

Descripción de las estructuras neurovasculares para la osteosíntesis con placa anterior en fracturas simples del tercio medio de humero. Un estudio anatómico directo

Dr. Iván Darío Quintero Pabón

Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Ortopedia y Traumatología

Director

Dr. Luis Ernesto Ballesteros Acuña

Médico Magister en Morfología

Codirector

Dr. Cesar Augusto Abril Gaona

Médico Ortopedista Cirujano de Hombro y Codo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Salud

Escuela de Medicina

Especialización en Ortopedia y Traumatología

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Jehová Dios sea la gloria.

Ve a la hormiga, oh perezoso, Mira sus caminos, y sé sabio; La cual, no teniendo capitán, Ni gobernador, ni señor, Prepara en el verano su comida, y recoge en el tiempo de la siega su mantenimiento.

Proverbios 6:6-8

Agradecimientos

A mis padres y hermanas por su amor en todo momento.

Dra. Edna Rocío Buitrago Quiñonez, por ser ayuda idónea en todo momento, creer aun cuando se deja de creer.

Dr. Luis Ernesto Ballesteros Acuña, por sus buenas siembras en mi vida, cariño y apoyo incondicional en cada batalla.

Dr. Celso Pedraza Galvis y Sra. Anabel de Pedraza, por su confianza en este proyecto de vida.

Dr. Pedro Luis Forero Porras (Q.E.P.D), “disfruten ustedes que pueden”, mi gratitud siempre.

IQ. Angelica Prada “Ella sabe”, mi aprecio y gratitud por el apoyo en este proyecto.

Al Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, por su apoyo para el desarrollo de este trabajo.

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema	12
1.1 Pregunta de investigación.....	12
2. Justificación.....	12
3. Objetivos.....	14
3.1 Objetivo General	14
3.2 Objetivos Específicos.....	14
4. Marco Referencial	15
5. Métodos	21
5.1 Diseño del Estudio	21
5.2 Población.....	21
5.3 Muestra.....	21
5.4 Criterios de selección	22
5.4.1 Criterios de Inclusión	22
5.4.2 Criterios de Exclusión.....	22
5.5 Variables.....	22
5.6 Procedimiento.....	23
5.7 Recolección de la información y plan de análisis	24
6. Consideraciones éticas.....	25
7. Tratamiento de datos personales.....	26

8. Grupo de Investigación.....	27
9. Resultados.....	27
10. Discusión.....	48
11. Conclusiones	51
12. Fortalezas y limitaciones.....	52
Referencias Bibliográficas	53
Anexos	58

Lista de Tablas

Tabla 1. Distribución Morfométrica Nervio musculocutáneo	35
Tabla 2. Estructuras anteriores en cadáveres formolados durante la osteosíntesis	41
Tabla 3. Zonas de precaución y distribución morfométrica de los tornillos durante la osteosíntesis con placa LCP 4.5.....	42
Tabla 4. Estructuras posteriores en cadáveres formolados durante la osteosíntesis	44
Tabla 5. Zonas de riesgo y distribución morfométrica de los tornillos durante la osteosíntesis con placa LCP 4.5.....	45

Lista de Figuras

Figura 1. Estructuras vasculo nervosas en la región braquial.....	29
Figura 2. Patrones de distribución de Nervio Musculocutáneo.....	33
Figura 3. Distancia y densidad de tornillos durante la osteosíntesis placa LCP 4.5 mm en la diáfisis humeral.....	37
Figura 4. Zonas de precaución y zona de riesgo las estructuras vasculonerviosas en relación con la osteosíntesis	39
Figura 5. Tornillos y riesgo de lesión de estructuras durante la osteosíntesis anterior	47

Lista de Anexos

Anexo 1. Tabla de operacionalización de las variables.....	58
Anexo 2. Formato de recolección de la información.....	61
Anexo 3. Certificado del curso “Buenas prácticas clínicas”	62

Resumen

Título: Descripción de las estructuras neurovasculares para la osteosíntesis con placa anterior en fracturas simples del tercio medio de humero. Un estudio anatómico directo

Autor: Ivan Dario Quintero Pabon**

Palabras Clave: Fractura humero, Nervio axilar, Nervio radial, Arteria humeral, zona de riesgo.

