



Revista Colombiana de Anestesiología

Colombian Journal of Anesthesiology

www.revcolanest.com.co



Investigación científica y tecnológica

Abordaje infraclavicular en pediatría: concordancia del abordaje de Wilson modificado y el ultrasonido para la localización del sitio de punción ideal



Andrea Carolina Pérez-Pradilla^{a,b,*}, Ana Angélica Peña-Riverón^c,
Laura Catalina Chaparro-Gómez^b, Lailigh Citlallis Castro-Ortiz^b,
Elizabeth Velázquez-Delgado^b y Rosangel Acevedo-de la Peña^b

^a Anestesióloga Pediatra, Instituto Roosevelt de Ortopedia Infantil, Bogotá D.C., Colombia

^b Anestesióloga, Residente de Curso de Posgrado de Alta Especialidad en Anestesia Regional, Instituto Nacional de Rehabilitación, México Distrito Federal, México

^c Anestesióloga y Algóloga, División de Anestesiología, Instituto Nacional de Rehabilitación, México Distrito Federal, México

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 26 de enero de 2014

Aceptado el 1 de julio de 2015

On-line el 21 de agosto de 2015

Palabras clave:

Anestesia de conducción

Ultrasonografía

Plexo braquial

Pediatría

Bloqueo nervioso

R E S U M E N

Introducción: En pacientes pediátricos, el sitio óptimo de inyección para el abordaje infraclavicular sigue siendo sujeto de debate; no hay estudios de concordancia entre el abordaje infraclavicular de Wilson modificado para bloqueo del plexo braquial (AIWM) y el ultrasonido para la localización del sitio ideal de punción.

Objetivo: Determinar la concordancia entre AIWM y ultrasonido para localizar el sitio ideal de punción.

Materiales y métodos: Estudio observacional descriptivo; se incluyeron 100 niños sanos entre 1-16 años, en un periodo de 5 meses. Se describieron variables continuas y se evaluó la concordancia mediante la estadística kappa. Se realizó análisis multivariado para confirmar la correlación entre las distancias, el peso y la talla.

Resultados: Se encontró una menor profundidad del plexo braquial y menor distancia entre el plexo braquial y la apófisis coracoides y entre la coracoides y la pleura en abducción, sin significación estadística. El peso y la talla son factores independientes que determinan la distancia entre la apófisis coracoides y el cordón posterior en abducción y en aducción. La concordancia del sitio ideal de punción entre AIWM y ultrasonido fue 0,47 en ambas posiciones.

Conclusiones: La concordancia entre el AIWM y el ultrasonido para determinar el sitio ideal de punción es sorprendentemente baja. Sin embargo, desde el punto de vista de utilidad y eficacia clínica, estas técnicas deben ser comparadas y evaluadas con estudios clínicos

* Autor para correspondencia: Calzada México Xochimilco N.º 289, Colonia Arenal de Guadalupe, CP 14389. Torre de Ortopedia. División de Anestesiología. México Distrito Federal, México.

Correo electrónico: cperezpradilla@gmail.com (A.C. Pérez-Pradilla).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rca.2015.07.001>

0120-3347/© 2015 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

forma independiente la distancia entre el cordón posterior y la apófisis coracoides en aducción y abducción del brazo.

© 2015 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Infraclavicular block in pediatric anesthesia: concordance between modified Wilson's approach and ultrasound to determine the ideal puncture site

A B S T R A C T

Keywords:

Conduction anesthesia
Ultrasonography
Brachial plexus
Pediatrics
Nerve block

Introduction: The Modified Wilson Infraclavicular approach (MWIA) was described in our institution for brachial plexus blocks in pediatric patients. However, concordance studies between this approach and ultrasound for the identification of ideal puncture site have not been reported.

Objective: To determine the concordance between MWIA and ultrasound for localization of the ideal puncture site.

Materials and methods: Descriptive observational study; we included 100 healthy patients between 1 and 16 years of age, with parental consent, over a 5-month period. Continuous variables were described and kappa statistics were used for concordance evaluation. We also conducted a multivariate analysis to confirm the relationship between the measured distances and weight and height.

Results: The distance from the skin to the brachial plexus, as well as the distance between the coracoid process and the brachial plexus, and the distance from the coracoid process to the pleura were all smaller in abduction, with no statistically significant difference. Height and weight are independent factors that determine the distance between the coracoid process and the posterior cord, both in adduction and abduction. The concordance of MWIA vs. ultrasound for determining the ideal puncture site was 47% in both positions.

Conclusions: Concordance between MWIA and Ultrasound for the determination of the ideal puncture site is low when it comes to anatomic localization; however, this technique must be evaluated in randomized clinical studies in order to determine its efficacy and usefulness. Height and weight are independent factors that determine the distance between the coracoid process and the posterior cord in adduction and abduction.

© 2015 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

De acuerdo a estudios realizados en Holanda, las fracturas distales de radio y carpo representan aproximadamente el 25% de todas las fracturas pediátricas¹ y en Holanda y Dinamarca las lesiones traumáticas que comprometen la mano pueden encontrarse entre 1.800-2.600 por 100.000 habitantes por año, respectivamente². También existen alteraciones congénitas que comprometen la extremidad superior que ocurren en 0,16-0,18% de los nacidos vivos en el Reino Unido³.

