

# Evaluación ultrasonográfica de la parálisis hemidiafragmática secundaria a bloqueo interescalénico

Guadalupe Zaragoza-Lemus,\* Marisol Limón-Muñoz,\* Wendy García-Reyes\*

## Resumen

**Introducción:** en cirugía de hombro, el bloqueo del plexo braquial vía interescalénica tiene una incidencia de paresia hemidiafragmática del 100%, debido a la parálisis del nervio frénico. Vigilar el hemidiafragma se convierte en un parámetro de seguridad ventilatoria. **Objetivo:** identificar y confirmar la parálisis hemidiafragmática mediante ecografía posterior al bloqueo interescalénico.

**Material y métodos:** estudio prospectivo, secuencial, que incluyó 50 pacientes programados para cirugía de hombro con bloqueo interescalénico mediante neuroestimulación. Se evaluó y verificó el movimiento diafragmático por ecografía, antes de la colocación del bloqueo y al término del procedimiento quirúrgico, para comparar las mediciones pre y postbloqueo y confirmar su presencia e incidencia.

**Resultados:** hubo diferencia estadística significativa ( $p < 0.001$ ) en las mediciones pre y postbloqueo en comparación con la duración del ciclo respiratorio al inicio y final del procedimiento quirúrgico en ventilación normal y forzada. Lo mismo sucedió con la profundidad a la que se localizó el hemidiafragma ( $p < 0.001$ ). El 90% de los pacientes no experimentó eventos adversos, 8% tuvo síndrome de Horner y 2% hipoestesia auricular. Todos los casos con volumen de anestésico local de 30 mL tuvieron parálisis hemidiafragmática.

**Conclusiones:** el ultrasonido es una herramienta fidedigna que permite visualizar en tiempo real el ciclo respiratorio y medir el domo diafragmático, con lo que se identifica la hemiparesia diafragmática.

**Palabras clave:** bloqueo interescalénico, cirugía de hombro, parálisis hemidiafragmática, nervio frénico, ultrasonido.

## Abstract

**Background:** In shoulder surgery, interscalene brachial plexus block has an incidence of 100% hemidiaphragm palsy due to phrenic nerve block. Controlling the hemidiaphragm becomes a security ventilation parameter. **Objective:** identify and evaluate with ultrasound hemidiaphragm paralysis after interscalene block.

**Methods:** This prospective study included 50 patients scheduled for shoulder surgery with interscalene block using neurostimulation. Diaphragmatic movement was evaluated by ultrasound prior to placement of block and the end of the surgical procedure to make the comparison between the two measurements.

**Results:** Comparing the duration of the respiratory cycle at the start and the end of the surgical procedure, both normal and forced ventilation, there is a statistically significant difference of  $p < 0.001$ , as with the depth of the hemidiaphragm was found  $p < 0.001$ . 90% of patients had no adverse events, 8% had Horner's syndrome and 2% periauricular hypoesthesia. Hemidiaphragm paralysis was found in all cases, with a volume of 30 mL local anesthetic.

**Conclusions:** Ultrasound is a reliable tool that allows real time viewing of the respiratory cycle and measurements of the diaphragm dome it serves to identify diaphragmatic hemiparesis.

**Key words:** Blockade, shoulder surgery, respiratory paralysis, phrenic nerve, ultrasound, interscalene brachial plexus.

## Introducción

Hoy día, la cirugía de hombro abierta o por artroscopia es muy común, esta última se practica con bloqueo del plexo

braquial, con abordaje interescalénico. La incidencia de paresia hemidiafragmática durante el bloqueo interescalénico analgésico o anestésico es del 100%,<sup>1</sup> debido a que el nervio frénico se baña secundariamente con anestésico local o como resultado de la migración rostral hacia las raíces de C3, C4 y C5, por tratarse de un abordaje "volumen dependiente".<sup>2</sup>

Los movimientos diafragmáticos se han estudiado por medio de fluoroscopia,<sup>3</sup> técnica de gran valor para diagnosticar la parálisis diafragmática porque permite la visualización directa de los movimientos diafragmáticos, aunque no es útil para estudios repetitivos o de larga duración debido a que requiere radiografías, además de que implica el uso de radiación ionizante, que no es un método práctico para visualizar la paresia del hemidiafragma que sobreviene después del bloqueo interescalénico durante el transoperatorio.