Descripción: durante el tratamiento quirúrgico de la fractura humeral lesiones nerviosas secundarias han sido descritas entre el 3 a 5% para los nervios axilar, radial musculocutáneo respectivamente. El propósito de este estudio fue describir una zona anatómica de riesgo neurovascular para la osteosíntesis con placa anterior de las fracturas simples del tercio medio de la diáfisis humeral en una muestra de especímenes cadavéricos de la ciudad de Bucaramanga. Estudio descriptivo en 40 miembros superiores de especímenes cadavéricos frescos y formolados. se realizó una incisión desde el surco deltopectoral, la cual se avanzó distalmente sobre el borde externo del bíceps braquial con registro cualitativo y cuantitativo nervios axilar, radial, musculocutáneo teniendo como referente morfométrico la diáfisis humeral y el proceso coracoideo. Se realizó osteosíntesis anterior con placas LCP 4.5mm en el tercio medio del humero con fijación de tres tornillos proximales y tres distales. Se describió morfométricamente la ubicación de estas estructuras con la osteosíntesis. El análisis estadístico se realizó teniendo en cuenta la naturaleza de las variables. El humerouna longitud de $297,7 \pm 13,2$ mm. Se encontró en el tercio medio del humero una zona de riesgo para el nervio musculo cutáneo y sus ramas comprendida entre $(38,6 \pm 3,9$ a $78,7 \pm 3,3\%)$ de la longitud total de la diáfisis. La descripción de zonas de precaución y zonas de riesgo durante la osteosíntesis con placa LCP anterior de 4.5 mm a partir de una muestra en población latinoamericana establece un parámetro de referencia durante el tratamiento fracturas de diáfisis humeral.

** Facultad de Salud. Escuela de Medicina. Director: Luis Ernesto Ballesteros Acuña. Médico Magister en Morfología. Codirector: Cesar Augusto Abril Gaona. Médico Ortopedista Cirujano de Hombro y Codo.

Resumen

Título: Description of the neurovascular structures for osteosynthesis with an anterior plate in simple fractures of the middle third of the humerus. A direct anatomical study

Autor: Ivan Dario Quintero Pabon**

Palabras Clave: Humeral fracture, Axillary nerve, Radial nerve, Humeral artery, risk zone.

Descripción: During the surgical treatment of humeral fractures, secondary nerve injuries have been described in 3 to 5% of the axillary and radial musculocutaneous nerves, respectively. The purpose of this study was to describe an anatomical zone of neurovascular risk for anterior plate osteosynthesis of fractures. simples from the middle third of the humeral diaphysis in a sample of cadaveric specimens from the city of Bucaramanga. Descriptive study in 40 upper limbs of fresh and formolated cadaveric specimens. An incision was made from the deltopectoral groove, which was advanced distally on the outer edge of the brachial biceps with qualitative and quantitative recording of the axillary, radial, and musculocutaneous nerves, taking the humeral diaphysis and the coracoid process as morphometric references. Anterior osteosynthesis was performed with 4.5mm LCP plates in the middle third of the humerus with fixation of three proximal and three distal screws. The location of these structures with osteosynthesis was described morphometrically. Statistical analysis was performed taking into account the nature of the variables. The humerus is 297.7 ± 13.2 mm long. A risk zone for the musculocutaneous nerve and its branches was found in the middle third of the humerus between (38.6 ± 3.9 to $78.7 \pm 3.3\%$) of the total length of the diaphysis. The description of precautionary zones and risk zones during osteosynthesis with an anterior 4.5 mm LCP plate from a sample in the Latin American population establishes a reference parameter during the treatment of humeral shaft fractures.