Los grandes avances tecnológicos y científicos en el campo de la anestesia regional en la última década han permitido un mayor conocimiento de la anatomía, un mejoramiento de las técnicas de abordaje y un aumento en el perfil de seguridad de las mismas. Lo anterior, sumado a una mayor disponibilidad de recursos, ha promovido y favorecido la utilización de la anestesia regional en los pacientes pediátricos⁴⁻⁹. Sin embargo, la utilización de técnicas de anestesia regional en pacientes pediátricos está limitada debido al tamaño de

las estructuras, la cercanía de las estructuras neurales con estructuras críticas (pleura, vasos sanguíneos), pobre definición de los reparos anatómicos de superficie, al pequeño margen de seguridad, al mayor potencial de toxicidad relacionada con los anestésicos locales y al requerimiento de sedación o anestesia general que podría enmascarar signos de alarma (parestesia)^{10,11}.

El abordaje infraclavicular para bloqueo del plexo braquial se encuentra indicado para las cirugías de mano, antebrazo, codo y brazo excluyendo el hombro. Dentro de sus ventajas se encuentran una mayor probabilidad de bloquear el nervio axilar y musculocutáneo en comparación con el abordaje axilar, la comodidad para la fijación de catéteres para analgesia continua, el menor impacto en la función pulmonar con respecto a los abordajes supraclaviculares e interescalénicos y adicionalmente no requiere de manera obligatoria la abducción del brazo para su realización^{12,13}. Dentro de sus desventajas se encuentran que cuando se utilizan inyecciones únicas puede no bloquear adecuadamente el cordón posterior y en el caso de una punción vascular debido

a la profundidad de las estructuras, existe dificultad para la realización de maniobras compresivas¹².

Existen variaciones del bloqueo infraclavicular: el abordaje coracoideo^{14,15}, el lateral sagital¹⁶, el vertical¹⁷ y el modificado de Raj^{18,19}. El abordaje coracoideo es el más popular en Estados Unidos²⁰.

El abordaje coracoideo fue descrito originalmente por Whiffler²¹ y modificado por Wilson quien determinó a través de imágenes de resonancia magnética nuclear (RMN) en adultos, el sitio de punción ideal localizado 2 cm medial y 2 cm caudal a la punta lateral de la apófisis coracoides¹⁵.

En los pacientes pediátricos, el sitio óptimo de inyección para el abordaje infraclavicular sigue siendo sujeto de debate¹¹. El abordaje modificado de Raj y el vertical se consideran «peligrosos» debido a la proximidad del sitio de punción con la pleura cervical^{22,23}. En la actualidad no hay ninguna publicación sobre el abordaje de Whiffler ni la modificación de Wilson en niños. Sin embargo, en el Instituto Nacional de Rehabilitación se realizó una modificación a la técnica de Wilson para pacientes pediátricos que consiste en utilizar como reparo anatómico la apófisis coracoides y localizar el sitio de punción medial y caudal a esta de acuerdo al peso; esta modificación no ha sido publicada previamente.

En 1999 Kapral describió otra modificación a la técnica de Whiffler llamada «lateral vertical»²⁴. Con esta técnica Kapral reportó una alta tasa de éxito (100%) con un amplio espectro de bloqueo nervioso (incluyendo nervio musculocutáneo, toracodorsal, axilar y braquial cutáneo medial) sin complicaciones en pacientes adultos²⁴. Posteriormente, Fleischmann y Ponde reportaron el uso esta técnica en pacientes pediátricos modificando la localización del sitio de punción a 0,5 cm caudal a la apófisis coracoides y los resultados con respecto al espectro de bloqueo nervioso fueron similares a los de Kapral^{25,26}. En el 2004 Klaastad describió la técnica «lateral sagital» en adultos²⁷. Existen pocos reportes de caso de la utilización de esta técnica en pacientes pediátricos^{28,29}.

El primer reporte de bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular guiado por ultrasonido en pacientes pediátricos fue descrito por Marhofer, quien en un estudio clínico aleatorizado

comparó el abordaje infraclavicular guiado por ultrasonido con el abordaje «lateral vertical» guiado por neuroestimulación. Encontró periodos de latencia menores y mayor duración del bloqueo en el grupo de ultrasonido, sin diferencia en la calidad del bloqueo a los 30 minutos³⁰.

A pesar de las grandes ventajas de las técnicas guiadas con ultrasonido, sus principales limitaciones siguen siendo el costo de los equipos y el requerimiento de entrenamiento especializado; adicionalmente, no elimina por completo el riesgo de inyección intraneural inadvertida³¹. Por otro lado, las recomendaciones de seguridad en anestesia regional incluyen la «triple monitoría» (neuroestimulación, ultrasonido y medición de presión de inyección)³².

El objetivo de nuestro estudio fue determinar la concordancia entre el abordaje infraclavicular coracoideo de Wilson modificado (AIWM) y el ultrasonido para la localización anatómica de las estructuras nerviosas y del sitio ideal de punción.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo. Previa aprobación de la Comisión de Investigación Científica y Comité de Ética e Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación, se inició el reclutamiento de pacientes sanos de 1 a 16 años de edad, programados para cirugía de reducción abierta o cerrada de fracturas de cualquier extremidad; se excluyeron pacientes con variaciones anatómicas que impidieran la visualización de los cordones a nivel infraclavicular. Los padres del paciente firmaron un consentimiento informado y los pacientes mayores de 12 años de edad un asentimiento informado. Se marcó el sitio de punción (punto C) de acuerdo al abordaje infraclavicular coracoideo de Wilson modificado de la siguiente manera: para los pacientes con peso menor a 10 Kg, 1 cm caudal y 1 cm medial a la apófisis coracoides; para los pacientes con peso entre 10-20 Kg, 1,5 cm caudal y 1,5 cm medial a la apófisis coracoides; para los pacientes con peso mayor a 20 Kg, 2 cm caudal y 2 cm medial a la apófisis coracoides (fig. 1).