Una de las alternativas recientes es el ultrasonido, que tiene ventajas sobre el fluoroscopio, la ecografía carece de radiación ionizante y puede usarse, incluso, en la cama

\* División de Anestesiología. Instituto Nacional de Rehabilitación. Secretaría de Salud, México, D. F.

### Correspondencia:

Dra. Guadalupe Zaragoza Lemus  
Instituto Nacional de Rehabilitación.  
Av. México Xochimilco 289, colonia Arenal de Guadalupe,  
Delegación Tlalpan, C.P. 14389, México, D.F.  
Tel.: 59991000, Ext.: 11220  
Correo electrónico: zararegional@hotmail.com

Recibido para publicación: 29-06-2011

Aceptado para publicación: 15-02-2012

del paciente de forma práctica.<sup>4</sup> Además, se acepta como un método cualitativo de evaluación del movimiento diafragmático en condiciones normales y patológicas.<sup>5</sup> La ecografía en modo M (en movimiento) es una técnica valiosa para detectar anomalías diafragmáticas anatómicas o funcionales. En combinación con la espirometría puede ser una técnica coadyuvante y útil para estudios de la función respiratoria. La hemiparesia diafragmática puede detectarse por ultrasonido mediante cambios en la dirección del movimiento de caudal (normal) a cefálico (paradójico) durante la inspiración forzada.<sup>3</sup>

El objetivo de este estudio es mostrar, en cirugía de hombro, la utilidad clínica del ultrasonido para identificar la parálisis hemidiafragmática posterior al bloqueo interescalénico, como un método factible que compara las medidas obtenidas antes y después de la anestesia regional.

## Material y métodos

Estudio prospectivo, descriptivo y secuencial efectuado en 50 pacientes que se incluyeron al azar, entre los programados de manera electiva, para cirugía de hombro. Los límites de edad fueron 15 y 78 años, con clasificación del estado físico de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) entre I y III. Se excluyeron los pacientes con neumopatía previa, antecedentes psiquiátricos u obesidad. Los pacientes se incluyeron al estudio luego de contar con la aprobación del Comité de Ética e Investigación interna y con el consentimiento informado anestésico individual.

**Técnica anestésica:** el procedimiento se realizó en la sala de bloqueos, con monitorización no invasiva de la presión arterial, pulsioximetría, electrografía continua, oxígeno suplementario FiO<sub>2</sub> al 29% y un acceso venoso. Todos los pacientes se premedicaron cinco minutos antes del procedimiento con 0.5 µg por kg de peso de fentanilo y 20 µg por kg de peso de midazolam con el propósito de lograr una ansiólisis ligera. Para la medición del hemidiafragma, los pacientes se colocaron en posición de semisentado y se les instruyó para que respiraran tranquilamente e inhalaran con profundidad e hicieran una exhalación forzada lo más rápido posible. Estas maniobras se efectuaron en repetidas ocasiones para la medición hemidiafragmática. Se utilizó un equipo de ultrasonido portátil (Sonosite Micro Maxx® SE, Bothell, WA, USA) con un transductor convexo de 5-2 MHz en modo B (bidimensional) para localizar el hemidiafragma y, enseguida, en modo M (en movimiento) para observar el movimiento del ciclo respiratorio (Figuras 1, 2 y 3). Como ventana acústica se usó el hígado (Figura 2), colocando el transductor entre la línea medio-clavicular y la línea axilar anterior, en el área subcostal, con movimientos en dirección medial, craneal y dorsal para visualizar el



**Figura 1.** Escaneo de la parte derecha del hemidiafragma con transductor de baja frecuencia para identificar la ventana acústica hepática. El transductor se coloca justo por debajo del reborde subcostal para localizar la ventana acústica hepática con los ecos en dirección cefálica.



