

**FRECUENCIA Y FACTORES RELACIONADOS CON PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA  
POSTERIOR A LA REALIZACIÓN DE BLOQUEOS INTERESCALÉNICO, DEL TRONCO  
SUPERIOR Y SUPRACLAVICULAR, GUIADOS POR ULTRASONIDO, EN UN HOSPITAL  
DE TERCER NIVEL DE BOGOTÁ.**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**

Universidad del Rosario

Facultad de Medicina

División de Postgrados

Bogotá D.C., 10 de Enero de 2019

**FRECUENCIA Y FACTORES RELACIONADOS CON PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA  
POSTERIOR A LA REALIZACIÓN DE BLOQUEOS INTERESCALÉNICO, DEL TRONCO  
SUPERIOR Y SUPRACLAVICULAR, GUIADOS POR ULTRASONIDO**

**Autores**

**John Jairo Osorio**

**Paola Chinchilla Hermida**

**Asesor clínico y metodológico**

**Dra. Paola Andrea Chinchilla Hermida**

**Universidad del Rosario**

**Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud**

**Especialización Anestesiología y Reanimación**

**Bogotá D.C., 10 de Enero de 2019**

## **Identificación**

**Institución académica:** Universidad del Rosario

**Dependencia:** Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

**Título de la investigación:** frecuencia y factores relacionados con parálisis diafragmática posterior a la realización de bloqueos interescalénico, del tronco superior y supraclavicular, guiados por ultrasonido, en un hospital de tercer nivel de Bogotá

**Instituciones participantes:** Universidad del Rosario, Hospital Universitario Mayor Méderi.

**Tipo de investigación:** Institucional, mixta, postgrado

**Investigador principal:** Paola A. Chinchilla, John J. Osorio.

**“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.**

## **Agradecimientos**

**El apoyo de mi familia en este proyecto ha sido infinito, permitiéndome tener la perseverancia y paciencia para lograr contribuir en un vacío en el conocimiento, a mi tutora quien de la mano me apoyo, oriento y condujo hasta el final de esta investigación, y sin duda al hospital universitario Mayor Méderi por permitirme lleva a cabo y terminar la investigación. Mil gracias a todos.**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	9
2.	Planteamiento del problema .....	10
3.	Justificación .....	12
4.	Marco teórico.....	13
	4.1 Generalidades y consideraciones anatómicas .....	13
	4.2 Bloqueos del plexo braquial por encima de la clavícula guiados por ultrasonido .....	16
	4.2.1 Bloqueo interescalénico .....	16
	4.2.2 Bloqueo del tronco superior.....	19
	4.2.3 Bloqueo supraclavicular .....	21
	4.3 Parálisis del nervio frénico después de bloqueos por encima de la clavícula. ....	23
	4.4 Ultrasonido como herramienta diagnóstica de parálisis diafragmática.....	25
5.	Objetivos .....	30
	5.1 Objetivo general.....	30
	5.2 Objetivos específicos .....	30
6.	Metodología .....	31
	6.1 Enfoque metodológico de la investigación .....	31
	6.2 Tipo y diseño general del estudio .....	31
	6.3 Población de estudio .....	31
	6.4 Diseño muestral .....	31
	6.5 Criterios de elegibilidad .....	32
	6.6 Cálculo del tamaño de la muestra.....	33
	6.7 Descripción de variables.....	33
	6.8 Técnicas de recolección de la información .....	39
	6.9 Descripción del seguimiento de los pacientes.....	40
	6.10 Control de sesgos y errores.....	40
	6.11 Técnicas de procesamiento de los datos.....	41
	6.12 Estrategia de análisis.....	41
	6.13 Forma de publicación de resultados.....	42
7.	Consideraciones éticas .....	43
8.	Consideraciones administrativas .....	45
	8.1 Cronograma de actividades .....	45

8.2	<i>Presupuesto</i> .....	45
9.	<b>Resultados</b> .....	47
10.	<b>Discusión</b> .....	54
11.	<b>Conclusiones</b> .....	56
12.	<b>Referencias</b> .....	57
13.	<b>Anexos</b> .....	62
13.1	<i>Formato de recolección de datos</i> .....	62
13.2	<i>Consentimiento informado</i> .....	66

## Resumen

**Introducción:** Los bloqueos realizados por encima de la clavícula están asociados a bloqueo del nervio frénico en diferentes grados conllevando a parálisis diafragmática ipsilateral, estos comprenden bloqueo interescalenico, bloqueo supraclavicular y recientemente se ha descrito el bloqueo de tronco superior donde se administra anestésico local directamente en el tronco formado por las raíces nerviosas de C5 y C6; este bloqueo supone ventajas debido a que requiere menor volumen para conseguir el efecto anestésico o analgésico. El objetivo fue estimar la frecuencia de parálisis diafragmática y sus factores relacionados posterior al uso de bloqueos interescalénico, del tronco superior o supraclavicular, guiados por ultrasonido.

**Métodos:** Estudio de tipo observacional en una cohorte de seguimiento para estimar la incidencia de parálisis diafragmática y factores asociados con su desarrollo en pacientes llevados a cirugía de miembro superior, luego de bloqueos por encima de la clavícula guiados por ultrasonido.

**Resultados:** Se incluyeron 66 pacientes. El bloqueo más frecuentemente realizado fue el supraclavicular (n=38, 57,6%) seguido por el interescalenico (n= 20 30,3%) y por último el del tronco superior (n=10, 15,2%). El volumen promedio fue de 21,29 ml (mediana 20 ml, mínima 10 ml y máximo 40 ml). No hubo diferencias en el volumen utilizado según los grupos de comparación (mediana de 20 en los que presentaron parálisis diafragmática vs mediana de 21 en los que no la desarrollaron). La parálisis diafragmática se presentó en el 39% (n=26). Del total de pacientes a los que se le realizó un bloqueo interescalénico (n=20), la mayoría presentaron parálisis diafragmática asociada (n=14, 70%). De los pacientes con bloqueo del tronco superior (n=10), el 20% desarrolló parálisis secundaria (n=2). Finalmente, del total de pacientes con bloqueo supraclavicular (n=38), el 26,3% presentó parálisis diafragmática. El interescalénico se relacionó con el desarrollo de parálisis diafragmática (RR: 6,61; IC95% 2,07 – 21,10; p=0,001).

**Conclusión:** La incidencia de parálisis diafragmática posterior al uso de bloqueo interescalenico, tronco superior y supraclavicular fue 70%, 20% y 26% respectivamente, sin embargo, la parálisis diafragmática unilateral generalmente se comporta asintomática y se evidencio en nuestro estudio. El bloqueo que más se asocia a parálisis diafragmática fue el interescalenico.

**Palabras clave:** Paresia frénica, Bloqueo interescalenico, Bloqueo supraclavicular, Bloqueo del tronco superior, Ecografía

## **Abstract:**

**Introduction:** blockages on the clavicle are associated with phrenic nerve block in different degrees, which leads to ipsilateral diaphragmatic paralysis. These comprise interscalenic blockage, supraclavicular block, and upper trunk block has recently been described, where local anesthesia is administered directly on the trunk formed by the nerve roots of C5 and C6; This blockage has advantages because it requires less volume to achieve the anesthetic or analgesic effect. The objective was to estimate the frequency of diaphragmatic paralysis and its related factors after the use of interscalenic, superior trunk or supraclavicular blocks, guided by ultrasound. **Methods:** Observational study in a follow-up cohort to estimate the incidence of diaphragmatic paralysis and factors associated with its development in patients undergoing upper limb surgery, after blockages above the clavicle guided by ultrasound. **Results:** 66 patients were included. The most frequent block was the supraclavicular (n = 38, 57.6%) followed by interscalenic (n = 20 30.3%) and finally the upper trunk (n = 10, 15.2%). The average volume was 21.29 ml (median 20 ml, minimum 10 ml and maximum 40 ml). There were no differences in the volume used according to the comparison groups (median of 20 in those with diaphragmatic paralysis versus median of 21 in those who did not develop it). Diaphragmatic paralysis occurred in 39% (n = 26). Of the total number of patients who underwent an interscalenic block (n = 20), the majority had associated diaphragmatic paralysis (n = 14, 70%). Of the patients with upper trunk block (n = 10), 20% developed secondary paralysis (n = 2). Finally, of the total of patients with supraclavicular block (n = 38), 26.3% presented diaphragmatic paralysis. The interscalenic was associated with the development of diaphragmatic paralysis (RR: 6.61, 95% CI 2.07 - 21.10, p = 0.001). **Conclusion:** the incidence of diaphragmatic paralysis after the use of interscalenic block, superior and supraclavicular trunk was 70%, 20% and 26% respectively, however, unilateral diaphragmatic paralysis generally behaves asymptotically and was evidenced in our study. The block that is most associated with diaphragmatic paralysis was interscalenic.

**Keywords:** Phrenic palsy, Interscalene block, supraclavicular block, Ultrasound

## **1.Introducción**

Los bloqueos del plexo braquial por encima de la clavícula son estrategias que permiten mejorar la atención de los pacientes que sufren patología musculoesquelética a nivel de los miembros superiores, y, comparados con el uso de anestesia general, permiten tasas de recuperación más rápida, mejor manejo del dolor y menor náuseas y vómito postoperatorios, asociado a disminución en el consumo de opioides. (1,2) Estos bloqueos comprenden, entre otros, el bloqueo interescalénico y del tronco superior, indicados en cirugía de clavícula, hombro y tercio superior del brazo, y el bloqueo supraclavicular, utilizado como técnica analgésica y/o anestésica del brazo, codo, antebrazo y mano. (3) Estos procedimientos están asociados a bloqueo del nervio frénico en diferentes grados conllevando a parálisis diafragmática ipsilateral. (4) En la mayoría de los pacientes esta entidad cursa de forma asintomática, sin requerir mayores intervenciones por parte del equipo médico, lo cual favorece la realización de estos bloqueos libremente en quienes se encuentran indicados.

La parálisis diafragmática se relaciona con el sitio anatómico en el cual se realiza el bloqueo (interescalénico, del tronco superior, supraclavicular). Adicionalmente, existen factores asociados al mismo que predisponen al desarrollo de la parálisis del diafragma, tales como el volumen y la concentración utilizados, y la técnica empleada durante el bloqueo. El presente estudio estima la frecuencia y los factores relacionados con el desarrollo de parálisis diafragmática posterior a la realización de bloqueos interescalénico, del tronco superior y/o supraclaviculares guiados por ultrasonido, en un hospital universitario de tercer nivel de la ciudad de Bogotá, Colombia.

## 2. Planteamiento del problema

Los bloqueos realizados por encima de la clavícula están asociados a bloqueo del nervio frénico en diferentes grados conllevando a parálisis diafragmática ipsilateral. Las hipótesis que explican este hecho incluyen la propagación craneal de la inyección de un alto volumen de anestésico local, y el bloqueo del nervio de manera directa en la fascia del músculo escaleno anterior (5,6,7).

En el bloqueo interescalénico, la parálisis del nervio frénico es hasta del 100% cuando se usa la técnica parestésica y volúmenes mayores de 30 ml, (8) o cuando el bloqueo es guiado por neuroestimulación, (9) reduciéndose esta frecuencia hasta el 13% al utilizar volúmenes aproximados a 10 ml, lo cual ha sido posible con el uso de técnicas guiadas por ultrasonido. (5) La incidencia de parálisis del nervio frénico en el bloqueo del tronco superior guiado por ultrasonido es desconocida hasta el momento, debido a que es una técnica de reciente introducción en la práctica clínica. (10) Finalmente, en el bloqueo supraclavicular, la frecuencia de parálisis oscila entre el 20 y el 67%, (11,12) con los mayores índices reportados con el uso de técnicas a ciegas o por neuroestimulación, donde los volúmenes y concentraciones son mayores, comparados con técnicas guiadas por ultrasonido (5,10,11,13).

Con la parálisis diafragmática, algunos pacientes pueden presentar disnea leve y experimentar una reducción de las medidas espirométricas de la función pulmonar, disminución de la capacidad vital forzada (CVF), y disminución en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>). (14) Se ha observado insuficiencia respiratoria aguda y colapso lobar después de la infusión interescalénica continua de anestésico local en pacientes con función pulmonar deprimida. (15) Por lo anterior, no se recomienda la realización de estos bloqueos (especialmente, el interescalénico) en pacientes incapaces de tolerar una reducción del 30% en la función pulmonar. (16)(17)

Diversos estudios han evaluado la influencia de posibles factores relacionados con el desarrollo de parálisis diafragmática. Estos factores incluyen la técnica utilizada en el bloqueo (parestesia, estimulación de nervio periférico, uso de ultrasonido), la concentración, y el volumen usado de anestésicos locales, entre otros. (13,17,18) A pesar de ello, luego de realizar una búsqueda de la literatura, no se encontraron reportes de estudios en Colombia

acerca de la incidencia de parálisis y sus factores relacionados, posterior al empleo de estos bloqueos. El Hospital Universitario Mayor Méderi es una institución de tercer nivel de complejidad, donde se realizan aproximadamente 10 cirugías de hombro mensuales y 20 cirugías de miembro superior, para lo cual se utilizan bloqueos con fines anestésicos y/o analgésicos en la mayoría de los casos. Por lo anterior, se hace necesario contar con datos locales que permitan tener una aproximación acerca del comportamiento de la parálisis diafragmática en nuestro medio, y que a su vez, permitan aportar información a la evidencia actual, acerca de la incidencia de esta entidad y de su relevancia clínica luego de la inyección de anestésicos locales en bloqueos realizados por encima de la clavícula, guiados por ultrasonido.

### **3. Justificación**

Se considera que los resultados de esta investigación son importantes ya que contribuirán a llenar un vacío del conocimiento a nivel local y nacional, y aportará información a la literatura médica acerca de la incidencia y los factores relacionados con el desarrollo de parálisis diafragmática posterior a la colocación de bloqueos por encima de la clavícula, a través de una herramienta diagnóstica no invasiva y de fácil aplicación, como lo es el ultrasonido.

Adicionalmente, este estudio permitirá acrecentar la evidencia científica actual acerca del uso de la técnica de bloqueo del tronco superior guiado por ultrasonido, en la cual se ha descrito un menor número de complicaciones, por lo que se desea explorar en nuestro estudio. En el supuesto en que este abordaje se asocie a menor incidencia de parálisis diafragmática, podría evaluarse la posibilidad de su uso en pacientes con patología pulmonar subyacente a través de estudios a futuro, en quienes la técnica anestésica regional esté fuertemente indicada.

Finalmente, este estudio permitirá caracterizar la población atendida en un hospital de alto nivel de complejidad, con una casuística importante no documentada de este tipo de intervenciones, así como conocer las complicaciones asociadas a los bloqueos. Más aún, la obtención de estos datos permitirá su comparación con los reportados en la literatura mundial, y de esta manera, se podrían establecer hipótesis acerca de las posibles fortalezas y debilidades en el manejo anestésico de los pacientes con patología músculoesquelética tratados en esta institución.

Pregunta de investigación:

¿Cuál es la frecuencia y los factores relacionados con el desarrollo de parálisis diafragmática posterior a la realización de bloqueos interescalénico, del tronco superior y/o supraclaviculares guiados por ultrasonido, en el Hospital Universitario Mayor Méderi?