A continuación se utilizó un equipo de ultrasonido Sono-site Micromaxx (Bothell, WA EE. UU.) con un transductor lineal de alta frecuencia HFL38 (13-6 MHz); se tomaron mediciones de cualquiera de las dos extremidades. Se posicionó el punto medio del transductor sobre el punto marcado con AIWM en una orientación parasagital (fig. 2) y se realizaron los ajustes necesarios en la profundidad y el foco para lograr visualizar las estructuras blanco.

Se calificó como una localización «exitosa» si se observaba la arteria axilar y los cordones del plexo braquial en el tercio central de la pantalla, «deficiente» si se encontraba la arteria axilar y los cordones del plexo braquial en los tercios lateral o medial de la imagen y «no exitosa» si no se observaban las estructuras previamente mencionadas (fig. 3).

Se usó la clasificación de Viena descrita por Marhofer et al. para evaluar la visualización de la imagen³³. Adicionalmente se tomaron mediciones de la distancia entre el punto más prominente de la apófisis coracoides y los cordones del plexo braquial, entre la piel y los cordones, entre la pleura y la coracoides y se describió la posición de los cordones con respecto a la arteria axilar (fig. 4); para lograr obtener estas imágenes se reposicionó el transductor en un plano sagital oblicuo.

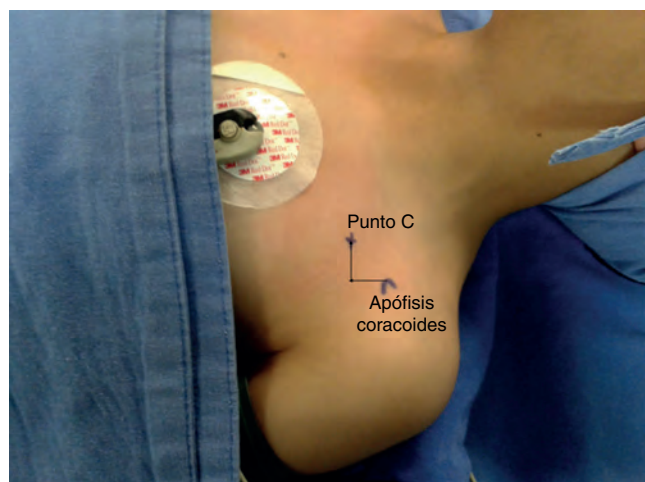


Figura 1 – Marcaje de acuerdo a abordaje de Wilson modificado.

Fuente: autores.



Figura 2 – Posición del transductor sobre el punto C.
Fuente: autores.

Se tomaron las mediciones con el brazo en aducción y en abducción de 90° cuando el paciente se encontraba bajo sedación o anestesia general para el procedimiento quirúrgico programado. Es importante mencionar que la toma de las imágenes de ultrasonido fue realizada por dos investigadores con experiencia en la realización de bloqueos infraclaviculares por ultrasonido.

Se determinó el tamaño de muestra a conveniencia requiriendo 100 pacientes en un periodo de 5 meses. Se consignaron los datos en una base de datos de Excel y para el análisis de los datos se utilizó el software STATA 10. Se obtuvieron medidas de tendencia central para las variables continuas. Para

la evaluación de concordancia entre las variables nominales se utilizó la estadística kappa. Adicionalmente se realizó una regresión lineal para confirmar la correlación entre la distancia de la coracoides al cordón posterior, el peso y la talla.

Resultados

Se incluyeron 100 pacientes en el estudio. Las características demográficas se encuentran discriminadas de acuerdo a grupos de edad (tabla 1). Los pacientes se distribuyeron de forma homogénea dentro de los grupos de edad. La distribución de acuerdo al género también fue homogénea excepto en el grupo de 6-10 años (33% de pacientes femeninos). Los pacientes menores de 5 años tuvieron tendencia a presentar índices de masa corporal bajos (<18).

Entre los < 10 kg y los de 11-20 kg hay diferencia significativa entre las distancias medidas de la apófisis coracoides al plexo braquial en aducción y abducción de la extremidad, pero en los pacientes mayores de 20 kg no hay diferencia significativa en la distancia. La distancia entre la piel y los cordones, entre la apófisis coracoides y los cordones y entre la apófisis coracoides y la pleura fue menor en abducción en todos los grupos de edad, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa (tablas 2 y 3).

La localización de las estructuras anatómicas blanco con ultrasonido en el «punto C» en pacientes menores de 10 kg fue no exitosa en el 8,4% de los pacientes tanto en aducción como en abducción, deficiente en el 41% de los pacientes en aducción y en el 33,3% de los pacientes en abducción; finalmente fue exitosa solamente en el 66% de los pacientes en aducción y en el 58,3% de los pacientes en abducción.