**Figura 2.** Sono-anatomía que muestra la ventana acústica hepática. Flecha 1: vesícula biliar; flecha 2: sistema porta, flecha 3 cúpula o domo diafragmático.



**Figura 3.** Medición del ciclo respiratorio: flecha 1 medición en modo B; flecha 2 medición del modo en movimiento.

tercio posterior del hemidiafragma derecho; o el bazo, colocando el transductor en posición subcostal o intercostal baja, entre la línea axilar anterior y media, dependiendo del lado a bloquear.<sup>6</sup> Terminada la medición se realizó el bloqueo interescalénico con los pacientes en posición de decúbito supino con la cabeza girada hacia el lado contralateral, tomando como referencias anatómicas el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo, el cartilago cricoides a nivel del cuerpo vertebral de C6, la clavícula y el surco interescalénico, usando una aguja aislada de 50 mm calibre 22 × 2" (Stimuplex® A B/Braun) conectada a un neuroestimulador (Stimuplex® DigRC B/Braun Melsungen AG) con una corriente inicial de 0.8 mA (con duración de pulso de 0.1 milisegundos, y frecuencia de estimulación de 2 Hz). La aguja se introdujo entre los músculos escaleno anterior y medio, en dirección perpendicular a la piel y se avanzó de 1 a 2 cm de profundidad usando un ángulo de discrepancia en el plano sagital de 61.1° (en un rango de 50° a 78° ± 6.1°),<sup>7</sup> hasta observar contracción de los músculos deltoides, bíceps, pectoral, o tríceps, que permanecieron con 0.2 a 0.5 mA y se aceptaron como respuestas motoras adecuadas. Previa aspiración negativa se administraron 30 mL de volumen compuesto de ropivacaína 150 mg al 0.75% + lidocaína simple 200 mg al 2%, con aspiración constante cada 5 mL. Luego del bloqueo interescalénico los pacientes se trasladaron al quirófano y colocaron en posición de "silla de playa" o sedente. Se evaluó el bloqueo motor y sensitivo cada cinco minutos hasta los 20 minutos con la prueba de las 4 P's.<sup>8</sup> Enseguida se efectuó el procedimiento quirúrgico, con sedación intraoperatoria con midazolam 1.5 a 3 mg y fentanilo 50 a 100 µg intravenoso. Al término de la operación, y aún en posición de sentado, volvió a medirse el hemidiafragma siguiendo el procedimiento descrito, registrando los parámetros del ciclo respiratorio, el monitoreo ventilatorio y cualquier efecto colateral.

Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central (media) y medidas de variabilidad (desviación estándar). Para la comparación de variables con t de Student, el análisis se realizó con el programa estadístico SPSS para Windows versión 18.

## Resultados

Se incluyeron 50 pacientes con características demográficas que se detallan en el Cuadro I. El lado operado fue, en 32% (16 casos), el izquierdo, el derecho 68% (34 pacientes). El tipo de cirugía realizada se observa en el Cuadro II. Debido al lado a operar, la ventana acústica utilizada fue 68% (34 casos) hepática y 32% (16 casos) bazo. No se registraron bloqueos incompletos ni efectos clínicos adversos en 90% de los pacientes, Cuadro III. La duración del ciclo respiratorio antes del bloqueo durante la ventilación

**Cuadro I.** Características demográficas de los pacientes con evaluación ecográfica del diafragma durante el bloqueo interescalénico

	Media	Desviación estándar (DE)	Rangos
Edad promedio (años)	48.96	± 20.35	15 – 78
Peso (kg)	68.55	± 10.43	47 – 88.5
Talla (cm)	162	± 11	140 – 189
IMC*	26.22	± 3.71	17.64 – 36.67

\*IMC = Índice de masa corporal.