** Faculty of Health. Medicine School. Director: Luis Ernesto Ballesteros Acuña. Magister in Morphology. Co-director: Cesar Augusto Abril Gaona. Orthopedic and Shoulder and Elbow Surgeon.

Introducción

En América Latina, Belangero y col (4) han descrito las características demográficas y clínicas de las fracturas de la diáfisis humeral, estas representan entre el 13 a 25% de las fracturas de la extremidad superior y en su distribución la mayoría se encuentran a nivel del tercio medio (66%) seguidas del tercio distal (21%) y el restante (13%) se ubican en el tercio proximal.

Estas fracturas se asocian con lesiones primarias (10%) o secundarias (0,4 - 4%) de nervio radial, donde las primarias ocurren con el mecanismo de trauma que ocasiona la fractura y las secundarias se observan posterior al tratamiento quirúrgico de la fractura. (12). Sin embargo, durante el tratamiento quirúrgico de esta fractura otras lesiones nerviosas secundarias han sido descritas entre el 3 a 5% para los nervios axilar y nervio musculocutáneo respectivamente (23). Además la arteria humeral puede ser lesionada de manera iatrogénica durante el abordaje quirúrgico y osteosíntesis de la fractura de la diáfisis humeral (7,16)

El tratamiento quirúrgico en Latinoamérica se indica hasta en el 85% de los casos, de estos 31% se realiza técnicas tradicionales con placa y compresión axial para la reducción abierta y fijación interna de la fractura, el 20% se maneja con técnicas de reducción indirectas con clavo intramedular y el 34% se realiza reducción indirecta mediante mínima invasión con placa anterior (4).

Se ha descrito que las técnicas de reducción indirecta con placa anterior tienen la ventaja de conservar la biología del foco de fractura, disminuir la agresión al periostio con menor lesión

de tejidos blandos e incisiones quirúrgicas de 3 a 5 cm (19). Así mismo estas tienen menor riesgo de lesión iatrogénica del nervio radial, pseudoartrosis, reintervención quirúrgica e infección en comparación con las técnicas de reducción abierta y fijación interna (3). Sin embargo, estas las técnicas para la osteosíntesis con placa anterior se han desarrollado en población no Latinoamericana donde se estima que las zonas de riesgo neurovascular representan cerca del 55% de la longitud de la región braquial (1).

Dado lo anterior, el objetivo de este estudio describir una zona anatómica de riesgo neurovascular para la osteosíntesis con placa anterior de las fracturas simples del tercio medio de la diáfisis humeral en una muestra de especímenes cadavéricos de la ciudad de Bucaramanga.

1. Planteamiento del problema

1.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es la expresión morfológica de las estructuras neurovasculares para la osteosíntesis con placa anterior en las fracturas simples del tercio medio del humero en una muestra de especímenes cadavéricos de la ciudad de Bucaramanga?

2. Justificación

El reglamento general de postgrado acuerdo No. 075 de 2013 del consejo superior de la Universidad Industrial de Santander permite el trabajo interdisciplinar entre los departamentos de ciencias básicas y cirugía para desarrollo en docencia e investigación mediante este proyecto de investigación para optar por el título de especialista en ortopedia y traumatología.

El manejo de fracturas de diáfisis humeral mediante técnicas de mínima invasión y fijación anterior con placa han sido desarrollados a partir de estudios descriptivos anatómicos en población no Latinoamérica (1,19).

Razón por la cual realizar este proyecto de grado a partir de un estudio anatómico descriptivo en una muestra de nuestra población, fortalece el proceso de enseñanza y aprendizaje del residente de cirugía ortopédica, donde la investigación en el laboratorio anatómico le permite el desarrollo de las habilidades quirúrgicas antes de la realización de procedimientos quirúrgicos. Así conocer las estructuras anatómicas durante la osteosíntesis anterior en fracturas de la diáfisis humeral permitió establecer zonas de seguridad desde una muestra de especímenes cadavéricos de la ciudad de Bucaramanga.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Describir un área anatómica de riesgo neurovascular para la osteosíntesis con placa anterior en las fracturas simples del tercio medio de la diáfisis humeral en una muestra de especímenes cadavéricos de la ciudad de Bucaramanga.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la expresión morfológica del Nervio Axilar en la región braquial anterior
- Evaluar la expresión morfológica del Nervio Radial en la región braquial anterior
- Establecer la expresión morfológica del Nervio Musculocutáneo en la región braquial anterior
- Caracterizar la expresión morfológica de la arterial braquial el tercio medio de la diáfisis humeral

