



Evaluación de la motilidad diafragmática por ultrasonido en pacientes llevados a cirugía ortopédica de miembro superior bajo anestesia regional utilizando bloqueo infraclavicular

REINALDO GRUESO ANGULO¹, ANTONIO JOSÉ BONILLA RAMÍREZ², MILENA MORENO OLIVEROS², ALEJANDRA SANÍN HOYOS³, VERA WINOGRAD GÓMEZ⁴, MAURA ALEJANDRA RIVERA HERRERA⁴, VIVIANA OREJARENA ANZOLA⁴, ANA MARÍA LUNA DURÁN⁴, VERÓNICA LAVERDE ZERDA⁴

Cómo citar: Grueso Angulo R, Bonilla Ramírez AJ, Moreno Oliveros M, Sanín Hoyos A, Winograd Gómez V, Rivera Herrera MA, Orejarena Anzola V, Luna Durán AM, Laverde Zerda V. Evaluación de la motilidad diafragmática por ultrasonido en pacientes llevados a cirugía ortopédica de miembro superior utilizando bloqueo infraclavicular. Univ Med. 2016;57(2):155-62. doi: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.umed57-2.emdu>

Resumen

Introducción: el bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular ofrece anestesia completa, efectiva y segura para cirugías del miembro superior desde el tercio distal del brazo. El presente estudio evaluó la afectación de la motilidad diafragmática mediante evaluación ecográfica estandarizada en pacientes a quienes se les realizó esta técnica anestésica. **Materiales y métodos:** se reclutaron 53 pacientes programados para cirugía ortopédica del miembro superior distal al hombro. Se realizó escaneo

1 Médico anesestesiólogo. Director del Departamento de Anestesiología y profesor titular de la Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana-Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.

2 Médico(a) anesestesiólogo. *Fellow* en Anestesia Regional y Dolor. Profesor(a) titular, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana-Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.

3 Médica anesestesióloga. Magíster en Epidemiología Clínica y Bioestadística. Profesora titular, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana-Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.

4 Médica residente de Anestesiología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana-Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.

ultrasonográfico del diafragma de manera bilateral, antes y después de la realización del bloqueo. Se obtuvieron mediciones de motilidad diafragmática en inspiración forzada y espiración, utilizando un transductor Convex de baja frecuencia. Se localizó el punto más profundo de visualización del diafragma que permitiera su seguimiento durante inspiración/espiración en el modo M. **Resultados:** la medición de la motilidad diafragmática fue hecha de forma estandarizada en todos los pacientes antes y después del bloqueo, mediante una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa, a fin de obtener un valor promedio absoluto de 6,63 cm ($DE \pm 0,35$) y 6,75 cm ($DE \pm 0,42$), respectivamente. La prueba de *t* de Student no mostró diferencia estadísticamente significativa en el desplazamiento diafragmático antes y después de la intervención. **Conclusiones:** el uso de la ultrasonografía en la evaluación de la motilidad diafragmática es una herramienta simple, no invasiva y reproducible. En el bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular no se encontró evidencia de parálisis diafragmática ipsilateral; sin embargo, el resultado podría estar relacionado con la baja prevalencia de esta complicación en el abordaje evaluado y con la ausencia de estandarización de las variables medidas.

Palabras clave: ultrasonografía, plexo braquial, bloqueo nervioso, parálisis diafragmática, anestesia regional.

Title: Ultrasound-Guided Diaphragmatic Motility Evaluation in Patients Undergoing Orthopaedic Surgery of the Upper Limb Under Regional Anesthesia Using Infraclavicular Block

Introduction: Infraclavicular brachial-plexus block provides complete, effective and safe anesthesia for upper-limb surgical interventions from the distal third of the arm onwards. This study evaluated the possible compromise of diaphragmatic motility using standardized ultraso-

nographic evaluation in patients who underwent this anesthetic technique. **Methods:** 53 patients were recruited for upper-limb orthopedic surgery distal to the shoulder. Bilateral ultrasonographic exploration of the diaphragm was made both before and after the regional anesthesia was performed. Diaphragmatic motility measurements were taken in forced inspiration and expiration utilizing a Convex, low frequency transducer. The deepest point of diaphragmatic visualization was identified and followed during inspiration and expiration maneuvers using M Mode Ultrasonography. **Results:** A standardized measurement of diaphragmatic motility was performed in every patient both before and after the block was undertaken. We obtained both qualitative and quantitative measurements obtaining an average absolute value of 6.63 cm ($SD \pm 0,35$) and 6.75 cm ($SD \pm 0,42$), respectively. A statistical Student t test was performed demonstrating no significant difference in diaphragm movement before and after the anesthetic procedure. **Discussion:** The use of ultrasonography in the evaluation of diaphragmatic motility is a simple, non-invasive and reproducible tool. There is no evidence of diaphragmatic paralysis after infraclavicular brachial-plexus block. However, the result may be related to the low prevalence of this complication and with the absence of normal, standardized values of the variables of interest.

