

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN PACIENTES
CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR**

MONOGRAFÍA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias
Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Karen Yulisa Morán Ramos

Médico y Cirujano

Guatemala, octubre 2022



USAC
TRICENTENARIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
-COTRAG-**



El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG–, de la **Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, hacen constar que la estudiante:

1. KAREN YULISA MORÁN RAMOS 201513046 3410362852102

Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación, en modalidad de monografía titulada:

**USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL
EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR**

Trabajo asesorado por la Dra. Carla Marina García González y, revisado por el Dr. Carlos Abraham Monroy Silva, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el once de octubre del año dos mil veintidós




Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora





Facultad de Ciencias Médicas
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO

Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva. PhD
Decano

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que la estudiante:

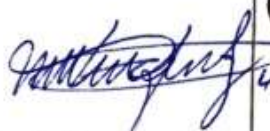
1. KAREN YULISA MORÁN RAMOS 201513046 3410362852102

Presentó el trabajo de graduación en modalidad de monografía, titulada:

**USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL
EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR**

El cuál ha sido revisado y aprobado por el **Dr. César Oswaldo García García**, profesor de la COTRAG y, al establecer que cumple con los requisitos solicitados, se le **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el diez de octubre del año dos mil veintidós.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
-COTRAG-



Guatemala, 11 de octubre del 2022

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Le informo que yo:

1. KAREN YULISA MORÁN RAMOS

Presenté el trabajo de graduación titulado:

**USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL
EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR**

Del cual la asesora y el revisor se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesora:

Dra. Carla Marina García González

Dra. Carla M. García González
Anestesiología
C.C. 19,275

Revisor:

Dra. Carlos Abraham Monroy Silva
Registro de personal: 20210841

Dra. Carlos Abraham Monroy Silva
Médico y Cirujano
Colegiado 22-527



RESPONSABILIDAD DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresadas en el contenido del trabajo de graduación.

Su aprobación en ningún momento o de manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación - COTRAG-, la Facultad de Ciencias Médicas y para la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.

Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad, de la Universidad y otras instancias competentes involucradas.

DEDICATORIA

A DIOS: como agradecimiento por guiarme en este camino y regalarme la vida, salud física y emocional.

A MIS PADRES: Álvaro Morán y Miriam Ramos, quienes han sido los pilares de mi vida. Por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de la carrera y porque siempre han confiado en mí.

A MIS HERMANOS: Jorge Morán y Yessica Morán, mi ejemplo abona al de ustedes para que luchen por sus sueños.

A MIS ABUELOS: Raquel Morán y Marta Osorio, quienes desde la distancia me demostraron su apoyo y amor.

A MI TÍA: Carol Morán, quien siempre confió en que lograría esta meta y me motiva a seguir luchando por mis sueños.

A MI AMIGA: Jaquelyn Moscoso, quien ha sido parte de este recorrido. Gracias por el cariño y apoyo incondicional que me ha dado.

Karen Yulisa Morán Ramos

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: por ser el creador de la vida, por sus infinitas bendiciones y por permitirme culminar una meta más en la vida.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala: por ser alma máter en la enseñanza hacia la vida profesional, dándome la oportunidad de formarme como médico.

A MI ASESORA, Dra. Carla García: por guiarme en el proceso de este trabajo; por su apoyo e interés que mostró en él, impartíendome sus conocimientos

A MI REVISOR, Dr. Carlos Monroy: quien siempre me motivó a seguir adelante y por su dedicación para mejorar cada una de las etapas de este trabajo.

Karen Yulisa Morán Ramos

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

ÍNDICE

Prólogo

Introducción I

Objetivos III

Métodos y técnicas IV

Contenido temático

Capítulo 1: Generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior 1

Capítulo 2: Aplicación del ultrasonido en bloqueos del miembro superior 14

Capítulo 3: Ventajas y complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior..... 22

Capítulo 4: Análisis de la información..... 27

Conclusiones..... 30

Recomendaciones..... 31

Referencias bibliográficas..... 32

Anexos..... 42

PRÓLOGO

La presente monografía tiene como título; uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior, enfocándose en las ventajas que éste otorga.

El objeto del estudio es describir el uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior, así como describir que el bloqueo guiado por ultrasonido en miembro superior, posee mejores resultados en la recuperación, disminución de complicaciones postoperatorias, disminución del volumen anestésico, así como el manejo del dolor postoperatorio.

La monografía se encuentra desglosada en cuatro capítulos, generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior, aplicación del ultrasonido en bloqueos de miembro superior; ventajas y complicaciones del uso del ultrasonido, finalizando con un análisis de la información. En cada uno se incluye información verificada y descrita de tal manera que genere interés al lector.

Dra. Carla Marina García González

INTRODUCCIÓN

El plexo braquial está definido como la red de nervios que inervan la extremidad superior, está formado por la unión de las ramas primarias ventrales de los nervios cervicales C5-C8 en el tronco superior y el primer nervio torácico, T1. Pueden presentarse variables anatómicas formadas por contribuciones de los nervios C4 y T2. Las ramas C5 y C6 se unen cerca del borde medial del músculo escaleno medio para formar el tronco superior del plexo braquial; la rama C7 forma el tronco medio, y las ramas de C8 y T1 forman el tronco inferior. A pesar del ya mencionado esquema clásico para representar el plexo braquial, se estima que se han descrito siete configuraciones diferentes del mismo, además de que aproximadamente un 61% de la población presenta asimetría izquierda-derecha, lo que condiciona que existan de manera normal y frecuente, variaciones anatómicas del plexo braquial, condicionando mayor importancia a las técnicas guiadas por imágenes ultrasonográficas^{1,2}.

El uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial permite un acceso más confiable, al otorgar múltiples ventajas en el tratamiento de pacientes con traumas en miembro superior, siendo algunas de ellas el hecho de limitar la anestesia al área que va a ser intervenida, la factible identificación de los nervios a bloquear, la disminución de la cantidad de punciones, el menor tiempo para realizar el bloqueo, menor dolor asociado al procedimiento, analgesia postoperatoria, mayor tasa de éxito entre otras, para lo cual es esencial conocer la anatomía del plexo braquial y de la inervación osteomuscular, lo cual permite planificar de manera óptima el bloqueo acorde a la cirugía y a las características del paciente^{3,4,5}.

El bloqueo del plexo braquial se puede realizar en 4 niveles: a) interescalénico, b) supraclavicular, c) infraclavicular y d) axilar; cada uno de estos bloqueos señalados tiene diferentes técnicas.² La incorporación del ultrasonido es un avance tecnológico en anestesia regional, se ha generalizado como una herramienta en las prácticas de bloqueos de miembro superior, porque su eficacia es mayor a la conseguida mediante neuroestimulación, facilitando la recuperación, disminuyendo las complicaciones postoperatorias, la estancia hospitalaria, la disminución del volumen de anestésico local e inclusive manejo del dolor posoperatorio.⁶⁻¹¹

En ese sentido, la presente monografía responde a la pregunta ¿Cuál es el uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior?

El procedimiento que emplea la monografía: utiliza descriptores en Ciencias de la Salud: -DeCS- para términos en español y los Encabezados de Temas Médicos -MeSH- para términos en inglés, las fuentes bibliográficas filtradas con publicaciones durante los años 2012 al 2022; se

analiza críticamente la evidencia clínica y se selecciona los estudios de relevancia. Posteriormente se verifica mediante el programa de plagio *Smallseotools.com* la información, la cual es redactada en Word, se utiliza la herramienta Zotero como gestor bibliográfico. Se lee y analiza cada fuente de información, así como la selección de estudios enfocados en el tema de investigación para responder con las preguntas planteadas en esta monografía.

Este informe de investigación se presenta en cuatro capítulos, con la finalidad de dar respuesta a la pregunta principal. En el primer capítulo se describen las generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior; en el segundo capítulo la aplicación del ultrasonido en bloqueos de miembro superior; el tercer capítulo describe las ventajas y complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial; en el cuarto capítulo se desarrolla un análisis de la información y seguidamente de este, las conclusiones y recomendaciones del tema por medio de las cuales se demuestran los objetivos planteados, concluyéndose que los problemas de salud que afectan a las extremidades superiores pueden ser tratados desde la perspectiva quirúrgica y anestésica, lo cual implica el conocimiento anatómico del plexo braquial, nervios terminales y las técnicas de los bloqueos como método efectivo para tratamiento oportuno del mismo.

Se concluye que los principales tipos de bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior son: interescalénico, supraclavicular, infraclavicular y axilar. El uso del ultrasonido presenta ventajas como la visualización directa y en tiempo real del objetivo a bloquear; la visualización de la estructura nerviosa y estructura anatómica que está a su alrededor; la protección de la estructura anatómica que rodea a la estructura nerviosa para que la misma no sufra efectos adversos o complicaciones, entre otras; además de complicaciones como lesión nerviosa aunque no muy frecuentes, así como el hecho de ser un operador dependiente que necesita de un vasto conocimiento de sonoanatomía, principios físicos y bastante práctica. Además del alto costo de los aparatos de ultrasonido, al que no siempre se puede acceder, resulta esencial que el especialista en salud conozca y esté informado sobre las técnicas y métodos más actualizados para el logro del tratamiento demandado.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Describir el uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior.

Objetivos específicos:

1. Describir los tipos de bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior.
2. Identificar las ventajas del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial.
3. Explicar las complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Tipo y diseño: investigación documental descriptiva; tipo, monografía de compilación.

Descriptores: se utilizaron descriptores en Ciencias de la Salud: -DeCS- para términos en español y los Encabezados de Temas Médicos -MeSH- para términos en inglés, apoyados de los sinónimos y operadores lógicos o booleanos: AND, NOT y OR. El reporte detallado de los descriptores y los operadores lógicos se evidencian en anexo, tabla 1.

Fuentes de información: las fuentes bibliográficas que se utilizaron son primarias, como: artículos científicos en línea, tesis, informes de investigaciones y libros especializados en anestesia, publicados del año 2012 a 2022. Los metabuscadores utilizados fueron: HINARI, Cochrane Library, Pubmed, SciELO y LILACS.

Selección del material a utilizar: las fuentes bibliográficas fueron filtradas con publicaciones durante los años 2012 al 2022; se analizaron críticamente las evidencias clínicas y se seleccionaron los estudios de relevancia. Posteriormente se verificó, mediante el programa de plagio *Smallseotools.com* la información, la cual se redactó en Word, se utilizó la herramienta Zotero como gestor bibliográfico; en la tabla 2, se indica el tipo de investigación de cada estudio.

Análisis de la información: al elaborar la monografía se contó con el apoyo del médico asesor, quién es experto en el tema seleccionado, junto con el revisor y el investigador. Considerando que la investigación es relevante y aporta conocimientos nuevos, se leyó cada fuente de información y se seleccionaron los estudios enfocados en el tema de investigación para cumplir con las preguntas planteadas en esta monografía.

La monografía se dividió en cuatro capítulos, en el primer capítulo se describen las generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior; en el segundo capítulo se describe la aplicación del ultrasonido en bloqueos de miembro superior; posteriormente, en el tercero, se identifican las ventajas y complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial. Para finalizar, en el capítulo cuatro se realiza un análisis de la información.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LOS BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR

SUMARIO

- **Anatomía del plexo braquial**
- **Indicaciones de los bloqueos del plexo braquial**
- **Tipos de bloqueos del plexo braquial**
- **Clasificación de traumas de miembro superior**
- **Regiones anatómicas de evaluación en bloqueos del plexo braquial**

La importancia de conocer el plexo braquial radica en que la red nerviosa que lo conforma es la encargada de darle la sensibilidad y movimiento a las extremidades superiores, por lo mismo en este capítulo se abordarán temas enfocados en explicar la anatomía del plexo braquial, las indicaciones para realizar de una forma acertada los bloqueos de este, los tipos de bloqueos que existen, así como las regiones anatómicas que se deben evaluar al momento de realizar el bloqueo braquial para el éxito de las mismas; esto, según los traumas del miembro superior a tratar.

1.1 Anatomía del plexo braquial

Se le llama plexo braquial a la red nerviosa que suministra sensibilidad y movimiento a las extremidades superiores, lo cual se da por medio de señales que van desde la médula espinal, hasta el hombro, el brazo, antebrazo y la mano, con excepción de la zona alta o adyacente del hombro cuya inervación sensitiva depende del plexo cervical, y la parte interna del brazo que depende del nervio intercostobraquial^{1,2}.

El plexo braquial es un plexo del nervio somático formado por intercomunicaciones entre los ramos ventrales (raíces) de los cuatro nervios cervicales inferiores (C5-C8) y el primer nervio torácico (T1); es responsable de la inervación motora de todos los músculos de la extremidad superior, a excepción del trapecio y del elevador de la escápula. El tronco superior está clásicamente formado por la unión de las raíces nerviosas de C5 y C6. El tronco medio es la continuación de la raíz de C7. El tronco inferior está formado por la unión de las raíces nerviosas de C8 y T1¹²⁻¹⁴.

Estos tres troncos pasan sobre la primera costilla y entran en la axila; es a partir de los mismos como se forman las divisiones, por medio de las cuales cada uno de los troncos se ramifica en divisiones anteriores y posteriores como se explica a continuación ¹.

Estos troncos subsecuentemente se dividen en seis divisiones, ubicadas anterior y posteriormente. A partir de estas divisiones, la fusión de los nervios forma tres cordones: lateral, posterior y medial. Estos cordones se denominan según su relación con la arteria axilar. Finalmente, cinco nervios específicos surgen de las cuerdas como ramas terminales del plexo braquial, permitiendo que músculos específicos de la extremidad superior realicen las acciones correspondientes. Estas ramas terminales incluyen lo siguiente: nervios músculo cutáneo, axilar, radial, mediano y cubital^{15,16,17}.

Además de estos nervios, también hay nervios colaterales que existen en el plexo braquial, que inervan los músculos proximales de las extremidades a medida que surgen proximales a las ramas ventrales, los troncos y las cuerdas ¹⁵.