**Cuadro II.** Descripción del tipo de cirugía realizada en los 50 pacientes con bloqueo interescalénico

Cirugía realizada	Porcentaje y número de casos
Reparación abierta del manguito rotador	36% (20)
Osteosíntesis de cabeza humeral	34% (13)
Artroscopia de hombro	26% (14)
Tenotomía de bíceps	4% ( 3)

**Cuadro III.** Complicaciones registradas postbloqueo interescalénico

Tipo de Complicación	Porcentaje y Número de casos
Ninguna	90% (45)
Síndrome de Horner	8% (4)
Hipoestesia auricular	2% (1)

normal fue de  $0.61 \pm 0.39$  segundos y durante la ventilación forzada de  $0.55 \pm 0.37$  segundos. En cuanto a la profundidad inicial a la que se localizó el hemidiafragma fue de  $26.10 \pm 5.17$  cm. Después del bloqueo, la duración del ciclo respiratorio aumentó durante la ventilación normal y la ventilación forzada hasta  $0.78 \pm 0.49$  segundos, con una profundidad final menor de  $18.94 \pm 4.3$  cm; esto significa una contracción del mismo respecto a la medición antes del bloqueo. Cuadro IV. Al comparar la duración del ciclo respiratorio inicial con la final en los tres parámetros registrados existe una diferencia estadística significativa  $p < 0.001$ . En todos los casos se identificó un cambio ventilatorio se-

**Cuadro IV.** Comparación de los tres parámetros registrados durante el ciclo respiratorio para identificar la hemiparesia diafragmática antes y después del bloqueo interescalénico en la muestra de estudio

Ventilación normal (segundos)	0.61 ± 0.39	1.88 ± 0.86	< 0.001*
Ventilación forzada (segundos)	0.55 ± 0.37	0.78 ± 0.49	< 0.001*
Profundidad (cm)	26.10 ± 5.17	18.94 ± 4.3	< 0.001*

\*Significación estadística

cundario al abatimiento del hemidiafragma. El Cuadro V refleja dos parámetros de monitoreo ventilatorio habitual, sin mostrar alteraciones de importancia; es decir, que durante la paresia hemidiafragmática el dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO<sub>2</sub>) y la pulsioximetría (SpO<sub>2</sub>) se mantuvieron en valores promedio de 24 mmHg y 91%, respectivamente.

## Discusión

La anestesia regional actual es una de las técnicas que ofrece mayor número de ventajas y beneficios durante la cirugía de hombro, entre otras con mejor control del dolor, analgesia postoperatoria superior a la de los opioides, con mínima invasión a la vía aérea, menos costos económicos, menor náusea y vómito, una estancia hospitalaria corta, incluso favorece la rehabilitación temprana; por todo lo anterior ha incrementado su popularidad en centros especializados. Por todo eso vale la pena identificar y minimizar la parálisis o disfunción diafragmática posterior al bloqueo interescalénico, sobre todo en pacientes con obesidad o afecciones respiratorias.<sup>9</sup>

Es común en otros hospitales que la anestesia general complementa el bloqueo de plexo braquial de manera rutinaria, pero en este estudio existe una gran diferencia en

**Cuadro V.** Mediciones transanestésicas promedio del monitoreo respiratorio durante la cirugía con fracción inspirada de oxígeno al 29%.

50 pacientes	ETCO <sub>2</sub>	SPO <sub>2</sub>
Promedio	24 mmHg	91%
Desviación estándar	± 8	± 6

ETCO<sub>2</sub> = dióxido de carbono al final de la espiración con ventilación espontánea.

SpO<sub>2</sub> = pulsioximetría

comparación con otros países, y es que la analgesia se efectúa sólo con bloqueo interescalénico que hace que el paciente permanezca sedado, con ventilación espontánea.