Key words: ultrasound, brachial plexus, nerve block, diaphragmatic paralysis, regional anesthesia.

Introducción

El bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular ofrece anestesia completa, efectiva y segura para el miembro superior y es útil en cirugías que involucran el tercio distal del brazo hasta la mano [1,2]. Una ventaja de este abordaje es

que al dirigir la aguja, esta se aleja del pulmón, lo cual evita complicaciones respiratorias como el neumotórax en la técnica supraclavicular y la parálisis diafragmática en la técnica interescalénica [2]. Sin embargo, existen reportes en la literatura sobre casos de parálisis diafragmática y aparición de componentes clínicos compatibles con bloqueo de la cadena simpática cervical, luego del bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular [3-8]. Diversos autores han utilizado la evaluación ultrasonográfica del movimiento diafragmático como técnica simple, sensible y reproducible para el diagnóstico de la parálisis del diafragma, al compararla con técnicas como la radiografía de tórax y la fluoroscopia [7,9-13].

En una serie de pacientes, la evaluación ecográfica del diafragma fue realizada en posiciones supino, semisentado y de pie, en que se comparó la medición basal de reposo (luego de espiración normal) con la medición en inspiración normal y en inspiración profunda (*sniff*, por su denominación en inglés) [14-16]. Los valores promedio de desplazamiento diafragmático en reposo y en inspiración profunda reportados en la literatura fueron $1,84 \pm 0,76$ y $7,88 \pm 1,33$ centímetros, respectivamente [17]. La excursión diafragmática mayor a 2,5 centímetros se ha usado como punto de corte para descartar disfunción diafragmática [14]. En otra serie, con pacientes en posición supino se definió la parálisis

diafragmática como su desplazamiento craneal (movimiento paradójico) o la ausencia de movimiento diafragmático con la inspiración profunda [16].

En la institución se ha utilizado con frecuencia la guía ultrasonográfica en bloqueos infraclaviculares para cirugías de miembro superior, y hasta la fecha se reportó un caso de parálisis diafragmática asociada, diagnosticada por clínica y radiografía de tórax. Teniendo en cuenta la frecuencia de uso de esta herramienta en la institución, y que la parálisis diafragmática es una de las potenciales complicaciones de la técnica, se decidió utilizar la ultrasonografía para determinar su utilidad en la evaluación de la motilidad diafragmática.

El objetivo de este estudio es determinar el grado de afectación de la función diafragmática ipsilateral al bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular con el uso de ultrasonido, en una serie de pacientes llevados a cirugía ortopédica de miembro superior.

Metodología

Se trata de una serie de casos, realizado entre enero y septiembre de 2013. Luego de la aprobación por parte del Comité de Ética y la Oficina de Investigaciones del Hospital Universitario San Ignacio, se reclutaron 53 pacientes en orden de ingreso, programados para cirugía ortopédica de miembro superior por debajo

del hombro, quienes aceptaron participar en el estudio y dieron su consentimiento informado por escrito. El tamaño de la muestra fue calculado para alcanzar un poder del 80% en la detección de parálisis diafragmática, de acuerdo con la incidencia estimada de diseminación rostral del anestésico local en el bloqueo infraclavicular [18].

Los criterios de inclusión fueron edad entre 18 y 80 años, pacientes programados para cirugía ortopédica del miembro superior unilateral y clasificación de estado físico ASA I, II y III. Los criterios de exclusión fueron contraindicación para anestesia regional periférica de miembro superior, presencia de parálisis diafragmática previa a la cirugía, antecedente de neuropatía periférica, alergia a alguno de los medicamentos, presencia de alteraciones cognitivas que incapacitaran para el seguimiento de instrucciones y falta de una adecuada red de apoyo para el cuidado postoperatorio.