Las fibras nerviosas de la división anterior del plexo braquial están contenidas en los nervios músculo cutáneo, mediano y cubital. Estos nervios inervan los músculos anteriores de la parte superior del brazo, el antebrazo y los músculos intrínsecos. Esta inervación proporciona principalmente la flexión de la extremidad superior. Las fibras nerviosas que surgen de la división posterior, incluidos los nervios axilar y radial, proporcionan inervación a los músculos posteriores del brazo y el antebrazo, lo que a su vez permite que estos compartimentos realicen las funciones de extensión del codo, la muñeca y los dedos^{18,19}.

Las raíces anteriores motrices y posteriores sensitivas surgen de la médula espinal y forman los nervios raquídeos que atraviesan el canal intertransverso y salen por el agujero conjugado; una vez afuera, las ramas posteriores son destinadas a los músculos paravertebrales; los nervios raquídeos se unen formando los troncos primarios²⁰.

Inervación funcional:

A continuación, se muestran las relaciones entre las regiones anatómicas del miembro superior y de estas con la raíz y el músculo que inervan²⁰.

C5-C6: Abducción del hombro.

C5-T1: Aducción del hombro.

C5-T1: Rotación interna del hombro.

C5-C6: Rotación externa.

C5-C6: Flexión del codo.

C5-C8: Extensión del codo.

C5-C7: Extensores de la muñeca.

C6-C8: Flexores de la muñeca.

C5-C7: Inclinación radial.

C7-C8: Inclinación cubital.

C7-C8: Extensión de los dedos, es sincrónica con la flexión de la muñeca.

C7-C8-T1: Flexión de los dedos.

C8-T1, incluso T1 solamente: Musculatura intrínseca de la mano que interviene en la oposición y abducción del pulgar y en la aproximación y separación de los dedos.

Comprender la inervación del miembro superior es importante desde el punto de vista clínico, ya que esto permite conocer el territorio nervioso en el que se localiza el campo quirúrgico y así determinar qué ramas terminales se necesita bloquear al momento de realizar la intervención²⁰.

Martin y Anaya²¹ indican que este conocimiento es vital, ya que, dependiendo del abordaje del plexo a realizar, así serán las respuestas motoras que se esperara obtener. Por lo que el hecho de explicar su anatomía es importante, así como las respuestas motoras que se obtienen por los diferentes nervios periféricos, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Axilar: contracción del deltoides. Elevación del hombro.
- Musculo cutáneo: flexión del brazo a nivel del codo.
- Mediano: pronación del antebrazo, flexión de la muñeca y oposición del pulgar.
- Nervio cubital: desviación cubital de la muñeca, flexión del quinto dedo, aducción del pulgar. Nervio radial: extensión de los dedos y la muñeca.

1.2 Indicaciones de los bloqueos del plexo braquial

El bloqueo del plexo braquial es una técnica anestésica que consiste en la administración de anestésicos para la cirugía del miembro superior, siendo considerada uno de los pilares de la anestesiología. Se puede realizar en cuatro niveles que son: interescalénico, supraclavicular, infraclavicular y axilar; para los cuales se utilizan diferentes técnicas ²¹.

En cirugía de miembro superior son múltiples los procedimientos que requieren analgesia regional, la mayoría de estos están relacionados con trauma, tumores y malformaciones congénitas. Las lesiones que afectan a las extremidades superiores son muy comunes, al igual que la demanda de su manejo quirúrgico y anestesiológico^{22,49}.

La anestesia regional de la extremidad superior es más frecuente, ya sea sobre la base de un bloqueo del plexo braquial (interescalénico, supraclavicular, infraclavicular y axilar) o la parte proximal del húmero (enfoque alta-humeral). La elección del método a menudo depende de la condición del paciente, la indicación quirúrgica y la experiencia del anestesiólogo²¹.

Un buen conocimiento y comprensión de la inervación de la extremidad superior es esencial para definir el mínimo de anestesia y la necesidad de analgésicos para una determinada indicación, incluso si un enfoque más global es elegido debido a otras consideraciones (es decir, la experiencia del anestesiólogo y la duración de la cirugía), e incluso si en última instancia, el cirujano determina la técnica²².

1.2 Tipos de bloqueos del plexo braquial

El plexo braquial dependiendo la indicación, puede abordarse en distintos niveles, presentados a continuación⁹:

1.3.1 Bloqueo interescalénico del plexo braquial

Según lo explican Martin y Anaya²¹ este nivel está indicado principalmente en cirugía de hombro, sin embargo, puede utilizarse también para cirugía de húmero proximal y clavícula en su tercio distal, existiendo múltiples técnicas para llevar a cabo este tipo de bloqueo.

Es un bloqueo que se realiza a nivel de las raíces distales y los troncos del plexo braquial, abarca principalmente los dermatomas superiores del plexo braquial, esto de manera frecuente incluye al nervio supraclavicular (plexo cervical), el cual inerva sensitivamente parte del hombro; presenta también la dificultad para abarcar el tronco inferior y sus subsecuentes ramas terminales por su disposición anatómica, esto principalmente en las técnicas guiadas por neuroestimulación, donde la respuesta principal esperada sería la contracción del músculo deltoides y la consecuente elevación del hombro.²³ Proporciona analgesia o anestesia quirúrgica al miembro superior desde la extensión distal de la clavícula, la articulación del hombro y el húmero proximal³.

Para Fonseca²² se puede realizar en ausencia de contraindicaciones generales, incluyendo contraindicaciones absolutas, poniendo como ejemplo las alergias a los anestésicos locales, las infecciones en el sitio de la inyección, convulsiones sin control, las principales alteraciones de la coagulación, los pacientes que no cooperan; las contraindicaciones relativas como las alteraciones neurológicas en el territorio afectado por la cirugía, y contraindicaciones específicas como insuficiencia respiratoria.

Dentro de las principales técnicas para realizar el bloqueo interescalénico, está la técnica original de Winnie y la modificación lateral, que se realizan guiadas por neuroestimulación, así como la técnica guiada por ultrasonido, que es la que compete al tema central de esta investigación²².

Las técnicas de ultrasonido permiten con menor volumen de anestésico local bloquear los tres troncos principales del plexo braquial, ya que se observa en tiempo real la disposición de los troncos y sus relaciones anatómicas con los músculos escalenos, el nervio frénico y la arteria vertebral, disminuyendo la probabilidad de complicaciones y efectos adversos²⁴.

1.3.2 Bloqueo supraclavicular del plexo braquial

Dentro de las indicaciones para este nivel está la cirugía de brazo y mano principalmente, dicho en otras palabras, es una analgesia o anestesia quirúrgica del miembro superior, desde la mitad del húmero hasta la punta de los dedos⁸.

Las estructuras neurales primarias en la fosa supraclavicular están separadas en nervios superficiales y profundos por la alfombra fascial del cuello. Superficial a esta alfombra fascial se encuentra el nervio vago (nervio craneal X) dentro de la vaina carotidea. En lo profundo de la alfombra fascial dentro de esta región se encuentra el nervio frénico (C3-C5), que es responsable de inervar el diafragma. Los nervios frénicos corren a lo largo de los músculos escalenos anteriores mientras se encuentran en el triángulo supraclavicular en su curso hacia el diafragma²⁵.

Dentro de las principales técnicas para realizar este bloqueo se encuentra la técnica original de Kulenkampff, la perivascular de Winnie, la técnica en plomada de Brown y la guiada por ultrasonido⁸.

La principal limitante de las técnicas guiadas por neuroestimulación es la proximidad del plexo braquial con la arteria subclavia y cúpula pleural, con el respectivo riesgo de tener una administración intravascular y neumotórax, por lo que actualmente se recomienda utilizar la técnica guiada por ultrasonido. El uso de las técnicas combinadas, ultrasonido + neuroestimulación, no ha demostrado tener ventajas, sin embargo, es recomendada en pacientes en los que se espera dificultades técnicas, por ejemplo, los pacientes obesos²⁶.

Dentro de las indicaciones para llevar a cabo este tipo de bloqueo están las anomalías congénitas que resultan en masas supraclaviculares que pueden deberse a un desarrollo anormal del tracto respiratorio superior o gastrointestinal. Suelen ser de naturaleza quística e incluyen entidades tales como quistes epidermoides, teratomas quísticos y quistes broncogénicos, entre otros. Además, las malformaciones linfáticas como los higromas quísticos también pueden ser causa de masas en la fosa supraclavicular y deben ser consideradas en un diagnóstico diferencial. Finalmente, una infección puede causar linfadenopatía que resulta en masas supraclaviculares quísticas. Las causas de la infección varían según la ubicación e incluyen, entre otras, fuentes estreptocócicas, estafilocócicas, fúngicas y micobacterianas²⁷

1.3.3 Bloqueo infraclavicular del plexo braquial

Este bloqueo está indicado para realizar cirugía de brazo y mano y generalmente respeta el nervio intercostobraquial. Puede realizarse con un abordaje tradicional, con un ángulo de aguja pronunciado o con el abordaje retroclavicular (RAPTIR)³.

El bloqueo infraclavicular del plexo braquial es una técnica poco utilizada para anestesia regional del miembro superior, pero es sumamente útil, dado que el depósito de la solución anestésica local (SAL) con la técnica de inyección única sobre las cuerdas del plexo, provoca un bloqueo efectivo de todos sus nervios terminales²⁸.

El primer abordaje infraclavicular fue descrito por Bazy en 1917, en la búsqueda de una técnica más segura que la supraclavicular de Kulenkampff (alta incidencia de neu-motórax) y más eficaz que el abordaje axilar de Hirschel para obtener anestesia en la distribución de todos los territorios nerviosos del plexo braquial²⁹.

La técnica consistía en la introducción de una aguja en el punto medioclavicular con dirección medial hacia el tubérculo de Chassaignac. Posteriormente otros abordajes (Labat, Balog, Babitzky, Kim) se describieron con cambios en el sitio de introducción de la aguja y

volumen de la solución anestésica local. Sin embargo, la incidencia de neumotórax no disminuyó, limitando la utilización del abordaje infraclavicular por algunos años²⁸.

El bloqueo infraclavicular se realiza a nivel de los cordones, que reciben su nombre por la relación que tienen con la arteria axilar, sin embargo, a este nivel se observa una gran variabilidad anatómica con respecto a la verdadera ubicación de los cordones³⁰.

Las principales variaciones de las técnicas para este bloqueo son: la técnica coracoidea de Wilson, la técnica lateral y la técnica medio clavicular o técnica de Raj, siendo la más aceptada y utilizada de las técnicas mencionadas, la técnica de Wilson³⁰.

Martin y Anaya ²¹ indican que este bloqueo presenta la ventaja de utilizar referencias anatómicas fácilmente identificables como la apófisis coracoides, el sitio en el que entra la aguja lateral, por lo que disminuye el riesgo de neumotórax y parálisis de nervio frénico. En las técnicas guiadas por neuroestimulación, la respuesta muscular que se relaciona con mayor índice de éxito es la estimulación del cordón posterior con la subsecuente respuesta de extensión de mano o dedos.

Mientras que Gorlin y Warren²³ aseguran que el uso del ultrasonido en esta técnica contribuye a observar la correcta distribución del anestésico alrededor de la arteria axilar, incrementando el éxito, particularmente en la región posterior a la arteria.

1.3.4 Bloqueo axilar del plexo braquial

Está indicado principalmente para la cirugía de antebrazo y la mano, siendo uno de los abordajes más utilizados. La axila es una región anatómica debajo de la articulación del hombro donde el brazo se conecta con el hombro. Contiene una variedad de estructuras neurovasculares, que incluyen la arteria axilar, la vena axilar, el plexo braquial y los ganglios linfáticos. Hay cinco bordes anatómicos de la axila: las paredes superior, anterior, posterior, lateral y medial³¹.

La pared medial es el serrato anterior y las primeras cuatro costillas. El húmero, el coracobraquial y la cabeza corta del bíceps forman la pared lateral. Los músculos pectorales mayores y menores forman la pared anterior. La clavícula, la escápula y la primera costilla forman la pared superior. La pared posterior la constituyen los músculos redondos mayores, subescapular y dorsal ancho²⁸.

A nivel medioaxilar ya es posible encontrar los principales nervios terminales que inervan la extremidad superior distal al hombro distribuidos alrededor de la arteria axilar, siendo el primero que abandona esta ubicación el nervio músculo cutáneo y que generalmente es ubicable en un trayecto interfascial o intramuscular, entre el coracobraquial y el bíceps braquial³².

El principal suministro de sangre a la axila es la arteria axilar, que se ramifica directamente de la arteria subclavia. La arteria axilar también es un importante proveedor de sangre para el hombro y la parte superior del brazo. El plexo braquial, una red de nervios que se originan en las raíces espinales C5-T1, es la principal estructura nerviosa en el área axilar³¹.

Todas las técnicas se basan en la relación que tienen los nervios terminales con la arteria axilar, sin embargo, es a este nivel del plexo braquial donde más variabilidad anatómica se presenta, lo cual explica las diferentes tasas de éxito reportadas entre un 60 y 100%. El bloqueo axilar o alta-humeral da los mejores resultados para la cirugía de mano y la muñeca³¹.

1.4 Clasificación de traumas de miembro superior

Uno de los aspectos característicos del miembro superior es la movilidad y la capacidad que le otorga al ser humano para sujetar y manipular cosas u objetos, lo cual le permite relacionarse de forma positiva con el ambiente que lo rodea, al poder desarrollar funciones como el hecho de poder bañarse, alimentarse, escribir, trabajar, manejar automóvil, estudiar, entre otras que a la vez, si se le suma el factor de la posición que tiene en el cuerpo humano, lo hace estar expuesto a diferentes traumas, con implicaciones diversas³³.

