364-366.
15. Cornish PB, Nowitz M. A magnetic resonance imaging analysis of the infraclavicular region: can brachial plexus depth be estimated before needle insertion? *Anesth Analg.* 2005;100:1184-1188.
16. Li JW, Songthamwat B, Samy W, Sala-Blanch X, Karmakar MK. Ultrasound-guided costoclavicular brachial plexus block: sonoanatomy, technique, and block dynamics. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42:233-240.
17. Aliste J, Bravo D, Layera S. Bloqueos de extremidad superior. *Rev Chil Anest.* 2020;49:14-27.
18. Leurcharusmee P, Elgueta MF, Tiyaprasertkul W, Sotthisopha T, Samerchua A, Gordon A, et al. A randomized comparison between costoclavicular and paracoracoid ultrasound-guided infraclavicular block for upper limb surgery. *Can J Anesth Can Anesth.* 2017;64:617-625.
19. Brenner D, Mahon P, Iohom G, Cronin M, O'Flynn C, Shorten G. Fascial layers influence the spread of injectate during ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: a cadaver study. *Br J Anaesth.* 2018;121:876-882.
20. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, et al. Management of postoperative pain: a clinical practice guideline from the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, executive committee, and administrative council. *J Pain.* 2016;17:131-157.
21. Sivashanmugam T, Ray S, Ravishankar M, Jaya V, Selvam E, Karmakar MK. Randomized comparison of extrafascial versus subfascial injection of local anesthetic during ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2015;40:337-343.
22. Fredrickson MJ, Wolstencroft P, Kejrival R, Yoon A, Boland MR, Chinchawala S. Single versus triple injection ultrasound-guided infraclavicular block: confirmation of the effectiveness of the single injection technique. *Anesth Analg.* 2010;111:1325-1327.
23. Tran DQH, Bertini P, Zaouter C, Muñoz L, Finlayson RJ. A prospective, randomized comparison between single-and double-injection ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2010;35:16-21.
24. Petrar SD, Seltnerich ME, Head SJ, Schwarz SKW. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided supraclavicular versus infraclavicular brachial plexus blockade: a randomized clinical trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2015;40:133-138.
25. Nieuwveld D, Mojica V, Herrera AE, Pomés J, Prats A, Sala-Blanch X. Descripción del bloqueo del plexo braquial ecoguiado en espacio costoclavicular mediante abordaje medial y evaluación de la alteración en la perfusión regional secundaria. *Rev Esp Anestesiol Reanim.* 2017;64:198-205.