## 4. Marco teórico

### 4.1 Generalidades y consideraciones anatómicas

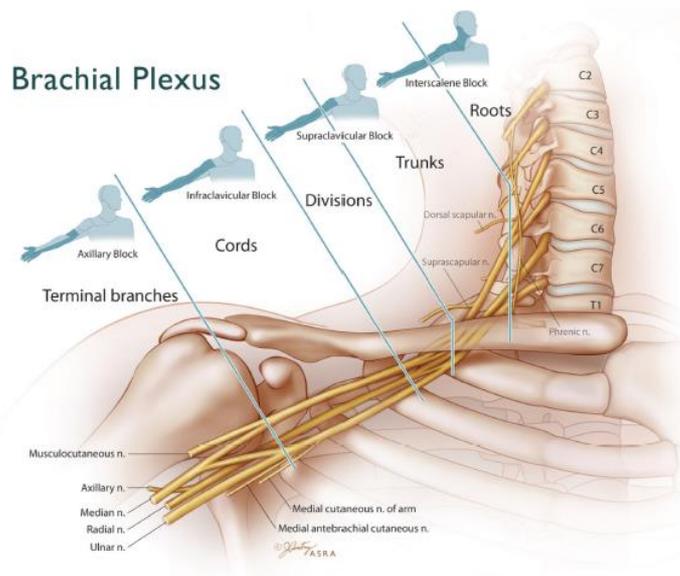
La realización de bloqueos del plexo braquial por encima de la clavícula es una estrategia que permite mejorar la atención de los pacientes que sufren patología musculoesquelética a nivel de miembros superiores y permite tasas de recuperación más rápida, mejor manejo de dolor y menos náuseas y vomito postoperatorio asociado a menor consumo de opioides. (1,2) Estos comprenden el bloqueo interescalénico y el bloqueo supraclavicular del plexo braquial. El primero de ellos, está indicado en cirugía de hombro y del tercio superior del brazo, mientras que el segundo se utiliza en procedimientos del brazo, codo, antebrazo y mano. (3) Recientemente, se ha descrito el bloqueo dirigido al tronco superior del plexo braquial, donde se administra anestésico local a nivel del tronco formado por la unión de las raíces nerviosas de C5 y C6, el cual da origen a los nervios responsables de la inervación del hombro. (10) Este bloqueo supone ventajas respecto del bloqueo interescalénico, debido a que requiere volúmenes menores (hasta de 5 mL) para conseguir el efecto analgésico o anestésico en procedimientos de hombro, sin comprometer su eficacia clínica. (10)

#### *Anatomía del plexo braquial*

Entender la anatomía del plexo braquial es esencial para asegurar la localización precisa de la aguja dentro del espacio de difusión del plexo e inyectar un volumen y tipo de anestésico local apropiados y alcanzar índices de éxito elevados. El plexo braquial es una compleja red de nervios que se extiende desde el cuello hasta la axila que otorga inervación motora, sensitiva y fibras simpáticas a la extremidad superior. (20) El plexo se conforma por las ramas ventrales del quinto al octavo nervio cervical y la mayor parte de la rama ventral del primer nervio torácico. Las contribuciones variables también pueden provenir del cuarto nervio cervical y del segundo torácico. (21) Las ramas de C5 y C6 se unen cerca del borde medial del músculo escaleno medio para formar el tronco superior del plexo, la rama C7 se convierte en tronco medio y las contribuciones de C8 y T1 se unen para formar el tronco inferior.

Los troncos sufren una separación anatómica primaria en divisiones anteriores y posteriores a nivel del borde lateral de la primera costilla. Las divisiones se someten a otra reorganización en cordones. Las divisiones anteriores de los troncos superior y medio forman el cordón lateral del plexo, las divisiones posteriores de los tres troncos forman el cordón posterior y la división anterior del tronco inferior forma el cordón medial. Los tres cordones se dividen a su vez y dan lugar a las ramas terminales del plexo: cada cordón da lugar a dos ramas terminales y un número variable de ramas menores o intermedias. El cordón lateral contribuye a la formación del nervio musculocutáneo y a la raíz lateral del nervio mediano. El cordón posterior generalmente suministra inervación a la cara dorsal de la extremidad superior a través de los nervios radial y axilar. El cordón medial contribuye al nervio cubital y la raíz medial del nervio mediano. Las ramas intermedias importantes del cordón medial incluyen el nervio cutáneo antebraquial medial y el nervio cutáneo braquial medial que se une con el nervio intercostal T2 para inervar la piel sobre la cara cubital del antebrazo. (22) (**Figura 1**).

**Figura 1.** Anatomía del plexo braquial.



Tomado de: Neal J, et al. Upper extremity regional anesthesia. Reg Anesth Pain Med. 2009;34(2):13 –170.

A pesar del esquema anatómico clásico mencionado, los anatomistas han descrito siete configuraciones del plexo braquial de las cuales ninguna tiene representación mayor de 57%, y un 61 % presentan asimetría de izquierda a derecha. (23)

Para facilitar una descripción anatómica, el plexo puede dividirse en dos partes: la parte supraclavicular localizada en el triángulo cervical posterior y la parte infraclavicular localizada en la axila. En el presente trabajo se abordarán los bloqueos por encima de la clavícula por lo que a continuación se detalla la anatomía circundante al plexo braquial en esta área.

#### *Anatomía circundante al plexo braquial en el área supraclavicular*

Varias estructuras vasculares y nerviosas tienen importancia con referencias anatómicas o estructuras a evitar ser puncionadas. La formación del plexo braquial comienza inmediatamente distal a los músculos escalenos. (24) En el cuello, el plexo braquial se encuentra en el triángulo posterior, en el ángulo entre la clavícula y la parte inferior del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo. Aquí está cubierto de piel, del músculo platisma y de la fascia profunda y varias estructuras lo atraviesan, incluyendo los nervios supraclaviculares (ramas del plexo cervical superficial), el nervio subclavio, el vientre inferior del músculo omohioideo, la vena yugular externa, y la rama superior de la arteria cervical transversa. El plexo surge entre el escaleno anterior y medio. Su parte proximal está sobre la tercera porción de la arteria subclavia mientras que el tronco inferior es posterior a esta. La ecografía ha mostrado que las ramas transversales de la arteria cervical o del tronco tirocervical (una rama de la arteria subclavia), pueden estar muy cerca o entre los troncos o divisiones del plexo braquial o cursando lateralmente en la región supraclavicular. (25) Otras estructuras vasculares importantes a tener en cuenta son la arteria vertebral y la vena yugular externa, las cuales son visibles al nivel interescalénico del plexo braquial (3). Finalmente, los nervios supraclaviculares originados de las raíces de C3 y C4, proveen inervación sensitiva al “área de esclavina” extendiéndose a la segunda costilla y abarcando el hombro (21).

#### *Inervación motora y sensitiva del brazo*

Los nervios cutáneos de la extremidad superior son una colección de fibras neurales originadas en una variedad de segmentos de la medula espinal y asignar el territorio cutáneo a un nervio periférico específico es inconsistente o imposible. La inervación motora es clínicamente relevante como medio para reconocer una respuesta motora inducida por un estimulador de nervio periférico. La estimulación del tronco superior a nivel interescalénico resulta en elevación del hombro. La estimulación del nervio mediano resulta en pronación del

antebrazo, flexión de la muñeca y oposición del pulgar. La estimulación del nervio radial produce la extensión de la muñeca y los dedos. La estimulación del nervio cubital produce desviación cubital de la muñeca. Debido a que gran parte del brazo tiene inervación múltiple, la evaluación de la eficacia del bloqueo se logra mejor mediante la evaluación de funciones únicas para cada nervio terminal. Un método popular para llevar a cabo esta evaluación es el “4 P”. (26) Se le pide al paciente que empuje (push en inglés) el brazo, extendiendo el antebrazo contra la resistencia (nervio radial), seguido de resistir a la tracción (pull, en inglés) del antebrazo en el codo (nervio músculo-cutáneo). El nervio mediano se evalúa por la capacidad de distinguir un pellizco (pinch, en inglés) en la base palmar del dedo índice, seguido de otro pellizco en la base palmar del dedo meñique (nervio ulnar).

## ***4.2 Bloqueos del plexo braquial por encima de la clavícula guiados por ultrasonido***

### ***4.2.1 Bloqueo interescalénico***

La principal indicación para un bloqueo interescalénico es la cirugía de hombro (incluidos los dos tercios laterales de la clavícula, la parte proximal del húmero y la articulación del hombro). (12) La diseminación de anestésico local después de la administración interescalénica se extiende desde las raíces distales/troncos proximales y sigue una distribución a los dermatomas superiores del plexo braquial y su tronco superior. (10) Por consiguiente el bloqueo interescalénico puede evitar las raíces nerviosas de C8 y T1 (principalmente el nervio cubital puede no ser bloqueado en un 50% de los casos), lo que lo convierte en una mala elección para la cirugía de brazo y mano. (27)

Las contraindicaciones absolutas para el bloqueo interescalénico incluyen rechazo del paciente, infección local, sangrado agudo en paciente anticoagulado y la alergia probada a los anestésicos locales. Las contraindicaciones relativas son enfermedad pulmonar obstructiva crónica de las vías respiratorias moderada a severa, enfermedad pulmonar restrictiva severa, paresia contralateral de los nervios frénico y laríngeo recurrente, síndrome de Horner o lesión de la cadena simpática cervical ipsilateral, y déficit neurológico previo del brazo afectado. (28) El uso del bloqueo interescalénico en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es debatido, debido a que estos pacientes cursan con aplanamiento diafragmático y su excursión es ineficiente durante la respiración normal, por lo que el

bloqueo se evita principalmente en pacientes con uso de músculos accesorios de la respiración (29).

Para la técnica de inyección única pueden emplearse diversas mezclas de anestésico local, de acuerdo con la duración y la intensidad del bloqueo deseada. El volumen habitual del anestésico local usado para los bloqueos interescalénicos es de 30 a 45 ml, aunque con el refinamiento de la técnica y con la guía ultrasonográfica se ha disminuido el volumen hasta 5 ml sin afectar la calidad del bloqueo (19). La duración del bloqueo varía de 3 a 5 horas con mepivacaina al 1,5% o al 2% y con lidocaína al 1,5%, (9) y de 8 a 12 horas con bupivacaina al 0,5% y con ropivacaina al 0,5 y al 0,75%. (30) La duración de acción también es proporcional al volumen y dosis administrada.

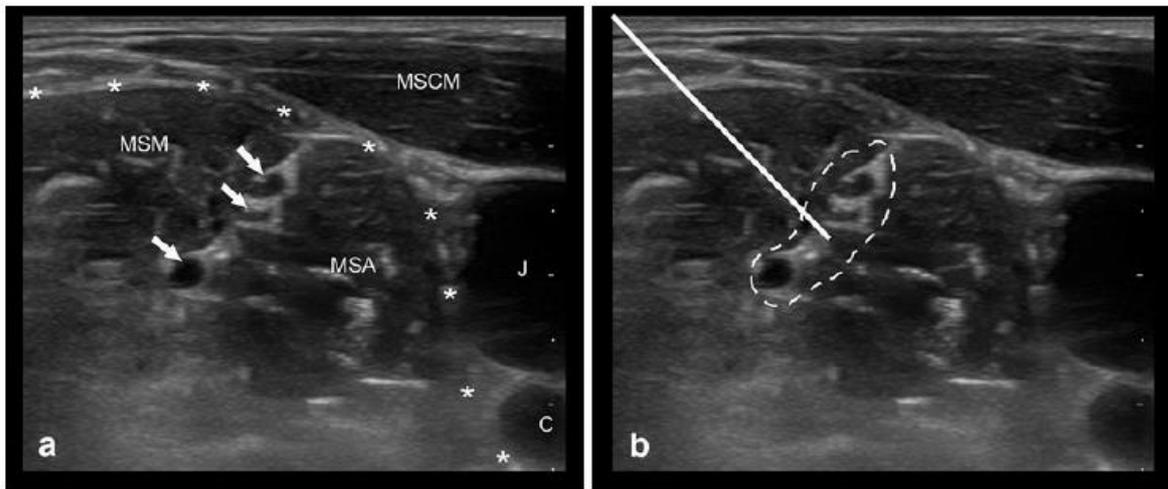
Para la realización del bloqueo, el paciente se acuesta en posición supina, con rotación lateral de la cabeza hacia el lado contralateral, el brazo aducido hacia el cuerpo, el transductor ecográfico en el cuello en posición transversa (perpendicular al eje rostrocaudal). Aunque existen múltiples abordajes por ecografía, la técnica más frecuentemente usada es el abordaje en plano, a través del músculo escaleno medio. El objetivo es depositar el anestésico local alrededor de las raíces de C5-C6 y C7, las cuales son visualizadas como imágenes redondeadas hipoecogénicas debido a la escasa cantidad de tejido conectivo circundante a los nervios a este nivel (29). Ver **figuras 2 y 3**.

**Figura 2.** Bloqueo interescalénico. Posición del paciente, del transductor y del anestesiólogo(a).



Tomado de: Le S, Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. 2013;304–20.

**Figura 3.** Región interscalénica. Sonoanatomía y bloqueo.



*Región interescalénica. a) Sonoanatomía. Las flechas indican el plexo braquial, b) Posición de la aguja y distribución del anestésico local. MSCM= Musculo esternocleidomastoideo. MSM= Musculo escaleno medio; J= Vena yugular interna; C= Arteria carótida. \* = Fascia cervical prevertebral. Tomado de: Le S, Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. 2013;304–20.*

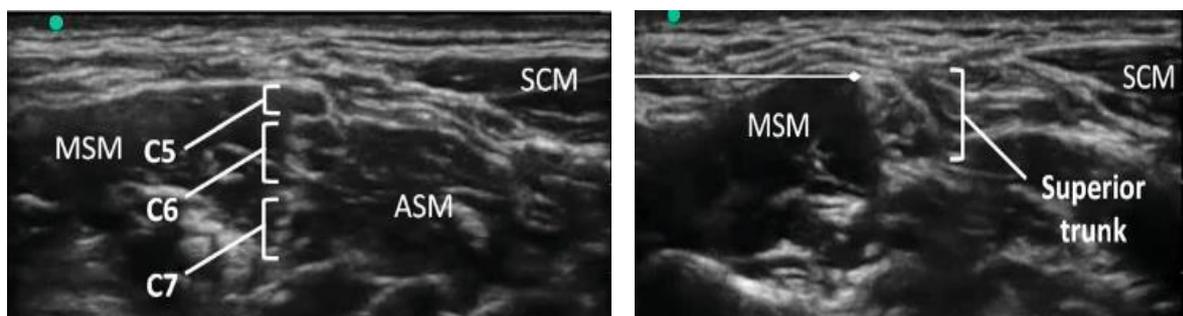
Las complicaciones de este bloqueo incluyen: lesión nerviosa, punción vascular/hematoma, anestesia neuroaxial, parálisis del nervio frénico, bloqueo del nervio laríngeo superior, síndrome de Horner, reflejo de Bezold–Jarisch. La ronquera, secundaria al bloqueo del nervio laríngeo recurrente, puede aparecer en el 1,3% de los casos.(21) El síndrome de Claude-Bernard-Horner se caracteriza por ptosis, miosis y enoftalmos debido a la difusión de la solución anestésica sobre la cadena ganglionar cervical simpática (incluido el ganglio estrellado). (28) Además puede haber afectación del nervio laríngeo superior. Este síndrome ocurre en el 20 al 90% de los pacientes y desaparece con la resolución del bloqueo. (31) La parálisis hemidiafragmática es un dato frecuente del cual se hablará en detalle más adelante. El reflejo de Bezold - Jarisch paradójico, es decir, bradicardia e hipotensión repentina, se favorece por la posición sedente y muchas veces se puede prevenir al evitar la hipovolemia. (28) Ha sido reportado en el 13% al 24% de los pacientes que van a cirugía de hombro sentados con bloqueo interescalénico. (31) Otras complicaciones incluyen el bloqueo subaracnoideo, o epidural cervical o torácico, y aunque sus incidencias no están reportadas, parecen ser bajas. Estas complicaciones pueden aparecer por inyección directa o través de una duramadre con agujeros que permite el paso al espacio subaracnoideo. El direccionamiento

caudal de la aguja para evitar el foramen intervertebral, la inyección de anestésico local de manera fraccionada, y los bajos volúmenes, ayudan a evitar la aparición de estos eventos. (31) El bloqueo interescalénico se asocia a la mayor incidencia de síntomas neurológicos transitorios, con cerca del 3% de aparición posterior a su realización. (32) La infección, la aparición de hematoma, las punciones vasculares, y la toxicidad por anestésicos locales, son de aparición menos frecuente en este tipo de bloqueo. (28)

#### 4.2.2 Bloqueo del tronco superior

Como se mencionó anteriormente, la técnica tradicional de bloqueo interescalénico del plexo braquial guiado por ultrasonido se dirige a las raíces nerviosas de C5, C6 y C7, aproximadamente a nivel del cartílago cricoides donde se encuentra el espacio entre los músculos escaleno anterior y medio. Esta técnica, aunque eficaz para proporcionar anestesia para el hombro, se asocia a mayor riesgo de parálisis del nervio frénico y síntomas posoperatorios a largo plazo. Por lo anterior, se desarrolló la técnica del bloqueo del tronco superior el cual se dirige a los componentes de C5 y C6 del plexo braquial más distalmente después de que se unen en el tronco superior pero antes de la ramificación del nervio supraescapular. La aguja se avanza en el plano en una dirección lateral a medial debajo de la fascia cervical profunda atravesando el músculo escaleno medio hasta que la punta esté adyacente al límite lateral del tronco superior. (10) (**figura 4**)

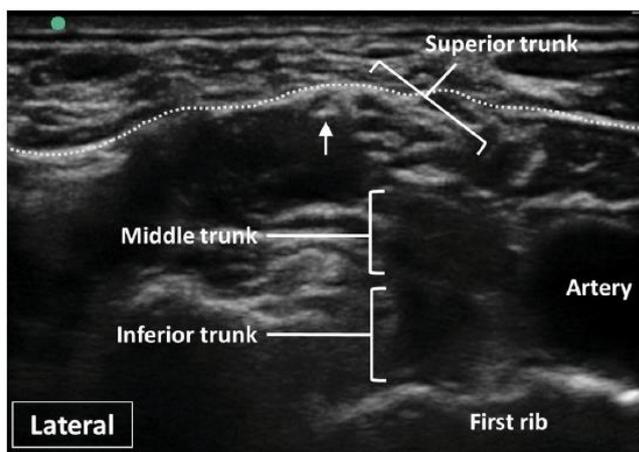
**Figura 4.** Tronco superior por ecografía.