Las lesiones del miembro superior tienen como etiología principal los traumatismos. Las fracturas y las lesiones combinadas son las de mayor frecuencia. El tratamiento empleado es el quirúrgico. Sin embargo, los trastornos fisiopatológicos que desencadenan estas lesiones pueden dejar secuelas en un gran porcentaje de los pacientes³³.

En la mayoría de las veces, estas lesiones no suelen poner en peligro la vida de quien las sufre; sí suelen causar incapacidad, lo que a su vez les representa a las personas impedimento para continuar con el desarrollo normal de sus actividades diarias, conllevando así la pérdida de días laborales y gastos adicionales³⁴.

Además de la gravedad, las secuelas tras un trauma de miembro superior van a depender en parte del tratamiento que se realice en los servicios de urgencias. Según estadísticas mundiales, entre el 10% y el 40% de las consultas a los servicios de urgencias se producen por motivos relacionados con el miembro superior, lo que corresponde aproximadamente a 6.000.000 de pacientes por año en Estados Unidos y 700.000 en Francia. En la mayoría de los casos se trata de consultas por traumas leves, pero todos los pacientes requieren una evaluación adecuada para definir la gravedad y la necesidad de un tratamiento especializado³⁴.

Cuando las lesiones de las extremidades superiores son catalogadas como graves, representan un problema clínico difícil, ya que en la mayoría de veces comprometen o lesionan no menos de tres tipos de tejido, dentro de los cuales están: piel, hueso, nervios, o vasculatura³⁵.

Si bien en el trauma grave las extremidades son la parte del organismo más frecuentemente afectada; solo consideraremos el traumatismo de extremidades que pone en peligro la vida del paciente y/o la viabilidad del miembro, por afectación de una combinación de hueso, vasos, piel y partes blandas y/o nervios³⁵.

Estas lesiones se complican aún más porque las extremidades superiores mutiladas a menudo resultan de múltiples fuerzas que incluyen aplastamiento, estallido, compresión y cizallamiento. Cada una de estas fuerzas daña los tejidos de diferentes maneras y puede dar lugar a una combinación complicada de daños patológicos. La complejidad de estas lesiones ha impedido el desarrollo de sistemas de puntuación y algoritmos de tratamiento precisos, con el resultado de una gestión del tratamiento individualizada por paciente y patrón de lesión³⁶.

Bendtsen, López y López³⁷ explican que las lesiones de las extremidades superiores suelen ser devastadoras y tienen un profundo impacto funcional y psicológico en los pacientes, ya que las dificultades para regresar al trabajo y realizar las actividades de la vida diaria después de una lesión en la extremidad superior se ven agravadas por la mala calidad de las prótesis para extremidades superiores actualmente disponibles.

Los estudios de recuperación funcional después de lesiones en las extremidades superiores han demostrado que es preferible salvar los dedos sensibles, incluso con una restauración mínima del movimiento, al uso de una prótesis³⁸.

Una evaluación inicial precisa de la capacidad de recuperación. Es crítica porque los intentos de recuperación con una baja probabilidad de éxito que finalmente fallan, a menudo

después de múltiples cirugías de revisión, afectando negativamente el empleo, la familia, los ahorros, la imagen propia y/o la autoestima del paciente³⁹.

Por lo tanto, es importante desarrollar una metodología que pueda identificar con precisión a los pacientes que se pueden beneficiar del proceso de rescate de la extremidad superior, a menudo complejo y prolongado. También es importante identificar a los pacientes en los que es poco probable que el proceso de rescate tenga éxito. En esos casos desafortunados, la amputación temprana juiciosa no debe considerarse un fracaso, sino más bien un camino para lograr una mejor función para estos pacientes⁴⁰.

Las lesiones de miembro superior se dividen de la siguiente manera⁴⁰:

1. Clavícula:

- Fractura clavícula
- Luxación acromioclavicular

2. Escápula

- Fractura de escápula
- Escápula alada

3. Hombro:

- Luxación hombro
- Fracturas de húmero proximal

4. Brazo:

- Fracturas diafisarias
- Rotura de bíceps braquial

5. Codo:

- Fracturas de húmero distal
- Fracturas de cabeza radio
- Fracturas de olecranon
- Luxaciones de codo. Pronación dolorosa.

6. Antebrazo:

- Fracturas

7. Muñeca:

- Fracturas de cúbito y radio distal
- Fracturas y luxaciones del carpo

8. Mano:

- Fracturas de los dedos
- Lesiones del pulgar
- Lesiones tendinosas

1.5 Regiones anatómicas de evaluación en bloqueos del plexo braquial

La relación del miembro superior con el plexo braquial se da desde el punto de vista motor, sensitivo y fisiopatológico, ya que como se ha descrito anteriormente, el plexo braquial es esa estructura nerviosa que se origina en las vértebras cervicales, radicando aquí la importancia del estudio y conocimiento de sus regiones anatómicas para poder realizar su bloqueo al momento de una intervención por trauma^{40,41}.

Una lesión que afecta a la columna cervical y al plexo braquial afectará muchas veces de forma irreversible al miembro superior; es por ello que el conocimiento amplio de la inervación motora de la extremidad superior adquiere vital importancia, ya que dependiendo del abordaje del plexo a realizar, así serán las respuestas motoras que se esperará obtener¹, las cuales se exploran a través de movimientos activos (que son los que hace el propio paciente); los movimientos pasivos que son los que hace el médico y los movimientos resistidos que son aquellos en los que el médico pone resistencia al movimiento del miembro⁴¹.

Para evaluar la extensión del bloqueo es necesario conocer las respuestas motoras obtenidas por los diferentes nervios periféricos: Axilar: contracción del deltoides; Elevación del hombro; Musculo cutáneo: flexión del brazo a nivel del codo; Mediano: pronación del antebrazo; flexión de la muñeca y oposición del pulgar; Nervio cubital: desviación cubital de la muñeca, flexión del quinto dedo, aducción del pulgar; Nervio radial: extensión de los dedos y la muñeca⁴¹.

En el 75% de los individuos el plexo braquial deriva de los ramos anteriores de las raíces desde C5 a T1 con contribuciones variables de C4 y T2. La distancia que recorren las raíces (ramos anteriores) desde el foramen hasta conformar los troncos del plexo es variable, siendo habitualmente entre 30 mm y 60 mm⁴².

La duramadre del manguito dural de cada raíz se transforma en el epineuro y perineuro en su trayecto hacia la periferia. Antes de formarse los troncos, desde las raíces emergen el

nervio torácico largo (C5-C6-C7) que inerva el músculo serrato anterior y el nervio dorso escapular (C5) que inerva los músculos romboides y elevador escapular. Ambos nervios tienen un trayecto a través del músculo escaleno medio o entre este último y el escaleno posterior, lo que debe considerarse en bloqueos a este nivel. Además, hasta en un 20% de los casos, el nervio frénico puede provenir desde raíces del plexo braquial y no del cervical. Por último, las raíces C5-C6-C7-C8 inervan los músculos escalenos y *longus colli*⁴².

El plexo braquial es el principal encargado de la inervación de la articulación del hombro a través de los nervios supraescapular, axilar, pectoral lateral y subescapulares. Además, el nervio subclavio inerva la cara posterior de la clavícula⁴¹. Dado que los nervios supraescapular y subclavio emergen precozmente a nivel del tronco superior, los bloqueos por sobre la clavícula (interescalénico y supraclavicular) son altamente eficaces en otorgar analgesia en cirugías de hombro y clavícula. Sin embargo, bloqueos más específicos y a la vez más distales que intentan evitar la parálisis hemidiafragmática (PHD) secundaria al bloqueo del nervio frénico, han demostrado ser alternativas analgésicas válidas para esta región, aunque no todas equivalentes al bloqueo interescalénico³.

En el bloqueo interescalénico del plexo braquial dado su elevada incidencia de efectos colaterales, su indicación debe sobrepasar los beneficios para el paciente. El plexo se encuentra dentro de una vaina de tejido conectivo. El inyectar dentro de esta vaina fascial produciría una mayor duración de bloqueo y mayor posibilidad de distribución cefálica de anestésico local. Cuando se observan tres estructuras hipoeoicas (tipo semáforo), estas pueden corresponder a C5, C6, C7 o C5 y una raíz C6 subdividida. La raíz de C6 tiende a ser más grande que C5. Esto último puede explicar que inyecciones entre los puntos hipoeoicos medio e inferior del “semáforo”, dado que estarían rodeados por el epineuro/duramadre de C6, podrían extenderse hacia el neuroaxis y explicar bloqueos bilaterales reportados en la literatura³.

El bloqueo supraclavicular aborda el plexo cuando los troncos se dividen, aun estando entre los músculos escalenos, pero más cercano al nivel de la inserción en la primera costilla donde, además, se encuentra la arteria subclavia, la cual toma una posición medial al plexo braquial. A este nivel, el nervio frénico se encuentra en el borde antero-medial del escaleno anterior y el nervio supraescapular; tiende a encontrarse en relación con el músculo omohioideo en su trayecto hacia la escotadura escapular. Debido a su cercanía con la arteria subclavia y la pleura, el riesgo de complicaciones como hematoma y neumotórax aumenta con técnicas ciegas³.

El bloqueo infraclavicular aborda el plexo a nivel de los cordones, siendo eficaz como anestésico y analgésico desde el codo hacia distal. Sin embargo, debido a la profundidad variable del objetivo de inyección que determina un ángulo de punción pronunciado que puede perjudicar la óptima visualización de la aguja, tiende a ser poco utilizado. Las divisiones del plexo braquial en su paso entre la clavícula y la primera costilla conforman los cordones del plexo, manteniéndose estos inicialmente aglomerados lateralmente a la arteria subclavia/axilar para luego distribuirse alrededor de la arteria axilar a nivel de la apófisis coracoides³.

El bloqueo axilar principalmente está indicado para cirugía desde antebrazo a distal. A nivel medioaxilar se localizan los nervios terminales que inervan la extremidad superior distal al hombro distribuidos alrededor de la arteria axilar, siendo el primero que abandona esta ubicación el nervio musculocutáneo que generalmente se ubica en un trayecto interfascial o intramuscular, entre el coracobraquial y el bíceps braquial. En el primer tercio humeral da origen el nervio radial hacia su trayecto posterior rodeando el tercio medio del húmero hasta ubicarse en una posición lateral a nivel del codo; sucede algo similar con el nervio ulnar, que a nivel del codo cruza por el canal cubital y, por último, sólo el nervio mediano permanece en todo su trayecto hasta el codo, en una íntima relación con la arteria³.

CAPÍTULO 2. APLICACIÓN DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

SUMARIO

- **Generalidades del uso del ultrasonido en el plexo braquial**
- **Imagen ecográfica**
- **Técnica de localización**
- **Técnica de punción**
- **Técnica anestésica**

El uso del ultrasonido para llevar a cabo el bloqueo del plexo braquial se ha convertido en un aporte significativo en los últimos años, ya que su incorporación ha contribuido de forma positiva en la disminución de diferentes complicaciones al momento de realizar este procedimiento; es por ello que en el presente capítulo se abordan las generalidades del uso del ultrasonido en el plexo braquial y qué es una imagen ecográfica y su ayuda al momento de realizar las técnicas de localización, punción y técnica anestésica.

2.1 Generalidades del uso del ultrasonido en el plexo braquial

El aporte del uso del ultrasonido para visualizar las estructuras anatómicas ha contribuido a mejorar el éxito del bloqueo en el plexo braquial, disminuyendo así las complicaciones al momento de realizar este procedimiento,²⁴ provocando que el ultrasonido se convierta en una de las técnicas de creciente interés en la anestesia regional, por su aporte al ser utilizado para realizar cada uno de los bloqueos del plexo braquial que fueron descritos anteriormente, los cuales a su vez, disponen de una técnica particular para su aplicación³⁶.

Al definir a la ecografía Orrego, Morán y Córdova ⁴³ dan a conocer que esta se basa en la emisión de una onda de ultrasonido a través del cuerpo, la que rebota al encontrarse con mucha diferencia de impedancia acústica es decir resistencia de los tejidos entre una estructura u otra, por ejemplo, el paso de tendón a hueso. El transductor, es el que envía y recibe las ondas de sonido hacia un computador donde se recopila y forma una imagen. En las estructuras duras como metales, hueso y cálculos, la onda rebota totalmente, y no es capaz de atravesar estas estructuras, formando una “sombra acústica”.

Por el contrario, en el agua el sonido viaja muy bien, ya que no hay diferencia de impedancia, dando una imagen muy clara según los grados de transmisibilidad o ecogenicidad

de las estructuras. Por ello, resulta un examen adecuado para evaluar estructuras con agua, pero inadecuado para evaluar estructuras duras. Por lo tanto, la ecografía es usada para evaluación de partes blandas (tejido subcutáneo, músculos, tendones, vasos); por lo anterior, es muy utilizada en patologías secundarias y actividades deportivas y ocupacionales. Es importante recordar que, a diferencia de todos los otros exámenes en que la imagen es estática, en la ecografía la imagen es dinámica y el tipo de proyección depende de cómo el examinador sitúa el transductor, es decir, es un examen altamente “operador-dependiente”⁴³.

Estos autores también exponen que el examen del plexo braquial con ultrasonido es eficiente porque permite evaluar muchas partes del plexo braquial, así como los tejidos blandos circundantes, con alta resolución espacial. La clave para realizar una buena ecografía del plexo braquial es conocer la anatomía y las variantes habituales. Eso hace posible concentrarse únicamente en las apariencias de ultrasonido, sin tener que preguntarse simultáneamente sobre la anatomía⁴³.

2.2 Imagen ecográfica

La exploración ecográfica del plexo braquial, aunque a primera vista difícil, es perfectamente factible con una formación práctica y teórica bastante rápida, ya que contribuye a que las raíces se identifiquen con precisión debido a la forma (un solo tubérculo) del proceso transversal de C7 en el espacio paravertebral y la posición superficial de C5 en el surco interescalénico³.