4. Marco Referencial

La fractura de la diáfisis humeral en la literatura anglosajona representa el 2% de todas las fracturas del cuerpo. Recientemente se caracterizó demográficamente estas fracturas en una muestra de población latinoamericana donde la mayoría se presenta a nivel de la mitad de la diáfisis humeral (66%) seguidas por el tercio distal (21%) y proximal (13%) respectivamente.

Estas fracturas pueden ser clasificadas según su morfología (AO /OTA) donde los trazos simples tipo A (54%) son los más frecuentes y representa los subtipos A1 espiral (18%), A2 oblicuo (7%), A3 transverso (29%). Otros trazos tipo B en cuña (34%), tipo C segmentarios (12%) se observan en menor proporción. (4)

La diáfisis humeral se ubica entre los cuadrados de Hein de las epífisis proximal y distal humeral. La diáfisis cambia gradualmente de apariencia de proximal a distal, pasando de una conformación circunferencial a nivel proximal hasta hacerse más triangular en la porción distal. A lo largo de su trayecto, la diáfisis humeral presenta tres caras: anterolateral, anteromedial y posterior con una variabilidad en su superficie que debe ser reconocida para facilitar los procedimientos quirúrgicos que impliquen la reducción anatómica de fracturas a este nivel.

El tratamiento no quirúrgico en Latinoamérica se realiza en menor frecuencia (15%) sin embargo el resultado funcional adecuado requiere de la adherencia del paciente, seguimiento periódico radiográfico hasta alcanzar la consolidación donde estas fracturas de la diáfisis humeral toleran angulaciones de 20° plano sagital, 30° en el plano coronal y acortamiento hasta 3 cm con adecuados resultados funcionales en el paciente. Sin embargo, existe mayor riesgo de pseudoartrosis en comparación con el tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico se indica con mayor frecuencia en Latinoamérica (85%) de los cuales 31% se realiza técnicas tradicionales de reducción abierta y fijación interna con placa compresión axial, el 20% se maneja con técnicas de reducción indirectas con clavo intramedular y el 34% se realiza reducción indirecta mediante mínima invasión con placa anterior sin embargo se describe la lesión iatrogénica del nervio radial en el 9% asociada al tratamiento quirúrgico (4). Entre las indicaciones para tratamiento quirúrgico se encuentran desplazamientos angulares no tolerables, lesiones bilaterales, lesiones neuro-vasculares asociadas y otras fracturas concomitantes.

Se ha descrito que las técnicas de reducción indirecta con placa anterior tienen la ventaja de conservar la biología del foco de fractura, disminuir la agresión al periostio con menor lesión de tejidos blandos e incisiones quirúrgicas de 3 a 5 cm (19). Así mismo esta tienen menor riesgo de lesión iatrogénica del nervio radial, pseudoartrosis, reintervención quirúrgica e infección en comparación con las técnicas de reducción abierta y fijación interna (3).

En las técnicas de reducción indirecta con placa anterior para minimizar el riesgo de lesiones de las estructuras anatómicas en la región anterior del brazo se debe reconocer los corredores intermusculares entre el deltoides y pectoral, así como su relación distal con la cabeza larga del bíceps braquial y el intervalo muscular entre el braquial y el braquiorradial.

Lo anterior facilita la ubicación de separadores tipo Hoffman en los bordes humerales lateral y medial a nivel proximal y su vez evitando su ubicación en el aspecto lateral distal de la diáfisis humeral durante el abordaje quirúrgico anterior para las fracturas del tercio medio, minimizando

así el riesgo de iatrogenia del nervio radial al momento de realizar la osteosíntesis en esta región (1).