*Imagen del tronco superior. Izquierda: sonoanatomía a nivel interescalénico. Derecha: formación del tronco superior posterior a la unión de C5 y C6. La línea indica el punto al cual se debe llegar con la aguja para realizar el bloqueo. MSM: músculo escaleno medio; ASM: músculo escaleno anterior; SCM: músculo esternocleidomastoideo; Superior trunk: tronco superior. Tomado de: Laurent DB, Chan V, Chin KJ. Refining the ultrasound-guided interscalene brachial plexus block : the superior trunk approach ´ nique e ´ choguide ´ du plexus brachial : Raffinement du bloc interscale ´ rieur la voie de la branche supe. 2014.*

También se puede usar un enfoque fuera del plano si se prefiere. Se requieren 10-15 ml de anestésico local para el bloqueo, con una mínima necesidad de reposicionamiento de la aguja. (10) Es crucial dirigirse al tronco superior proximal en la ramificación del nervio supraescapular. Este nervio se identifica como un pequeño círculo hipocóico que se separa de la cara lateral del tronco superior y se desplaza lateralmente bajo el músculo omohioideo lejos del plexo braquial. (10) **(figura 5)**

**Figura 5.** Nervio supraescapular proximal al tronco superior.



*La flecha indica al nervio supraescapular. Tomado de: Laurent DB, Chan V, Chin KJ. Refining the ultrasound-guided interscalene brachial plexus block : the superior trunk*

approach technique echoguide ´ du plexus brachial : Raffinement du bloc interscale ´ rieur de la voie de la branche supe. 2014.

El principal reparo a tener en cuenta durante el bloqueo del tronco superior es la arteria cervical transversa, la cual puede estar superficial al plexo braquial en este nivel. Se debe excluir su presencia liberando la presión del transductor antes de comenzar la inyección del anestésico local, a fin de evitar complicaciones como inyección intravascular (10).

Las complicaciones del bloqueo del tronco superior son similares a las del interescalénico. Sin embargo, este puede ofrecer ventajas teóricas. Primero, tiene mejor visibilidad y el tejido conectivo alrededor mejora la resiliencia aguja-nervio. Segundo, la parálisis del nervio frénico con esta técnica se reduce (con una incidencia del 13% según un estudio realizado por Renes y cols). (5) Debido a que este bloqueo se realiza a un nivel más distal que el interescalénico y los volúmenes de anestésico local son menores. (10)

#### *4.2.3 Bloqueo supraclavicular*

Las indicaciones para el bloqueo supraclavicular son la cirugía desde el tercio medio del brazo, incluyendo procedimientos quirúrgicos de la mano. Este bloqueo se realiza donde el plexo braquial se presenta de forma más compacta en el nivel de las divisiones. Esta cercanía puede explicar su latencia corta y la anestesia más completa y confiable disponible para la cirugía de extremidades superiores. (33)

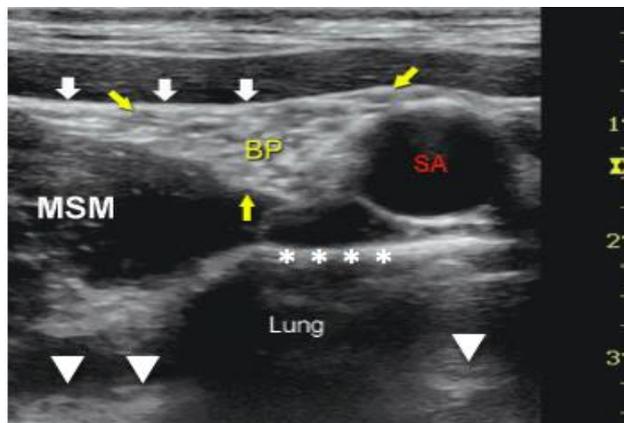
La posición del paciente es con lateralización del cuello hacia el lado contralateral al bloqueo. Hay que tener en cuenta que las estructuras nerviosas se encuentran muy próximas entre si. Tienen apariencia de racimo de uvas y se localizan lateralmente a la arteria subclavia justo antes de la primera costilla y la pleura. (34) El objetivo es visualizar la primera costilla inmediatamente inferior a la arteria subclavia y al plexo, para manetener un margen de seguridad evitando la pleura, esta imagen se obtiene con una angulación ligeramente caudal del transductor en el punto medioclavular a nivel de la fosa clavicular (29). (**Figuras 6 y 7**).

**Figura 6.** Bloqueo supraclavicular: posición del paciente, transductor y anestesiólogo(a).



Tomado de: Le S, Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. 2013;304–20.

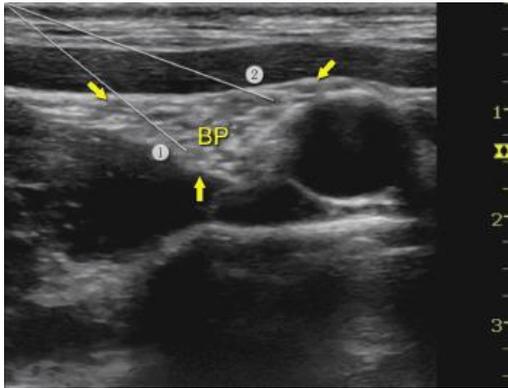
**Figura 7.** Sonoanatomía de la región Supraclavicular.



*Sonoanatomía de la región supraclavicular. Izquierda indica lateral. MSM: músculo escaleno medio; BP: plexo braquial; SA: arteria subclavia; asteriscos: periostio de la primera costilla; punta de flecha: pleura.* Tomado de: Admir Hadzic, MD P. Hadzic's Peripheral Nerve Blocks and Anatomy for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. second edition. 2012.

Se han estudiado varias técnicas. La técnica de inyección múltiple no ha demostrado ser superior a la técnica de inyección única entre la arteria y la primera costilla (al nivel del “corner pocket”), al parecer esta última tiene la ventaja de ser más fácil de realizar. (35) Sin embargo, otra técnica sugerida es la administración de una parte del anestésico a nivel inferior y a nivel superior del plexo (**figura 8**). La mayoría de los autores utilizan un volumen de 20 a 40 ml de anestésico local (35,37). Cuando se inyecta, es importante asegurarse de que la inyección inicial desplace las estructuras nerviosas hacia adelante y que todos los nervios estén rodeados por el anestésico local al final de la inyección (21).

**Figura 8.** Distribución deseada del anestésico local en el bloqueo supraclavicular.



*Posición utilizada de la aguja (1 y 2) para inyección del anestésico local.* Tomado de: Admir Hadzic, MD P. Hadzic's Peripheral Nerve Blocks and Anatomy for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. second edi. 2012.

Las contraindicaciones generales son las mismas de cualquier bloqueo regional, como infección del área y anomalías importantes de la coagulación. Más específicamente este bloqueo no suele efectuarse de manera bilateral debido al riesgo de urgencia respiratoria en caso de neumotórax o bloqueo del nervio frénico (12).

Dentro de los principales riesgos y complicaciones de este bloqueo se encuentra el neumotórax, con una frecuencia de hasta 6,1% en la técnica guiada por neuroestimulación (37), con un reporte de caso cuando se utilizó ultrasonido (38). El bloqueo del nervio frénico ocurre aproximadamente en el 50% de los casos y en voluntarios sanos no se ha relacionado con disfunción respiratoria (28). La incidencia de parálisis diafragmática sintomática es del 1% (36) Otras complicaciones como inyección intravascular con toxicidad sistémica por anestésico local o formación de hematoma, son similares a las observadas con otros bloqueos periféricos. La neuroapraxia y la lesión neurológica son igualmente posibles, pero rara vez ocurre (0,4%) (28,37)

#### **4.3 Parálisis del nervio frénico después de bloqueos por encima de la clavícula.**

La incidencia de parálisis diafragmática en el bloqueo interescalénico oscila entre el 100% con técnica parestésica o electroestimulación (8) y 13% cuando es guiado por ultrasonido con volúmenes aproximados a 10 ml (5). En el bloqueo del tronco superior la incidencia es desconocida dado su descripción e introducción recientes en la práctica clínica. En el bloqueo supraclavicular la frecuencia oscila entre el 20% y el 67%, (11,12) con los mayores índices

cuando se utilizan técnicas a ciegas o por neuroestimulación, donde los volúmenes son mayores, comparados con técnicas guiadas por ultrasonido (5,10,11,13).

La mayoría de las parálisis se relacionan con proximidad del nervio frénico al lugar de la inyección del anestésico local, por lo que se debe tener precaución en los pacientes con deterioro en la función pulmonar. (11) En el bloqueo interescalénico, la administración del anestésico local se realiza a nivel de C5-C6, por lo que el bloqueo del nervio frénico es prácticamente inevitable. El bloqueo del tronco superior pretende ser una alternativa al bloqueo interescalénico para la cirugía de hombro, disminuyendo la incidencia de parálisis diafragmática. La ventaja teórica se debe a que el nervio frénico se encuentra más cerca al plexo braquial a nivel más cefálico y diverge del plexo 3 mm por cada centímetro que desciende hasta la raíz del cuello. Por lo tanto, parece prudente inyectar el anestésico local lo más distal posible en un intento de minimizar aún más el riesgo de compromiso del nervio frénico. (10) La etiología de la parálisis de nervio frénico asociado al bloqueo supraclavicular se encuentra debatida, pero se puede explicar por la localización del nervio frénico a nivel de la fascia que recubre el escaleno anterior en cercana proximidad al sitio de inyección; la extensión adyacente del anestésico local presumiblemente interfiere transitoriamente con el funcionamiento normal del nervio. (7)

#### *Estrategias para evitar parálisis del nervio frénico*

Se han realizado varias investigaciones acerca de estrategias para reducir la incidencia de parálisis del nervio frénico después de bloqueos interescalénicos y supraclaviculares, que incluyen, aplicar presión digital sobre el sitio de inyección, usar concentraciones más bajas de anestésico local, o administrar el volumen de anestésico local específicamente con ayuda de ultrasonido.

Al parecer, la aplicación de presión digital no previene la parálisis del nervio frénico después de administración de 20 ml o más de anestésico local. (13) Por otro lado, el uso de concentraciones más bajas de anestésico local disminuye la incidencia después de administración de 10 ml de anestésico local. Un estudio comparó el efecto de 10 ml de bupivacaína al 0,5% contra 10 ml de bupivacaína 0,25% sobre la analgesia postoperatoria y sobre la función respiratoria. Sólo 1 de 6 pacientes en el grupo de 0,25% mostró un movimiento paradójico del diafragma (indicando parálisis), mientras que 4 de 5 pacientes en

el grupo de 0,5% mostraron este fenómeno. (39) Finalmente, aunque debatido, la cantidad de volumen administrado parece estar relacionado con la incidencia de parálisis del nervio frénico. Después de un bloqueo interescalénico utilizando 5 ml de anestésico local, la incidencia reportada oscila entre el 33% (40) y el 45% (19). El uso de 10 ml está asociado con una incidencia mayor (60% al 100%) (39,40).

#### ***4.4 Ultrasonido como herramienta diagnóstica de parálisis diafragmática.***

El diafragma es una estructura musculotendinosa que se inserta a nivel anterior en la apófisis xifoides, lateralmente en los bordes costales hasta los extremos de la undécima y duodécima costilla. A nivel posterior, en las vértebras lumbares mediante 2 pilares: el derecho en el cuerpo de L3 y el izquierdo en L2. Visto desde el plano medio-sagital, se curva hacia atrás y hacia abajo, desde el xifoides (T8) hasta su inserción en el ligamento arqueado medio, a nivel de T12. Cuando los músculos del diafragma se contraen, desplazan el diafragma hacia abajo y hacia delante. La inervación está dado por los nervios frénicos, que surgen de las ramas ventrales de las raíces cervicales C3, C4 y C5, con mayor contribución de C4. Cada nervio frénico inerva el hemidiafragma ipsilateral, por lo que en caso de lesión unilateral se producirá una parálisis hemidiafragmática. Esta inervación explica su parálisis en los bloqueos del plexo braquial. (42)

El diafragma contribuye a generar el 75% del volumen corriente en la respiración tranquila. Sin embargo, en la respiración forzada, este porcentaje se reduce por la participación de la musculatura extrínseca, por más que el trabajo realizado por el diafragma también se hace máximo. (43) El fallo de un hemidiafragma en un paciente sano apenas genera problemas en la respiración tranquila, pero supone disnea en caso de esfuerzo físico.

Se han empleado diferentes técnicas para el diagnóstico de la parálisis diafragmática. De ellas, el estándar de oro es la medición de la variación de la presión diafragmática mediante 2 balones (uno en esófago y otro en estómago). Sin embargo, no es posible hacerla en condiciones clínicas normales y resulta inútil en la detección de parálisis unilateral. (44) La radiografía de tórax presenta una sensibilidad del 90% y una especificidad del 44% para la parálisis unilateral, pero en la bilateral, la simetría del movimiento hace su utilidad limitada (45). La fluoroscopia es una técnica de baja utilidad en investigación debido a la irradiación asociada (46).

Se ha utilizado a la ecografía como herramienta diagnóstica de parálisis del diafragma, valorando el movimiento del diafragma en sujetos sin enfermedad respiratoria (53,54) y movimientos anormales en pacientes con patología diafragmática. (48) Es una técnica simple que puede ser aplicada en investigación clínica de pacientes con sospecha de anomalías en el movimiento diafragmático. (46) El ultrasonido permite medir la excursión diafragmática (para diagnosticar disfunciones), medir el engrosamiento diafragmático durante el ciclo respiratorio, medir el esfuerzo diafragmático, distinguir entre hipoquinesia y parálisis monitorizando su evolución en el tiempo, y distinguir las parálisis unilaterales y las bilaterales.