El ultrasonido ha demostrado que la mejor visualización es a nivel del domo diafragmático, debido a que la delgadez del mismo permite observarlo en modo M.<sup>7</sup> A pesar de ser un método no invasivo, la ultrasonografía en modo M tiene ciertos inconvenientes técnicos, por lo que el operador debe encontrar el mejor abordaje para obtener una adecuada visualización diafragmática; dependiendo de la morfología del paciente y tratando de evitar el gas intestinal.<sup>6</sup> En este estudio, la mayoría de los pacientes se operó de la extremidad superior derecha, usando como ventana acústica el hígado, que resultó de mayor facilidad y mejor visualización en comparación con los de cirugía de extremidad superior izquierda donde la ventana acústica era el bazo. La evaluación del hemidiafragma izquierdo es difícil debido a la ventana acústica (bazo) más limitada, en comparación con el lado derecho donde se usa el hígado y, por lo tanto, la ventana acústica es mayor.<sup>5</sup> La ultrasonografía en modo M tiene muchas ventajas en comparación con otras técnicas disponibles: ofrece una visualización directa del movimiento diafragmático, proporciona una curva tiempo-movimiento, describe cuantitativamente los movimientos diafragmáticos. La mayor parte de las técnicas que hoy se practican, como la presión transdiafragmática y los cambios en el rango de la circunferencia de abdominal a torácica, sólo permiten la evaluación indirecta de la motilidad diafragmática.<sup>6</sup>

Después de colocar el bloqueo interescalénico, el anestesiólogo se enfrenta al déficit de las capacidades pulmonares debido a la parálisis del hemidiafragma que, si bien se describió como una “complicación” por el tipo de anestesia, en la actualidad se sabe que es un evento esperado y de rutina clínica. Por lo tanto, debe estarse preparado con el tipo de monitorización adecuada, que incluye presión arterial no invasiva, electrocardiografía, pulsioximetría (SpO<sub>2</sub>) y el dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO<sub>2</sub>) con ventilación espontánea.

Sólo en un reporte reciente se planteó la hipótesis de que colocar el bloqueo con ultrasonido o neuro-estimulación con 10 mL de anestésico local, puede resultar en menor incidencia de paresia hemidiafragmática; sin embargo, cuando ésta se evaluó con ultrasonido<sup>4</sup> la incidencia de la paresia hemidiafragmática fue de 100%, independientemente de la técnica de localización del plexo braquial (paresias, neuroestimulación o ultrasonido). Al realizar el bloqueo interescalénico, secundariamente sobreviene el bloqueo del nervio frénico, con la consiguiente parálisis hemidiafragmática. Este nervio, compuesto de la rama anterior motora de la raíz espinal de C4, y de las ramas accesorias de las raíces espinales de C3 y C5, tiene un trayecto caudal en-



tre los músculos escaleno anterior y el homohioideo, y es alcanzado debido a la difusión ventral del anestésico local hacia el mismo. En un intento por disminuir su incidencia se han utilizado volúmenes menores de anestésico local y presión digital para prevenir la difusión cefálica del mismo,<sup>2</sup> pero ninguno de estos métodos había demostrado ser efectivo, por la falta de evaluación del diafragma. Ahora se publican estudios que demuestran que reducir el volumen utilizado de 20 a 10 mL en un bloqueo interescalénico a nivel del cartilago cricoides no disminuye la incidencia de paresia hemidiafragmática.<sup>4</sup> Otros reportes de la bibliografía indican que la aplicación de 5 mL de ropivacaína en C5 y C6 originan una incidencia de paresia hemidiafragmática de 45%.<sup>9</sup> Otro estudio reporta que sólo 10 mL en C7 dan lugar a parálisis hemidiafragmática en 13% de los pacientes,<sup>2</sup> cuando los volúmenes son tan pequeños como 2.9 mL y una dosis efectiva al 95% de 3.6 mL para ropivacaína no se identifica ningún caso de parálisis, sino hasta las 22 horas posteriores a la inyección.<sup>10</sup> Antes se creía que la parálisis hemidiafragmática ocurría prácticamente en 100% de los casos, así como el síndrome de Horner y la disfonía, con volúmenes altos; ahora, con la introducción de la ecografía, se puede reducir el volumen e identificar el grado de parálisis; en nuestro estudio con neuroestimulación se usaron 30 mL de volumen de anestésico local y se obtuvo 100% de parálisis hemidiafragmática.