En solo unos pocos años, la ecografía del plexo se ha convertido en un examen anestésico de rutina para guiar los bloqueos nerviosos. En manos entrenadas, también brinda información en síndromes de opérculo torácico, condiciones traumáticas (particularmente para lesiones posganglionares) y enfermedades tumorales. Incluso si la resonancia magnética sigue siendo el examen estándar en estas indicaciones, la ecografía, con su mayor definición y carácter dinámico, es un excelente método adicional que aún está poco explotado⁴⁴.

2.2.1 Bloqueo interescalénico guiado por ultrasonido

Sánchez ⁹ explica que la guía por Ultrasonido (US) en bloqueo interescalénico (BIE) ha demostrado ser superior a la neuroestimulación (NE), permitiendo menores tiempos de ejecución, menos pases de aguja, menos punciones vasculares, menos dolor asociado al

procedimiento, latencia más corta, la posibilidad de disminuir hasta cinco veces el volumen efectivo mínimo (VEM) de ALS, y menos catéteres disfuncionales.

Con el paciente mirando contralateralmente, el transductor se ubica a nivel del cartílago cricoides y se escanea lateralmente hasta identificar el surco interescalénico y el plexo a este nivel⁹

Al utilizar la técnica de barrido caudo-craneal, el transductor se coloca primero en la fosa supraclavicular, en posición sagital oblicua. A este nivel, los nervios aparecen como un racimo de uvas en posición dorsal y lateral a la arteria. Posteriormente, el transductor se mueve haciendo un cabeceo en dirección cefálica. Esta posición muestra las raíces alineadas verticalmente entre los músculos escalenos. El esternocleidomastoideo en esta posición se puede observar como una fina lámina superficial al plexo y los músculos escalenos. El espacio interescalénico está rodeado por una vaina que procede de la fascia prevertebral, esta vaina no se observa ecográficamente. Lo que se observa son las raíces o troncos como nódulos hipoeoicos^{44,45}.

2.2.2. Bloqueo supraclavicular de plexo braquial guiado por ultrasonido

El bloqueo supraclavicular (BSC) del plexo braquial guiado por US es altamente popular dada su eficacia, eficiencia y replicabilidad, tanto para anestesia o analgesia distal al hombro. Además, evidencia reciente lo ha ratificado como equivalente a BIE en analgesia postoperatoria en cirugía artroscópica de hombro^{46,47}.

La adición de US, aparte de disminuir los tiempos de procedimiento, permite aumentar la seguridad. El transductor se ubica en la fosa supraclavicular, inicialmente paralelo a la clavícula en su tercio medial con un grado variable de inclinación caudal (buscando la primera costilla) para luego, dependiendo en qué punto de la curvatura costal se encuentre la arteria subclavia y el plexo braquial, pudiendo ser necesario rotar el transductor para optimizar la imagen e idealmente identificar la arteria y plexo apoyados en una línea eco refringente con sombra acústica (costilla) lo más extensa posible y no sobre líneas ecorrefringentes sin sombra (pleura), lo que aumenta el margen de seguridad de la punción²⁵.

En este tipo de bloqueo se coloca el transductor en una posición oblicua, para conseguir un corte transversal del plexo. La referencia sonoanatómica más clara es la arteria subclavia. El plexo tiende a colocarse lateralmente, aunque puede extenderse tanto por encima como por debajo de la arteria. Dos imágenes bajo la arteria hay que remarcar; la primera se corresponde con la primera costilla, se sitúa debajo de la arteria y tiene el silencio acústico por debajo que

caracteriza el tejido óseo. La segunda, más posterior o lateral es la pleura que se caracteriza por la imagen en cola de cometa⁴⁴.

2.2.3 Bloqueo infraclavicular del plexo braquial guiado por ultrasonido

El bloqueo infraclavicular (BIC) aborda el plexo a nivel de los cordones, representando una alternativa altamente eficaz de bloqueo anestésico y analgésico, desde el codo hacia distal. No obstante, dada la profundidad variable del objetivo de inyección que determina un ángulo de punción pronunciado que puede perjudicar la óptima visualización de la aguja, tiende a ser poco popular. Las divisiones del plexo braquial, en su paso entre la clavícula y la primera costilla, conforman los cordones del plexo, manteniéndose estos inicialmente aglomerados lateralmente a la arteria subclavia/axilar, para luego distribuirse alrededor de la arteria axilar a nivel de la apófisis coracoides. A nivel costoclavicular el cordón lateral, a pesar de estar muy cerca del medial y posterior, pudiera encontrarse en un compartimento conectivo distinto³⁹.

A pesar de que el BIC puede ser ejecutado con NE, la adición de guía ultrasonográfica ha demostrado acortar los tiempos de procedimiento y la latencia; a su vez, ha prolongado la duración del efecto. Más aún, el US incluso sería superior a US más NE, acortando los tiempos y aumentando el éxito del procedimiento^{3,39}.

En el abordaje clásico del BIC, el paciente en posición supina y un grado variable de abducción del hombro, se ubica el transductor en un plano parasagital medial a la apófisis coracoides hasta identificar la imagen en eje corto de la arteria axilar profunda a los músculos pectorales mayor y menor. La punción se realiza en plano con el US, insertando la aguja desde craneal a caudal, entre clavícula y transductor³⁸.

Respecto al sitio ideal de inyección bastaría con una inyección dorsal a la arteria, para inyecciones a nivel paracoracoideo independiente del abordaje, pero utilizando un volumen adecuado. Es importante obtener el signo de doble burbuja inicialmente generado por el AL inyectado bajo la arteria axilar, y luego confirmar como esta es comprimida y desplazada, e incluso acústicamente borrada por el anestésico que la rodea. Aún está pendiente resolver si en el abordaje costoclavicular pudiera ser mejor realizar inyecciones múltiples por sobre lo descrito hasta ahora, con una sola inyección entre los tres cordones^{3,38}.

2.2.4 Bloqueo axilar del plexo braquial guiado por ultrasonido

El abordaje axilar del plexo braquial está indicado principalmente para la cirugía de antebrazo y mano, es uno de los bloqueos más utilizados. Las principales técnicas son: guiado por parestesia, guiado por neuroestimulación, perivascular, transarterial y guiado por ultrasonido. Todas las técnicas se basan en la relación de los nervios con la arteria axilar³⁷.

Para realizar este bloqueo con la guía del ultrasonido, la piel se desinfecta y el transductor se coloca en la orientación del eje corto para identificar la arteria axilar a aproximadamente 1 a 3 cm de la superficie de la piel. Una vez que se identifica la arteria, se intenta identificar los nervios mediano, cubital y radial, hiperecogénicos. Sin embargo, es posible que no siempre se visualicen bien con ultrasonido. La exploración previa también debe revelar la posición del nervio musculocutáneo, en el plano entre los músculos coracobraquial y bíceps, o dentro de cualquiera de los músculos (a menudo se requiere un ligero movimiento proximal-distal del transductor para poder ver este nervio)^{24,37}.

2.3 Técnica de localización

Conocer la ubicación de la red nerviosa de la extremidad superior es fundamental desde el punto de vista clínico, principalmente en las técnicas de localización dentro del campo quirúrgico, ya que de esta forma se puede saber con exactitud qué ramas terminales son las que se necesitan bloquear²⁴.

Las técnicas a ciegas también pueden causar complicaciones, incomodidad para el paciente y tiempos de procedimiento prolongados. Aunque es poco frecuente, la lesión directa o indirecta de la aguja puede causar complicaciones graves como daño nervioso, lesión de la médula espinal (con bloqueo interescalénico, neumotórax (con el abordaje supraclavicular), punción vascular y reacciones tóxicas a anestésicos locales sistémicos. Aparte de las complicaciones, el enfoque de prueba y error para la localización del nervio a menudo requiere múltiples intentos de aguja, lo que genera ansiedad en el paciente y retraso en la sala de operaciones^{10,23,45,47}.

Los bloqueos del plexo braquial guiados por imágenes han despertado un creciente interés en los últimos años con respecto a su desarrollo y uso, lo cual se debe a diferentes aspectos que van desde la formación de imágenes por resonancia magnética, así como por la exploración por tomografía computarizada, lo cual, a pesar de contribuir a la obtención de

excelentes imágenes anatómicas del plexo braquial, representan altos costos económicos, que no siempre son accesibles para el quirófano⁴⁸.

La técnica ideal en anestesia regional debería ser aquella que tenga la capacidad para localizar exactamente el nervio o la raíz nerviosa a bloquear, sin riesgo de daño a las estructuras nerviosas⁴⁸.

El ultrasonido ha contribuido a la disminución de las limitaciones de las técnicas de anestesia regional, que de alguna forma se convirtieron en técnicas ciegas, al no poder otorgar una localización exacta del nervio o raíz nerviosa^{47,49}.

La anatomía del plexo braquial, a través del ultrasonido, utiliza sondas de exploración con una frecuencia en el rango de 5–10 MHz. Actualmente, la tecnología de ultrasonido avanzada ofrece una sonda de alta resolución (12–15 MHz) e imágenes compuestas. Esta nueva capacidad de mejora de imágenes permite una visualización clara de los nervios y puede mejorar potencialmente la técnica de bloqueo del plexo braquial asistido por ultrasonido. Con el avance en la visualización de las estructuras neuronales, lo cual se ha logrado con la incorporación de transductores lineales y con una frecuencia más alta que los anteriores, estando dicha frecuencia en un rango de 10 a 15 megahertz y con lo cual se obtuvo una mejor visualización de las estructuras neuronales, se han podido identificar fascículos individuales dentro de la vaina del nervio.^{50.51.52}.

2.4 Técnica de punción

Al igual que en la técnica de localización, así como de cualquier técnica de anestesia regional, es vital el conocimiento anatómico y funcional de las estructuras implicadas. Es importante el hecho de poder distinguir el nervio a bloquear según el lugar sensitivo, y de igual forma saber cuál es su trayecto y la relación que mantiene con estructuras contiguas para elegir las vías de abordaje más adecuadas²⁴.

Es por lo mismo que al realizar la punción sea relevante conocer la anatomía del plexo braquial, ya que esta técnica está presente en cada uno de los procedimientos de los bloqueos del miembro superior³⁶.

En el bloqueo interescalénico guiado por ultrasonido tanto en la técnica de barrido caudocraneal y medio lateral, se realiza a través de una proximal al plano posterior o anterior del

transductor. Mientras que en el bloqueo ecoguiado a nivel supraclavicular la punción recomienda el abordaje en plano de la aguja y el transductor, debido a la proximidad de la pleura. Existiendo controversia en el área de infiltración, entre la parte inferior y la parte superior del plexo^{9,53,54}.

Para el bloqueo axilar del plexo braquial, el brazo a operar se abduce aproximadamente en 90 grados. El codo deberá estar flexionado y el antebrazo descansará cómodamente, apoyado en una almohada. El pulso arterial se debe palpar a nivel del músculo pectoral principal y el tejido subcutáneo que recubre la arteria se infiltra con 4 a 5 ml de anestésico local (para bloquear los nervios intercostobraquial y cutáneo medio del brazo)⁴⁷.

2.5 Técnica anestésica

En relación a este tema, se ha demostrado que la inyección de anestésico local cerca de la arteria, proporciona una dispersión circunferencial a su alrededor (signo de donut). Una posible explicación de esto es que la tendencia del anestésico se dispersa a áreas de menor presión en los tejidos adyacentes⁵⁶.

Deganutti, Carrizo, Astore y Narbona ⁵⁷ indican que los bloqueos de nervio periférico son aquellos en los que se lleva a cabo la administración de un anestésico local en cercanía a un nervio o tronco nervioso periférico, lo que ayuda en la inhibición del potencial de acción transmembrana excitatorio que transmite un estímulo nociceptivo por diferentes fibras nerviosas hacia el sistema nervioso central, modulando así la percepción del dolor.

No obstante, las técnicas de anestesia han cambiado y evolucionado con el pasar del tiempo, existiendo en la actualidad diversos tipos de bloqueos nerviosos que se pueden realizar para anestesiarse dentro del ámbito hospitalario, dentro de los cuales está el bloqueo cervical, lumbar y braquial⁵⁷.

Rojas⁵⁸ expone que el bloqueo del plexo braquial, al igual que todos los bloqueos regionales, otorga ventajas con respecto a la anestesia general, local y a los bloqueos de nervios individuales, en el tratamiento de las lesiones traumáticas del miembro superior; los bloqueos regionales ofrecen notorias ventajas, dado que la anestesia aplicada se limita a la región que va a ser intervenida, permitiendo mantener la conciencia libre, de manera que el paciente pueda indicar su estado clínico.

Por lo tanto, el bloqueo del plexo braquial se lleva a cabo como una alternativa a la anestesia general o, incluso además de esta, con una técnica muy específica para realizarlos, donde son imprescindibles el conocimiento y las habilidades por parte de los profesionales de anestesia y enfermería de quirófano⁵⁹.

CAPÍTULO 3. VENTAJAS Y COMPLICACIONES DEL USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR

SUMARIO

- **Ventajas del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial**
- **Complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial**

Las ventajas que presenta el uso del ultrasonido para realizar bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior no han sido limitadas, ya que la visualización proporciona una guía adecuada y certera al momento de llevar a cabo el bloqueo, pudiendo ver en tiempo real la estructura nerviosa, así como la estructura anatómica que la rodea, por lo que este tema será el primero en abordarse, para conocer sobre estas ventajas y posteriormente entrar a conocer las desventajas que trae consigo el uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial, enumerando cada uno de ellas.

3.1 Ventajas del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial

El bloqueo del plexo braquial es uno de los métodos anestésicos más utilizados para la cirugía de miembro superior. Proporciona anestesia quirúrgica, analgesia postoperatoria, analgesia durante la rehabilitación, analgesia en el tratamiento del dolor crónico y mejora el flujo sanguíneo de la extremidad superior. Es una técnica útil, segura y económica, su uso se ha incrementado en las últimas décadas. Sin embargo, aún un elevado número de anestesiólogos prefieren la anestesia general, debido a su pobre experiencia y confianza en las técnicas de bloqueo regional. Los resultados de una encuesta sobre el grado de formación durante la residencia en anestesiología y reanimación, presenta datos que hacen reflexionar; un 11% de los residentes afirmaron no haber realizado ningún bloqueo del plexo braquial por vía axilar, cifra que se eleva al 19% en la vía interescalénica^{26,59}.