Estudios previos han valorado las técnicas de reducción indirecta mediante mínima invasión con placa anterior y observan menor riesgo de lesión iatrogénica de nervio radial frente a las técnicas convencionales para el tratamiento de las fracturas de la diáfisis humeral. De igual forma, describe que los sistemas de fijación mediante mínima invasión con placa anterior no exploran el nervio radial por lo cual la lesión iatrogénica de esta estructura se reporta cerca al 2.2% sin embargo realizar técnicas tradicionales con placa y compresión axial para la reducción abierta y fijación interna de la fractura la lesión del nervio radial se reporta en 11% (13)

Existen diferentes relieves anatómicos a tener presentes durante el abordaje quirúrgico de la diáfisis humeral, tales como la tuberosidad deltoidea, el surco bicipital y el surco del nervio radial. En los dos tercios proximales de la diáfisis, el borde medial y lateral circunscribe la inserción de los tabiques intermusculares que dividen los compartimentos anterior y posterior de esta región. En el compartimento anterior, las estructuras vasculonerviosas más importantes a considerar son la arteria braquial, el nervio axilar, nervio musculocutáneo y nervio radial.

Las técnicas tradicionales para la reducción abierta y fijación interna de la fractura con placa y compresión axial requieren conocer la anatomía topográfica y vasculonerviosa del abordaje quirúrgico y así exponer la diáfisis humeral mediante distintas vías de acceso (5). Sin embargo, las más frecuentemente utilizadas guardan relación con estructuras nerviosas tales como un nervio axilar, nervio radial y nervio musculocutáneo por lo cual los abordajes más frecuentes

utilizados son Anterolateral, Lateral, Para-tricipital, Trans-tricipital (26), algunos de estos pueden ser extensibles por ejemplo el abordaje anterolateral se puede avanzar hacia proximal en relación al surco deltopectoral así mismo el abordaje Para-tricipital puede ser extensible hacia distal y anterior en relación al gotera bicipital externa (15).

La arteria braquial es la continuación de la arteria axilar en su recorrido por el brazo y tiene como límite proximal el borde inferior del músculo pectoral mayor y el borde inferior del músculo latissimus dorsi. A través de su trayecto en la región braquial esta arteria da ramas para los músculos del compartimiento anterior y realiza un trayecto desde proximal hasta distal en compañía del nervio mediano a nivel del aspecto medial de esta región. Las ramas más importantes que emergen en esta región son: la arteria braquial profunda, la expresión morfológica en su trayecto a través de la región braquial ha sido caracterizada previamente (14)

El nervio axilar originado del cordón posterior del plexo braquial discurre a través del cuadrado humerotricipital de manera circunfleja distal al cuello quirúrgico del húmero y presenta dos ramas principales: una anterior y otra posterior al discurrir este trayecto a través de los vientres anterior medio y posterior del músculo deltoides. A este nivel se ha caracterizado sus patrones cualitativos intrafasciculares en su trayecto a través del músculo deltoides sin embargo siempre su trayectoria a nivel de la cara medial del húmero cursa en compañía de la arteria circunfleja humeral posterior (17).

El nervio musculocutáneo principal nervio de la región anterior humeral procede del cordón lateral del plexo braquial y cursa a través del músculo coracobraquial. La expresión

morfológica y sus ramas originadas para los músculos bíceps braquial y braquial han sido descritas en relación al número de ramas, es así como el tipo 1 presenta una única rama, el tipo 2 dos ramas independientes y tipo 3 con tres ramas independientes para los vientres musculares. Las ramas del nervio musculocutáneo para el músculo braquial se ubicaron en una proporción entre 45% y 53% de la longitud del brazo desde proximal hasta distal respectivamente. Mientras que las ramas para el músculo braquial se ubicaron entre el 60% y 78% de la longitud del brazo (6)