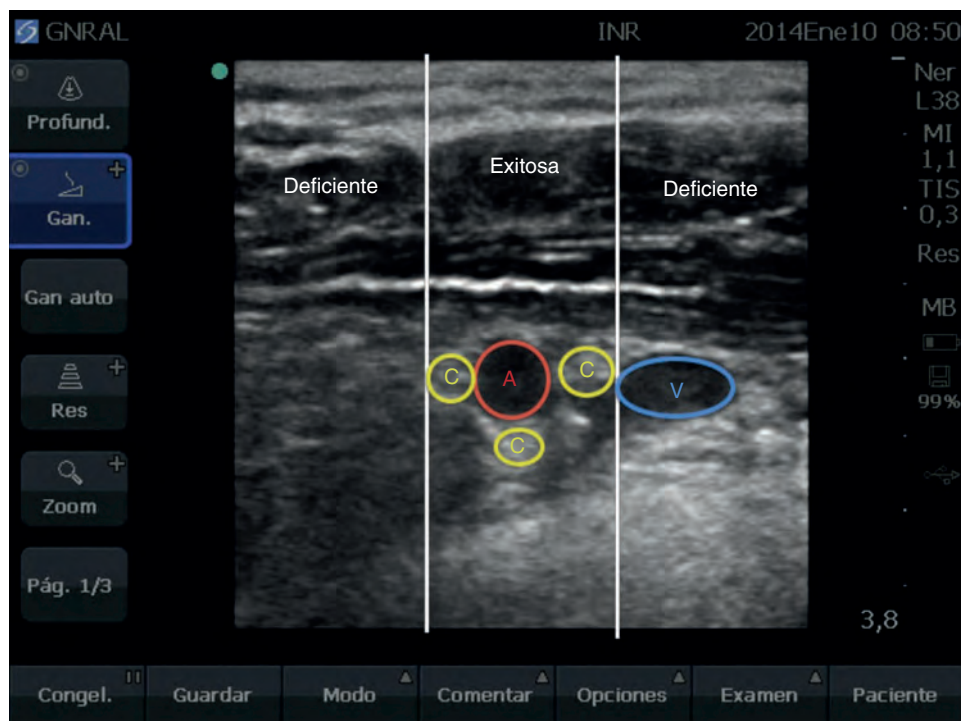


Figura 3 – Localización exitosa, deficiente o no exitosa. A: arteria axilar, V: vena axilar; C: cordones.
Fuente: autores.

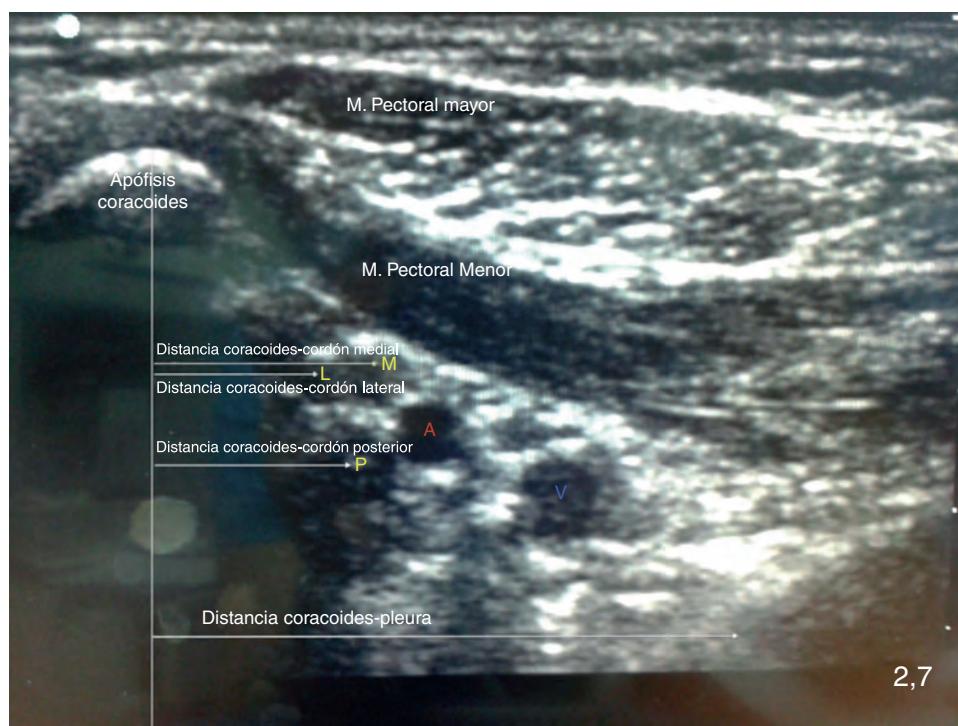


Figura 4 – Toma de medidas de distancia entre la apófisis coracoides y el plexo braquial y el plexo braquial y la pleura. A: arteria axilar, V: vena axilar; L: cordón lateral; M: cordón medial; P: cordón posterior.

Fuente: autores.

Tabla 1 – Características demográficas. Valores de peso, talla e índice de masa corporal (IMC) expresados en promedios e intervalos de confianza

Edad	Número de paciente	Género (proporción mujeres)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC	Lateralidad izquierda (proporción)
1-2 años	27	55%	11,1 (10-12,2)	0,81 (0,77-0,85)	16,9 (15,3-18,5)	44%
3-5 años	23	43%	15,9 (14,7- 17,1)	1,01 (0,97-1,06)	15,4 (14,4-16,4)	82%
6-10 años	27	33%	25,5 (22,6-28,5)	1,21 (1,16-1,26)	17,3 (15,6-18,9)	66%
11-16 años	23	47%	52,1 (44,9-59,2)	1,52 (1,46-1,58)	21,9 (19,7-24,1)	47%

Fuente: autores.

En pacientes entre 10 y 20 kg la localización de las estructuras anatómicas blanco en el «punto C» con ultrasonido fue no exitosa en el 13% de pacientes en aducción y en el 0% en abducción, deficiente en el 41% de pacientes en aducción y en el 43% en abducción y exitosa en el 46% de pacientes en aducción y en el 56% en abducción.