Quiñonez ²⁵ expone que, entre las técnicas anestésicas más útiles, tanto para el manejo anestésico como para el control del dolor postquirúrgico en el contexto de la analgesia multimodal, se encuentra el uso de anestesia regional, que con el pasar de los años se ha convertido en una de las bases en el armamento del anestesiólogo.

Actualmente se cuenta con métodos novedosos para el bloqueo del plexo braquial, que dentro de sus beneficios reducen de manera significativa las complicaciones que pudieran presentarse; métodos dentro de los que se encuentra la anestesia guiada por ultrasonido que no solo es el tema central de esta investigación, sino uno de los pilares de la evolución del manejo anestésico²⁵.

La técnica de identificación de estructuras anatómicas y el uso de la tecnología han llevado a la anestesia regional a tener un avance significativo, desde sus inicios al ser guiado por parestesia. En 1780, Luigi Galvani demostró, por primera vez, la localización de nervios por electricidad al aplicar estímulos eléctricos en ancas de rana para obtener contracción muscular, de ahí hasta la actualidad, con el uso del ultrasonido, el cual tuvo su inicio en 1978, cuando La Grange reporta su uso para facilitar el bloqueo supraclavicular, utilizando el modo Doppler para localizar la arteria subclavia y de esta manera identificar el sitio de punción. Aplicado a la anestesia para cirugía de húmero proximal, ofrece el beneficio de reducir efectos sistémicos de fármacos, evitar la manipulación de la vía aérea, mejorar la función respiratoria postoperatoria, reducir días de estancia hospitalaria, así como el uso de insumos y de igual manera el efecto analgésico postquirúrgico propio de la anestesia regional²⁴. Dentro de los abordajes útiles para bloqueo sensitivo y motor del tercio proximal del miembro superior, está el abordaje interescalénico. Por lo que sus indicaciones estarán encaminadas a la anestesia en cirugía realizada en este territorio y la analgesia para cirugía de hombro y húmero proximal^{24,60, 61}.

Utilizar el ultrasonido para realizar el bloqueo del plexo braquial presenta múltiples ventajas, destacándose dentro de estas las que a continuación se describen según lo citado en esta investigación por los diferentes autores: la visualización directa y en tiempo real del objetivo a bloquear, en este caso no solo de la estructura nerviosa, sino también de la estructura anatómica que está a su alrededor. Visualizar evita que la estructura anatómica que rodea a la estructura nerviosa pueda sufrir efectos adversos o complicaciones. Ya no es una técnica anestésica a ciegas, debido a que se asegura el lugar o ubicación de la punta de la aguja. Se puede observar la forma en la que se distribuye el anestésico local y se evita tener contacto con algún nervio que no sea el deseado^{60,61}; el método del uso del ultrasonido aparentemente inocuo que permite visualizar las estructuras anatómicas, identificar los nervios y dirigir la aguja hacia ellos para infiltrarlos, comprobando la distribución del anestésico. Todo ello en tiempo real. Con sutiles movimientos de la aguja alrededor del nervio, se pretende envolverle circunferencialmente con un halo de AL, dando una imagen de “doughnut” o “anillo”, que se considera decisivo para

el éxito del bloqueo. Se trata de un método con notables ventajas sobre los clásicos, no visuales, como la neuroestimulación y la pérdida de resistencia. Sus principales aportes son: un menor tiempo de ejecución, periodo de latencia más corto, mayor probabilidad de éxito, reducción del volumen de AL y calidad de bloqueo. Pero la diferencia más convincente radica en la posibilidad de evitar la punción de vasos, pleura y otras estructuras vulnerables en proximidad con el nervio objetivo o en la trayectoria de paso de la aguja^{59,61}.

Tal y como sucede en el bloqueo supraclavicular descrito por Lenis, et al.⁶⁰ donde el objetivo inicial es buscar la imagen vascular de la arteria subclavia y la primera costilla, que aparece como una estructura con densidad ósea separando el plexo braquial de la pleura. La visualización de esta estructura es fundamental para la realización del bloqueo con seguridad, ya que actúa de mecanismo protector, evitando que durante la realización del bloqueo la aguja atraviese el límite inferior del plexo y perfore la pleura, ocasionando un neumotórax, complicación más frecuente del abordaje del plexo braquial y que se disminuye con el uso de los ultrasonidos⁶⁰.

El manejo exitoso del dolor postoperatorio en la cirugía de hombro, la anestesia regional con el uso de ultrasonografía, provee múltiples ventajas, entre las que destacan: menor incidencia de complicaciones, un egreso hospitalario anticipado, mejores condiciones del paciente para la rehabilitación y disminución de un reintegro no previsto, con el consecuente decremento en los costos de hospitalización. Actualmente los bloqueos interfasciales se han incluido en las técnicas tradicionales de anestesia regional, destacando el bloqueo de la fascia del erector espinal para las cirugías de hombro^{61,62}.

Estas ventajas son las que han hecho del uso del ultrasonido para el bloqueo del plexo braquial, una técnica más notoria y de uso más frecuente en el campo quirúrgico, ya que las imágenes que proporciona contribuyen al factor de la precisión⁴⁹.

El bloqueo del plexo braquial se usa para la anestesia en los miembros superiores. El uso del ultrasonido (US) como técnica de bloqueo se ha venido popularizando en los últimos años, facilitando la realización del bloqueo por suministrar imágenes en tiempo real del plexo y de las estructuras circunyacentes, además de minimizar las complicaciones⁶³.

En un estudio sobre Bloqueo del plexo braquial por vía supraclavicular y axilar guiados por ultrasonido concluyó que fue probada la utilidad clínica del bloqueo del plexo braquial al

comparar las vías supraclavicular y axilar con el empleo del ultrasonido para intervenciones quirúrgicas del miembro superior por debajo del codo y hasta la mano⁶⁴.

Ya sea en uso aislado o en combinación con sedación, los bloqueos de miembro superior guiados por ultrasonido, presentan ventajas significativas para el paciente, ya que mejoran la función respiratoria postoperatoria, menor manipulación cervical y de la vía aérea, menor confusión, náusea y estrés postoperatorio y la disminución de episodios de trombosis venosa profunda⁴⁹.

Lo indicado por estos autores evidencia que el bloqueo del plexo braquial guiado por el ultrasonido, brinda diferentes ventajas con respecto a otras técnicas de aplicación de la anestesia, ya que el bloqueo se realiza en menor tiempo, con menos cantidad de punciones y una calidad mayor de la anestesia al poder observar y administrar el anestésico en el punto deseado. Por lo que, al resumir las ventajas del uso del ultrasonido en el bloqueo del plexo braquial, se pueden mencionar las siguientes^{64,65,66}:

- Visualización directa y en tiempo real del objetivo a bloquear.
- Visualización de la estructura nerviosa y estructura anatómica que está a su alrededor.
- Protege y evita que la estructura anatómica que rodea a la estructura nerviosa sufra efectos adversos o complicaciones.
- Ya no es una técnica anestésica a ciegas, debido a que se asegura el lugar o ubicación de la punta de la aguja.
- Se puede observar la forma en la que se distribuye el anestésico local y se evita tener contacto con algún nervio que no sea el deseado.
- El bloqueo conlleva menos cantidad de punciones.
- El bloqueo se realiza más rápido y de manera más eficaz.
- Suministra imágenes en tiempo real.
- Permite visualizar las estructuras anatómicas.
- Permite identificar los nervios y dirigir la aguja hacia ellos para infiltrarlos.

3.2 Complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial

Abad ⁶³ describe que la complicación más temida es el neumotórax; sin embargo, la incidencia es del 0,2 al 0,7%. La posición del paciente juega un papel importante, ya que colocar el brazo en abducción y rotación externa, busca separar el plexo braquial de las costillas y la pleura, lo que disminuye el riesgo. El primer caso de neumotórax fue reportado por Koscielniak-Nielsen ZJ, et al.,⁶⁸ al momento de realizar un bloqueo infraclavicular sagital lateral guiado por ultrasonido.

En un estudio se describe el caso de neumotórax posteriormente al bloqueo interescalénico guiado por ultrasonido con complementación por vía axilar, en el que un paciente masculino de 49 años, fumador, asintomático, ASA II E, que fue sometido a tratamiento quirúrgico de fractura expuesta del cúbito derecho; indica que después de la visualización de los troncos nerviosos, se inyectaron 20 mL de Ropivacaína al 0,5%. Al finalizar la cirugía, el paciente se quejó de dolor torácico ventilatorio dependiente asociado con la disnea y con la caída de la oximetría de pulso (91% en aire ambiente), la radiografía de tórax evidenció la presencia de neumotórax derecho⁶⁹.

La punción de la arteria axilar en métodos no visuales ocurría entre el 2% y 17%, lo cual ha disminuido al 0.7% con la incorporación del ultrasonido; de igual forma el riesgo de parestesias durante la punción disminuyó, pero no la neuropraxia postoperatoria de corta duración⁶³.

El ultrasonido ha permitido disminuir el volumen de anestésico local utilizado, pero esto afecta la duración del mismo.^{70,71}

Por lo anterior, se puede indicar que dentro de las complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial (haciendo para ello un resumen de lo ya citado), están, aunque en muy raros casos, la lesión nerviosa, así como el hecho de ser un operador dependiente que necesita de un amplio conocimiento de sonoanatomía, principios físicos y bastante práctica, además del alto costo de los aparatos de ultrasonido, a los que no siempre se puede acceder⁷²⁻

⁷⁵.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

SUMARIO

- **Verificación de generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior**
- **Verificación del uso del ultrasonido en bloqueos del miembro superior**
- **Verificación de ventajas y desventajas del uso del ultrasonido en bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior**

En este capítulo se realizará una verificación de las generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior y la importancia que implica el pleno conocimiento de la anatomía del plexo braquial. También se verificará la aplicación del ultrasonido en bloqueos del miembro superior y la verificación de las ventajas y complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior, para posteriormente pasar a las conclusiones y recomendaciones propias de esta investigación.

4.1 Verificación de generalidades de los bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior

Como ya se indicó a lo largo de esta investigación, las raíces del plexo braquial se establecen en las ramas ventrales de los nervios espinales C5 a T1, que a nivel de los músculos escalenos se agrupan para dar lugar a tres troncos que son tronco superior (C5-C6), tronco medio (C7) y tronco inferior (C8-T1), siendo el conocimiento de su anatomía muy importante desde el punto de vista clínico, ya que es la red nerviosa localizada en la base del cuello, encargada de proporcionar sensibilidad, movilidad y control al hombro, brazo, antebrazo y mano, y debido a su conexión con la médula espinal y con los nervios periféricos del miembro superior, para permitirle a este realizar diferentes acciones vitales en la vida del ser humano^{1,14}.

Por lo que su bloqueo es considerado como uno de los métodos anestésicos más utilizados para la cirugía de miembro superior al brindar anestesia quirúrgica, analgesia postoperatoria, analgesia durante la rehabilitación, analgesia en el tratamiento del dolor crónico y mejora en el flujo sanguíneo de la extremidad superior^{22,49}. El bloqueo del plexo braquial es considerado además como una técnica útil y segura en la que hay que tener en cuenta y saber reconocer tres factores esenciales de la anatomía en la realización de un bloqueo periférico de la extremidad superior: el nivel en que los nervios dan rama, anastomosis entre los nervios y la inervación global, pudiendo realizarse en cuatro niveles, según lo descrito por Wingate et al.,⁷⁵ los cuales son: interescalénico, supraclavicular, infraclavicular y axilar; siendo muy efectivo para

realizar este procedimiento el uso del ultrasonido, el cual ha contribuido a disminuir los tiempos de ejecución, la cantidad de pases de aguja, las punciones vasculares, el dolor asociado al procedimiento, acortar la latencia, entre otros aspectos; lo cual es una gran mejora y un importante aporte tomando en cuenta lo propenso que es el miembro superior de sufrir traumas por diferentes mecanismos, debido a la posición que ocupan en el cuerpo humano y a la función que realizan en la vida de las personas⁷⁵.

4.2 Verificación de la aplicación del ultrasonido en bloqueos del miembro superior

El uso del ultrasonido para realizar el bloqueo del plexo braquial ha sido muy eficiente debido a que presenta múltiples ventajas, no solo al momento de evaluar las partes del plexo braquial, así como los tejidos blandos circundantes con alta resolución espacial, sino por el hecho de que las imágenes que proporciona contribuyen a disminuir en un alto porcentaje la incorrecta colocación de la aguja al momento de realizar el bloqueo, logrando así una correcta administración intraneural del anestésico local²⁴.

Influye mucho en la buena realización de una ecografía del plexo braquial, el conocimiento correcto de la anatomía y las variantes habituales del plexo braquial, lo cual ayuda y es vital para lograr la concentración únicamente en las apariencias de ultrasonido sin tener que solucionar al mismo tiempo las dudas sobre la anatomía del mismo. Dentro de los otros casos donde ha sido de gran ayuda el uso del ultrasonido del plexo braquial es durante las evaluaciones sobre tumores de la vaina nerviosa, fibrosis perineural, metástasis, algunas neuropatías inflamatorias, amiotrofia neurálgica y secuelas postraumáticas, así como para examinar partes blandas (tejido subcutáneo, músculos, tendones, vasos), y patologías secundarias y actividades deportivas y ocupacionales^{23,24, 42}.