El procedimiento incluyó para todos los pacientes monitoreo convencional, acceso venoso periférico con catéter 20 G o 18 G, lactato de Ringer a 5 ml/kg y aporte oxígeno suplementario por cánula nasal. En todos se realizó bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular con abordaje cora-

coideo y se hizo medición del movimiento diafragmático por ultrasonido antes del bloqueo y después de este. Dos evaluadores entrenados realizaron el escaneo ultrasonográfico del diafragma ipsilateral y contralateral al bloqueo infraclavicular. Se obtuvieron mediciones de motilidad diafragmática en inspiración forzada (*sniff*) y espiración, previa explicación de la técnica al paciente. Las mediciones se realizaron utilizando un transductor Convex de baja frecuencia ubicado en el espacio subcostal con dirección cefálica en el eje coronal oblicuo, teniendo como reparo la línea medio clavicular. Se localizó el punto más profundo de visualización del diafragma que permitiera su seguimiento durante la maniobra de inspiración/espiración en el modo M (figura 1). Se realizaron tres mediciones en centímetros de la excursión diafragmática antes del bloqueo del plexo braquial y después de este. La técnica se ejecutó con el paciente en decúbito supino, siguiendo los reparos anatómicos del abordaje coracoideo, descritos en otras publicaciones [1,19].

Se utilizó aguja de Stimuplex® de 50 mm con miliamperaje (mA) inicial de 1 mA y mínimo de 0,5 mA. La punción fue única y el volumen de anestésico local fue de 40 ml para todos los casos con multinyección.

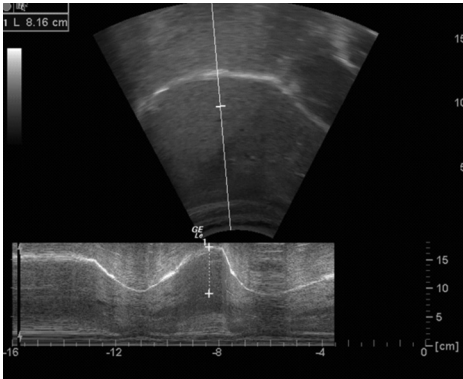


Figura 1. Imagen en modo B y en modo M con medición de la excursión diafragmática que observa la oscilación normal en el movimiento diafragmático. Imagen obtenida por el autor 2 (AJB)

El desenlace primario medido fue la aparición de cambios en la excursión diafragmática (figura 2) y los desenlaces secundarios fueron la aparición de hallazgos clínicos sugestivos de diseminación rostral del anestésico local (disnea, ptosis palpebral, lagrimeo, midriasis y otros) y la presencia de complicaciones (punción vascular, hematoma y otros).

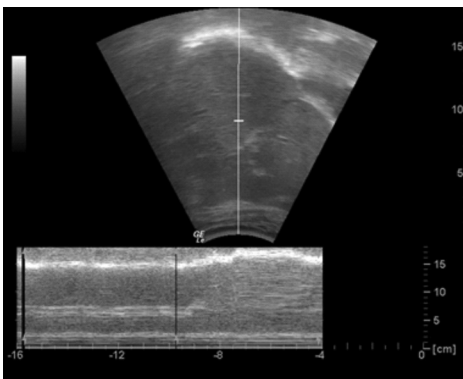


Figura 2. Imagen en modo B y en modo M, que encontró parálisis diafragmática dada por la ausencia de onda oscilatoria normal. Imagen obtenida por el autor 2 (AJB)

El análisis estadístico se realizó con la herramienta Stata. Se calcularon promedios y desviaciones estándar de las variables numéricas. Las variables categóricas se describieron con frecuencias. Se realizó un análisis comparativo de los promedios utilizando la prueba de *t* de Student con las mediciones obtenidas antes del bloqueo y después de este para buscar diferencias entre ellas.

Resultados

Se recolectaron 53 pacientes, hombres y mujeres programados para cirugía ortopédica de miembro superior. Las variables demográficas se describen en la tabla 1. La técnica con abordaje infraclavicular se llevó a cabo según un protocolo y sin inconvenientes en todos los pacientes. El bloqueo fue exitoso en el 92,4% de los pacientes.