En pacientes mayores de 20 kg la localización de las estructuras anatómicas blanco en el «punto C» con ultrasonido fue no exitosa en el 13% de pacientes en aducción y en el 4,1% en abducción, deficiente en el 49% en aducción y en el 59,1% en abducción y exitosa en el 38% en aducción y en el 36% en abducción. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la identificación exitosa con ultrasonido en aducción o abducción de acuerdo al peso de los pacientes.

En cuanto a la calidad de visualización, el 88% de las mediciones se clasificaron como scores de Viena 2 y el resto tuvieron un score 3. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la visualización por grupos de edad.

Se realizó un análisis multivariado para establecer la correlación entre la distancia de la coracoides al cordón posterior con el peso y la talla, encontrando una correlación estadísticamente significativa en aducción (peso: $p=0,015$, talla $p<0,01$) y en abducción (peso y talla $p<0,01$).

Se evaluó la posición de los cordones del plexo braquial con respecto a la arteria axilar en aducción y abducción, utilizando una distribución horaria. Debido a que no se realizó intervención y por tanto no se identificaron los cordones utilizando neuroestimulación, se utilizaron las posiciones de los cordones que han sido descritas en estudios anatómicos previos. El cordón lateral se definió como el más superficial y más cercano a la apófisis coracoides, el cordón posterior se definió como el más posterior con respecto a la arteria y el cordón medial se definió como el que se encuentra localizado más frecuentemente entre la arteria y la vena axilar.

El cordón lateral se encontró entre las 7 y las 12 y la posición más frecuente a las 10 en aducción (50%) y a las 9 en abducción (47%) (figs. 5 y 6).

Tabla 2 – Distancias medidas en Aducción de la extremidad. Valores expresados en promedios e intervalos de confianza

Peso	Aducción lateral-coracoides (cm)	Aducción posterior-coracoides (cm)	Aducción medial-coracoides (cm)	Aducción coracoides-pleura (cm)	Aducción piel-lateral (cm)	Aducción piel – posterior (cm)	Aducción piel medial (cm)
<10 kg	1,12 (0,97-1,27)	1,34 (1,19-1,48)	1,54 (1,36-1,71)	2,35 (2,09-2,62)	1,3 (1,18-1,42)	1,6 (1,43-1,76)	1,41 (1,3-1,52)
11-20 kg	1,76 (1,66-1,87)	2,01 (1,88-2,13)	2,24 (2,14-3,35)	2,99 (2,86-3,11)	1,63 (1,55-1,72)	1,94 (1,84-2,05)	1,64 (1,54-1,73)
21-30 kg	2,24 (2,07-2,41)	2,64 (2,47-2,82)	2,7 (2,51-2,9)	3,39 (3,18-3,61)	1,87 (1,75-1,98)	2,21 (2,06-2,36)	1,84 (1,72-1,96)
31- 40 kg	2,72 (2,31-3,13)	3,03 (2,54-3,52)	3,26 (2,81-3,52)	3,43 (3,1-3,75)	2,01 (1,57-2,44)	2,41 (1,84-2,98)	1,97 (1,39-2,54)
41-50 kg	2,79 (2,3-3,27)	2,81 (2,37-3,24)	3,34 (2,89-3,78)	3,83	1,96	2,17	1,93
51-60 kg	3,23 (3,12-3,34)	3,85 (3,71-3,98)	3,69 (2,97-4,4)	3,96 (3,39-4,53)	3,35 (2,65-4,04)	3,96 (3,39-4,53)	3,37 (3,12-3,62)
> 60 kg	3,19 (2,98-3,40)	3,67 (2,85-4,49)	3,68 (3,34-4,01)	4,48	3,9	4,48	3,4

Fuente: autores.

Tabla 3 – Distancias medidas en abducción de la extremidad. Valores expresados en promedios e intervalos de confianza

Peso	Abducción lateral-coracoides (cm)	Abducción posterior-coracoides (cm)	Abducción medial-coracoides (cm)	Abducción coracoides-pleura (cm)	Abducción piel-lateral (cm)	Abducción piel – posterior (cm)	Abducción piel medial (cm)
<10 kg	0,94 (0,84-1,07)	1,14 (0,97-1,31)	1,29 (1,13-1,45)	1,97 (1,73-2,22)	1,23 (1,11-1,36)	1,43 (1,26-1,6)	1,19 (1,07-1,3)
11-20 kg	1,44 (1,33-1,56)	1,68 (1,55-1,8)	1,84 (1,71-1,98)	2,66 (2,49-2,83)	1,39 (1,33-1,45)	1,63 (1,56-1,69)	1,37 (1,3-1,45)
21-30 kg	1,81 (1,66-1,96)	2,06 (1,93-2,19)	2,22 (2,07-2,37)	2,8 (2,59-3)	1,6 (1,49-1,7)	1,82 (1,67-1,97)	1,54 (1,41-1,67)
31- 40 kg	2,09 (1,89-2,28)	2,46 (2,22-2,7)	2,49 (2,27-2,7)	4,28 (2,89-5,66)	1,86 (1,6-2,13)	2,1 (1,75-2,45)	1,65 (1,31-1,99)
41-50 kg	2,52 (2,11-2,92)	2,65 (2,28-3,02)	2,95 (2,5-3,4)	3,27 (2,75-3,78)	1,94 (1,84-2,03)	2,07 (2,02-2,12)	1,73 (1,52-1,94)
51-60 kg	2,21 (1,73-2,68)	2,62 (2,01-3,23)	2,68 (1,96-3,4)	4,14 (3,79-4,49)	2,58 (1,64-3,52)	2,92 (2,1-3,73)	2,59 (1,96-3,22)
> 60 kg	2,84 (2,48-3,19)	3,4 (2,92-3,98)	3,4 (3,18-3,73)	3,93	3,93	4,34	3,49

Fuente: autores.