Los resultados positivos que ha tenido la ecografía del plexo, han hecho que con el pasar del tiempo se haya convertido en un examen anestésico de rutina para guiar los bloqueos nerviosos, causando influencia en esto la factible identificación de los nervios y su ubicación. Correspondiendo así con lo explicado por Serratos-Vázquez, Ortega-Torres²⁵, que, en la actualidad, la técnica de identificación de estructuras anatómicas y el uso de la tecnología han llevado a la anestesia regional a tener un avance significativo²⁵.

4.3 Verificación de ventajas y complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior

El uso del ultrasonido en bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior ha demostrado múltiples ventajas, dentro de las cuales está el hecho de saber dirigir con mayor exactitud la aguja hacia el objetivo correcto, es decir a la identificación e infiltración de los nervios adecuados; además de otras ventajas que ya se mencionaron, como las que a continuación se describen^{25,59,60,61}.

- Visualización directa y en tiempo real del objetivo a bloquear
- Visualización de la estructura nerviosa y estructura anatómica que está a su alrededor
- Protege y evita que la estructura anatómica que rodea a la estructura nerviosa sufra efectos adversos o complicaciones
- Ya no es una técnica anestésica a ciegas, debido a que se asegura el lugar o ubicación de la punta de la aguja.
- Se puede observar la forma en la que se distribuye el anestésico local y se evita tener contacto con algún nervio que no sea el deseado.
- El bloqueo conlleva menos cantidad de punciones
- El bloqueo se realiza más rápido y de manera más eficaz
- Suministra imágenes en tiempo real
- Permite visualizar las estructuras anatómicas
- Permite identificar los nervios y dirigir la aguja hacia ellos para infiltrarlos

El ultrasonido ha permitido disminuir el volumen de anestésico local utilizado, pero esto afecta la duración del mismo⁷¹. La punción de la arteria axilar en métodos no visuales ocurría entre el 2% y 17%, lo cual ha disminuido al 0.7% con la incorporación del ultrasonido; de igual forma el riesgo de parestesias durante la punción ha disminuyó, pero no la neuropraxia postoperatoria de corta duración⁶³.

Las desventajas relacionadas con el uso del ultrasonido en bloqueo del plexo braquial van desde casos neumotórax, lesión nerviosa, aunque no muy frecuentes, así como el hecho de ser un operador dependiente que necesita de un vasto conocimiento de sonoanatomía, principios físicos y bastante práctica. Además del alto costo de los aparatos de ultrasonido al que no siempre se puede acceder^{63,69,72}.

CONCLUSIONES

Los traumatismos que afectan a los miembros superiores, pueden ser tratados desde la perspectiva quirúrgica y anestésica, lo cual implica el conocimiento anatómico del plexo braquial, nervios terminales y las técnicas de los bloqueos como método efectivo para tratamiento oportuno del mismo, siendo los principales tipos de bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior: el interescalénico, supraclavicular, infraclavicular y axilar, siendo además esencial que el especialista en salud conozca y esté informado sobre las técnicas y métodos más actualizados para el logro del tratamiento demandado.

Entre las ventajas del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial se describe que estas corresponden a la visualización directa y en tiempo real del objetivo a bloquear; la identificación y protección de la estructura nerviosa y estructura anatómica que está a su alrededor para que la misma no sufra complicaciones; el hecho de ya no ser una técnica anestésica a ciegas, debido a que se asegura el lugar o ubicación de la punta de la aguja; la observación de la forma en la que se distribuye el anestésico local, evitando tener contacto con algún nervio que no sea el deseado; el bloqueo conlleva menos cantidad de punciones; permite disminuir el volumen del anestésico local utilizado; el bloqueo se realiza más rápido y de manera más eficaz.

La incorporación del ultrasonido ha permitido disminuir el volumen de anestésico local, el riesgo de parestesias; la punción de la arteria axilar en métodos no visuales ocurría entre 2% y 17%, lo cual disminuyó al 0.7%.

Entre las complicaciones del uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial, se pueden mencionar casos de neumotórax, lesión nerviosa, aunque no muy frecuentes, la disminución del volumen anestésico puede ser contradictorio ya que disminuye la duración del mismo, así como el hecho de ser un operador dependiente que necesita de un vasto conocimiento de sonoanatomía, principios físicos y bastante práctica. Además del alto costo de los aparatos de ultrasonido al que no siempre se puede acceder.

RECOMENDACIONES

El conocimiento anatómico profundo del plexo braquial permitirá que la aplicación de métodos y técnicas para el tratamiento de los pacientes con trauma de los miembros superiores puedan ser tratados desde la perspectiva quirúrgica y anestésica.

La formación práctica y teórica permitirá establecer la facilidad del uso del ultrasonido, ya que el ultrasonido ha aumentado la tasa de efectividad del bloqueo y ha disminuido la aparición de complicaciones. Por lo tanto, la exploración ecográfica del plexo braquial, aunque a primera vista difícil, es perfectamente factible.

Resulta necesario conocer estos nuevos conceptos en torno de las ventajas y desventajas del ultrasonido en bloqueos en pacientes con trauma de miembro superior, para hacer de esta técnica una práctica segura y efectiva para nuestros pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dzul Martín CM, Torres Anaya CJ. Actualidades en el bloqueo de plexo braquial. RevMexAnest [en línea]. 2016 Jun 24 [citado 15 Jun 2022];39 Suppl 1: S:272-275. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=66256>
2. Burgos Mejía V. Bloqueo de plexo braquial ecoguiado comparado con el convencional en cirugías traumatológicas del Hospital II-2 de Tarapoto, 2016-2019. [tesis Anestesiología en línea]. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego; 2019. [citado 15 Jun 2022]. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5727/1/REP_MEDSE_VANESSA.BURGOS_BLOQUEO.PLEXO.BRAQUIAL.ECOGUIADO.COMPARADO.CONVENCIONAL.CIRUGIAS.TRAUMATOL%c3%93GICAS.HOSPITAL.II.2.TARAPOTO.2016.2019.pdf
3. Aliste J, Bravo D, Layera S. Bloqueos de extremidad superior. Revchilanest [en línea]. 2020 [citado 5 Mayo 2022]; 49(1):14–27. Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv49n01.04.pdf>
4. BarbalBadia F, FitóBertran F, Monsó Molas A. Bloqueos periféricos en cirugía ambulatoria; aportaciones de la ecografía. RevEspAnestesiolReanim [en línea]. 2013 [citado 5 Mayo 2022]; 60(4):187–189. doi: [10.1016/j.redar.2012.07.024](https://doi.org/10.1016/j.redar.2012.07.024)
5. Diéguez P, Casas P, López S, Fajardo M. Bloqueos guiados por ultrasonidos para cirugía mamaria. RevEspAnestesiolReanim [en línea]. 2016 [citado 5 Mayo 2022]; 63(3):159–167. doi: [10.1016/j.redar.2015.11.003](https://doi.org/10.1016/j.redar.2015.11.003)
6. Guay J, Suresh S, Kopp S. The use of ultrasound guidance for perioperative neuraxial and peripheral nerve blocks in children. Cochrane Database Syst Rev [en línea]. 2019 [citado 6 Mayo 2022]; 2:CD011436. doi: [10.1002/14651858.CD011436.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD011436.pub3)
7. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas. Áreas prioritarias para desarrollar investigación en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad San Carlos de Guatemala [en línea]. Guatemala: USAC, CCMM;2019 [citado 5 Jul 2022]; Disponible en: <https://investigarusac.files.wordpress.com/2018/10/prioridades-de-investigacion-aprobadas-por-la-jd-2019-1-1.pdf>

8. Bilbao Ares A, Sabaté A, Porteiro L, Ibáñez B, Koo M, Pi A. Complicaciones neurológicas asociadas a bloqueos interescalénicos y supraclaviculares guiados con ecografía en cirugía electiva de hombro y extremidad superior. Estudio observacional prospectivo en un hospital universitario. *RevEspAnesthesiolReanim* [en línea]. 2013 [citado 5 Mayo 2022]; 60(7):384–391. doi:[10.1016/j.redar.2013.02.016](https://doi.org/10.1016/j.redar.2013.02.016)
9. Sánchez S. El bloqueo interescalénico en la era de la anestesia regional guiada por ecografía. *Revchilanest* [en línea]. 2019 [citado 6 Mayo 2022]; 48(4):298–307. Disponible en:<https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv48n04.04.pdf>
10. Lopera Velásquez LM, Restrepo Garcés C. Bloqueo axilar guiado por ultrasonido y neuroestimulador. *Colomb J Anesthesiol* [en línea]. 2016 [citado 5 Mayo 2022]; 44(1):30–5. doi:[10.1016/j.rca.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.rca.2015.10.002)
11. Lewis SR, Price A, Walker KJ, McGrattan K, Smith AF. Ultrasound guidance for upper and lower limb blocks. *Cochrane Database Syst Rev* [en línea]. 2015 [citado 6 Mayo 2022]; 2015(9):CD006459. doi:[10.1002/14651858.CD006459.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006459.pub3)
12. Herrera AE, Mojica V, Nieuwveld D, Prats Galino A, López AM, Sala Blanch X. Bloqueo supraclavicular ecoguiado por abordaje perivascular medial. Descripción anatómica, técnica de bloqueo y cambios de perfusión regionales. *Colomb J Anesthesiol* [en línea]. 2017 [citado 6 Mayo 2022]; 45(4):272–279. doi: [10.1016/j.rca.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.rca.2017.06.003)
13. López Morales S, Moreno Martín A, Leal del Ojo JD, Rodríguez Huertas F. Bloqueo axilar ecoguiado frente a bloqueo infraclavicular ecoguiado para la cirugía de miembro superior. *RevEspAnesthesiolReanim* [en línea]. 2013 [citado 5 Mayo 2022]; 60(6):313–319. doi: [10.1016/j.redar.2013.02.012](https://doi.org/10.1016/j.redar.2013.02.012)
14. Ventura C, Leal L, Lujan I, Ruiz M. Bloqueo de plexo braquial infraclavicular ecoguiado. *RevMexAnest* [en línea]. 2018 [citado 8 Jul 2022]; 41(2):117–123. Disponible en:<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=79481>
15. Desai SS, Varacallo M. Anatomía, Hombro y Miembro Superior, Nervio Musculocutáneo. [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [citado 23 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534199/>
16. Pester JM, Bechmann S, Varacallo M. Técnicas de bloqueo del nervio mediano [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 30 Mayo 2022]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/translate.google/books/NBK459141/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sc

17. Gragossian A, Varacallo M. Lesión del nervio radial [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537304/>
18. Valenzuela M, Varacallo M. Anatomía, Hombro y Miembro Superior, Músculos Lumbricales de la Mano [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534876/>
19. Aleksenko D, Varacallo M. Síndrome del canal de Guyon [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK431063/>
20. De Pawlikowski Amiel, Wieslawa N. Eficacia del aprendizaje basado en problemas en el aprendizaje significativo de parálisis obstétrica del Plexo Braquial, en residentes de Cirugía Plástica del Instituto Nacional de Salud del Niño, en el año 2018. [tesis Doctorado en Ciencias de la Educación en línea]. Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan; 2020. [citado 23 Ago 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6547>
21. Monkowski DP, Larese CS. Bloqueo axilar del plexo braquial. RevArgAnest [en línea]. 2016 [citado 18 Ago 2022];62(6):440-444. Disponible en: https://www.anestesia.org.ar/search/articulos_completos/1/1/805/c.pdf
22. Fonseca Rojas XT. Abordajes anestésicos del plexo braquial: tasa de éxito y complicaciones, HEODRA, León. [tesis Anestesiología en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias Médicas; 2012. [citado 23 Ago 2022]. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5640/1/220762.pdf>
23. Gorlin A, Warren L. Ultrasound-guided interscalene blocks. J Ultrasound Med [en línea]. 2012 [citado 23 Ago 2022]; 31(1):979-983. Disponible en: <https://www.aium.org/misc/soundjudgment8.pdf>
24. Nadeau MJ, Lévesque S, Dion N. Anestesia regional guiada por ultrasonido para cirugía de miembros superiores. Can J Anaesth [en línea]. 2013 [citado 21 Ago 2022]; 60(1):304–320. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nihgov.translate.goog/23377861/>
25. Quiñones Alba M. Bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido para cirugía de húmero proximal. RevMexAnest [en línea]. 2019 [citado 23 Ago 2022];42 Suppl1:S254-257. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2019/cmas191cl.pdf>

26. Krol A, De Andres J. Plexus and peripheral nerve block anaesthesia - A step beyond ultrasound or full circle. *Rev Esp Anestesiol Reanim* [en línea]. 2016 [citado 23 Ago 2022]; 63(3):129-134. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26782289/>
27. Nishida N, Kato Y, Imajo Y, Kawano S, Taguchi T. Biomechanical analysis of cervical spondylotic myelopathy: The influence of dynamic factors and morphometry of the spinal cord. *J Spinal Cord Med* [en línea]. 2012 [citado 23 Ago 2022]; 35(4):256-261. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3425882/>
28. Thiel R, Munjal A, Daly DT. *Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Axillary Artery* [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482174/>
29. Garduño Juárez ML. Bloqueo infraclavicular guiado por ultrasonido. *Rev Mex Anest* [en línea]. 2016 [citado 25 Ago 2022]; 39 Suppl 1: S192-193. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2016/cmas161bn.pdf>
30. Carrillo Esper R, Mejía-Terrazas G. *Aplicaciones del ultrasonido en anestesiología*. México D.F.: Alfíl; 2014.
31. Zbigniew J, Koscielniak Nielsen, Golebiewski M. Bloqueo del plexo braquial: puntos de referencia y técnica de estimulación nerviosa [en línea]. Nueva York: NYSORA; 2022 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.nysora.com/es/t%C3%A9cnicas/la-extremidad-superior/axilar/bloqueo-del-plexo-braquial-axilar/>
32. Tran D, Neal J. Upper Extremity Blocks. En: Neal J, Tran DQ, Salinas V, Murlroy MF. *A Practical Approach to Regional Anesthesiology and Acute Pain Medicine*. 5 ed. Philadelphia: Glenn P. Gravlee; 2018: p. 118-1134
33. García E, García G, Suárez A y Cabana J. Corrección clínica metabólica del miembro superior traumático quirúrgico y bloqueo continuo del plexo braquial. *Rev Cub Med Mil* [en línea]. 2013 [citado 25 Ago 2022]; 42(1):72-79. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572013000100010
34. Gallego S. Trauma de mano. En: Morales Uribe CH. *Trauma*. 2 ed. Antioquia, Medellín: Editorial Universitaria; 2015: p. 721-736.
35. Rush RM, Arrington ED, Hsu JR. Management of complex extremity injuries. *Surg Clin N Am* [en línea]. 2012 [citado 25 Ago 2022]; 92(1): 987-1007. Disponible en: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA619369.pdf>

