Incidencia del bloqueo del nervio frénico en los bloqueos supraclaviculares diagnosticado por ecografía

Alumno: Andrés Esteban Mangione Hevilla

Tutor: Nicolás Alberto Alet

Co-Tutor: Eduardo Pérez

Facultad de Ciencias Médicas
Universidad Nacional de Rosario
Carrera de Especialización en Anestesiología

Resumen

La hemiparálisis diafragmática es una complicación conocida aunque infradiagnosticada de los bloqueos supraclaviculares del plexo braquial causada por bloqueo secundario del nervio frénico ipsilateral a la realización del mismo. La ecografía diafragmática se posiciona como un método eficaz, seguro, realizable bed-side, repetible y reproducible, frente a otras alternativas con menos ventajas.
Se realizó un estudio observacional descriptivo prospectivo en el que se incluyeron 40 pacientes programados para cirugía de miembro superior, a los que se le realizaron mediciones diafragmáticas pre y post bloqueo supraclavicular con sonda sectorial 1-5MHz midiendo variables cuantitativas y cualitativas, asimismo se pesquizaron signos de diseminación rostral del anestésico local y saturaciones de oxihemoglobina (SpO_2) ≤ 90%.
La incidencia encontrada en el estudio fue de 25% (n=10), con una ocurrencia en el sexo femenino de 7 casos y 3 casos en el masculino (p=0.006).Se realizaron 26 bloqueos del lado derecho(65%) y 14 del lado izquierdo (35%) donde se encontró una incidencia de bloqueo del nervio frénico de 30.7% (n=8) y 14.3% (n=2) respectivamente sin diferencia estadísticamente significativa(p=0.446) . Se observaron signos de diseminación rostral en el 20%(2 casos) de los casos con parálisis hemidiafragmática.
La incidencia del bloqueo frénico diagnosticado por la ecografía fue del 25%. Este método diagnóstico seguro, portátil, repetible y reproducible se muestra eficaz y constituye un arma fundamental en el arsenal de la anestesiología moderna. Ya sea para la realización de un bloqueo seguro como para la detección de sus complicaciones.

Palabras clave

Ecografía del diafragma; Parálisis diafragmática; Parálisis diafragmática y anestesia del plexo braquial, Bloqueo supraclavicular

Índice

Contenido

Resumen 2
Palabras clave 2
Índice 3
Introducción 4
Objetivo General 7
Objetivos Específicos 7
Material y métodos 7
Diseño 7
Pacientes 7
Entorno 7
Variables 7
Intervenciones 8
Análisis Estadístico 8
Comité de ética 8
Resultados 8
Discusión 10
Conclusión 11
Referencias Bibliográficas 11

Introducción

El bloqueo del plexo braquial es el método anestésico más utilizado en los procedimientos quirúrgicos de los miembros superiores, en especial el supraclavicular. Y probablemente, la técnica de anestesia regional no neuroaxial más estudiada[1]. Su tasa de aplicación tiene un porcentaje de utilización que oscila entre 70 y 97 % del total de anestesias administradas, cifras que corresponden en su mayoría a las Unidades de Cirugía Ambulatoria. En algunas instituciones, representó aproximadamente el 20 % del total de las anestesias administradas[2,3]. La anestesia regional tiene una historia tan antigua como la propia génesis de la anestesia. Desde 1884 William Halsted realizó el primer bloqueo regional del miembro superior. En 1911, Hirschel ejecutó el primer bloqueo axilar percutáneo. Fue en 1978, cuando La Grange[4] usó el Doppler para localizar e identificar la vena y la arteria subclavias y se dio el primer paso en el uso de la ultrasonografía aplicada a la anestesia regional. Abramowitz y Cohe[5] emplearon el Doppler para localizar la arteria axilar. En 1989 Ting y Sivagnanratnam[6] utilizaron el ultrasonido para colocar un catéter dentro de la vaina axilar en diez pacientes y confirmaron la colocación correcta del anestésico local (AL) con el 100 % de éxitos y sin complicaciones. En 1994 con el advenimiento de los grandes avances tecnológicos alcanzados en materia de resolución de imágenes obtenidas por ultrasonido, apareció el primer artículo en que se establece una visión ecográfica directa del plexo braquial como guía para la realización del bloqueo junto a la visión de la distribución del AL. Mas tarde, investigadores en Toronto demostraron imágenes de alta calidad del plexo braquial con el uso del ultrasonido[1].