#### *Métodos de exploración del diafragma mediante ecografía.*

En la vista longitudinal, los músculos tienen una ecogenicidad mixta consistente en fibras musculares hipoecoicas separadas de septos fibroadiposos hiperecogénicos. Transversalmente, la ecogenicidad mixta da una apariencia de cielo estrellado. El diafragma se visualiza como dos capas ecogénicas de peritoneo y pleura con una capa muscular más hipoecogénica entre ellas, que se engruesa durante la inspiración, a menos que se encuentre atrófico. La exploración diafragmática se realiza usando el modo B (en tiempo real) y el modo M, el cual permite evaluar la excursión y la velocidad en un sitio específico. Esta exploración se enfoca principalmente en las partes lateral y posterior del diafragma (49).

Técnica: se prefiere el escaneo en posición supina ya que presenta menor variabilidad y mayor reproducibilidad, y la excursión diafragmática es mayor para el mismo volumen inspirado (comparado con la posición sentada o en bipedestación). El diafragma derecho se visualiza fácilmente en la ventana hepática mientras que el izquierdo es más difícil de obtener debido a una menor ventana por el bazo y la interposición de asas intestinales. Para mayor reproducibilidad y un análisis cuantitativo, es importante visualizar la pleura y el peritoneo en todo momento, mientras se obtienen las mediciones del engrosamiento diafragmático durante su movimiento. Existen diferentes vistas para evaluar al diafragma: la vista intercostal, la vista subcostal anterior, la vista subcostal posterior, y la vista subxifoidea (49).

En la vista intercostal, se utiliza un transductor lineal de alta frecuencia el cual se coloca en la línea axilar anterior en posición sagital entre los espacios intercostales 7°-8° u 8°-9°. A este

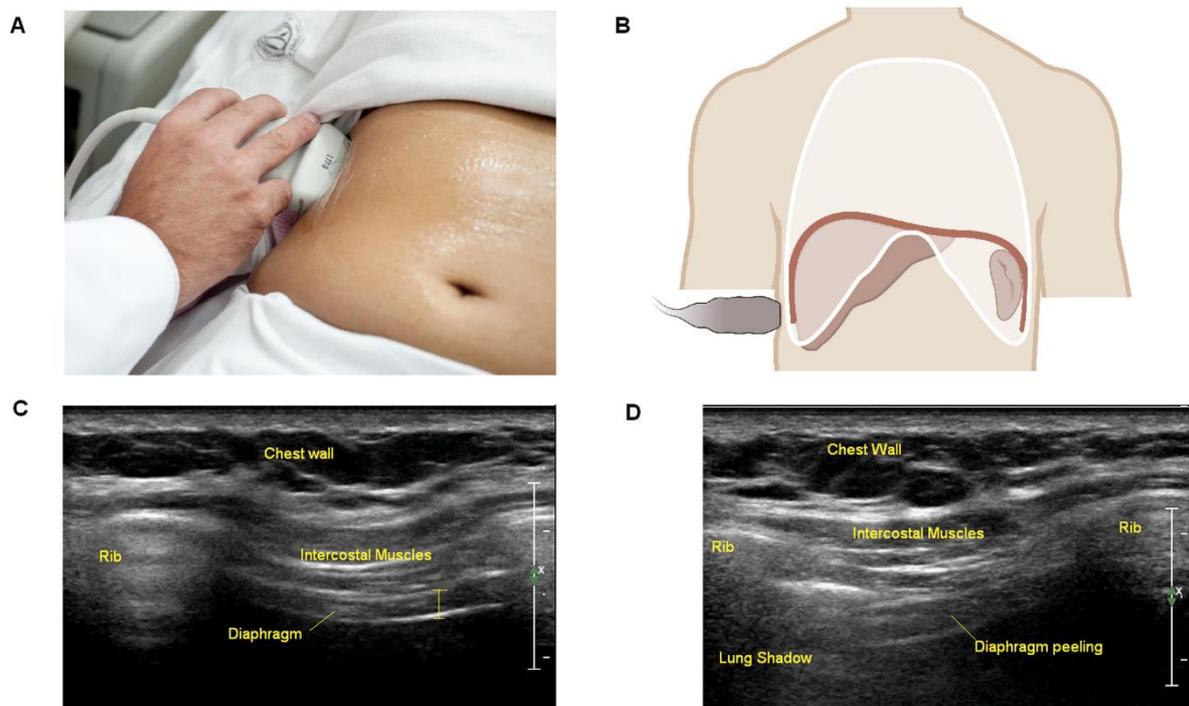
nivel el diafragma está unido a las costillas (zona de aposición costal) y se ve como una triple banda, que representa el peritoneo, el músculo y la pleura parietal. Es útil para evaluar el engrosamiento diafragmático y su ecogenicidad, mientras que su utilidad para medir la excursión es limitada. En la vista subcostal anterior, se utiliza un transductor curvilíneo, el cual se coloca entre la línea medio claviclar y axilar anterior, con un direccionamiento hacia medial, craneal y dorsal con el fin de alcanzar el tercio posterior del diafragma. Es la vista de elección para evaluar la excursión diafragmática. Se utiliza el modo B inicialmente para visualizar el movimiento, y posteriormente se utiliza el modo M el cual permite evaluar la amplitud de la excursión. La vista subcostal posterior se realiza de manera similar a la vista subcostal anterior, con el paciente en posición sentada, lo cual limita su utilidad en la práctica clínica, especialmente, en el paciente críticamente enfermo. Finalmente, la vista subxifoidea también permite evaluar la excursión. Se utiliza un transductor curvo el cual se coloca en posición transversa dirigido hacia ambos domos diafragmáticos, y permite una comparación cuantitativa usando el modo M.

#### Mediciones:

- Engrosamiento diafragmático: se utiliza el modo B para medir este engrosamiento en la zona de aposición durante la inspiración o expiración mediante la vista intercostal (figura 9). El promedio de engrosamiento diafragmático es de 0,22 a 0,28 cm de voluntarios sanos, y de 0,13 a 0,19 cm en el diafragma paralizado. El punto de corte propuesto para la atrofia diafragmática es de 0,2 cm (50).
- Cambios en el engrosamiento: las fibras musculares se acortan durante la inspiración causando un engrosamiento en el diafragma. Esta medida tiene mayor sensibilidad que la medición del engrosamiento como parámetro único, debido a que esta última puede subdiagnosticar una parálisis aguda, y a su vez, sobrediagnosticar una atrofia diafragmática en una persona con bajo peso y un músculo delgado. Se utiliza la fórmula:  $(\text{engrosamiento al final de la inspiración} - \text{engrosamiento al final de la expiración}) / \text{engrosamiento al final de la expiración}$ . El punto de corte propuesto para parálisis diafragmática es un cambio menor al 20% en el engrosamiento (49).
- Excursión diafragmática: se utiliza el modo M para evaluar la amplitud de la excursión en el eje vertical en el punto de máxima inspiración. El diafragma se visualiza como una línea ecogénica delgada, y sus movimientos con la respiración se miden en una curva de tiempo

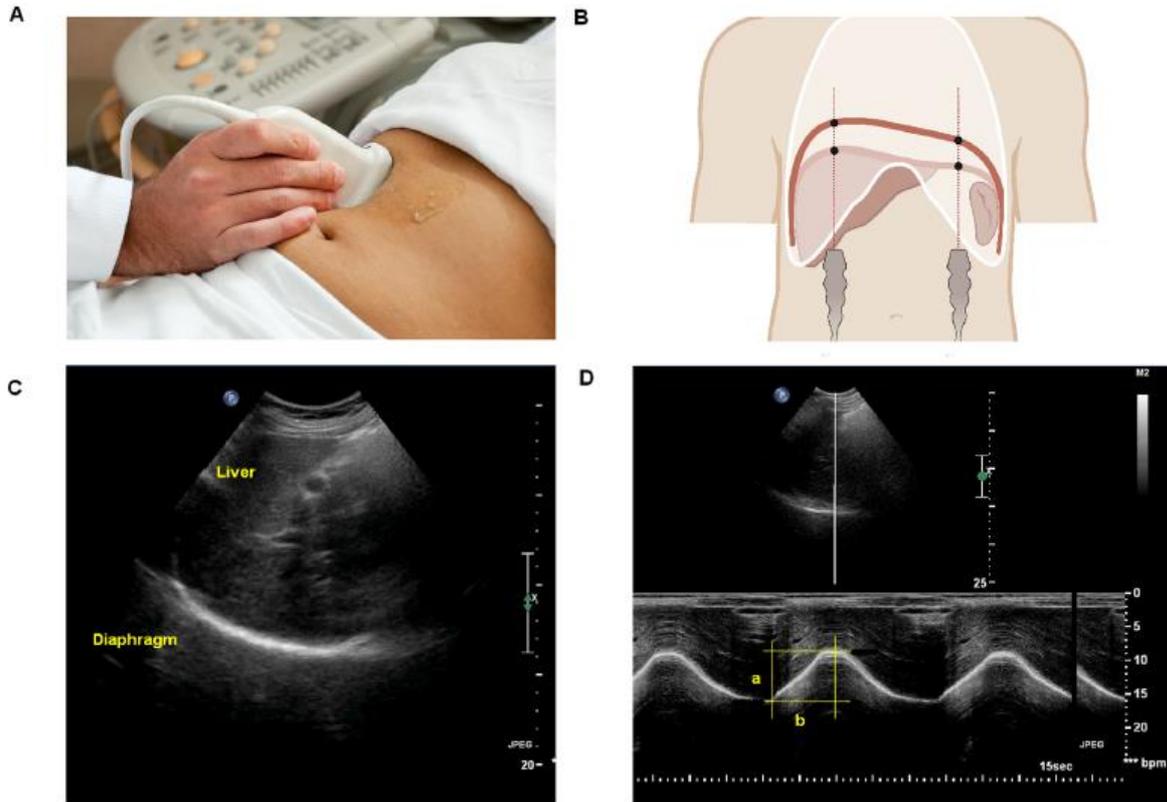
(Figura 10). Adicionalmente, puede evaluarse la dirección del movimiento del diafragma según la fase del ciclo respiratorio, lo que permite diagnosticar movimiento paradójico (movilización del diafragma lejos del transductor durante la inspiración). Una excursión mayor a 2.5 cm en adultos excluye disfunción diafragmática severa (51).

**Figura 9.** Vista intercostal.



A: posicionamiento del transductor a nivel del 9º espacio intercostal. B: visualización del diafragma en la zona de aposición. C: imagen ultrasonográfica correspondiente con la posición del transductor en A. D: alejamiento del diafragma durante la inspiración. Tomado de: Sarwal A, Walker F, Cartwright M. Neuromuscular Ultrasound for Evaluation of the Diaphragm. Muscle Nerve . 2013 March; 47(3): 319–329.

**Figura 10.** Vista subcostal anterior.



*A: posicionamiento del transductor a nivel subcostal derecho, con línea medio claviclar. B: trayectoria del haz de ultrasonido a través del diafragma. C: vista en modo B del diafragma en el abordaje subcostal anterior. D: modo M en la misma vista. a representa la amplitud de la excursión durante la respiración profunda y b representa el tiempo usado por el diafragma para la contracción. Tomado de: Sarwal A, Walker F, Cartwright M. Neuromuscular Ultrasound for Evaluation of the Diaphragm. Muscle Nerve. 2013 March; 47(3): 319–329.*

## 5. *Objetivos*

### 5.1 *Objetivo general*

Estimar la frecuencia de parálisis diafragmática y sus factores relacionados en pacientes llevados a cirugía de miembro superior, posterior al uso de bloqueos interescalénico, del tronco superior o supraclavicular, guiados por ultrasonido, en el Hospital Universitario Mayor – Méderi.

### 5.2 *Objetivos específicos*

- Describir las características socio-demográficas de la población en estudio.
- Describir las características técnicas relacionadas con los bloqueos realizados.
- Estimar la frecuencia de parálisis diafragmática posterior a la realización de bloqueos por encima de la clavícula guiados por ultrasonido en los pacientes objeto de estudio.
- Describir las complicaciones asociadas a los bloqueos guiados por ultrasonido por encima de la clavícula en la población estudiada.
- Explorar la asociación existente entre la parálisis diafragmática y los factores relacionados con los sujetos de estudio y los bloqueos realizados.

## 6. Metodología

### 6.1 *Enfoque metodológico de la investigación*

Se trata de un enfoque cuantitativo, dado que se utilizó la estadística como principal herramienta de análisis.

### 6.2 *Tipo y diseño general del estudio*

Es un estudio observacional en una cohorte de seguimiento para estimar la frecuencia de parálisis diafragmática y posibles factores relacionados con su desarrollo, en pacientes llevados a cirugía de miembro superior, luego de bloqueos por encima de la clavícula guiados por ultrasonido (interescalénico, del tronco superior y supraclavicular).

### 6.3 *Población de estudio*

Población: el universo fueron pacientes programados para cirugía ortopédica de miembro superior que comprende: dos tercios laterales de la clavícula, hombro, codo, brazo, antebrazo y mano, en el Hospital Universitario Mayor Méderi (HUM) de manera electiva y de urgencia.

### 6.4 *Diseño muestral*

Muestra: la muestra se recogió de manera prospectiva durante los meses de junio a octubre de 2018 mediante un muestreo secuencial por conveniencia, de los pacientes llevados de manera electiva y/o de urgencia a cirugía ortopédica de miembro superior derecho, a quienes se les administró un bloqueo interescalénico, del tronco superior o supraclavicular como técnica analgésica y/o anestésica y que cumplieron los criterios de elegibilidad, previa autorización mediante firma de un consentimiento informado.

Marco muestral: a través de las listas diarias de programación de cirugía, se identificaron a los posibles pacientes elegibles el día previo al procedimiento quirúrgico. De la misma forma, se revisaron las boletas quirúrgicas de urgencia entregadas a la jefe de enfermería a lo largo del día, para la captación de pacientes que no estén programados de manera electiva. Una vez

identificado (a), se le presentó al paciente el estudio, se le explicó ampliamente y se le resolvieron las dudas que tuviera (el paciente o su familiar), posteriormente si aceptaba participar en el estudio, se firmó el consentimiento informado. Este procedimiento se llevó a cabo por los investigadores o por un colaborador del estudio previamente entrenado y capacitado por los investigadores, y se realizó en el área de ingreso a salas (Sala 1, en el caso del HUM). Se obtuvo información sociodemográfica relevante según lo establecido en la tabla de variables. Posteriormente, se realizaron las mediciones de los parámetros ecográficos necesarios para el diagnóstico de parálisis diafragmática.

### **6.5 Criterios de elegibilidad**

Criterios de inclusión:

Pacientes con edad mayor o igual a 18 años, ASA I-II o III, llevados a cirugía ortopédica de miembro superior derecho y/o izquierdo en el HUM entre junio y octubre de 2018, en quienes se descartó la presencia de parálisis diafragmática por ecografía y posteriormente se les realizó un bloqueo por encima de la clavícula (interescalénico, del tronco superior, supraclavicular) guiado por ultrasonido (US) como técnica anestésica y/o analgésica, y aceptaron su participación en el estudio a través de la firma de un consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Enfermedades respiratorias subyacentes graves tales como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) severa, asma no controlada, y/o patología restrictiva pulmonar, que involucre el uso de músculos accesorios de la respiración al momento de su participación en el estudio.
- Pacientes en quienes no se logró la medición de los parámetros ecográficos diagnósticos de parálisis diafragmática posterior a la realización del bloqueo.
- Pacientes en quienes se tenga duda acerca del diagnóstico ecográfico de parálisis diafragmática.
- Neuropatía preexistente del nervio frénico.
- Neuropatía del plexo braquial y/o del plexo cervical superficial.
- Paresia contralateral de los nervios frénico y/o laríngeo recurrente.
- Insuficiencia renal o hepática grave.
- Pacientes embarazadas.