36. Gautier PE, Vandepitte C, Gadsden J. Bloqueo interescalénico del plexo braquial guiado por ecografía [en línea]. Nueva York: NYSORA; 2018 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.nysora.com/es/t%C3%A9cnicas/la-extremidad-superior/intescaleno/bloqueo-del-plexo-braquial-interescal%C3%A9nico-guiado-por-ecograf%C3%ADa/>
37. Bendtsen TF, López AM, López C. Bloqueo del nervio del plexo braquial supraclavicular guiado por ecografía [en línea]. Nueva York: NYSORA; 2022 [citado 25Ago2022]. Disponible en: <https://www.nysora.com/es/temas/anestesia-regional-para-procedimientos-quir%C3%BArgicos-espec%C3%ADficos/anestesia-regional-de-las-extremidades-superiores-para-procedimientos-quir%C3%BArgicos-espec%C3%ADficos/anestesia-y-analgesia-para-procedimientos-de-codo-y-antebrazo/bloqueo-supraclavicular-del-plexo-braquial-guiado-por-ecograf%C3%ADa/>
38. Ventura Pérez C, Leal Gudiño L, Ureño Prieto I, Ruiz Suárez M. Bloqueo de plexo braquial infraclavicular guiado comparando dos abordajes: coracoideo versus costoclavicular, evaluación de la evidencia científica. RevMexAnest [en línea]. 2018 [citado 25Ago2022];41(2):117-123. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2018/cma182f.pdf>
39. Zaragoza Lemus G, Hernández Gasca V, Espinosa Gutiérrez A. Bloqueo infraclavicular continuo guiado por ultrasonido para cirugía de mano. Reporte técnico de la posición del brazo para la colocación del catéter perineural. RevCirCir [en línea]. 2015 [citado 25Ago2022]; 83(1):15-22. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009741115000213>
40. Hofmann González F, Hernández Díaz C. Evaluación del Sistema Nervioso Periférico por Ultrasonido. Revchilreumatol[en línea]. 2014 [citado 25Ago 2022];30(4):153-160. Disponible en: <https://sochire.cl/wp-content/uploads/2021/09/r-688-1-1433279883.pdf>
41. Yoshida T, Watanabe Y, Furutani K. Proximal approach for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. Acta Anaesthesiol Taiwan [en línea]. 2016 [citado 26 Ago 2022]; 54(1):31-32. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187545971530014X?via%3Dihub>
42. Tran DQ, Dugani S, Asenjo JF. Upper extremity Nerve Blocks. En: Kaye A, Urman R, Vadivelu N. Essentials of regional anesthesia [en línea]. New York: Springer; 2012 [citado 25Ago2022]; p. 339-383. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-1013-3_13
43. Orrego Luzoro M, Morán Córdova N. Ortopedia y Traumatología Básica [en línea]. Santiago, Chile: Universidad de los Andes; 2014 [citado 25 Ago2022]. Disponible en:

44. Choi E, Colin JL. Evidence Base for the Use of Ultrasound for Upper Extremity Blocks: 2014 Update. *Reg Anesth Pain Med* [en línea]. 2014 [citado 24 Ago 2022]; 41(2):242-250. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25376973/>
45. Vandepitte C, López AM, Hassanin J. Bloqueo del plexo braquial axilar guiado por ecografía [en línea]. Nueva York: NYSORA; 2022 [citado 25 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.nysora.com/es/t%C3%A9cnicas/la-extremidad-superior/bloqueo-axilar-del-plexo-braquial-guiado-por-ecograf%C3%ADa/>
46. Chacón JL, Castro NIR, Armas LC de, Escobar IC, Mora ID. Bloqueo del plexo braquial por vía supraclavicular y axilar guiados por ultrasonido. *Rev Cub Anestesiol Reanim* [en línea]. 2017 [citado 25 Ago 2022]; 16(1):1-13. Disponible en: <http://www.revanestesia.sld.cu/index.php/anestRean/article/view/180>
47. Peterson MK, Millar FA, Sheppard DG. Ultrasound guided nerve blocks. *Br J Anaesth* [en línea]. 2012 [citado 25 Ago 2022]; 88(5):621–624. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12066995/>
48. Bertelli JA, Ghizoni MF. Results of spinal accessory to suprascapular nerve transfer in 110 patients with complete palsy of the brachial plexus. *J Neurosurg Spine* [en línea]. 2016 [citado 25 Ago 2022]; 24(6):990-995. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26871649/>
49. Carrillo JR, Ruiz S, Bracho H, Jiménez Y, Díaz J. Anestesia regional de miembro superior en cirugía plástica reconstructiva. *Rev Mex Anest* [en línea]. 2017 [citado 30 Ago 2022]; 40(1):38-46. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cma171f.pdf>
50. Genc A, Ryk M, Suwała M, Zurakowska T, Kosiak W. Ultrasound imaging in the general practitioner's office a literature review. *J Ultrasound* [en línea]. 2016 [citado 27 Ago 2022]; 16(64): 78-86. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4834373/pdf/JoU-2016-0008.pdf>
51. Villaseñor CP, Palacios MM, González AB. Principios físicos básicos del ultrasonido. *Invg Discap* [en línea]. 2012 [citado 28 Ago 2022]; 1 (1): 25-34. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invgdis/ir-2012/ir121e.pdf>
52. Almirón M. Breve reseña sobre el ultrasonido terapéutico. *Med Clin Soc* [en línea]. 2019 [citado 28 Ago 2022]; 3 (2): 62-67. Disponible en: <https://www.medicinaclicaysocial.org/index.php/MCS/article/view/89/140>

53. Bertelli JA, Ghizoni MF, Soldado F. Patterns of brachial plexus stretch palsy in a prospective series of 565 surgically treated patients. J Hand Surg [en línea]. 2017 [citado 25 Ago2022];42(6):443-446. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28412188/>
54. Lirk P, Picardi S, Hollmann MW. Local anaesthetics: 10 essentials. Eur J Anaest[en línea]. 2014 [citado 25 Ago2022];31(11):575–585. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25192265/>
55. Rodríguez Prieto M. Eficacia del bloqueo ecoguiado de nervios periféricos en el control del dolor postoperatorio en cirugía ambulatoria de rizartrosis. [tesis Doctoral en línea]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2015. [citado 30 Ago 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/Home/Downloads/mrp1de1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Home/Downloads/mrp1de1%20(1).pdf)
56. De la Cuadra J, Altermat F, Kychenthal C, Irarrazábal M, Laccasie H. Anestesia: parte I Historia. RevChilAnest [en línea]. 2020 [citado 26Ago2022];50 (2): 393-397. Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/P11/revchilanestv50n02-16.pdf>
57. Deganutti L, Carrizo R, Astore F, Narbona P. Eficacia de la dexametasona como coadyuvante en bloqueo interesclénico. RevArg Art [en línea]. 2012 [citado 27 Ago2022]; 19 (4): 161-167. Disponible en: https://www.revistaartroscopia.com.ar/edicionesanteriores/images/artroscopia/volumen-19-nro-4/19_04_1.pdf
58. Rojas Y. Estudio comparativo de la analgesia postquirúrgica con bloqueo de plexo braquial vía axilar con lidocaína. [tesis Anestesiología en línea]. México: Universidad Veracruzana; 2014. [citado 27Ago2022]. Disponible en: <https://www.uv.mx/blogs/favem2014/files/2014/06/PROTOCOLO-Yolanda.pdf>
59. Peña Malo CM, Gómez Ayala A. Bloqueos de plexos en anestesia y analgesia para Enfermería. Ocronos [en línea]. 2021 [citado 28 Ago2022]; 4(5):145. Disponible en: <https://revistamedica.com/bloqueos-plexos-enfermeria/>
60. Lenis Chacón FJ, Rodríguez Castro NI, Cordoví de Armas L, Cordero Escobar I, Díaz Mora I. Bloqueo del plexo braquial por vía supraclavicular y axilar guiados por ultrasonido. RevCubAnestesiolReanim [en línea]. 2017 [citado 28 Ago 2022];16(1):0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182017000100007

61. Núñez Mendoza JR, Monroy Álvarez CJ, Torres Maldonado AS, Isais Millán RP. Intervencionismo guiado por ultrasonido para extremidad superior en dolor postoperatorio. RevMexAnest [en línea]. 2019 [citado 28 Ago 2022];42(3):235-235. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0484-79032019000300235&script=sci_abstract
62. Atchabahian A, Vandepitte C, López AM. Bloqueo del nervio del plexo braquial infraclavicular guiado por ecografía [en línea]. Nueva York: NYSORA;2022 [citado 25 Ago2022]. Disponible en: <https://www.nysora.com/es/temas/anestesia-regional-para-procedimientos-quir%C3%BArgicos-espec%C3%ADficos/anestesia-regional-de-las-extremidades-superiores-para-procedimientos-quir%C3%BArgicos-espec%C3%ADficos/anestesia-y-analgesia-para-procedimientos-de-codo-y-antebrazo/bloqueo-infraclavicular-del-plexo-braquial-guiado-por-ecograf%C3%ADa/>
63. Abad EM. Evaluación topográfica mediante ultrasonidos y neuroestimulación del plexo braquial a nivel infraclavicular parasagital. Implicaciones anestésicas. [tesis Doctoral en línea]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 2017. [citado 16 Ago2022]. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/680090/monzo_abad_enrique.pdf?sequence=1
64. Asepeyo.es, Ventajas de la ecografía en el bloqueo infraclavicular [en línea]. Madrid: Asepeyo salud; 2015 [citado 28 Ago2022]. Disponible en: <https://salud.asepeyo.es/profesionales/anestesiologia/ecografia-en-la-practica-del-bloqueo-infraclavicular/>
65. Caracena RR. Síntomas neurológicos postoperatorios tras dos abordajes de plexo braquial en cirugía de miembro superior. [tesis Doctoral en línea]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 2017. [citado 16 Ago2022]. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/681338/rosado_caracena_rogelio.pdf?sequence=1
66. Tijerino Rodríguez EM. Eficacia del bloqueo plexo braquial vía supraclavicular ecoguiado vs neuroestimulador en cirugía ortopédica de miembro superior Hospital Escuela Carlos Roberto Huembes febrero 2017 a diciembre 2018. [tesis Anestesiología en línea]. Nicaragua: Universidad Autónoma de Nicaragua, Managua; 2019. [citado 30 Ago 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Home/Downloads/Tesis%20eficacia.pdf>

67. Galván Talamantes Y, Álvarez Reséndiz GE, Cisneros García J, López Hernández MN, Fernández Soto JR, Fajardo Pérez M. Manejo analgésico postoperatorio con bloqueos regionales guiados por ultrasonografía en cirugía de hombro. AnMedMex [en línea]. 2020 [citado 16Ago2022];65(2):114-121. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2020/bc202e.pdf>
68. KoscielniakNielsen ZJ, Rasmussen H, Hesselbjerg L. Pneumothoraxafteranultrasoundguided lateral sagitalinfraclavicular block. Acta AnaesthesiolScand [en línea]. 2008 [citado 2 Sep 2022]; 52(8):1176-1177. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18840130/>
69. Mandim BLS, Alves RR, Almeida R, Pontes JPJ, Arantes LJ, Morais FP. Pneumothorax post brachialplexus block guidedbyultrasound: a case report. RevBrasAnesthesiol[en línea]. 2012 [citado 16 Ago2022];62(5):744-747. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22999407/>
70. Lenis Chacón J, Rodríguez Castro N, Cordoví de Armas L, Cordero Escobar I, Díaz Mora I. Bloqueo del plexo braquial por vía supraclavicular y axilar guiados por ultrasonido. RevCubAnesthesiolReanim [en línea]. 2017 [citado 16 Ago 2022]; 16 (1):0-0. Disponible en: <http://revanestesia.sld.cu/index.php/anestRean/article/view/180>
71. Cano García MA. Bloqueo del plexo braquial vía supraclavicular guiado por ultrasonido; una alternativa para la creación de fístula arteriovenosa en el paciente con enfermedad renal terminal. [tesis Anestesiología en línea]. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2016. [citado 16Ago2022]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/19336/1/DRA%20MARTHA%20CANO%202013%20-%202016%20BLOQUEO%20DEL%20PLEXO%20BRAQUIAL%20VIA%20SUPRACLAVICULAR%20GUIADO%20POR%20ULTRASONIDO%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20CREACION%20DE%20FISTULA%20ARTERIOVENOSA.pdf>
72. Bitar Benítez EM, Gaviria Posada S. Epidemiología del trauma de miembro superior atendido en seis instituciones de salud de la ciudad de Medellín Colombia durante el 2016. [tesis Cirugía Plástica Maxilofacial y de la Mano en línea]. Colombia: Universidad de Antioquia; 2020. [citado 24 Ago2022]. Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15349/1/BitarElsy_2020_TraumaMiembroSuperior.pdf
73. Mandim BLS, Alves RR, Almeida R, Pontes JPJ, Arantes LJ, Morais FP. Neumotórax pos-bloqueo del plexo braquial guiado por ultrasonido: relato de caso. RevBrasAnesthesiol [en línea]. Oct 2012 [citado 24 Ago 2022].; 62:744-747. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rba/a/rsWxm4tPBh9gJ7BY76WyjMn/?lang=es>

74. Kusre S, McEwen A, Matthew G. Bloqueo supraclavicular del plexo braquial guiado por ultrasonido [en línea]. Reino Unido: WFSA Resource Library; 2018 [citado 28Ago2022]. Disponible en: <https://.wfsahq.org/atotw/bloqueo-supraclavicular-del-plexo-braquial-guiado-por-ultrasonido/>
75. Wingate R, Foxall G, Russon K. resources UltrasoundGuidedAxillaryBrachialPlexus Block [en línea]. Reino Unido: WFSA Resource Library; 2016 [citado 25 Ago2022]. Disponible en: <https://resources.wfsahq.org/atotw/ultrasound-guided-axillary-brachial-plexus-block/>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz consolidativa de datos de buscadores, descriptores y operadores lógicos utilizados.