La ecografía es una técnica introducida en los últimos años de la década de los 70's para guiar la inserción de las agujas y efectuar bloqueos nerviosos. Desde entonces, se ha establecido un creciente interés y progresiva incorporación de esta tecnología con sucesivos informes de abordaje de nervios y plexos[1].

El ultrasonido point-of-care se ha convertido en una herramienta diagnóstica ampliamente utilizada en unidades de cuidados intensivos y durante el período peri-operatorio[7].

La valoración de la función diafragmática ha sido clásicamente poco considerada debido a la dificultad de su exploración. La aparición de la ecografía diafragmática ha aportado luz al problema y ofrece un terreno amplio que mejora significativamente nuestra capacidad diagnóstica y terapéutica en el paciente crítico o en los pacientes sometidos a anestesia regional del plexo braquial. La parálisis o la hipoquinesia diafragmática aparece como un problema mucho más frecuente de lo que se creía. La ecografía permite su diagnóstico precoz así como la cuantificación dinámica del problema facilitando la toma de decisiones preventivas y terapéuticas precoces. También se está delineando como un instrumento de guía en el proceso de destete de la ventilación mecánica y en el abordaje más seguro del plexo braquial[8].

El diafragma contribuye a generar el 75% del volumen corriente en la respiración tranquila[9]. Sin embargo, en la respiración forzada, este porcentaje se reduce por entrada en acción de la musculatura extrínseca, por más que eltrabajo realizado por el diafragma también se hace máximo. El fallo de un hemidiafragma en un paciente sano apenas genera problemas en la respiración tranquila, pero supone disnea en caso de esfuerzo físico[10].

Entre las posibles causas de esta disfunción destacan las siguientes[9]:en primer lugar y en nuestro ámbito, la anestesia regional del miembro superior que puede bloquear el nervio frénico causando parálisis unilateral. Una segunda causa la constituyen la cirugía torácica, la cardiaca o la abdominal. En tercerlugar, la sepsis. Demoule et al.[11]

Es de recalcar que Summerhillen asegura que hasta un 6% de los sujetos sanos pueden presentar movimiento paradójico durante la inspiración[12] , es decir una parálisis hemidiafragmática idiopática.