Con la medición preoperatoria del hemidiafragma por ecografía puede obtenerse un acercamiento más exacto de la mecánica ventilatoria y fraccionar los volúmenes de anestésico local. En este estudio se demostró el abatimiento estadísticamente significativo del hemidiafragma por bloqueo del nervio frénico; sin embargo, no se tradujo en cambios clínicamente perceptibles por los pacientes, ni medibles por el investigador, porque ninguno de ellos manifestó datos de dificultad respiratoria, disminución de la saturación de oxígeno o aumento del CO<sub>2</sub> expirado que obligaran a cambiar o complementar con anestesia general la técnica anestésica utilizada.<sup>11</sup> Por lo tanto, se concluye que el ultrasonido es un método factible de utilizar en el momento en que se coloca el bloqueo interescalénico y permite la visualización en tiempo real del ciclo respiratorio, el domo diafragmático y realizar mediciones de las imágenes obtenidas. Quizá las investigaciones futuras obliguen a disminuir el volumen

mínimo de anestésico local efectivo y a identificar por ecografía la parálisis y clasificar el grado de hemiparesia y su repercusión mediante espirometría transoperatoria.

## Referencias

1. Urmev WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991;72(4):498-503.
2. Renes SH, Rettig HC, Gielen MJ, Wilder-Smith OH, Geffen GJ. Ultrasound-Guided Low-Dose Interscalene Brachial Plexus Block Reduces the Incidence of Hemidiaphragmatic Paresis. *Reg Anesth and Pain Med* 2009;34(5):498-502.
3. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography. Methods, Reproducibility, and Normal Values. *CHEST* 2009;135(2):391-400.
4. Sinha S, Abrams J, Barnett J, Muller J, Lahiri B, Bernstein B, et al. Decreasing the Local Anesthetic Volume from 20 to 10 mL for Ultrasound-Guided Interscalene Block at the Cricoid Level Does Not Reduce the Incidence of Hemidiaphragmatic Paresis. *Reg Anesth Pain Med* 2011;36(1):17-20.
5. Ayoub J, Cohendy R, Prioux J, Ahmaidi S, Bourgeois JM, Dauzat M, et al. Diaphragm Movement Before and After Cholecystectomy: A Sonographic Study. *Anesth Analg* 2001;92(3):755-761.
6. 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(5):1349-1354.
7. Sardesai AM, Patel R, Denny NM, Menon DK, Dixon AK, Herrick MJ, et al. Interscalene brachial plexus block: can the risk of entering the spinal canal be reduced? A study of needle angles in volunteers undergoing magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2006;105(1):9-13.
8. Thompson GE, Brown DL. The common nerve blocks. In: Nunn JF, Utting JE, Brown BR, ed. *General Anesthesia* 5th ed. Londres: Butterworth; 1989, p. 1068-1069.
9. Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJL. Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2008;101(4):549-556.
10. Renes SH, van Geffen GJ, Rettig HC, Gielen MJ, Scheffer GJ. Minimum effective volume of local anesthetic for shoulder analgesia by ultrasound-guided block at root C7 with assessment of pulmonary function. *Reg Anesth Pain Med* 2010;35(6):529-534.
11. Kessler J, Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. An ultrasound study of the phrenic nerve in the posterior cervical triangle: implications for the interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(6):545-550.