Tabla 1. Términos de búsqueda para bloqueos de miembro superior.

DeCS	MeSH	Calificadores	Conceptos relacionados	Operadores Lógicos
“Uso del ultrasonido en bloqueos”; “Bloqueos del plexo braquial”; “Bloqueos de miembro superior” “Bloqueos guiados por ultrasonido”	“Use of ultrasound in blocks”, “Brachial plexus blocks”, “Upper limb blocks”, “Ultrasound guided blocks”	Uso, ultrasonido, bloqueos, bloqueos del plexo braquial, bloqueos guiados por ultrasonido.	“Anestesia regional”, “Ultrasonido” “Bloqueos ecoguiados”, “Bloqueos regionales”	AND
				“upper limb” AND “locks” “ultrasound” AND “locks” “regional” AND “anesthesia” “regional” AND “locks”
				NOT
				“locks” NOT “epidural” “locks” NOT “spinal”
				OR
				“upper limb locks” OR “ultrasound guided locks”

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Matriz consolidativa del tipo de artículos revisados según tipo de estudio.

Tabla 2. Matriz de documentos y artículos según y tipo de estudio.

Tipo de estudio	Término utilizado	Número de artículos y documentos
Todos los artículos		112
Artículos revisados		75
Metaanálisis	“Bloqueos de miembro superior guiado por ultrasonido” [DeCS]	10
Revisión sistemática de estudios de cohorte	“Bloqueos de miembro superior guiado por ultrasonido” [DeCS] “Upper limb locks” [MeSH]	5
Estudios descriptivos transversales	“Bloqueos de miembro superior guiado por ultrasonido” [DeCS] “Upper limb locks” [MeSH]	10
Estudios de casos y controles	“Bloqueos de miembro superior guiado por ultrasonido” [DeCS] “Upper limb locks” [MeSH]	8
Artículos de revisión bibliográfica	“Bloqueos de miembro superior guiado por ultrasonido” [DeCS] “Upper limb locks” [MeSH]	38
Libros	“Bloqueos de miembro superior guiado por ultrasonido” [DeCS] “Upper limb locks” [MeSH]	4

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. SmallSeoTools-Plagiarism-Report programa antiplagio

0.84%	El bloqueo del plexo braquial se puede realizar en 4 niveles: a) interescalénico, b) supraclavicular, c) infraclavicular d) axilar y e) humeral medio; cada uno de estos bloqueos señalados tiene diferentes técnicas (26). https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5727/1/REP_MEDSE_VANESSA_BURGOS_BLOQUEO_PLEXO_BRAQUIAL_ECOGUIADO_COMPARADO_CONVENCIONAL_CIRUGIAS_TRAUMATOL%C3%93GICAS_HOSPITAL_II.2_TARAPOTO.2016.2019.pdf	
1.26%	Introducción. El bloqueo infraclavicular del plexo braquial es una técnica poco utilizada para anestesia regional del miembro superior pero sumamente útil, dado que el depósito de la solución anestésica local (SAL) con la técnica de inyección única sobre las cuerdas del plexo provoca un bloqueo efectivo de todos sus nervios terminales 1. https://www.anestesia.org.ar/search/articulos_completos/1/1/804/c.php	
0.42%	HISTORIA: En 1917 Bazy describe el primer abordaje infraclavicular en la búsqueda de una técnica mas segura que la supraclavicular de Kulenkampf (alta incidencia de neu-motórax) y más eficaz que el abordaje axilar de Hirschel para obtener anestesia en la distribución de todos los territorios nerviosos del plexo braquial. https://www.facebook.com/postgradoanestesiachm/posts/1597704777057175	
0.42%	d. Región proximal del brazo, codo y muñeca 1. Canal humeral: está envuelto por una vaina aponeurótica delimitada a nivel superior por la fascia del músculo bíceps braquial, lateralmente por las fascias de los músculos coracobraquial y braquial y a nivel inferior por la fascia del músculo tríceps braquial. https://vsip.info/plexo-braquial-final-2-pdf-free.html	
1.26%	En el interior del canal se localizan las estructuras vasculares (arteria braquial, vena basilica y venas braquiales) y nerviosas. Con referencia a la arteria braquial el nervio mediano se encuentra anterolateral, el nervio cubital es medial y posterior y el nervio cutáneo medial del antebrazo, medial. https://arydol.com/temas/anatomia/plexo-braquial	
3.78%	El brazo a operar se abduce aproximadamente 90 grados (ver Figura 2). El codo está flexionado y el antebrazo descansa cómodamente, apoyado en una almohada. El codo está flexionado y el antebrazo descansa cómodamente, apoyado en una almohada. https://www.nysora.com/es/t%C3%A9cnicas/la-extremidad-superior/axilar/bloqueo-del-plexo-braquial-axilar	
0.42%	Para obtener información adicional, consulte Bloqueos nerviosos periféricos continuos: soluciones anestésicas locales y estrategias de infusión. FIGURA 14. Una imagen de ultrasonido que muestra la aguja y el catéter (punta de flecha blanca) insertados en el espacio interescalénico entre los músculos escalenos anterior (ASM) y medio (MSM). https://www.nysora.com/es/t%C3%A9cnicas/la-extremidad-superior/intescaleno/bloqueo-del-plexo-braquial-interescala%C3%A9nico-guiado-por-ecograf%C3%ADa	
0.42%	Hay una serie de dispositivos disponibles comercialmente para ayudar a asegurar el catéter. El régimen de infusión inicial suele ser de 5 a 8 ml/h de ropivacaína al 0.2 % o de bupivacaína al 0.125 % con bolos controlados por el paciente de 3 a 5 ml cada hora. También se ha descrito una técnica de catéter sobre aguja. https://www.nysora.com/es/temas/anestesia-regional-para-procedimientos-quir%C3%BArgicos-espec%C3%ADficos/anestesia-regional-de-las-extremidades-superiores-para-procedimientos-quir%C3%BArgicos-espec%C3%ADficos/anestesia-y-analgesia-para-procedimientos-de-codo-y-antebrazo/bloqueo-supraclavicular-del-plexo-braquial-guiado-por-ecograf%C3%ADa	

Report Generated By: Small Tools.com

08-08-2022

Plagiarism Scan Report

Total Characters

W Total Words 5237	34728	9% Plagiarized	91% Unique
P Plagiarized Sentences 21	U Unique Sentences 217		

Anexo 4. Gestor bibliográfico Zotero





Coordinación de Trabajos de
Graduación COTRAG
Facultad de Ciencias Médicas USAC



Registro y control de revisiones del trabajo de graduación

Código: 046_22MCOGG

Modalidad: Monografía

Título preliminar del trabajo de graduación: Uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior.

Nombre del profesor de COTRAG que revisa el trabajo: Dr. Cesar García

Instrucciones: En esta hoja debe quedar constancia del acompañamiento que realizan el asesor y revisor del trabajo de graduación. Las casillas se pueden usar para colocar la firma y sello del cada uno de los profesionales, o bien para describir que la aprobación del documento que se entrega en la fecha de revisión se refiere a la imagen de un correo electrónico o WhatsApp. En caso de usar imágenes, estas deben mostrar claramente la fecha del envío de la aprobación y el nombre del asesor o revisor. Las imágenes deben ser colocadas en hojas anexas

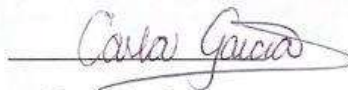
	Nombre	Tel. móvil	Correo electrónico
Asesor	Carlos Abraham Monroy Silva	4504-2105	cmonroy2666@medicina.usac.edu.gt
Revisor	Carla Marina García González	5752-3915	cgarcia2520@medicina.usac.edu.gt
Co asesor (si fuera necesario)			

Fecha de revisión	Constancia de revisión		
	Asesor	Revisor	Co asesor
25/05/2022	<i>Carla Marina García González</i> Dra. Carla M. García González Anestesiología Col. 10.275	<i>Carlos Abraham Monroy Silva</i> Dr. Carlos Abraham Monroy Silva Medico y Cirujano Colegiado 22.75	
07/07/22	<i>Carla Marina García González</i> Dra. Carla M. García González Anestesiología Col. 10.275	<i>Carlos Abraham Monroy Silva</i> Dr. Carlos Abraham Monroy Silva Medico y Cirujano Colegiado 22.75	
18/07/22	<i>Carla Marina García González</i> Dra. Carla M. García González Anestesiología Col. 10.275	<i>Carlos Abraham Monroy Silva</i> Dr. Carlos Abraham Monroy Silva Medico y Cirujano Colegiado 22.75	
20/09/22	<i>Carla Marina García González</i> Dra. Carla M. García González Anestesiología Col. 10.275	<i>Carlos Abraham Monroy Silva</i> Dr. Carlos Abraham Monroy Silva Medico y Cirujano Colegiado 22.75	
27/09/22	<i>Carla Marina García González</i> Dra. Carla M. García González Anestesiología Col. 10.275	<i>Carlos Abraham Monroy Silva</i> Dr. Carlos Abraham Monroy Silva Medico y Cirujano Colegiado 22.75	
03/10/22	<i>Carla Marina García González</i> Dra. Carla M. García González Anestesiología Col. 10.275	<i>Carlos Abraham Monroy Silva</i> Dr. Carlos Abraham Monroy Silva Medico y Cirujano Colegiado 22.75	

Guatemala 20 de septiembre de 2022

Coordinación de trabajos de graduación
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad San Carlos de Guatemala

Por este medio hago de su conocimiento que la estudiante Karen Yulisa Morán Ramos con número de DPI 3410 36285 2102 quien se encuentra realizando el trabajo de monografía **USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR**, la cual fue leída y corregida por mi persona Carla Marina García González con número de colegiado 10,275, siendo asesora en este trabajo hemos analizado los capítulos de la monografía y estoy de acuerdo con el trabajo final.



Dra. Carla García
Anestesióloga
Col. 10,275

Dra. Carla M. García González
Anestesiología
Col. 10,275

Guatemala 20 de septiembre de 2022

Coordinación de trabajos de graduación
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad San Carlos de Guatemala

Por este medio hago de su conocimiento que la estudiante Karen Yulisa Morán Ramos con número de DPI 3410 36285 2102 quien se encuentra realizando el trabajo de monografía **USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR**, la cual fue leída y corregida por mi persona Carlos Abraham Monroy Silva con número de colegiado 22.922, siendo revisor en este trabajo hemos analizado los capítulos de la monografía y estoy de acuerdo con el trabajo final.



Dr. Carlos Monroy
Médico y Cirujano
No. de Registro personal: 20210841

Guatemala, 19 de septiembre de 2022

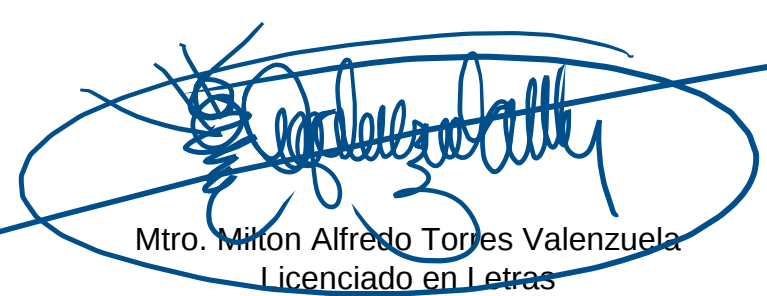
A QUIEN CORRESPONDA.

Por este medio hago constar que he tenido a la vista el trabajo monográfico titulado, USO DEL ULTRASONIDO EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN PACIENTES CON TRAUMA DE MIEMBRO SUPERIOR, presentado por la estudiante de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Karen Yulisa Morán Ramos.

Se ha hecho una revisión de los aspectos gramaticales (morfología y sintaxis), semánticos, ortográficos y de redacción en general, y se han formulado las observaciones pertinentes, las cuales han sido atendidas por la autora, haciendo las correcciones sugeridas.

Atentamente,

Atentamente,



Mtro. Milton Alfredo Torres Valenzuela
Licenciado en Letras
Colegiado 2 314

c.c. archivo



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas
Biblioteca y Centro de documentación
"Dr. Julio de León Méndez"



Constancia de aprobación de referencias bibliográficas

Fecha de entrega: 19/09/2022	Grado a obtener: Médico y Cirujano (Grado)	
Título del trabajo de graduación: Uso del ultrasonido en bloqueos del plexo braquial en pacientes con trauma de miembro superior		
Autor - DPI: 3410362852102	Autor - Registro E.: 201513046	Autor : Karen Yulisa Morán Ramos
Bibliotecario que reviso las referencias: Rosa Alicia Espinoza		
Asesor: Carla Marina García González		

ADMINISTRACIÓN DE BIBLIOTECA

NOTA: Esta es una constancia de que se le revisaron y aprobaron las referencias bibliográficas del trabajo de graduación mencionado.



Para verificar que la siguiente constancia es emitida por la Biblioteca y sus datos estén correctos escanea el código QR o ingresa al siguiente enlace:
<https://biblioteca.medicina.usac.edu.gt/constancia/verificar.php?ad=3&ed=b5826&id=1117&od=5e5b1>