Se han empleado diferentes técnicas para el diagnóstico de la parálisis diafragmática. De ellas, el gold estándar es la medición de la variación de la presión transdiafragmática[13] mediante 2 balones colocados en esófago y estómago. Sin embargo, no es posible hacerla en condiciones clínicas normales y resulta inútil en la detección de la parálisis unilateral, pues el otro lado es suficiente como para generar variación de presión[14]. La fluoroscopia, por su parte, es más útil en caso de parálisis unilateral que bilateral (veremos una elevación del hemidiafragma paralizado). Sin embargo genera muchos falsos negativos debido a que muestra la zona más alta del diafragma, que es la menos móvil[13]. La radiografía de tórax presenta una sensibilidad del 90%y una especificidad del 44%[15]para la parálisis unilateral. Pero en la bilateral, la simetría del movimiento hace quesea inútil. La resonancia magnética nuclear tiene buena correlación entre imagen y funcionalidad[16], pero no siempre es posible trasladar a un paciente a la resonancia. Los test de función pulmonar (espirometría) muestran una disminución en la capacidad vital, que de forma aislada es poco específica y no pueden discriminar entre una parálisis hemidiafragmática o bilateral. Como mucho pueden hacer sospechar debilidad global. Finalmente, la electromiografía, en respiración espontánea o tras estimulación eléctrica del nervio frénico, resulta especialmente útil para diferenciar causas neuropáticas y miopáticas de la disfunción diafragmática[12], pero no tiene aplicación fácil en nuestro entorno.
La utilidad del ultrasonido (US) en modo B y M para el estudio cualitativo de la cinética diafragmática fue reportado por primera vez en el año 1975 por Harper, quien evidenció el movimiento de los órganos abdominales[17]. En los últimos años la evaluación sonográfica del diafragma ha ganado popularidad.[7] La mayoría de los estudios publicados sobre la capacidad de la ecografía para el diagnóstico de las alteraciones diafragmáticas son series de casos, lo que les resta potencia. Pero eso no significa que no sea válida, sino que es una prueba en evolución cuya validación va realizándose poco a poco, de hecho, el número de estudios publicados sobre el tema crece cada año[8]. Es una técnica incruenta, sin radiación, realizable a pie de cama, repetible cuantas veces sea necesario y que permite medir la excursión diafragmática (destinada a diagnosticar disfunciones), medir el engrosamiento diafragmático durante el ciclo respiratorio en la zona de aposición costal (que representa la contractilidad del diafragma), medir el esfuerzo diagramático, distinguir entre hipoquinesia y parálisis monitorizando su evolución en el tiempo, y distinguir las parálisis unilaterales y las bilaterales[8].
los bloqueos del plexo braquial provocan parálisis transitorias que son motivo de estudio cada vez con más frecuencia y cuya detección puede ayudar en el postoperatorio de ciertos pacientes propensos a desarrollar una insuficiencia respiratoria[8]. El examen sonográfico del tórax permite al anestesiólogo que realiza anestesia loco-regional evaluar y realizar el diagnóstico rápido de algunas de las complicaciones asociadas a esta técnica anestésica como la aparición de disnea aguda debida a neumotórax o disfunción diafragmática, principalmente en pacientes de alto riesgo[18].La evaluación sonográfica del diafragma presenta una elevada sensibilidad (93%) y especificidad (100%) para el diagnóstico de disfunción del nervio frénico[19] y posee mayor agudeza diagnóstica que otros métodos portátiles como la fluoroscopía[13,20, 21].

El bloqueo de plexo braquial es uno de los métodos anestésicos más utilizados para la cirugía de miembro superior. Proporciona anestesia quirúrgica, analgesia postoperatoria, analgesia durante la rehabilitación, analgesia en el tratamiento del dolor crónico y mejora el flujo sanguíneo de la extremidad superior, es una técnica útil, segura y económica[22]. Incrementándose más aún su utilización con de el advenimiento de las las técnicas ecoguiadas. La incidencia de parálisis transitoria del nervio frénico es del 100% cuando se utilizan técnicas guiadas por reparos anatómicos y parestesias[23,24]. Dicha parálisis se

encuentra limitada a la duración de acción del anestésico local y aparece cuando se utilizan volúmenes de anestésico local mayores a 10 ml[25]. Se ha reportado una incidencia del 45% de parálisis diafragmática ipsilateral con volúmenes reducidos (5 ml) utilizando técnicas ecoguiadas[26]. El análisis de la función diafragmática es un aspecto muy poco estudiado en la anestesia del plexo braquial. Sin embargo, sabemos que en función del tipo de abordaje y del volumen inyectado tendremos un porcentaje diferente de casos de afectación del hemidiafragma ipsilateral por bloqueo del nervio frénico[27]. Así, en el bloqueo interescalénico, se produce este problema en más de un 99% de los casos cuando se inyectan volúmenes ≥ 30 ml, reduciéndose este porcentaje cuando el volumen inyectado se aproximaa 10 ml. Y en el bloqueo supraclavicular, y debido a que el nervio frénico se encuentra también localizado cerca dela arteria subclavia, se produce un bloqueo frénico en un 25-50% de los casos[27]. También puede haber parálisis diafragmática por lesión directa del nervio frénico durante la punción. Para comprender esto, basta con conocer la anatomía del paquete vasculonervioso a ese nivel. El nerviofrénico discurre en paralelo y en proximidad a los componentes del plexo braquial al tener un origen común[7]. Si bien es posible evidenciar con US la paresia diafragmática luego de 5 minutos de administrado el anestésico local, debería repetirse la examinación a los 15 y 30 minutos luego de realizado el bloqueo para dar tiempo al desarrollo completo de la parálisis del nervio frénico[23,24].