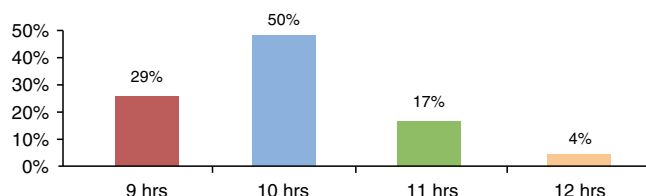


Figura 5 – Posición del cordón lateral en aducción.

Fuente: autores.

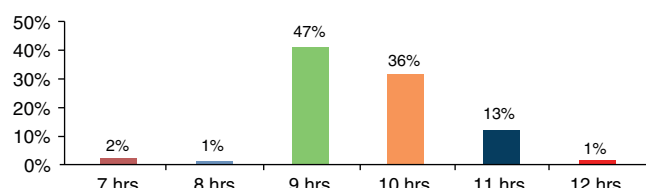


Figura 6 – Posición del cordón lateral en abducción.

Fuente: autores.

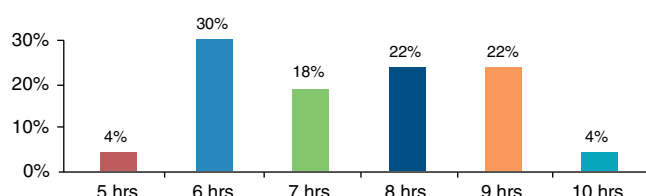


Figura 7 – Posición del cordón posterior en aducción.

Fuente: autores.

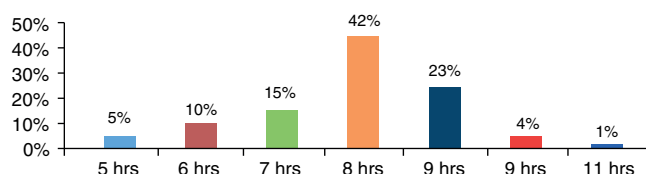


Figura 8 – Posición del cordón posterior en abducción.

Fuente: autores.

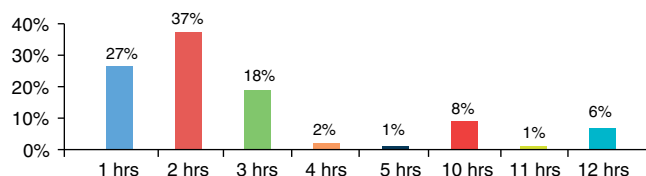


Figura 9 – Posición del cordón medial en aducción.

Fuente: autores.

El cordón posterior se encontró entre las 5 las 11. La posición más frecuente en aducción fue a las 6 (30%) y en abducción a las 8 (42%) (figs. 7 y 8).

El cordón medial fue el que presentó una posición más variable, principalmente en abducción. La posición más frecuente fue a las 2 en aducción (37%) y a las 10 en abducción (27%) (figs. 9 y 10).

La concordancia entre el abordaje de Wilson modificado y el ultrasonido para determinar el sitio ideal de punción fue 0,47 en aducción y en abducción.

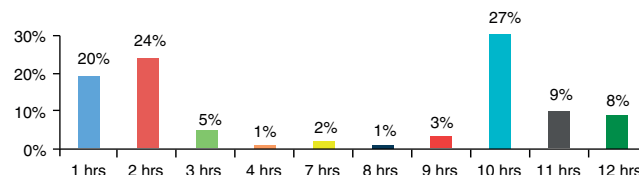


Figura 10 – Posición del cordón medial en abducción.

Fuente: autores.

Discusión

En este estudio se buscó determinar la concordancia entre el AIWM y el ultrasonido para localizar el sitio anatómico ideal de punción ya que no existen estudios clínicos sobre este en la literatura y solamente un estudio similar realizado en pacientes adultos. En el estudio publicado por Kuo et al.³⁴, se evaluó la precisión del abordaje coracoideo de Wilson para identificar el sitio de punción ideal en comparación con ultrasonografía en pacientes adultos. Se encontró que el abordaje basado en reparos anatómicos tuvo una tasa de precisión del 74,4%³⁴. En nuestro estudio la concordancia entre los reparos anatómicos (AIWM) y el ultrasonido para identificar el sitio ideal de punción fue apenas de 0,47, lo cual sugiere que este abordaje basado en reparos anatómicos podría no ser adecuado para predecir el sitio de punción ideal en pacientes pediátricos. Sin embargo, debido a la variabilidad anatómica habitual de los individuos, es poco probable que un método guiado por reparos anatómicos sea exitoso en el 100% de los casos sin requerir redireccionamientos de la aguja.

Es importante mencionar que debido a las dimensiones anatómicas de los pacientes pediátricos, la diferencia en distancia de 1 cm que podría ser irrelevante en un adulto, podría resultar significativa en un paciente pediátrico. Existen otros factores que modifican el éxito del bloqueo al primer intento como el ángulo de entrada de la aguja con respecto a la piel que puede generar un bloqueo fallido aun en presencia de un punto de entrada exacto definido por referencias anatómicas o por otros medios. En este sentido el ultrasonido tiene la ventaja al visualizar directamente la dirección de la aguja.