## 6.6 Cálculo del tamaño de la muestra

De acuerdo con la naturaleza descriptiva y exploratoria del estudio no se requiere un cálculo de tamaño de muestra. Según datos de programación quirúrgica del HUM, en promedio se realizan 30 a 35 procedimientos quirúrgicos por mes que incluyen fijación de fracturas de miembro superior derecho y/o izquierdo. Se incluirán a todos los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión durante un período de 4 meses, en donde se espera recolectar información del mayor número de pacientes posible que cumplan los criterios de elegibilidad.

## 6.7 Descripción de variables

**Tabla 1. Variables**

Nombre de la variable	Definición	Nivel de medición	Naturaleza de la variable	Codificación
Variable dependiente				
Parálisis diafragmática posbloqueo a los 5 minutos	<p>Diagnóstico ecográfico de parálisis diafragmática posterior a colocación de un bloqueo por encima de la clavícula. Los criterios ecográficos son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cambio en el engrosamiento diafragmático menor al 20% en la vista intercostal y/o,</li> <li>Ausencia de excursión diafragmática o excursión menor a 2 cm durante la respiración en reposo y profunda, sin movimiento diafragmático paradójico,</li> </ol>	Nominal	Cualitativa	1= Si 2= No

	usando modo m en la vista subcostal anterior.			
Parálisis diafragmática posbloqueo posterior al procedimiento quirúrgico	<p>Diagnóstico ecográfico de parálisis diafragmática posterior a colocación de un bloqueo por encima de la clavícula. Los criterios ecográficos son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en el engrosamiento diafragmático menor al 20% en la vista intercostal y/o,</li> <li>2. Ausencia de excursión diafragmática o excursión menor a 2.5 cm durante la respiración en reposo y profunda, sin movimiento diafragmático paradójico, usando modo m en la vista subcostal anterior.</li> </ol>	Nominal	Cualitativa	1= Si 2= No
Falla respiratoria secundaria a parálisis diafragmática	<p>Confirmación de insuficiencia respiratoria aguda, definido por la presencia de alguno de los siguientes:</p> <p>Gases arteriales: hipoxemia moderada o severa.  PaO<sub>2</sub>: Menor 70 mmhg. ó  Relación Pao<sub>2</sub>/fio<sub>2</sub>:  Menor de 200 ó  Pulso oximetría:  Menor 75% (52).</p>	Nominal	Cualitativa	1= Si 2= No

Variables independientes				
Edad	Número de años cumplidos en el momento de la cirugía	Razón	Cuantitativa	NA
Sexo	Sexo registrado en la encuesta de información sociodemográfica	Nominal	Cualitativa	0= Masculino 1= Femenino
IMC	Índice de masa corporal en kg/m <sup>2</sup> registrado en la historia clínica	Razón	Cuantitativa	NA
Antecedentes patológicos	Antecedente (s) personal (es) patológico (s) en la encuesta sociodemográfica.	Nominal	Cualitativa	1= Si 2= No  ¿Cuales?
Severidad de patología pulmonar de base	Severidad de patología pulmonar de base por historia clínica	Nominal	Cuantitativa	0= Sin patología pulmonar 1= Leve 2= Moderada 3= Severa
Antecedente quirúrgico en cuello	Antecedente personal de cirugía previa en línea media anterior o ipsilateral al bloqueo.	Nominal	Cualitativa	0= No 1= Si
Antecedente quirúrgico en tórax	Antecedente personal de cirugía torácica ipsilateral al bloqueo.	Nominal	Cualitativa	0= No 1= Si
Exposición a cigarrillo	Antecedente personal de exposición a cigarrillo al momento de la cirugía, obtenido en encuesta sociodemográfica inicial.	Nominal	Cualitativa	0= Nunca ha fumado 1= Fumador activo 2= Ex fumador 3= Fumador pasivo
Intensidad de exposición a cigarrillo e	Número de paquetes-año consumidos en fumador activo o exfumador.	Razón	Cuantitativa	NA

Exposición a humo de leña	Antecedente de exposición directa a humo de leña a lo largo de la vida (cocinar con leña).	Nominal	Cualitativa	0= No 1= Si
Clasificación ASA	Clasificación ASA consignada en la historia clínica en el récord anestésico.	Nominal	Cualitativa	1= I 2= II 3= III 4= IV 5= V
Área de la cirugía	Área en la cual se realizó el procedimiento quirúrgico.	Nominal	Cualitativa	1= clavícula 2= hombro 3= tercio proximal de húmero 4= tercio medio de húmero 5= tercio distal de húmero 6= codo 7= antebrazo 8= muñeca 9= mano
Tipo de cirugía	Nombre de la cirugía registrado en la descripción quirúrgica realizada por el cirujano.	Nominal	Cualitativa	NA
Tipo de bloqueo	Tipo de bloqueo realizado por el anestesiólogo tratante según registro en récord anestésico.	Nominal	Cualitativa	1= Interescalénico 2= Tronco superior 3= Supraclavicular 4= Más de un bloqueo por encima de la clavícula
Sedación durante	Nombre del medicamento	Nominal	Cualitativa	0= Sin sedación

el bloqueo	utilizado para la sedación durante el bloqueo.			1= Midazolam 2= Fentanil 3= Propofol 4= Ketamina 5= Dexmedetomidina
Dosis de sedación	Dosis administrada del medicamento utilizado para la sedación durante el bloqueo.	Razón	Cuantitativa	NA
Concentración de lidocaína	Concentración de lidocaína utilizada en el bloqueo en porcentaje.	Razón	Cuantitativa	NA
Concentración de bupivacaína	Concentración de bupivacaína utilizada en el bloqueo en porcentaje.	Razón	Cuantitativa	NA
Volumen del bloqueo	Volumen total de la mezcla utilizada en el bloqueo en mililitros.	Razón	Cuantitativa	NA
Éxito del bloqueo	Éxito del bloqueo de acuerdo a valoración sensitiva y motora del territorio de inervación 30 minutos después de su realización o en recuperación (en caso de anestesia general complementaria).	Nominal	Cualitativa	0= Exitoso 1= Fallido 2= No valorado (53) (54) (55).
Bloqueo de rescate	Necesidad de bloqueo periférico de rescate por bloqueo incompleto o fallido.	Nominal	Cualitativa	0= No 1= Si
Oximetría pre y pos-bloqueo.	Porcentaje de saturación de oxígeno por oximetría de pulso tomada antes y después de la realización del bloqueo.	Razón	Cuantitativa	NA

Frecuencia respiratoria pre y posbloqueo	Frecuencia respiratoria tomada antes y después de la realización del bloqueo.	Razón	Cuantitativa	NA
Sedacion intraoperatoria	Nombre y dosis del medicamento utilizado en el transoperatorio.	Nominal	Cualitativa	0= Ninguna 1= Midazolam 2= Fentanil 3= Propofol 4= Ketamina 5= Dexmedetomidina 6= Otro
Anestesia general complementaria.	Uso de anestesia general complementaria por cualquier causa.	Nominal	Cualitativa	0=No 1= Si
Causa del uso de anestesia general complementaria.	Descripción de la causa del uso de anestesia general complementaria según registro en instrumento de recolección.	Nominal	Cualitativa	0= No aplica 1= Posición de la cirugía 2= Bloqueo incompleto o fallido 3= Agitación del paciente 4= Preferencia del paciente
Analgesia intravenosa intraoperatoria.	Medicamento (s) utilizado (s) en el intraoperatorio como analgesia complementaria al bloqueo registrados en el récord anestésico.	Nominal	Cualitativa	0= Ninguno 1= Diclofenaco 2= Dipirona 3= Dexametasona 4= Tramadol 5= Hidromorfona 6= Morfina 7= Meperidina 8= Ketamina 9= Más de uno

Intensidad de dolor pre y pos-bloqueo	Puntaje referido por el paciente en la Escala de Clasificación Numérica (ECN) en el área a operar antes y luego de 5 minutos de realizado el bloqueo.	Razón	Cuantitativa	NA
Complicaciones relacionadas con el bloqueo.	Desarrollo de complicación relacionada con el bloqueo según registro en instrumento de recolección de la información.	Nominal	Cualitativa	0= Ninguna 1= Hipotensión 2= Bradicardia 3= Taquicardia 4= Hipertensión 5= Difusión neuroaxial 6= Neumotórax 7= Síndrome Horner 8= Ronquera 9= Dificultad respiratoria 10= Broncoespasmo 11= Arritmias 12= Punción vascular 13= Hematoma 14= Convulsión 15= Paro respiratorio 16 = paro cardiaco

### 6.8 Técnicas de recolección de la información

Fuente de información: primaria (datos tomados directamente del paciente).

Proceso de obtención de la información: a través de las listas diarias de programación de cirugía se identificaron a los posibles pacientes elegibles el día previo a la cirugía. De la misma forma se revisaron las boletas quirúrgicas de urgencia a lo largo del día, para la captación de pacientes que no estuvieran programados de manera electiva. Una vez identificado se solicitó al paciente la aprobación para su participación en el estudio mediante firma de consentimiento informado.

Posteriormente se realizaron las mediciones de los parámetros ecográficos necesarios para el diagnóstico de parálisis diafragmática y se consignaron los datos obtenidos en el instrumento de recolección de la información.

El anestesiólogo encargado del caso consignó la información relacionada con el bloqueo en el mismo instrumento una vez lo realizó. Posteriormente, se realizaron las mediciones de los parámetros ecográficos necesarios para el diagnóstico de parálisis diafragmática.

### **6.9 Descripción del seguimiento de los pacientes**

El auxiliar de investigación y/o el anestesiólogo encargado del caso, realizó las mediciones ecográficas para la evaluación de parálisis diafragmática a los 5 minutos (o previo a la incisión quirúrgica) y en la sala de unidad de cuidados posanestésicos (UCPA).

Ante la eventualidad de detectar casos de parálisis diafragmática clínicamente relevantes, se informará al servicio quirúrgico tratante y se considerará la opción de hospitalización o de vigilancia estricta en la UCPA por un periodo de 12 horas o mayor según la evolución clínica del paciente, a discreción del anestesiólogo (a) tratante.

### **6.10 Control de sesgos y errores**

Información: se evitó este sesgo mediante la obtención de la información desde la fuente primaria (paciente). Adicionalmente, se capacitaron a los auxiliares de investigación y a los anestesiólogos tratantes para la adecuada recolección y registro de la información. Los parámetros ultrasonográficos de parálisis diafragmática y de neumotórax, fueron medidos por personal capacitado y con experiencia.

Selección: se evitó este sesgo incluyendo a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de elegibilidad, hasta completar el tiempo de recolección estipulado previamente.

Confusión: se evitó este sesgo mediante el escaneo diafragmático previo a la realización del bloqueo excluyendo a los pacientes con parálisis diafragmática antes de la colocación de este. Además, se realizó un análisis de regresión logística para controlar posibles variables confusoras, tales como el uso de sedación para el bloqueo.

### ***6.11 Técnicas de procesamiento de los datos.***

Se recogieron los datos de cada paciente en un instrumento de recolección de la información (anexo 1). Con esta información, se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel donde se consignaron los datos de acuerdo a la codificación de las variables detallada en la tabla de variables mencionada arriba en el presente documento. Posteriormente se exportó esta base de datos al programa SPSS versión 21 donde se analizaron los datos recopilados.

Se utilizó Microsoft Office para la elaboración del manuscrito final, tablas y gráficos con sus respectivas licencias.

### ***6.12 Estrategia de análisis.***

Para el cumplimiento del objetivo específico “describir las características socio - demográficas de la población en estudio”, se calcularon medidas de resumen y tendencia central para las variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas.

Para el cumplimiento del objetivo específico “estimar la frecuencia de parálisis diafragmática posterior a la realización de bloqueos por encima de la clavícula guiados por ultrasonido”, se dividió el número total de parálisis diafragmáticas diagnosticadas por ecografía, entre el número total de pacientes llevados a bloqueo por encima de la clavícula.

Para el cumplimiento del objetivo específico “evaluar la relevancia clínica de la parálisis diafragmática cuando se presente”, se calcularon medidas de resumen y tendencia central para las variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, que definan la presencia de insuficiencia respiratoria aguda.

Para el cumplimiento del objetivo específico “describir las características técnicas relacionadas con los bloqueos realizados”, se calcularon medidas de resumen y tendencia central para las variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas.

Para el cumplimiento del objetivo específico “describir las complicaciones asociadas a los bloqueos guiados por ultrasonido por encima de la clavícula en la población estudiada”, se calcularon frecuencias absolutas y relativas.

Para el cumplimiento del objetivo específico “identificar posibles variables que influyan en el desarrollo de parálisis diafragmática”, se realizó inicialmente un análisis bivariado para estimar la magnitud de la asociación entre la variable dependiente y las independientes. Se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk para las variables cuantitativas. Se calcularon los riesgos relativos con su respectivo intervalo de confianza, para lo cual se utilizó el estadístico chi cuadrado y el test exacto de Fisher para las variables cualitativas y T Student para las variables cuantitativas de distribución normal y U Mann Whitney para las de distribución no normal. Posteriormente, se realizó un análisis multivariado donde se incluyeron las variables que tuvieron significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en el análisis bivariado, y según el criterio de Hosmer – Lemershow las variables con  $p < 0,2$  y aquellas que se consideraron clínicamente importantes. Se realizó un modelo de regresión logística binaria y las variables cualitativas politómicas se recategorizaron en variables dicotómicas, para facilitar la interpretación de las medidas de asociación. Se ajustaron las posibles variables confusoras y se calcularán RR ajustados.

### ***6.13 Forma de publicación de resultados.***

Los resultados del análisis univariado se detallaron en tablas de resumen de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. Así mismo, el análisis bivariado y multivariado se resumió en tablas con medidas de asociación e intervalos de confianza.

## 7. Consideraciones éticas

Según resolución N° 008430 emanada el cuatro de octubre de 1993 por el Ministerio de Salud, será compromiso del investigador cumplir con los siguientes criterios:

- Prevalecer ante todo el criterio del respeto a la dignidad del ser humano y la protección de sus derechos y su bienestar.
- Corroborar que la investigación se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen.
- Verificar que la investigación sea realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano.
- Proteger la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice. Además, se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad.
- Suspender la investigación de inmediato, al advertir algún riesgo o daño para la salud del sujeto en quien se realice la investigación (a pesar de estar considerada como una investigación de sin riesgo). Así mismo, suspenderla de inmediato para aquellos sujetos de investigación que así lo manifiesten.

Según el artículo 11 de la misma resolución la siguiente investigación se encuentra especificada en la categoría de *Investigación con riesgo mínimo*, que son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, electrocardiogramas, pruebas de agudeza auditiva, termografías, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, recolección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a grupos o individuos en los que no se manipulará la conducta del sujeto,

investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico y registrados en el Ministerio o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas.

Los investigadores se comprometen a mantener la confidencialidad de los datos, a no modificar los datos en pro de la investigación ni tampoco las historias clínicas de los pacientes y de la institución, y a mantener los principios bioéticos de beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía.

Durante la ejecución de esta investigación no se recolectarán, analizarán o publicarán, datos de identificación del anestesiólogo (a) que realizó el bloqueo, garantizando de esta forma que no se realizarán comparaciones ni se evaluará el desempeño individual de los integrantes del servicio de Anestesiología de la institución del estudio.

Cabe aclarar que los riesgos a los cuales se someten los pacientes son conocidos y son inherentes al bloqueo a realizar, es decir no se asume un riesgo adicional al que el propio bloqueo representa. Además, este procedimiento anestésico y/o analgésico hace parte del acto quirúrgico y se le realizó al paciente independientemente decida participar o no en el estudio.