Otras complicaciones menos frecuentes atribuidas a diseminación rostral del anestésico local incluírian el Síndrome de Horner(miosis, ptosis parcial y anhidrosis en el lado ipsilateral), raro con una incidencia cercana al 1%, y bloqueo del nervio laríngeo recurrente (voz ronca) mas rara aún.[28]

Las complicaciones mecánicas clásicamente descriptas a la que la ecografía ha ayudado a reducir incluyen neumotórax, puncion arterial, lesión de nervio y hematomas. Aún mas rara por suerte, la toxicidad sitémica por anestésicos locales.[28]

La valoración de la función diafragmática ha sido clásicamente poco considerada debido a la dificultad de su exploración. La aparición de la ecografía diafragmática ha aportado luz al problema y ofrece un terreno amplio que mejora significativamente nuestra capacidad diagnóstica y terapéutica en el paciente crítico o en los pacientes sometidos a anestesia regional del plexo braquial.[8]

La utilización de anestesia regional ecoguiada para las cirugías de miembro superior representa una herramienta fundamental en el manejo de este tipo de pacientes, aunque no exenta de riegos, entre ellos se encuentra la parálisis diafragmática por bloqueo del nervio frénico. Usualmente poco diagnosticada por su escasa repercusión en el paciente sano[7], la saturación de oxígeno puede permanecer sin cambios o existir una disminución menor al 7%[26], por el contrario pudiendo ocasionar un fallo respiratorio agudo cuando el paciente presenta múltiples comorbilidades, recibe elevados volúmenes y/o concentración de anestésicos locales o existe disminución de la reserva contráctil en el hemidiafragma contralatera.[10,29]

El examen sonográfico del tórax permite al anestesiólogo que realiza anestesia loco-regional evaluar y realizar el diagnóstico rápido de algunas de las complicaciones asociadas a esta técnica anestésica como la aparición de disnea aguda debida a neumotórax o disfunción diafragmática, principalmente en pacientes de alto riesgo.[7,30]

Objetivo General

- Analizar la incidencia de la parálisis diafragmática causada por el bloqueo del nervio frénico secundario a bloqueo supraclavicular realizado bajo guía ecográfica

Objetivos Específicos

- Detectar la ocurrencia de bloqueos hemidiafragmáticos idiopáticos en la población sana
- Analizar la factibilidad de la ecografía como método de diagnóstico para la parálisis diafragmática secundaria al bloqueo supraclavicular del plexo braquial.

Material y métodos

Diseño

Se diseñó un estudio observacional descriptivo prospectivo.

Pacientes

Se incluyeron 40 pacientes programados para cirugía de miembro superior bajo anestesia regional del plexo braquial supraclavicular o anestesia combinada.

Criterios de Inclusión

- ASA ≤ 3
- Ayuno ≥8 horas
- Pacientes de 16 a 75 años de edad

Criterios de Exclusión

- Contraindicación para realización de anestesia regional
- Movimiento paradojal del diafragma en la primera medición
- Imposibilidad de correcta visualización ecográfica
- Bloqueo insatisfactorio

Entorno

Hospital Provincial del Centenario de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, República Argentina.

Variables

Se mideron variables:

- demográficas: edad (años), peso (kg), altura (cm), sexo (masculino o femenino).
- Relativas a la técnica anestésica: tipo de cirugía a realizar, lugar del bloqueo (derecha o izquierda), desaturaciones < 90% SpO2 (si o no), síntomas de diseminación rostral (si, no, ¿Cúal?)