El nervio radial distal al nervio axilar procede del cordón posterior del plexo braquial el cual al terminar su trayecto en la región de la axila se relaciona con el borde medial de la diáfisis humeral a una distancia de 15 cm proximal a la fosa del olecranon. Cursa a través del espacio triangular humerotricipital de manera oblicua y lateralmente a través de la cara posterior de la diáfisis humeral, lugar en el cual genera una impresión o surco con nombre homónimo, a una distancia desde el borde superior de la fosa olecraneana de 12.7 cm. Posteriormente el nervio radial cursa el septum intermuscular lateral y se relaciona con el borde externo de la diáfisis humeral a una distancia de 10.6 cm desde la fosa del olecranon (10). La expresión morfológica del nervio radial en este trayecto se ha caracterizado en dos tipos: tipo A en el cual la rama sensitiva cutáneo antebraquial posterior y cutáneo inferolateral del brazo cursan en compañía del nervio radial a través del septum intermuscular y el tipo B en el cual estas ramas sensitivas cursan de manera independiente en relación al septum intermuscular lateral donde el nervio radial cursa a través y las ramas sensitivas cursan externamente. (11) Previas descripciones anatómicas han teniendo como punto de referencia las ramas sensitivas originadas desde el nervio radial a nivel del tercio medio de la diáfisis humeral como punto de reparo anatómico para prevenir lesiones de este nervio, con una longitud entre estas estructuras de 0.9 cm (20)

Las fracturas de la diáfisis humeral se asocian con lesiones del nervio radial primarias (10%) o secundarias (0,4 - 4%), donde las primarias ocurren con el mecanismo de trauma que ocasiona la fractura y las secundarias se observan posterior al tratamiento quirúrgico de la fractura. (2). Además se describen lesiones primarias del nervio radial asociadas con el sitio diafisario de la fractura, observándose con menor frecuencia el tercio proximal (2%) seguidas del tercio medio (15%) y observadas con mayor frecuencia (23%) a nivel del tercio distal (24). Así mismo estas lesiones de nervio radial se asocian con mayor frecuencia con los trazos simples tipo A (AO /OTA). A1 espiral (16%), A2 oblicuo (12 %), A3 transverso (4%). Donde la manifestación clínica se caracteriza como la incapacidad para la dorsiflexión de muñeca y de los dedos, así como alteraciones de la sensibilidad a nivel del dorso radial de la mano.

Otras lesiones nerviosas secundarias asociadas al tratamiento quirúrgico de esta fractura han sido descritas entre el 3 a 5% para los nervios axilar y nervio musculocutáneo respectivamente (23). Además la arteria humeral puede ser lesionada de manera iatrogénica durante el abordaje quirúrgico y osteosíntesis de la fractura de la diáfisis humeral (7,16)

Existe un riesgo lesiones nerviosas relacionadas con el abordaje quirúrgico y osteosíntesis de las fracturas de la diáfisis humeral. Por lo cual estudios cadavéricos previos en población no Latinoamericana han descrito zonas de riesgo teniendo como referentes el epicóndilo lateral y la longitud humeral. El nervio musculocutáneo se ubicó a una distancia de 5.5 cm a 12.7 cm (18.4% a 42.7%), nervio radial desde 10.8 cm a 17.6 cm (36.4% a 59.2%) y el nervio axilar desde 21.1 cm a 22.9 cm (78.5% a 85.3%) y se estima que al unir las distintas zonas de riesgo estas representan más del 55% de la longitud de la región braquial. (1)

Dado lo anterior, describir un área anatómica de riesgo neurovascular para la osteosíntesis con placa anterior de las fracturas simples del tercio medio de la diáfisis humeral se hace relevante a partir de en una muestra de especímenes cadavéricos como referencia desde una muestra de nuestra población.

5. Métodos

5.1 Diseño del Estudio

Este fue un estudio observacional descriptivo de tipo transversal. Mediante la disección anatómica directa en una muestra de cadáveres de la ciudad de Bucaramanga se describió un área anatómica de riesgo neurovascular para la osteosíntesis con placa anterior en las fracturas simples del tercio medio de la diáfisis humeral.