Tabla 1. Características demográficas de la población

Edad (años)	47,60
Peso (kg)	66,40
Talla (m)	1,64
Índice de masa corporal (kg/m ²)	23,92

La medición de la motilidad diafragmática fue hecha de forma estandarizada en todos los pacientes antes del bloqueo y después de este. Se encontró un valor promedio absoluto de 6,63 cm (DE \pm 0,35) inicial y de 6,75 cm (DE \pm 0,42) posterior a este. La prueba de *t* de Student no mostró diferencias es-

tadísticamente significativas entre el promedio de desplazamiento diafragmático antes del bloqueo infraclavicular y después de este. Se halló que en 30 pacientes (56,6%) la medida inicial de la motilidad diafragmática resultó ser menor que la medida que se obtuvo luego de realizado el bloqueo de plexo braquial. En dos pacientes se obtuvo una diferencia absoluta mayor a 2,5 cm en la motilidad diafragmática (paciente 15: medida inicial 7,26 cm y medida final 10,92 cm; paciente 21: 17 cm y 21 cm).

Respecto a los desenlaces secundarios, no se detectaron signos clínicos de diseminación rostral del anestésico local como disnea, ptosis palpebral, lagrimeo o midriasis ipsilaterales al bloqueo. Se reportó punción vascular en cuatro pacientes como única complicación asociada.

Discusión

Luego de evaluar la motilidad diafragmática con ultrasonografía antes de realizar el bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular y después de este, no se evidenció afectación de la función diafragmática en ningún grado. Las mediciones de la motilidad diafragmática con relación a la técnica regional empleada no mostraron diferencias significativas y en más del 50% de los pacientes se obtuvo un mayor desplazamiento diafragmático posterior a la realización del bloqueo. Este hallazgo pudo relacionarse con la variabilidad interobservador

común al uso de la ultrasonografía y a la falta de estandarización tanto en la realización de la maniobra inspiración profunda por parte del paciente como en la medición con ultrasonido, dato que se considera susceptible de mayores estudios para lograr una estandarización posterior. También se consideró que la maniobra de inspiración profunda pudo hacerse de manera más confiable luego de que los pacientes tuvieron la posibilidad de ejecutar un mayor número de intentos, lo que aumentó así el rango de mediciones obtenidas posterior a la realización del bloqueo.

No se encontraron signos clínicos de parálisis diafragmática ni de diseminación rostral del anestésico local. Estos resultados pudieron relacionarse con la baja prevalencia reportada en la literatura para ambos resultados con el bloqueo de plexo braquial con abordaje infraclavicular [3,4]. Los valores promedio de excursión diafragmática antes del bloqueo infraclavicular y después de este, obtenidos en el estudio, estuvieron dentro del rango reportado por otros autores [14,17].

Si bien es posible que exista algún grado de variabilidad interobservador que justifique la diferencia numérica de los hallazgos obtenidos, la filosofía del *point of care* es llevar el ultrasonido de forma temprana a la cabecera del paciente para obtener información principalmente cualitativa y no cuantitativa de alteraciones que puedan afectar el

curso clínico. Siguiendo esta directriz, la tendencia actual de la evaluación de la motilidad diafragmática por medio de ultrasonido es puramente cualitativa. Sin embargo, al intentar aportar a esta evaluación un valor numérico que permitiera la comparación entre pacientes y momentos clínicos (previo y posterior al bloqueo), se añadió a la técnica empleada el elemento cuantitativo, que aun cuando tiene las limitaciones mencionadas, permite un análisis más objetivo de los datos.

El estudio se diseñó para detectar el impacto del bloqueo infraclavicular en la motilidad diafragmática, y este no se evidenció. La fortaleza está en demostrar que es clínicamente factible la evaluación cualitativa y cuantitativa de la motilidad diafragmática con guía ecográfica, que permita un diagnóstico temprano de parálisis diafragmática y una terapia oportuna y dirigida.

Entre las limitaciones del estudio están las mencionadas, que son atribuibles a las técnicas de ultrasonido *per se* y a la ausencia de estandarización tanto de la maniobra de inspiración/expiration como de la medición. En estudios futuros podría agregarse a la medición la profundidad a la que se encuentra el diafragma antes de la realización del bloqueo y después de este, teniendo en cuenta que un diafragma normal tiene un tono intrínseco y que al ser paralizado se ubicaría más profundo respecto al transductor.