- Relativas al escaneo diafragmático: se midieron ambos hemidiafragmas, tomando 4 mediciones antes del bloqueo y a los 30 minutos de realizado el mismo, asi se obtubieron 8 mediciones por cada hemidiafragma: respiracion tranquila 0 y 30 minutos (cm), Respiración forzada 0 y 30 minutos (cm), maniobra de sniff 0 y 30 minutos, y movimiento cualitativo 0 y 30 minutos (si o no)

Intervenciones

En sala de pre-anestesia, bajo control de oximetría de pulso, se realizó venoclisis en miembro contralateral a la intervención (de preferencia), se administró dosis de Midazolam 0.03mg/kg y Citrato de Fentanilo 0.5mcg/kg, colocándose mascarilla de oxígeno con FiO2 0.3.
Con el paciente colocado en decúbito supino y la cabecera elevada a 30º, previa a la realización del bloqueo, un operador distinto al que realizó el bloqueo, procedió a escanear ambos diafragmas utilizando sonda microconvex (1-5Mhz), con ecografo Sonosite Micromaxx, tomando medidas cualitativas y cuantitativas en respiración tranquila, respiración forzada y maniobra de sniff. Luego se procedió a realizar el bloqueo supraclavicular.
Habiendo estandarizado la técnica, utilizanco aguja AGUJA STIMUPLEX A® 0,7 X 50 MM 30º G-22, conectada a neuro estimulador Stimuplex® Dig Rc, seteado a 2 Hz y 0.3 mA, realizando inyección múltiple de solución de bupivacaína 0.25% 25 ml.
Transcurridos 30 minutos de la realización del bloqueo, un operador distinto al que realizó la primera medición procededió a realizar las mismas variables que el primer operador y a consignar si existen signos de diseminasión rostral del anestésico local y/o descensos en la Spo_2 por debajo del 90%.

Análisis Estadístico

Se presenta el promedio acompañado del desvío estándar (DE) para describir las variables continuas y las frecuencias junto con los porcentajes para las variables categóricas. Se utilizó el Test U de Mann-Whitney y el Test de Fisher, según correspondiera. Los resultados con una probabilidad asociada menor que 0.05 se consideraron estadísticamente significativos.

Comité de ética

Se elevó el proyecto al comité de ética del Hospital Provincial del Centenario de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fé, junto con el consentimiento informado, el cuál fue aprobado por el mismo, y fue firmado por cada participante del presente estudio.

Resultados

Se incluyeron 40 pacientes que fueron sometidos a cirugias del miembro superior bajo bloqueo supraclavicular del plexo braquial, la edad promedio fue de 34.7 años (DS 13.4). El 32.5% (n=13) correspondió al sexo femenimo, mientras el 67.5% (n=27) fue de sexo masculino.(tabla 1).
Se realizaron 26 bloqueos del lado derecho (65%), mientas que 14 correspondieron al lado izquierdo (35%) (tabla 2).

Tabla 1 – Datos basales o generales, ver de los pacientes (n=40).

Edad (años) [a]	34.7 (13.4)
Peso (k) [a]	70.2 (11.7)
Talla (cm) [a]	166.2 (8.4)
Sexo (femenino) [b]	13 (32.5%)
Lado del bloqueo (derecho) [b]	26 (65.0%)

Los datos se presentan como: [a] promedio (desvío estándar). [b] nº (%).

La incidencia de bloqueo frénico hallada en el estudio fue del 25 % (10 casos). La cantidad de mujeres en las que de detectó bloqueo del nervio frénico fue 53.85% (7 casos), mientras que en los hombres correspondió a 11.11% (p=0.006. (tabla 2).

Tabla 2 – Presencia de bloqueo frénico según las características antropométricas de los pacientes analizados (n=40).