5.2 Población

Este estudio se realizó en los cadáveres formolados del Laboratorio de anatomía y en los cadáveres no reclamados del Instituto de medicina Legal Regional Nororiental (INML-CF) bajo el convenio interinstitucional entre las entidades.

5.3 Muestra

Durante el periodo de 18 meses se realizó el estudio de 10 miembros superiores de los cadáveres formolados que reposan en el Laboratorio de anatomía y en 30 miembros superiores de

los cadáveres no reclamados bajo custodia del INML-CF. Considerando este estudio como no probabilístico, la selección de la muestra se realizó por conveniencia de acuerdo con la disponibilidad y el acceso a los cadáveres en el tiempo en que se realizó el estudio.

5.4 Criterios de selección

5.4.1 Criterios de Inclusión.

- Cadáveres mayores de 18 años
- Cadáveres no reclamados del INMLCF sede Bucaramanga
- Cadáveres del laboratorio de anatomía de la Universidad Industrial de Santander

5.4.2 Criterios de Exclusión.

- Cadáveres con trauma reciente o antiguo en los miembros superiores
- Cadáveres con antecedente de enfermedad infectocontagiosa
- Cadáveres con diagnóstico confirmado o sospecho de infección por SARS-COV2

5.5 Variables

Con el fin de describir la zona de seguridad para el abordaje anterior del húmero durante la osteosíntesis en el tercio medio se estudiaron las siguientes variables: sexo, edad, lado, talla y longitud del húmero de los especímenes cadavéricos; además el tipo, longitud y distancia proximal y distancia distal para los nervios axilar, radial y musculocutáneo.

Ver tabla de operacionalización de las variables. **Anexo A.**

5.6 Procedimiento

Desde la posición en decúbito supino de los especímenes cadavéricos, con el miembro superior en neutro y abducción de 45° se realizó la disección anatómica directa de la región braquial teniendo como puntos de reparo anatómico el surco deltopectoral, la cara lateral del bíceps braquial, el aspecto más proximal del cojinete móvil del codo y la fosa ante cubital.

En todos los especímenes se realizó una incisión desde el surco deltopectoral, la cual se avanzó distalmente sobre el borde externo del bíceps braquial en la cara más lateral de la región braquial hasta el punto más proximal del musculo braquial. Se avanzó la incisión a través del intervalo muscular entre el braquial y braquiorradial y distalmente en la fosa antecubital hasta la línea bicondilar. Se desarrollaron los planos incidiendo el tejido celular subcutáneo y fascia superficial desde proximal a distal para identificar los trayectos intermusculares de deltoides y pectoral mayor proximalmente, bíceps braquial y tríceps, y distalmente entre braquiorradial y bíceps braquial. Se realizó la caracterización cualitativa y cuantitativa de las estructuras neurovasculares de la región braquial, tales como: nervio axilar, nervio musculocutáneo, nervio radial y arteria braquial, teniendo como parámetro morfométricos proximal el proceso coracoideo y a nivel distal la línea bicondilar.

En 10 miembros superiores de cadáveres formolados, 5 derechos y 5 izquierdos, se realizó la osteosíntesis con placa LCP de perfil 4.5mm de 12 orificios en la cara anterior del húmero. Se realizó disección submuscular a través de la fibras del muscular brachial en la cara anterior del humero. Se posicionó la placa en la mitad de la diáfisis humeral y posteriormente se realizó la fijación de cada una de las placas con tres tornillos proximales y tres distales. Se utilizaron 10

placas LCP de 4.5mm las cuales fueron aportadas por el grupo de investigación que apoya la propuesta de investigación.

Después de realizar la osteosíntesis se describió la zona riesgo anatómico para la osteosíntesis en las fracturas de la mitad de la diáfisis del humero en relación con la caracterización morfológica cualitativa de las estructuras neurovasculares teniendo en cuenta la variabilidad en los patrones de su conformación y ramas vasculonerviosas asociadas.