Debido a que el presente estudio cumple con los criterios para ser catalogado como una investigación de riesgo mínimo, se informó a todos los pacientes que cumplieran con los criterios de elegibilidad, acerca del propósito y contenido del estudio una vez se encontraban en el área de preparación de salas de cirugía. Posteriormente, un investigador del estudio se encargó de la firma del consentimiento informado (anexo 2) y de realizar la encuesta sociodemográfica, resolvió las dudas pertinentes y recalcó al paciente la importancia de su participación en el estudio de manera libre y voluntaria. Todos los instrumentos fueron aplicados una vez el sujeto decidió participar y firme el consentimiento informado.

En el formato de consentimiento informado se dejó claro que en caso de no aceptar la participación en el estudio la técnica anestésica y el manejo perioperatorio no tendría modificación alguna.

## 8. Consideraciones administrativas

### 8.1 Cronograma de actividades

**Tabla 2.** Calendario previsto para el estudio

ACTIVIDAD	AÑO 1		AÑO 2	AÑO 3		
	MES		MES	MES		
	1 AL 6	6 AL 12	1 AL 12	1 al 5	6 al 10	11
Pregunta de investigación						
Elaboración del protocolo						
Presentación y probación por el comité						
Estudio transversal						
Recolección de datos						
Transcripción y elaboración base de datos						
Análisis de datos						
Elaboración del Artículo						

### 8.2 Presupuesto.

**Tabla 3.** Presupuesto global propuesta por fuentes de financiación (en miles de pesos \$)

RUBROS	FUENTE:	
	Investigadores	TOTAL
Personal (auxiliares de investigación)	\$5.000.000,00	\$5.000.000,00
Materiales	\$ 550.000,00	\$ 550.000,00
Material bibliográfico	\$ 0	\$ 0
Servicios técnicos	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
Mantenimiento	No financiables	

Software	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 5.850.000,00</b>	<b>\$ 5.850.000,00</b>

Materiales y suministros (en miles de pesos \$)

<b>MATERIALES</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	<b>FUENTE</b>	
		<b>Investigadores</b>	<b>TOTAL</b>
Papelería	Instrumento de recolección de datos y folletos	\$ 450.000,00	\$ 450.000,00
Cds	Informe de proyectos	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Otros	Empaste documentos	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 550.000,00</b>	<b>\$ 550.000,00</b>

## 9. Resultados

Se incluyeron 66 pacientes que cumplieron con los criterios de elegibilidad, operados entre el 25 de junio y el 25 de octubre de 2018. Respecto de las características sociodemográficas de la muestra estudiada, la mediana de edad fue de 60 años, con una edad mínima de 20 y máxima de 90 años, (p25=51,5, p75=60). La mediana de edad en los pacientes con parálisis diafragmática fue de 57,5 años vs 60,5 años en los pacientes que no desarrollaron esta entidad. La mayoría de los pacientes incluidos fueron hombres (n= 37, 56,1%). En cuanto a la variable IMC, se encontró que el promedio fue de 26,6 Kg/m<sup>2</sup> +/- 3,82 (mínimo de 19 y máximo de 43).

En cuanto a las características clínicas, se analizó la clasificación ASA al momento del ingreso al estudio, encontrándose que la mayoría estaban en la categoría ASA I (n= 32, 48%), seguido por la categoría ASA II (n= 29, 43%), y ASA III (n= 5, 7,6%). El antecedente patológico más frecuente fue la hipertensión arterial (n=27, 40,9%), seguido de diabetes mellitus tipo 2 (n=5, 7,6%), y de enfermedad pulmonar (n=4, 6,1%), estos últimos distribuidos de la siguiente manera: un paciente con antecedente de asma, un paciente con antecedente de Síndrome de apnea e hipopnea del sueño (SAHOS), uno con EPOC, y uno con hipertensión pulmonar moderada. De los pacientes con enfermedad pulmonar, tres pacientes tenían enfermedad pulmonar leve, y uno tenía enfermedad pulmonar moderada.

Se analizó la exposición a humo de cigarrillo encontrando que el 18,2% de los pacientes tuvieron alguna exposición (n=12), 9,1% eran fumadores activos (n=6) y 9,1% eran exfumadores (n=6). El número de paquetes-año de exposición tuvo una mediana de 2,75 con un mínimo de 0,08 y un máximo de 23 paquetes-año (p25 0,4; p75 10,25). Por otro lado, 15,2% (n=10) de los pacientes tuvieron exposición previa a humo de leña. La tabla 4 resume las características sociodemográficas y los antecedentes de la muestra analizada.

**Tabla 4.** Características sociodemográficas y antecedentes.

Variable	Características	n = 66	%
Edad	Mediana	60	
	Mín	20	

	Máx	90	
Edad por categorías	Menor de 40 años	15	22,7
	Entre 40-65 años	30	45,5
	65 o mayor	21	31,8
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	<18,5	0	0
	18,5-24,9	25	37,8
	25-29,9	28	42,6
	30-34,9	12	18,1
	35 o mayor	1	1,5
Sexo	Femenino	29	43,9
	Masculino	37	56,1
Clasificación ASA	I	32	48,5
	II	29	43,9
	III	5	7,6
Antecedente de HTA	Si	27	40,9
	No	39	59,1
Antecedente de DM tipo 2	Si	5	7,6
	No	61	92,4
Enfermedad pulmonar (n=4)	Leve	3	4,5
	Moderada	1	1,5
	Severa	0	0
Antecedente de ERC	Si	2	3,0
	No	64	97,0
Antecedente de dislipidemia	Si	1	1,5
	No	65	98,5
Antecedente de ansiedad	Si	1	1,5
	No	65	98,5
Antecedente de Enfermedad coronaria	Si	2	3,0
	No	64	97,0
Antecedente de EPOC	Si	1	1,5
	No	65	98,5
Antecedente de SAHOS	Si	1	1,5
	No	65	98,5

Antecedente de asma	Si	1	1,5
	No	65	98,5
Antecedente quirúrgico en cuello	Si	2	3,0
	No	64	97,0
Antecedente quirúrgico en tórax	Si	4	6,1
	No	62	93,9
Exposición a cigarrillo	Si	12	18,2
	No	54	81,8
	Activo	6	9,1
	Exfumador	6	9,1
Exposición a humo de leña	Si	10	15,2
	No	56	84,8

*IMC: índice de masa corporal; ASA: American Society of Anesthesiologists; HTA: hipertensión arterial; DM: diabetes mellitus; ERC: enfermedad renal crónica; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; SAHOS: Síndrome de apnea e hipoapnea del sueño*

Se encontró que el sitio anatómico más frecuentemente operado fue el antebrazo (n= 30, 45%), seguido por el hombro (n= 12, 18%), el tercio proximal del húmero (n= 9, 13,6%), y la cirugía de clavícula (n= 6, 9,1%). Las cirugías menos frecuentes se localizaron en el codo (n= 6, 9,1%), el tercio medio del húmero (n= 2, 3%), el tercio distal del húmero (n= 1, 1,5%), y la muñeca (n= 1, 1,5%). Un paciente tuvo intervención quirúrgica de dos sitios anatómicos durante el mismo acto anestésico: tercio distal del húmero y antebrazo. La lateralidad de la cirugía más frecuente fue del lado izquierdo (n=35, 53%).

El bloqueo se realizó bajo sedación la mayoría de las veces (n= 39, 59,1%), y el medicamento más frecuentemente utilizado fue el midazolam (n=35, 53%), seguido por fentanil (n=22, 33,3%), remifentanil (n=3, 4,5%), ketamina (n=1, 1,5%) y propofol (n=1, 1,5%).

Al analizar los bloqueos realizados se encontró que al 57,6% de la muestra se le realizó un bloqueo supraclavicular (n=38), al 30,3% un bloqueo interescalénico (n=20), y al 15,2% un bloqueo del tronco superior (n=10). El bloqueo fue exitoso en el 97% de los casos (n=97%). Sin embargo, se utilizó anestesia general complementaria en el 42% de los casos (n= 28), encontrándose su uso por las siguientes razones: debido a la posición de la cirugía (n=19,

28,8%), por preferencia del anestesiólogo (n=8, 12,1%), y debido a agitación intraoperatoria del paciente (n=3, 4,5%). Los bloqueos fueron realizados en su mayoría por el anestesiólogo tratante del caso (n= 50, 75,8%) y los restantes fueron realizados por un residente de anestesiología bajo supervisión del anestesiólogo tratante (n= 16, 24,2%).

Al analizar las características relacionadas con los bloqueos, los anestésicos locales utilizados fueron lidocaína (n=65, 98,5%) y bupivacaina (n=66, 100%), la mayoría de los casos en combinación. La concentración promedio de lidocaína fue de 0,93% (mediana 1%, mínima 0,5% y máxima 1,5%) y la de bupivacaina fue de 0,24% (mediana 0,25%, mínima 0,125% y máxima 0,4%). El volumen promedio administrado para todos los tipos de bloqueo fue de 21,29 ml (mediana 20 ml, mínima 10 ml y máximo 40 ml). No hubo diferencias en el volumen utilizado en los bloqueos según el desarrollo de parálisis diafragmática (mediana de 20 en los que presentaron parálisis diafragmática vs mediana de 21 en los que no la desarrollaron). En el análisis de subgrupo, se encontró que en el bloqueo interescalénico la mediana de volumen fue de 20 mL (mín 10, max 40; p25:12,5; p75:20), en el bloqueo del tronco superior la mediana de volumen fue de 11,5 mL (mín 10, max 16; p25:10; p75:12,75), y, finalmente, en el bloqueo supraclavicular el promedio de volumen fue de 25 mL (+/- 7,05).

Se utilizó analgesia intraoperatoria complementaria (analgesia de transición) en el 100% de los casos, y el medicamento más frecuentemente utilizado fue la dexametasona (n=49, 74,2%), seguida por diclofenaco (n=28, 42,4%), dipirona (n=27, 40,9%), tramadol (n=12, 18,2%). Los menos frecuentemente utilizados fueron opioides: hidromorfona (n=4, 6,1%), meperidina (n=2, 3%) y morfina (n=2, 3%). La tabla 5 describe la analgesia intraoperatoria complementaria utilizada.

**Tabla 5.** *Analgesia intraoperatoria complementaria (analgesia de transición).*

<b>Analgesia intraoperatoria</b>	<b>Característica</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Dexametasona	Si	49	74,2
	No	17	25,8
Diclofenaco	S	28	42,4
	No	38	57,6
Dipirona	Si	27	40,9
	No	39	59,1

Tramadol	Si	12	18,2
	No	54	81,8
Acetaminofen	Si	10	15,2
	No	56	84,8
Hidromorfona	Si	4	6,1
	No	62	93,9
Morfina	Si	2	3,0
	No	64	97,0
Meperidina	Si	2	3,0
	No	64	97,0

La parálisis diafragmática se presentó en el 39% de los casos (n=26). Al hacer el análisis de subgrupo, se encontró que del total de pacientes a los que se le realizó un bloqueo interescalénico (n=20), la mayoría presentaron parálisis diafragmática asociada (n=14, 70%). Por su parte, del total de pacientes con bloqueo del tronco superior (n=10), el 20% desarrolló parálisis secundaria (n=2). Finalmente, del total de pacientes con bloqueo supraclavicular (n=38), el 26,3% presentó parálisis diafragmática.

Se realizó un análisis bivariado incluyendo las siguientes variables: edad, IMC, saturación de oxígeno pre y posbloqueo, tipo de bloqueo, volumen total del anestésico local, concentración del anestésico local, antecedente de enfermedad pulmonar (EPOC, asma, SAHOS), antecedente de DM tipo 2, antecedente de ansiedad, antecedente de ERC, antecedente de hipotiroidismo, antecedente de exposición a humo de cigarrillo (fumador activo y condición de exfumador), antecedente de exposición a humo de leña, clasificación ASA, y uso de sedación durante el bloqueo. Se encontró que el bloqueo interescalénico se relacionó con el desarrollo de parálisis diafragmática (RR: 6,61; IC95% 2,07 – 21,10; p=0,001), al igual que la exposición a humo de leña (RR: 1,62; IC95% 1,18 – 2,22; p=0,034). Por su parte, el bloqueo supraclavicular fue un factor protector (RR: 0,26; IC95% 0,09 – 0,75; p=0,011). No se encontró asociación estadísticamente significativa entre el resto de las variables de interés y la aparición de parálisis diafragmática. No se pudo analizar las variables concentración de lidocaína, antecedente de enfermedad pulmonar (incluido asma, EPOC, SAHOS), el antecedente de enfermedad renal crónica, y de ansiedad, por ausencia de casos en alguna de las casillas de las tablas 2x2. La tabla 6 muestra el análisis bivariado de manera detallada.

**Tabla 6.** Factores asociados al desarrollo de parálisis diafragmática.

Factor estudiado	RR	IC 95%	p
Edad mayor o igual a 58 años	0,66	0,24 – 1,80	0,424
IMC mayor o igual a 30 Kg/m <sup>2</sup>	0,39	0,09 – 1,58	0,108
Bloqueo interescalénico	6,61	2,07 – 21,10	0,001
Bloqueo del tronco superior	0,33	0,06 – 1,71	0,156
Bloqueo supraclavicular	0,26	0,09 – 0,75	0,011
Concentración de bupivacaína menor o igual a 0,25%	0,76	0,06 – 8,83	0,443
Antecedente de Diabetes Mellitus	1,02	0,16 – 6,61	0,660
Antecedente de hipotiroidismo	2,24	0,45 – 10,96	0,268
Exposición a humo de cigarrillo	0,72	0,19 – 2,71	0,447
Exposición a humo de leña	1,62	1,18 – 2,22	0,034
Sedación durante el bloqueo	2,03	0,72 – 5,75	0,177
Clasificación ASA I-II vs III	1,02	0,16 – 6,61	0,359
Volumen mayor o igual a 18 ml en BIE	0,90	0,12 – 6,77	0,664
Volumen mayor o igual a 12 ml en BTS	1,00	0,45 – 22,17	0,778
Volumen mayor o igual a 25 ml en BS	2,00	0,46 – 8,69	0,287

*IMC: índice de masa corporal; ASA: American Society of Anesthesiologists; BIE: bloqueo interescalénico; BTS: bloqueo del tronco superior; BS: bloqueo supraclavicular*

Se realizó un análisis multivariado a través de una regresión logística binaria, donde se introdujeron las variables hacia adelante de acuerdo con su importancia clínica y a su significancia estadística en el análisis bivariado. Se incluyeron las variables edad, IMC, tipo de bloqueo realizado (interescalénico, tronco superior, supraclavicular), exposición a humo de leña, sedación durante el bloqueo y volumen utilizado en el bloqueo. Las variables edad, IMC y volumen del bloqueo, se incluyeron como variables cuantitativas sin recategorizar para disminuir la probabilidad de sesgos y subdiagnóstico. Se encontró que el bloqueo interescalénico tuvo una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de parálisis diafragmática (RRa=6,61 IC95% 2,07 – 21,10; p=0,001). La determinación del modelo fue de 21,2% (R cuadrado de Nagelkerke), clasificando correctamente al 72,7% de los casos. Sin embargo, el modelo predictor no ajustó (prueba de Hosmer y Lemeshow  $X^2 < 0,001$ ), y no tuvo buena discriminación (área bajo la curva ROC= 0,694; IC95 0,558 -

0,830;  $p=0,008$ ). No se encontró asociación estadísticamente significativa entre el resto de las variables evaluadas y el desenlace principal (parálisis diafragmática).