	Sin bloqueo frénico (n=30)	**Con bloqueo frénico (n=10)**	***p***
Peso (k) [a]	70.4 (9.9)	69.5 (16.7)	0.730
Talla (cm) [a]	167.8 (7.6)	161.5 (9.5)	0.072
Sexo [b]			0.006
Femenino	6 (46.2%)	7 (53.8%)	
Masculino	24 (88.9%)	3 (11.1%)	
Lado del bloqueo [b]			0.446
Derecho	18 (69.2%)	8 (30.8%)	
Izquierdo	12 (85.7%)	2 (14.3%)	

Los datos se presentan como: [a] promedio (desvío estándar) – p: probabilidad asociada al Test U de Mann-Whitney. [b] nº (%) – p: probabilidad asociada al Test de Fisher.

Cabe destacar que tanto la maniobra de sniff, como la evaluación cualitativa del movimento diafragmático, resultaron negativas en todos los casos en los que se detectó parálisis frénica.
Los pacientes que presentaron signos de diseminación rostral del anestésico local (2 casos), presentaron parálisis frénica secundaria a bloqueo supraclavicular (p=0.058).
Ninguno de los pacientes en los que se detectó parálisis hemidiafragmática presentó desaturación $SpO_2 \leq 90\%$ ni disnea.
No se detectó ningún paciente con movimiento paradojal diafragmático en el estudio.

Discusión

El uso de la ecografía en anestesiología se ha instalado y ha venido cambiando la forma de realizar practicas intervencionionistas como los bloqueos regionales, canalización de vasos sanguíneos, etc, pero también en la monitorización y diagnóstico de los pacientes en le perioperatorio.

La ecografía diafragmática ha ido evolucionando hasta poder ofrecer una exploración reglada del funcionamiento diafragmático y nos permite detectar la existencia y la evolución de las alteraciones de su movilidad así como la potencia de contracción, constituyendo una herramienta de gran utilidad en la exploración y manejo del enfermo crítico o tras la anestesia del plexo braquial.[7]

La incidencia hallada en el presente trabajo (25%), concuerda con otros autores[27,31,32] , aunque la bibliografía no hace referencia a la prevalencia en el sexo femenino que se encontró en el presente estudio, resultando la diferencia entre ambos estadísticamente significativa (p=0.0065).

Teniendo en cuenta el lado de presentación del bloqueo diafragmático si bien es cierto que fue más frecuente del lado derecho, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa (p=0.446), por lo que no se puede concluir que el bloqueo frénico secundario al bloqueo supraclavicular del plexo braquial tiende a presentarse mayoritariamente cuando se realiza de un lado u otro, este es otro aspecto que no aparece detallado en la bibliografía.

El 20% de los casos con bloqueo frénico presentaron signos de diseminación rostral, y no se presentaron en ninguno de los pacientes que no presentaron bloqueo (p=0.058), por lo que se podría inferir, que la presencia de signos de diseminación rostral del anestésico local diagnosticarían una hemiparálisis diafragmática asociada al bloqueo regional, pero su ausencia no la descartaría. Si bien la incidencia de síndrome de Horner fue del 5% de la muestra, en contraste con el 1% reportado en la literatura[28], esto se podría deber al volumen estandarizado utilizado, aunque habria que ampliar la muestra para sacar conclusiones de peso.

No se encontraron asociaciones estadísticas entre el peso y la talla de los pacientes y la incidencia de presentacion del bloqueo frénico.

Como lo asevera Riazi S[26] los pacientes sin comorbilidades, pese a presentar una parálisis hemidiafragmática no presentaron signos de insuficiencia respiratoria ni $Spo_2 \leq 90\%$.

Tanto la maniobra de sniff como la valoración cualitativa del movimiento diafragmático resultaron diagnósticas en todos los casos de parálisis hemidiafragmática, por lo que se podría inferir que resultan los elementos diagnósticos a tener en cuenta cuando de busca detectarlo, como lo recalcan autotes como Acosta. C[7] y de la Quintana[8].