Conclusiones

El uso de la ultrasonografía en la evaluación de la motilidad diafragmática es una herramienta simple, no invasiva, realizada a la cabecera del paciente y reproducible para el seguimiento de las complicaciones asociadas a las técnicas regionales periféricas. En el caso particular del bloqueo de plexo braquial por vía infraclavicular, este estudio no encontró evidencia de parálisis diafragmática ipsilateral; sin embargo, el resultado podría estar relacionado con la baja prevalencia de esta complicación en el abordaje infraclavicular.

Referencias

1. 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(2):210-21. doi: 10.1002/ca.22254
2. Monkowski DP, Vitale F. Infraclavicular brachial plexus block. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2006;10:106-9.
3. Bonilla AJ, Grueso R, Peñate EE. Parálisis diafragmática secundaria a bloqueo de plexo braquial vía infraclavicular para cirugía de miembro superior. *Rev Colomb Anestesiología.* 2011;39(4):589-94.
4. Yang CW, Jung SM, Kwon HU, Kang PS, Cho CK, Choi HJ. Transient hemidiaphragmatic paresis after ultrasound-guided lateral sagittal infraclavicular block. *J Clin Anesth* [Internet]. 2013;25(6):496-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2013.04.012>

5. Stadlmeyer W, Neubauer J, Finkl RO, Groh J. [Unilateral phrenic nerve paralysis after vertical infraclavicular plexus block]. *Anaesthesist*. 2000;49(12):1030-3.
6. Gentili ME, Deleuze A, Estèbe JP, Lebourg M, Ecoffey C. Severe respiratory failure after infraclavicular block with 0.75% ropivacaine: A case report. *J Clin Anesth*. 2002;14:459-61.
7. Rettig HC, Gielen MJM, 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.
8. Jandard C, Gentili ME, Girard F, Ecoffey C, Heck M, Laxenaire MC, et al. Infraclavicular block with lateral approach and nerve stimulation: Extent of anesthesia and adverse effects. *Reg Anesth Pain Med*. 2002;27:37-42.
9. Kim SH, Na S, Choi JS, Na SH, Shin S, Koh SO. An evaluation of diaphragmatic movement by M-mode sonography as a predictor of pulmonary dysfunction after upper abdominal surgery. *Anesth Analg*. 2010;110:1349-54.
10. Lloyd T, Tang Y-M, Benson MD, King S. Diaphragmatic paralysis: the use of M mode ultrasound for diagnosis in adults. *Spinal Cord Off J Int Med Soc Paraplegia*. 2006;44:505-8.
11. Urvoas E, Pariente D, Fausser C, Lipsich J, Taleb R, Devictor D. Diaphragmatic paralysis in children: Diagnosis by TM-mode ultrasound. *Pediatr Radiol*. 1994;24:564-8.
12. Balaji S, Kunovsky P, Sullivan I. Ultrasound in the diagnosis of diaphragmatic paralysis after operation for congenital heart disease. *Br Heart J*. 1990;64:20-2.
13. Summerhill EM, El-Sameed YA, Glidden TJ, McCool FD. Monitoring recovery from diaphragm paralysis with ultrasound. *Chest*. 2008;133:737-43.
14. Sarwal A, Walker FO, Cartwright MS. Neuromuscular ultrasound for evaluation of the diaphragm. *Muscle Nerve*. 2013;47(3):319-29. doi: 10.1002/mus.23671
15. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. *Chest*. 2009;135:391-400.
16. Lloyd T, Tang Y-M, Benson MD, King S. Diaphragmatic paralysis: the use of M mode ultrasound for diagnosis in adults. *Spinal Cord*. 2006;44(8):505-8.
17. Testa A, Soldati G, Giannuzzi R, Berardi S, Portale G, Gentiloni Silveri N. Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound Med Biol*. 2011;37(1):44-52.
18. Angulo RG, Hoyos AS, Ramírez AJB, Carreño AG. Comparación entre la técnica de multi-inyección y la inyección única con localización del nervio mediano en el bloqueo infraclavicular para cirugía del miembro superior. *Rev Colomb Anestesiol*. 2010;38(1):22-32.
19. Macfarlane A, Anderson K. Infraclavicular brachial plexus blocks. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2009;9(5):139-43. doi: 10.1093/bjaceaccp/mkp024

Correspondencia

Reinaldo Grueso Angulo
 rgrueso@javeriana.edu.co