## 10. Discusión

Los bloqueos del plexo braquial por encima de la clavícula están asociados a bloqueo del nervio frénico en diferentes grados conllevando a parálisis diafragmática ipsilateral. (4) Esta se relaciona con diferentes factores tales como el nivel anatómico en el cual se bloquea el plexo braquial (con la premisa de que los bloqueos más cefálicos tienen mayor incidencia de parálisis del nervio frénico), y con factores técnicos del bloqueo como el volumen, la concentración y la técnica utilizada (guidado por reparos anatómicos, electroestimulación o por ultrasonido. (13,17,18)

El Hospital Universitario Mayor Méderi es una institución de tercer nivel de complejidad, donde se realizan aproximadamente 10 cirugías de hombro mensuales y 20 cirugías de miembro superior, para lo cual se utilizan bloqueos con fines anestésicos y/o analgésicos en la mayoría de los casos. En el presente estudio se encontró que la parálisis diafragmática se presentó en el 39% de la muestra analizada (26/66), con la menor frecuencia presentada en los bloqueos del tronco superior. Kim y cols en el 2017 encontraron una incidencia mayor cuando se realizó bloqueo interescalénico (92%) y del (66%) cuando se realizó bloqueo supraclavicular. Un estudio realizado en el año 1991 por Urme y cols encontró una prevalencia del 100%, significativamente menor comparado cuando la técnica fue guiada por neuroestimulación.

Respecto del volumen administrado en los bloqueos, se encontró que el promedio en el bloqueo interescalénico fue de 20 mL, en el bloqueo del tronco superior fue de 11,5 mL y en el supraclavicular fue de 25 mL. Al comparar con la literatura publicada, el volumen total promedio utilizado en este estudio está por debajo del promedio para el caso de los bloqueos interescalénico y del tronco superior. (17,18,55) Lo cual también podría favorecer la baja frecuencia en el desarrollo de parálisis diafragmática en estos dos grupos.

Dentro de las características sociodemográficas la mediana de edad fue 60 años con una edad máxima de 90 años, edad mayor en comparación con estudios similares. (8) Esto se explica dado que la mayoría de los pacientes atendidos en el HUM están afiliados al sistema general de seguridad social mediante una empresa promotora de salud (EPS) que reemplazó al Seguro

Social, el cual se encargaba de la prestación de servicios a pacientes de mediana y tercera edad, lo cual hace que nuestra población objetivo sea de edad avanzada.

Al evaluar las características técnicas relacionadas con el bloqueo, se encontró que las concentraciones promedio de lidocaína y bupivacaína utilizadas estuvieron dentro del rango menor a las concentraciones anestésicas (menor al 1% y al 0,25% para lidocaína y bupivacaína, respectivamente), lo cual podría explicar la baja frecuencia de aparición de parálisis diafragmática tanto de manera global, como en cada grupo analizado. Sin embargo, al momento del análisis bivariado y multivariado, no se encontró relación estadísticamente significativa con el desarrollo de parálisis.

Es importante mencionar que en el 100% de los pacientes incluidos en el estudio, se administró algún medicamento analgésico adicional como medida profiláctica para la aparición del dolor. Esto evidencia la sensibilización actual dentro del grupo de anesestesiólogos institucionales, acerca de la importancia del manejo multimodal del dolor posquirúrgico.

En el análisis multivariado de este estudio, se encontró que el bloqueo interescalénico es un factor de riesgo para el desarrollo de parálisis diafragmática. Esto concuerda con lo descrito por otros autores.(5,56,57) Debido a que en el bloqueo interescalénico existe la premisa de una difusión ventral del anestésico local al nervio frénico o como resultado de la diseminación rostral a las raíces C3,C4 y C5(5). Es probable que no se haya encontrado asociación estadísticamente significativa con el resto de las variables, debido al pequeño tamaño de muestra analizado.

El presente estudio presenta la limitación de que la muestra es pequeña especialmente en el grupo del tronco superior que se puede explicar porque la técnica presenta una reciente introducción en la práctica del servicio de anestesiología del hospital, además el uso de ultrasonido para realizar este tipo de bloqueos se realiza por personal experimentado en la técnica y aun se realizan bloqueos guiados por neuroestimulación, factor que redujo el tamaño de la muestra.

Dentro de las fortalezas del estudio encontramos que es el primero en nuestro medio, y al revisar la literatura publicada en Colombia, no existen estudios similares. Se demuestra la baja frecuencia de parálisis en los grupos de bloqueo del tronco superior y supraclavicular, lo cual los hace ideales en pacientes que tienen comorbilidades especialmente pulmonares. La medición de parálisis diafragmática se realizó mediante técnica ecográfica por personal entrenado, con datos fidedignos, se ha visto la alta reproducibilidad (58,59,60), y técnica no invasiva libre de radiación.

La parálisis diafragmática unilateral suele cursar asintomática, sin disminución en PaCo<sub>2</sub>, volumen corriente o volumen minuto (14, 58). Ningún paciente que recibió bloqueo por encima de la clavícula y presentó parálisis diafragmática refirió síntomas alguno de disnea.

## 11. Conclusiones

El compromiso ventilatorio de los pacientes llevados a bloqueos por encima de la clavícula representa un reto para el anestesiólogo principalmente en aquellos pacientes con comorbilidades pulmonares. En el presente estudio se encontró que la frecuencia de parálisis diafragmática posterior al uso de bloqueo interescalénico, tronco superior y supraclavicular fue 70%, 20% y 26% respectivamente. Sin embargo, la parálisis diafragmática unilateral generalmente se comporta de manera asintomática, lo se evidencio en nuestro estudio. El bloqueo interescalénico es un factor de riesgo para el desarrollo de parálisis diafragmática, lo cual continúa incrementando la evidencia científica de que se debe seleccionar cuidadosamente el paciente al cual se le administra, especialmente si cursa con patología pulmonar subyacente. Se requiere la realización de estudios a mayor escala para evaluar la relación existente entre otros factores de riesgo para el desarrollo de parálisis diafragmática reportados en la literatura.

## 12. Referencias

1. Borgeat A, Tewes E, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs PCA. *Br J Anaesth*. 1998;81(4):603–5.
2. Dadure C, Capdevila X, Bringuier S, Gaertner E, Bernard N, Biboulet P, et al. Effect of patient-controlled perineural analgesia on rehabilitation and pain after ambulatory orthopedic surgery: a multicenter randomized trial. *Anesthesiology* [Internet]. 2006;105(3):566–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16931991>
3. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney CJL, Franco CD, et al. Upper Extremity Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* [Internet]. 2009;34(2):134–70. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00115550-200903000-00011>
4. Zhai W, Wang X, Rong Y, Li M, Wang H. Effects of a fixed low-dose ropivacaine with different volume and concentrations on interscalene brachial plexus block : a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 2016;1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12871-016-0248-4>
5. Renes SH, Rettig HC, Gielen MJ, Wilder-Smith OH, van Geffen GJ. Ultrasound-Guided Low-Dose Interscalene Brachial Plexus Block Reduces the Incidence of Hemidiaphragmatic Paresis. *Reg Anesth Pain Med* [Internet]. 2009;34(5):498–502. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00115550-200909000-00020>
6. Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *anesth analg*. 1970;49:455–66.
7. Erickon J, Louis D, Naughton N. Symptomatic phrenic nerve palsy after supraclavicular block in an obese man. *Orthopedics* [Internet]. 2009;32(5):368. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=105541536&site=ehost-live%5Cnhttp://www.orthosupersite.com/view.asp?rID=39124%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed12&NEWS=N&AN=355329715>
8. Urmey WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* [Internet]. 1991;72(4):498–503. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2006740>
9. Ghodki P, Singh N. Incidence of hemidiaphragmatic paresis after peripheral nerve stimulator versus ultrasound guided interscalene brachial plexus block. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* [Internet]. 2016;32(2):177. Available from: <http://www.joacp.org/text.asp?2016/32/2/177/168263%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4874070>
10. Laurent DB, Chan V, Chin KJ. Refining the ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: the superior trunk approach. *Can J Anesth*. 2014;61(12):1098–102.

11. Fingerman M. Regional anesthesia for outpatient hand surgery: Ultrasound-guided peripheral nerve block. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2011;36(3):532–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.11.037>
12. Kim BG, Han JU, Song JH, Yang C, Lee BW, Baek JS. A comparison of ultrasound-guided interscalene and supraclavicular blocks for post-operative analgesia after shoulder surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(4):427–35.
13. Sala-Blanch. Phrenic nerve block caused by interescalene Brachial Plexus Block: effects of digital pressure and low volume of local anesthetic. *Reg Anesth Pain Med*. 1999;24(3):231–5.
14. Urmey WF, McDonald M. Hemidiaphragmatic paresis during interscalene brachial plexus block: effects on pulmonary function and chest wall mechanics. *Anesth Analg* [Internet]. 1992;74(3):352–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1539813>
15. Sardesai AM, Denny NM. Lower lobe collapse during continuous interscalene brachial plexus local anesthesia at home. *Reg Anesth Pain Med*. 2004;29(1):65–8.
16. Graham D, Harland D, Hughes D, Knight D, Mee W, Pashby N. Persistent Phrenic Nerve Paresis Following Interscalene Brachial Plexus Block G. 1985;(6):6–8.
17. Robaux S, Bouaziz H, Boisseau N, Raucoules-Aimé M, Laxenaire M-C. Persistent Phrenic Nerve Paresis Following Interscalene Brachial Plexus Block G. *Anesthesiology*. 2001;95(6):6–8.
18. Urmey WF, Gloeggler PJ. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume. Vol. 18, *Regional anesthesia*. 1993. p. 244–9.
19. 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):549–56.
20. Johnson EO, Vekris M, Demesticha T, Soucacos PN. Neuroanatomy of the brachial plexus: Normal and variant anatomy of its formation. *Surg Radiol Anat*. 2010;32(3):291–7.
21. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, Hogan QH. Brachial plexus anesthesia: Essentials of our current understanding. Vol. 27, *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2002. p. 402–28.
22. 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. Vol. 27, *Clinical Anatomy*. 2014. p. 210–21.
23. Kerr AT. The brachial plexus of nerves in man, the variations in its formation and branches. *Dev Dyn*. 1918;23(2):285–395.
24. Orebaugh SL, Williams BA. Brachial plexus anatomy: Normal and variant. Vol. 9, *TheScientificWorldJournal*. 2009. p. 300–12.
25. Abrahams MS, Panzer O, Atchabahian A, Horn JL, Brown AR. Case Report: Limitation of Local Anesthetic Spread During Ultrasound-Guided Interscalene Block.

- Description of an Anatomic Variant With Clinical Correlation. *Reg Anesth Pain Med.* 2008;33(4):357–9.
26. Neal JM. Assessment of lower extremity nerve block: Reprise of the Four P's acronym. *Reg Anesth Pain Med.* 2002;27(6):618–20.
  27. Roch JJ, Sharrock NE, Neudachin L. Interscalene brachial plexus block for shoulder surgery: a proximal paresthesia is effective [Internet]. Vol. 75, *Anesth Analg.* 1992. p. 386–8. Available from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=1510259](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=1510259)
  28. Hadzic A. *Hadzic's textbook of regional anesthesia and acute pain management*, second edition. New York: Mc Graw Hill; 2017. p. 563.
  29. Admir Hadzic, MD P. *Hadzic's Peripheral Nerve Blocks and Anatomy for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia*. second edi. 2012.
  30. Wedei DJ, Bupivacaine AC, Block BP, Klein SM, Greengrass RA, Steele SM, et al. A Comparison of 0.5% Bupivacaine, 0.5% Ropivacaine, and 0.75% Ropivacaine for Interscalene Brachial Plexus Block. *Reg Anesth pain Manag.* 1998;87:1316–9.
  31. Masip N, Roberts S. Abdominal wall blocks. *Updat Anaesth.* 2015;30(1):93–8.
  32. Brull R, McCartney CJL, Chan VWS, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: Contemporary estimates of risk. Vol. 104, *Anesthesia and Analgesia.* 2007. p. 965–74.
  33. Brown DL, Cahill DR, Bridenbaugh LD. Supraclavicular Nerve Block: Anatomic Analysis. *Anesth Analg.* 1993;76:530–4.
  34. Le S, Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. *Can J Anesth.* 2013;(60):304–20.
  35. Roy M, Nadeau MJ, Côté D, Levesque S, Dion N, Nicole PC, et al. Comparison of a Single- or Double-Injection Technique for Ultrasound-Guided Supraclavicular Block: A Prospective, Randomized, Blinded Controlled Study. *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37(1):55–9.
  36. Hanumanthaiah D, Vaidyanathan S, Garstka M, Szucs S. Ultrasound guided supraclavicular block. *Med Ultrason.* 2013;15(3):224–9.
  37. Brand L, Papper EM. A comparison of supraclavicular and axillary techniques for brachial plexus blocks. *Anesthesiology.* 1961;22(2):226–9.
  38. Bhatia A, Lai J, Chan VWS, Brull R. Pneumothorax as a complication of the ultrasound-guided supraclavicular approach for brachial plexus block. *Anesth Analg.* 2010;111(3):817–9.
  39. Al-Kaisy A, Chan VW, Perlas A. Respiratory effects of low-dose bupivacaine interscalene block. *Br J Anaesth* [Internet]. 1999;82(2):217–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10364997>
  40. Lee J, Cho S, Kim S. Ropivacaine for ultrasound-guided interscalene block : 5 mL provides similar analgesia but less phrenic nerve paralysis than 10 mL. *Can J Anesth.* 2011;58:1001–6.

41. Sinha SK, Abrams JH, Barnett JT, Muller JG, Lahiri B, Bernstein BA, 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* [Internet]. 2011;36(1):17–20. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00115550-201101000-00005>
42. Gordon FDBDQ, Alcorta BN, Fajardo M. 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* [Internet]. 2017;1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.redar.2017.01.001>
43. Gerscovich EO, Cronan M. Ultrasonographic Evaluation of Diaphragmatic Motion. *J Ultrasound Med*. 2001;20:597–604.
44. 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. Vol. 39, *Intensive Care Medicine*. 2013. p. 801–10.
45. Harris S, Giovannetti M, Kim BK, Ph D, Ch B. Normal ventilatory movement of the right hemidiaphragm studied by ultrasonography and pneumotachography. *Radiology*. 1983;146:141–4.
46. Cohen E, Mier A, Heywood P, Murphy K, Guz A, Boulton J. Excursion-volume relation of the right hemidiaphragm measured by ultrasonography and respiratory airflow measurements. *Thorax*. 1994;49(9):885–9.
47. Houston JG, Morris AD, Howie CA, Reid JL, Mcmillan N. Technical Report : Quantitative Assessment of Diaphragmatic Movement- A Reproducible Method Using Ultrasound. *Clin Radiol*. 1992;46:405–7.
48. Diamant MJ, Boechat MI, Kangaroo H. Real-Time Sector Ultrasound in the Evaluation of Suspected Abnormalities of Diaphragmatic Motion. *J Clin Ultrasound*. 1985;13(October):539–43.
49. Sarwal A, Walker FO, Cartwright MS. Neuromuscular ultrasound for evaluation of the diaphragm. *Muscle and Nerve*. 2013;47(3):319–29.
50. Khanna N. Dysfunction of the diaphragm. *Curr Opin Pulm Med* [Internet]. 2013;1. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00063198-900000000-99642>
51. Lerolle N, Guérot E, Dimassi S, Zegdi R, Faisy C, Fagon JY, et al. Ultrasonographic diagnostic criterion for severe diaphragmatic dysfunction after cardiac surgery. *Chest*. 2009;135(2):401–7.
52. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2012;307(23):2526–33.
53. Perlas A, Brull R, Chan VWS, McCartney CJL, Nuica A, Abbas S. Ultrasound Guidance Improves the Success of Sciatic Nerve Block at the Popliteal Fossa. *Reg Anesth Pain Med*. 2008;33(3):259–65.