Se han realizado múltiples estudios en población adulta, utilizando RMN para facilitar el desarrollo de abordajes basados en reparos anatómicos^{15,27,35,36}. Sin embargo la realización de estudios que utilizan RMN o tomografía computarizada en niños sanos se encuentra limitada por el requerimiento de sedación o anestesia general, principalmente en niños pequeños que podrían presentar eventos adversos relacionados con los agentes anestésicos y exposición a radiaciones ionizantes³⁷⁻⁴⁰. Desde esta perspectiva, es válida la realización de estudios utilizando ultrasonido.

En el estudio publicado por Ruiz et al., se evaluó la influencia de la abducción del brazo sobre la distancia de la arteria axilar con respecto a la piel, la apófisis coracoides y la pleura utilizando ultrasonido en pacientes adultos. Se reportó una menor profundidad de la arteria axilar en abducción, pero no encontraron diferencias en la profundidad de la pleura en abducción ni en la distancia entre la apófisis coracoides y la arteria axilar⁴¹. En el estudio de Greher et al., se buscó identificar la precisión del abordaje infraclavicular vertical desarrollado por Kilka a través de mediciones por ultrasonido

en adultos sanos, encontrando que la precisión global del abordaje vertical de Kilka no fue suficiente para predecir el sitio óptimo de punción²².

En nuestro estudio no hubo diferencia estadísticamente significativa en la profundidad del plexo braquial, la distancia entre los cordones y la coracoides y la distancia entre la coracoides y la pleura en abducción, que es consistente con los resultados obtenidos en estudios realizados en adultos. Es posible que el ultrasonido subestime la profundidad de las estructuras del plexo braquial debido al efecto de la compresión ejercida por el transductor. Las mediciones obtenidas sugieren que la distancia entre la apófisis coracoides y el plexo braquial se modifica en un mayor grado en los niños menores a 20 kilos. Adicionalmente se encontró que el peso y la talla son variables independientes que modifican la distancia entre la apófisis coracoides y el cordón posterior. Lo anterior sugiere que en niños menores a 20 kilos se debería desarrollar una fórmula basada en el peso y la talla para calcular la distancia entre la apófisis coracoides y el plexo braquial para la realización bloqueos infraclaviculares.

En cuanto a la posición de los cordones del plexo braquial en relación con la arteria axilar, se encontraron en una posición altamente variable, principalmente el cordón medial. En un estudio previo realizado por Sauter et al., utilizando RMN en pacientes adultos, se encontraron los cordones del plexo braquial entre las 3 y las 11 horas (distribución horaria)³⁵. Una limitación de nuestro estudio consiste en que no se identificaron los cordones utilizando neuroestimulación y por esta razón no es posible asegurar que los cordones fueron identificados correctamente.

En este estudio no se observó a los pacientes de forma bilateral y esto puede ser una limitación del estudio, ya que se ha descrito que el 61% de los individuos presentan asimetría derecha/izquierda¹².

En una publicación de Pediatric Regional Anesthesia Network, se reportó una mayor tendencia a la realización de bloqueos periféricos de la extremidad superior con ultrasonido (82%), lo cual permite suponer que la disponibilidad del ultrasonido podría estar favoreciendo el aumento en la realización de bloqueos nerviosos periféricos⁴. En el estudio más reciente de L'Association Des Anesthésistes-Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Française, también se observó una mayor tendencia a la realización de bloqueos nerviosos periféricos en pacientes pediátricos⁴². A pesar de ventajas del ultrasonido³¹, en muchos países en vías de desarrollo existe una baja disponibilidad de estos equipos y por esta razón se continúan utilizando abordajes guiados por reparos anatómicos y neuroestimulación.

Conclusiones

La concordancia entre el abordaje infraclavicular coracoideo de Wilson modificado y el ultrasonido para determinar el sitio ideal de punción es baja; sin embargo, el éxito, requerimiento de redirecciones y complicaciones de este abordaje no han sido evaluados por estudios clínicos.

El peso y la talla son factores que determinan de forma independiente la distancia entre la apófisis coracoides y el cordón posterior tanto en aducción como en abducción. El plexo

braquial a nivel infraclavicular se encuentra ligeramente más superficial y más cercano a la apófisis coracoides durante la abducción de la extremidad superior; a su vez, los cordones se distribuyen de forma variable alrededor de la arteria axilar tanto en aducción como en abducción.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. De Putter CE, van Beeck EF, Looman CW, Toet H, Hovius SE, Selles RW. Trends in wrist fractures in children and adolescents, 1997-2009. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1810-5.
2. Shah SS, Rochette LM, Smith GA. Epidemiology of pediatric hand injuries presenting to United States emergency departments, 1990 to 2009. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72:1688-94.
3. Bates SJ, Hansen SL, Jones NF. Reconstruction of congenital differences of the hand. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124 1 Suppl:128e-43e.
4. Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg A, Krane EJ, Suresh S, et al. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg.* 2012;115:1353-64.
5. Bosenberg A. Neuraxial blockade and cardiac surgery in children. *Paediatr Anaesth.* 2003;13:559-60.
6. Bosenberg A. Pediatric regional anesthesia update. *Paediatr Anaesth.* 2004;14:398-402.
7. Bosenberg AT. Epidural analgesia for major neonatal surgery. *Paediatr Anaesth.* 1998;8:479-83.
8. Kehlet H. Epidural analgesia and postoperative outcome. *Lancet.* 2008;372:2109.
9. Kehlet H. Fast-track colorectal surgery. *Lancet.* 2008;371:791-3.
10. Tsui B, Suresh S. Ultrasound imaging for regional anesthesia in infants, children, and adolescents: a review of current