La ecografía diafragmática ofrece un terreno amplio que mejora significativamente nuestra capacidad diagnóstica y terapéutica en el paciente crítico o en los pacientes sometidos a anestesia regional del plexo braquial. La parálisis diafragmática aparece como un problema mucho más frecuente de lo que se creía. La ecografía permite su diagnóstico precoz así como la cuantificación dinámica del problema facilitando la toma de decisiones preventivas y terapéuticas precoces.[7,8] El ultrasonido point-of-care se ha convertido en una herramienta diagnóstica ampliamente utilizada en unidades de cuidados intensivos y durante el período peri-operatorio. Las ventajas de este método incluyen seguridad, ausencia de radiación ionizante y posibilidad de realizar examinación en tiempo real a la cabecera del paciente.[7]

Conclusión

La incidencia del bloqueo frénico diagnosticado por la ecografía diafragmática fue del 25%. Este método diagnóstico seguro, portátil, repetible y reproducible se muestra eficaz y constituye un arma fundamental en el arsenal de la anestesiología moderna. Ya sea para la realización de un bloqueo seguro como para la detección de sus complicaciones.

La ecografía diafragmática ha ido evolucionando hasta poder ofrecer una exploración reglada del funcionamiento diafragmático y nos permite detectar la existencia y la evolución de las alteraciones de su movilidad así como la potencia de contracción, constituyendo una herramienta de gran utilidad en la exploración y manejo del enfermo crítico o tras la anestesia del plexo braquial. Sin embargo, aún no hay suficientes estudios como para poder afirmar que los datos de referencia de la normalidad son exactos, lo cual no resta valor a la técnica pues el análisis comparado de la evolución de cada paciente tiene ya en sí mismo un gran valor diagnóstico[8].

Referencias Bibliográficas

1. Lenis Chacón FJ, et col, Bloqueo del plexo braquial por vía supraclavicular y axilar guiados por ultrasonido. Rev cub anestesiol reanim vol.16 no. 1 abr. 2017
2. Chin KJ, Alakkad H, Cubillos JE. Single, double or multiple-injection techniques for non-ultrasound guided axillary brachial plexus block in adults undergoing surgery of the lower arm. Cochrane Database of Systematic Reviews 2013, Issue 8. Art. No. CD003842. DOI: 10.1002/14651858.CD003842.pub4.
3. Chan VW, Perlas A, McCartney CJ, Brull R, Xu D, Abbas S. Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. Can J Anaesth. 2007;54(3):176-82. Erratum in: Can J Anaesth. 2007;54(7):594.
4. La Grange P, Foster PA, Pretorius LK. Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. Br J Anaesth. 1978;50(9):965-7.
5. Abramowitz HB, Cohen C. Use of Doppler for difficult axillary block. Anesthesiology. 1981;55(5):603.
6. Ting PL, Sivagnanaratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anaesthetic during axillary brachial plexus block. Br J Anaesth1989;63(3):326-9.
7. Acosta Cecilia M, Urbano M.S, Tusman G. Estudio sonográfico del diafragma. Una nueva herramienta diagnostica para el anestesiólogo. . Rev Chil Anest 2018; 47: 110-124.
8. de la Quintana Gordon FB et al. Valoración ecográfica de la función diafragmática y sus aplicaciones en el paciente crítico, en ventilación mecánica y en la anestesia del plexo braquial.Rev Esp Anestesiol Reanim. 2017;64(9):513-521.
9. Gerscovich EO, Cronan M, McGahan JP, Jain K, Jones CD, McDo-nald C. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion.J Ultrasound Med. 2001;20:597---604.
10. Hart N, Nickol AH, Cramer D, Ward SP, Lofaso F, Pride NB,et al. Effect of severe isolated unilateral and bilateral diaph-ragm weakness on exercise performance. Am J Respir Crit Med.2002;165:1265---70.
11. Demoule A, Jung B, Prodanovic H, Molinari N, Chanques G,Coirault C, et al. Diaphragm dysfunction on admission to theintensive care unit. Prevalence, risk factors, and prognostic impact-a prospective study. Am J Respir Crit Care Med.2013;188:213---9.