54. Orebaugh SL, Williams BA, Vallejo M, Kentor ML. Adverse outcomes associated with stimulator-based peripheral nerve blocks with versus without ultrasound visualization. *Reg Anesth Pain Med.* 2009;34(3):251–5.
55. Kapral S, Greher M, Huber G, Willschke H, Kettner S, Kdolsky R, et al. Ultrasonographic Guidance Improves the Success Rate of Interscalene Brachial Plexus Blockade. *Reg Anesth Pain Med.* 2008;33(3):253–8.
56. Ryu T, Kil BT, Kim JH. Comparison between ultrasound-guided supraclavicular and interscalene brachial plexus blocks in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery a prospective, randomized, parallel study. *Med (United States).* 2015;94(40):1–7.
57. Kaufman MR, Elkwood AI, Rose MI, Patel T, Ashinoff R, Fields R, et al. Surgical Treatment of Permanent Diaphragm Paralysis after Interscalene Nerve Block for Shoulder Surgery. *Anesthesiology.* 2017;119(2):484–7.
58. Kayeaker UM, Dick MM. Phrenic Nerve Paralysis following Interscalene Brachial Plexus Block Case Reports. *Anesth analg.* 1983;62(3):536–7.
59. López Escárraga VM, Dubos España K, Castillo Bustos RH, Peidró L, Sastre S, Sala-Blanch X. Diaphragmatic thickness ratio (inspiratory/expiratory) as a diagnostic method of diaphragmatic palsy associated with interescalene block. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2018;65(2):81–9.
60. Boon A, Harper C, Ghahfarokhi L, Strommen J, Watson J, Sorenson EJ. Two-dimensional ultrasound imaging of the diaphragm: quantitative values in normal subjects. *Muscle and Nerve.* 2013;(June):884–8.
61. Boon A, Sekiguchi H, Harper C, Strommen J, Ghahfarokhi L, Watson J, et al. Sensitivity and specificity of diagnostic ultrasound in the diagnosis of phrenic neuropathy. *Neurology.* 2014;83(14):1264–70.
62. Fujimura N, Namba H, Tsunoda K, Kawamata T, Taki K, Igarasi M, et al. Effect of hemidiaphragmatic paresis caused by interscalene brachial plexus block on breathing pattern, chest wall mechanics, and arterial blood gases. *Anesth Analg.* 1995;81(5):962–6.

13. Anexos.

13.1 Formato de recolección de datos.

Código \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ NOMBRE Y APELLIDO:  
\_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

CÉDULA: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_ CEL: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_  
Talla (m): \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA CIRUGIA \_\_\_\_\_  
Lateralidad cx: \_\_\_\_\_

Área de cx:  
Clavícula \_\_\_\_\_ Hombro \_\_\_\_\_ 1/3 prox húmero \_\_\_\_\_ 1/3 medio húmero \_\_\_\_\_ 1/3 distal húmero  
\_\_\_\_\_ Codo \_\_\_\_\_  
Antebrazo \_\_\_\_\_ Muñeca \_\_\_\_\_ Mano \_\_\_\_\_

Antecedentes patológicos

Antecedentes farmacológicos

Patología pulmonar previa: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cual patología pulmonar?  
\_\_\_\_\_

Severidad de patología pulmonar: NA \_\_\_\_\_ Leve \_\_\_\_\_ Moderada \_\_\_\_\_  
Severa \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES (SI REQUIERE)

Clasificación ASA: \_\_\_\_\_

Cirugía previa en cuello? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Lateralidad de cx \_\_\_\_\_  
Cirugía previa en tórax? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Lateralidad de cx \_\_\_\_\_

Exposición a cigarrillo: Nunca ha fumado \_\_\_\_\_ Fumador activo \_\_\_\_\_ Exfumador \_\_\_\_\_  
Fumador pasivo \_\_\_\_\_  
Intensidad de exposición a humo de cigarrillo: NA \_\_\_\_\_ # paquetes-año: \_\_\_\_\_

Exposición a humo de leña: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Tiempo de exposición a humo de leña en  
años: \_\_\_\_\_

**BLOQUEO**

TIPO DE BLOQUEO

**INDICACION DEL BLOQUEO** Anestesia \_\_\_\_\_ Analgesia \_\_\_\_\_  
 Hora de inicio bloqueo \_\_\_\_\_ Hora finalización \_\_\_\_\_  
 bloqueo \_\_\_\_\_ Hora de inicio cirugía \_\_\_\_\_ Hora finalización \_\_\_\_\_  
 cirugía \_\_\_\_\_

**CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUEO**

Condición del paciente: Despierto \_\_\_\_\_ Sedado \_\_\_\_\_

Bajo anestesia general \_\_\_\_\_ Bajo anestesia raquídea \_\_\_\_\_

PA pre \_\_\_\_/\_\_\_\_ PA pos \_\_\_\_/\_\_\_\_

FC pre \_\_\_\_ FC pos \_\_\_\_ FR pre \_\_\_\_ FR pos \_\_\_\_ SatO2 (%) pre \_\_\_\_ SatO2 (%) pos \_\_\_\_

Evaluación dolor EVA pre bloqueo \_\_\_\_\_ Evaluación dolor EVA pos bloqueo \_\_\_\_\_

SEDACIÓN PARA EL BLOQUEO		
Medicamento	Dosis	Vía

**Aguja:** Marca, longitud y calibre \_\_\_\_\_

**TÉCNICA:** Estimulador de nervio \_\_\_\_\_ Ecografía \_\_\_\_\_

CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUEO												
Tipo de bloqueo	Respuesta motora	mA	Profundidad en cm	Lidocaína		Bupivacaína		Otro		Epinefrina		
				Vol	%	Vol	%	Vol	%	Si	No	Concentración

Aspiración cada \_\_\_\_\_ cc

Dolor a la inyección No \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ Acción tomada \_\_\_\_\_

Aspiración de sangre No \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ Acción tomada \_\_\_\_\_

Resistencia a la inyección Normal \_\_\_\_\_ Alta \_\_\_\_\_ Acción tomada \_\_\_\_\_

Test de epinefrina IV Neg. \_\_\_\_\_ Pos. \_\_\_\_\_ NA \_\_\_\_\_ Acción tomada \_\_\_\_\_

Bloqueo fácil y bien tolerado No \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_

**Efectos secundarios y complicaciones (marque con una x)**

Hipotensión		Difusión raquídea		Arritmias		Punción vascular	
Bradycardia		Difusión epidural		SDR		Hematoma	
Taquicardia		Neumotórax		Broncoespasmo		Convulsión	
Hipertensión		Sind. Horner		Disfonía		Paro cardíaco	

**Evaluación y resultado del bloqueo (si hay más de 2 bloqueos especifique debajo de la tabla):**

Función valorada	5 min		15 min		30 min		Antes de cirugía		Llegada a PACU	
	Bloqueo 1	Bloqueo 2	Bloqueo 1	Bloqueo 2	Bloqueo 1	Bloqueo 2	Bloqueo 1	Bloqueo 2	Bloqueo 1	Bloqueo 2
Sensitiva										
Motora										

**Resultado del bloqueo:** Completo \_\_\_\_\_ Parcial \_\_\_\_\_ Fallido \_\_\_\_\_ No valorado \_\_\_\_\_

**Bloqueo de rescate:** Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Tipo de bloqueo de rescate (dosis y volumen): \_\_\_\_\_

**MANEJO INTRAOPERATORIO:**

**Anestesia general?** Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Causa de anestesia general complementaria:** Posición de cirugía \_\_\_\_\_ Bloqueo incompleto o fallido \_\_\_\_\_

Agitación o pobre colaboración \_\_\_\_\_ Preferencia del paciente \_\_\_\_\_ Preferencia del anestesiólogo \_\_\_\_\_

Analgesia complementaria (nombre y dosis)	
Manejo de la vía aérea	

**EVALUACIÓN DE DOLOR POSQUIRÚRGICO**

Inmediato (escala Escala verbal numérica)	
Sin dolor (0)	
Leve (1-3)	
Moderado (4-7)	
Severo (8-10)	

**PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA**

	Grosor inspiratorio máximo (mm)	Grosor espiratorio máximo (mm)	Relación I/E (GIM-GEM)	% cambio engrosamiento diafragmático (GIM-GEM/GEM)
Medición pre bloqueo				
Medición pos bloqueo				

**Diagnóstico de parálisis diafragmática:** Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Aclare tiempo de medición posbloqueo por ECO:** 5 min \_\_\_\_\_ en UCPA \_\_\_\_\_

**FALLA VENTILATORIA SECUNDARIA A BLOQUEO:** Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta anterior fue SI, responda:

**Síntomas:** \_\_\_\_\_

**Criterios clínicos:** Tirajes: Si \_\_\_ No\_\_\_ taquipnea Si\_\_\_ No\_\_\_ Cianosis central Si\_\_\_  
No\_\_\_

Alteración de la consciencia Si\_\_\_ No\_\_\_

**Gases Arteriales:** pH:\_\_\_ PCO2:\_\_\_ PO2 :\_\_\_ PAFI: \_\_\_\_\_ No tiene: \_\_\_\_\_

**Procedimiento realizado por:** RESIDENTE \_\_\_\_\_ ANESTESIÓLOGO \_\_\_\_\_ NOMBRE:

\_\_\_\_\_

**Supervisado por:** NOMBRE: \_\_\_\_\_ FIRMA

\_\_\_\_\_

### 13.2 Consentimiento informado.

**"INCIDENCIA Y FACTORES RELACIONADOS CON PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA POSTERIOR A LA REALIZACIÓN DE BLOQUEOS INTERESCALÉNICO, DEL TRONCO SUPERIOR Y SUPRACLAVICULAR, GUIADOS POR ULTRASONIDO, EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL DE BOGOTÁ"**

Hospital Universitario Mayor Mederi – Universidad del Rosario

Grupo investigador:

Dra. Paola Chinchilla

Dr. John Osorio

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Le estamos invitando a participar en el estudio "INCIDENCIA Y FACTORES RELACIONADOS CON PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA POSTERIOR A LA REALIZACIÓN DE BLOQUEOS INTERESCALÉNICO, DEL TRONCO SUPERIOR Y SUPRACLAVICULAR, GUIADOS POR ULTRASONIDO, EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL DE BOGOTÁ".

El propósito de este documento es informar a los participantes de esta investigación por medio de una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol o papel como participantes.

Previo a la firma del presente consentimiento se le aclararán todas las dudas que tenga sobre la investigación, sus procedimientos e implicaciones que tendrá en su diagnóstico.

Hasta el momento, la mayoría de las cirugías de hombro y miembro superior se realizan bajo anestesia regional (bloqueo) con o sin anestesia general complementaria y la tendencia actual es la realización de estos bloqueos con ayuda de ecografía. Los bloqueos realizados por encima de la clavícula conllevan a enormes beneficios desde el punto de vista de la prevención y el manejo del dolor posoperatorio, aunque presentan riesgos que incluyen el desarrollo de parálisis temporal del diafragma (que es un músculo involucrado en la respiración), la cual no produce síntomas en la mayoría de pacientes. El uso de la ecografía ha permitido minimizar este riesgo, al disminuir el volumen requerido para conseguir un bloqueo exitoso. Sin embargo, no existen datos en nuestro medio acerca de la frecuencia de aparición de parálisis diafragmática secundaria al uso de estos bloqueos y los factores relacionados con su desarrollo.



El objetivo de este estudio es estimar la incidencia de parálisis diafragmática y sus factores relacionados, en pacientes a quienes se les va a realizar una cirugía del miembro superior, posterior al uso de bloqueos en troncos o raíces nerviosas específicas del plexo braquial guiados por ultrasonido, en el Hospital Universitario Mayor – Méderi.

Al acceder a participar en este estudio, se le realizará unas preguntas de información sociodemográfica y antecedentes patológicos, al momento de su ingreso a salas de cirugía. Posteriormente, se realizará una ecografía de pulmón para evaluar el movimiento de base o inicial de su diafragma. Esto tomará entre diez y quince minutos de su tiempo, nada adicional al examen de rutina relacionado con la atención que requiere por su patología. Tampoco presentará ningún posible evento adverso o molestia durante o después de la realización de las preguntas y la ecografía. Una vez el anestesiólogo (a) tratante realice el procedimiento anestésico (bloqueo), se procederá a escanear nuevamente el diafragma a través de la ecografía para evaluar el movimiento de este músculo.

Es importante recalcar que no se verá afectada su vida en ningún momento. Adicionalmente, se hace énfasis en que la opción de realizar o no el bloqueo como técnica anestésica para su procedimiento quirúrgico, no está influenciada por este estudio, ya que esta es una decisión conjunta entre usted y su anestesiólogo tratante. Los registros obtenidos serán tabulados en una base de datos. Su participación no le brindará recompensa alguna, pero contribuirá a la obtención de información acerca de la frecuencia de aparición de parálisis diafragmática y sus factores relacionados.

Es probable encontrar hallazgos anormales durante la realización de la ecografía pulmonar, que pueden estar o no relacionadas con las variables a medir durante el estudio, si se llegan a presentar, se le informará de manera directa a usted como paciente y se direccionará según el hallazgo al servicio especializado correspondiente.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria y su rechazo o aceptación no tendrá ninguna repercusión en el tratamiento médico que va a requerir.

La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario y a la entrevista serán codificadas usando un número diferente a su número de identificación, y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este estudio, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse en cualquier momento sin que eso lo perjudique de ninguna forma. Si algún procedimiento le parece incómodo, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador, para que en conjunto tomen la decisión de suspender el procedimiento o usted puede retirarse del estudio si así lo considera.

Le agradecemos su participación.

En caso de cualquier inquietud sugerencia o deseo de salir del estudio usted se puede comunicar directamente con:

Dra. Paola Chinchilla Hermida al teléfono 3007044424, calle 24 N° 29-45 4to piso oficina Anestesiología, Hospital Universitario Mayor Méderi.

*Comité de ética e investigación*

Comité de Ética en Investigación, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud Universidad del Rosario Teléfono 2970200 extensión: 3297, Bogotá, Colombia

**Declaración de Consentimiento Informado**

Leí (o me fue leído), y he entendido la información sobre el estudio: "Incidencia y factores relacionados con parálisis diafragmática posterior a la realización de bloqueos interescalénico, del tronco superior y supraclavicular, guiados por ultrasonido, en un hospital de tercer nivel de Bogotá" y tuve la oportunidad de hacer preguntas y de recibir respuestas satisfactorias para todas ellas.

Mi participación en este estudio es totalmente voluntaria y puedo abandonarlo en cualquier momento y por cualquier razón, sin que esta decisión afecte mi atención médica actual o futura en esta institución. Por lo tanto:

**DOY MI CONSENTIMIENTO VOLUNTARIO PARA SER PARTE DE ESTE ESTUDIO CLINICO**

Identificación \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Firma del Paciente \_\_\_\_\_

Bogotá, DC, día \_\_\_\_\_, del mes de \_\_\_\_\_, del año \_\_\_\_\_.

TESTIGOS

jt

Identificación \_\_\_\_\_ Identificación \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_  
Teléfono \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_  
Parentesco: \_\_\_\_\_ Parentesco: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del Testigo I

\_\_\_\_\_  
Firma Testigo II

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador Principal.

El Comité de Ética en Investigación de la Universidad del Rosario  
avala la ejecución del presente proyecto de investigación.

Puede comunicarse con nosotros en caso de tener alguna inquietud  
o si desea hacernos algún comentario:

Dra. Diana Rocio Bernal, Presidente Sala de Ciencias Sociales: [diana.bernal@urosario.edu.co](mailto:diana.bernal@urosario.edu.co)  
Dr. Carlos Enrique Trillos, Presidente Sala de Ciencias de la Vida: [carlos.trillos@urosario.edu.co](mailto:carlos.trillos@urosario.edu.co)  
Dr. Juan Guillermo Pérez, Secretario Técnico: [juangu.perez@urosario.edu.co](mailto:juangu.perez@urosario.edu.co)  
Johanna Mayerly González, Auxiliar Administrativa: [comite.etica@urosario.edu.co](mailto:comite.etica@urosario.edu.co)



Calle 13C No. 6-25, Bogotá D.C. Colombia  
Teléfono: (+57)(1) 2970200. Extensión: 3295