- literature and its application in the practice of extremity and trunk blocks. *Anesthesiology*. 2010;112:473-92.
11. Willschke H, Marhofer P, Machata AM, Lonnqvist PA. Current trends in paediatric regional anaesthesia. *Anaesthesia*. 2010;65 Suppl 1:97-104.
 12. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney JL, Franco CD, et al. Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding, 2008. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34:134-70.
 13. Hadzic A. *Textbook of regional anesthesia and acute pain management*. China: Mc Graw Hill; 2010.
 14. Salazar CH, Espinosa W. Infraclavicular brachial plexus block: variation in approach and results in 360 cases. *Reg Anesth Pain Med*. 1999;24:411-6.
 15. Wilson JL, Brown DL, Wong GY, Ehman RL, Cahill DR. Infraclavicular brachial plexus block: parasagittal anatomy important to the coracoid technique. *Anesth Analg*. 1998;87:870-3.
 16. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rasmussen H, Hesselbjerg L, Gurkan Y, Belhage B. Clinical evaluation of the lateral sagittal infraclavicular block developed by MRI studies. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:329-34.
 17. Rettig HC, Gielen MJ, Boersma E, Klein J, Groen GJ. Vertical infraclavicular block of the brachial plexus: effects on hemidiaphragmatic movement and ventilatory function. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:529-35.
 18. Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D, Jenkins MT. Infraclavicular brachial plexus block—a new approach. *Anesth Analg*. 1973;52:897-904.
 19. Sims JK. A modification of landmarks for infraclavicular approach to brachial plexus block. *Anesth Analg*. 1977;56:554-5.
 20. Rodriguez J, Barcena M, Alvarez J. Restricted infraclavicular distribution of the local anesthetic solution after infraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2003;28:33-6.
 21. Whiffler K. Coracoid block—a safe and easy technique. *Br J Anaesth*. 1981;53:845-8.
 22. Greher M, Retzl G, Niel P, Kamolz L, Marhofer P, Kapral S. Ultrasonographic assessment of topographic anatomy in volunteers suggests a modification of the infraclavicular vertical brachial plexus block. *Br J Anaesth*. 2002;88:632-6.
 23. Marhofer P. Vertical infraclavicular brachial plexus block in children: a preliminary study. *Paediatr Anaesth*. 2005;15:530-1.
 24. Kapral S, Jandrasits O, Schabernig C, Likar R, Reddy B, Mayer N, et al. Lateral infraclavicular plexus block vs. axillary block for hand and forearm surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1999;43:1047-52.
 25. Fleischmann E, Marhofer P, Greher M, Walzl B, Sitzwohl C, Kapral S. Brachial plexus anaesthesia in children: lateral infraclavicular vs axillary approach. *Paediatr Anaesth*. 2003;13:103-8.
 26. Ponde V, Athani B, Thruppall S. Infraclavicular coracoid approach brachial plexus block for radial club hand repair. *Paediatr Anaesth*. 2007;17:863-6.
 27. Klaastad O, Smith HJ, Smedby O, Winther-Larssen EH, Brodal P, Breivik H, et al. A novel infraclavicular brachial plexus block: the lateral and sagittal technique, developed by magnetic resonance imaging studies. *Anesth Analg*. 2004;98:252-6.
 28. Sedeek KA, Goujard E. The lateral sagittal infraclavicular block in children. *Anesth Analg*. 2007;105:295-7.
 29. Gurkan Y, Ozdamar D, Solak M, Toker K. Lateral sagittal infraclavicular block is a clinically effective block in children. *Eur J Anaesth*. 2008;25:949-51.
 30. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia*. 2004;59:642-6.
 31. Dillane D, Tsui BC. Is there still a place for the use of nerve stimulation? *Paediatr Anaesth*. 2012;22:102-8.
 32. Gamsden J. *Monitoring and documentation*. En: Hadzic A, editor. *Hadzic's peripheral nerve blocks and anatomy for ultrasound-guided regional anesthesia*. New York: Mc Graw-Hill; 2012. p. 71-9.
 33. Marhofer P. *Ultrasound guidance for nerve blocks. Principles and practical implementation*. 1.^a ed. New York: Oxford University Press; 2008.
 34. Kuo YW, Lu IC, Yen MK, Soo LY, Lu DV, Chu KS. The feasibility of surface landmark for coracoid infraclavicular brachial plexus block by ultrasonographic assessment. *Acta Anaesthesiol Taiwanica*. 2007;45:27-32.
 35. Sauter AR, Smith HJ, Stubhaug A, Dodgson MS, Klaastad O. Use of magnetic resonance imaging to define the anatomical location closest to all three cords of the infraclavicular brachial plexus. *Anesth Analg*. 2006;103:1574-6.
 36. 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;100:1184-8.
 37. Sinner B, Becke K, Engelhard K. Neurotoxicity of general anesthetics in childhood: does anesthesia leave its mark on premature babies, newborns and infants? *Der Anaesth*. 2013;62:91-100.
 38. Olsen EA, Brambrink AM. Anesthetic neurotoxicity in the newborn and infant. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26:535-42.
 39. Davidson AJ. Anesthesia and neurotoxicity to the developing brain: the clinical relevance. *Paediatr Anaesth*. 2011;21:716-21.
 40. Leiner T, de Jong PA, Nievelstein RA. CT scans in children and adolescents: only when appropriate and when optimized. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2013;157:A6711.
 41. Ruiz A, Sala X, Bargallo 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;108:364-6.
 42. Ecoffey C, Lacroix F, Giafre E, Orliaguet G, Courreges P, Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression F. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth*. 2010;20:1061-9.