12. Summerhill EM, El-Sameed YA, Glidden TJ, McCool FD. Monitoring recovery from diaphragm paralysis with ultrasound. Chest.2008;133:737---43.
13. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S,Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. IntensiveCare Med. 2013;39:801--810. DOI 10.1007/ s00134-013-2823-1.
14. Scilla P, Cappello M. Determinants of diaphragmatic motioning unilateral diaphragmatic paralysis. J Appl Physiol.2004;96:96---100.
15. Chetta A, Rehman AK, Moxham J, Carr DH, Polkey MI. Chestradiography cannot predict diaphragm function. Respir Med.2005;99:39---44.
16. Gierada DS, Curtin JJ, Erickson SJ, Prost RW, Strandt JA,Goodman LR. Diaphragmatic motion: Fast gradient-recalled-echo MR imaging in healthy subjects. Radiology. 1995;194:879---84.
17. Haber K, Asher M, Freimanis AK: Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion in intraabdominal diseases. Radiology 1975, 114:141-4.
18. Haskins SC, Tsui BC, Nejim JA, Wu CL, Boublik J. Ultrasound for the regional anesthesiologist and acute pain specialist. Reg Anesth Pain Med 2017;42:289-298.
19. Boon AJ, Sekiguchi H, Harper CJ, Strommen JA, Ghahfarokhi LS, Watson JC, Sorenson EJ: Sensitivity and specificity of diagnostic ultrasound in the diagnosis of phrenic neuropathy. Neurology 2014; 83:1264-70.
20. Houston JG, Fleet M, Cowan MD, McMillan NC. Comparison of ultrasound with fluoroscopy in the assessment of suspected hemidiaphragmatic movement abnormality. Clin Radiol 1995;50:95-8.
21. Testa A, Soldati G, Giannuzzi R, et al. Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. Ultrasound Med Biol. 2011;37:44-52.
22. María Concepción Serratos-Vázquez, Complicaciones en la anestesia de plexo braquial. Rev, Mexicana de anestesiología, Vol. 30. Supl. 1, Abril-Junio 2007.
23. Urmay 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;72:498-503.
24. Urmey WF, Gloeggler PJ. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume. Reg Anesth. 1993;18:244-9.
25. Sala-Blanch X, Lázaro JR, Correa J, Gómez-Fernandez M. Phrenic nerve block caused by interscalene brachial plexus block: effects of digital pressure and a low volume of local anesthetic. Reg Anesth Pain Med. 1999;24:231-5.
26. Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJ. 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;101:549-556.
27. Zhai W, Wang X, Rong Y, Li M, Wang H. Effects of a fixedlow-dose ropivacaine with different volume and concentrationson interscalene brachial plexus block: A randomized contro-lled trial. BMC Anesthesiol. 2016;16:80, http://dx.doi.org/10.1186/s12871-016-0248-4.
28. Kusre S , McEwen A , Matthew G. Bloqueo Supraclavicular del Plexo Braquial Guiado por Ultrasonido. WFSAHQ. 2018 www.wfsahq.org/components/com_virtual_library/media/2acd1e58c348bfa026b

edc90bc130dff-384-Bloqueo-supraclavicular-del-plexo-braquial-guiado-por-ultrasonido.pdf
29. Smith MP, Tetzlaff JE, Brems JJ: Asymptomatic profound oxy-hemoglobin desaturation following interscalene block in a geriatric patient. Reg Anesth Pain Med 1998; 23:210-3.
30. Haskins SC, Tsui BC, Nejim JA, Wu CL, Boublik J. Ultrasound for the regional anesthesiologist and acute pain specialist. Reg Anesth Pain Med 2017;42:289-298.
31. Guirguis M, Karroum R, Abd-Elsayed AA, Mounir-Soliman L.Acute respiratory distress following ultrasound-guided supracla-vicular block. Ochsner J. 2012;12:159---62.
32. Knoblanche GET. The incidence and aetiology of phrenic nerveblockade associated with supraclavicular brachial plexus block.Anaesth Intensive Care. 1979;7:346---9.