5.7 Recolección de la información y plan de análisis

La información de las variables cuantitativas se obtuvo mediante el uso de un calibrador digital (Mitutoyo) y el registro de esta información se realizó manualmente en el formato de recolección de la información (Anexo 2). Las mediciones fueron realizadas por el investigador con mayor experiencia en el área. El registro fotográfico se realizó con una cámara digital (Cannon T21).

Los datos registrados en el formato de recolección de la información fueron transcritos a una base de datos de Excel. Las variables continuas se presentaron con sus promedios y desviación estándar, las variables nominales con sus proporciones. El análisis estadístico se realizó en Epidat 4.2 teniendo en cuenta la naturaleza de las variables. Ante las variables normales se aplicó la prueba de chi cuadrado (X^2) y test de la t aceptando un error alfa hasta de un 5%.

6. Consideraciones éticas

Este estudio observacional descriptivo transversal se consideró como Investigación de bajo riesgo en razón a los principios establecidos en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud sobre los estudios anatómicos en cadáveres.

En este estudio no fue necesario realizar Consentimiento informado dado que los cadáveres que reposan en el Laboratorio, así como los cadáveres del INML-CF fueron Cadáveres no reclamados. La custodia de los cadáveres no reclamados es realizada por el mismo Instituto y esta entidad es la encargada de autorizar el desarrollo de investigaciones en cadáveres basado en la Resolución 485 del 2002 del INML-CF y la resolución 2640 del 2005 del Ministerio de Salud.

Para la realización de este estudio, los investigadores contaron con la autorización del INML-CF bajo el convenio establecido entre el Instituto y la Universidad Industrial de Santander.

Este proyecto fue evaluado por el comité de ética en investigación de la Universidad Industrial de Santander – CEINCI y obtuvo su aval según consta en el acta No. 23 del año 2019. El investigador principal, obtuvo la certificación correspondiente después de realizar el curso “Buenas prácticas clínica”. (Anexo 3).

En esta investigación se aplicaron los principios bioéticos de Beneficencia y no maleficencia. Durante la manipulación de los cadáveres siempre se mantuvo el respeto hacia las

personas que fueron en vida, resaltando además el valor de los aportes a la investigación y la ciencia de los estudios realizados en cadáveres.

La manipulación de los cadáveres se realizó siguiendo las recomendaciones del protocolo de "Conductas básicas en bioseguridad: manejo integral. Protocolo básico para el equipo de salud" (21). Además, se utilizaron los elementos de protección personal para la seguridad de los investigadores durante la pandemia por SARS-COV2 incluidos en la Resolución 365 del 2020 del INML-CF. Los desechos producidos durante la manipulación de los cadáveres fueron casi nulos por lo que el riesgo ambiental de esta investigación fue bajo. Después de realizar el procedimiento establecido para esta investigación, los cadáveres continuaron con el protocolo de cadena de custodia realizado por el INML-CF.

7. Tratamiento de datos personales

Los cadáveres incluidos en esta investigación obtuvieron un código numérico para su identificación. Los investigadores no tuvieron acceso a los datos sensibles de los cadáveres del estudio. Los datos recolectados de esta investigación fueron incluidos en el formato de recolección de la información descrito. Se creó una base de datos de Excel donde se tabularon los datos. Para esta base de datos se creó una contraseña de acceso a la cual solo tuvo acceso el investigador principal. Una vez finalizada la investigación se eliminará dicho archivo para evitar la utilización de esta información en otras investigaciones. El tratamiento de los datos personales se realizó bajo la aplicación de Ley 1581 de 2012, reglamentada parcialmente por el Decreto 1377 de 2013 y la Resolución 1227 de agosto 22 de 2013 de la Universidad Industrial de Santander.

8. Grupo de Investigación

Esta investigación fue dirigida por el Dr. Luis Ernesto Ballesteros Acuña, director del Grupo de Investigación Variaciones anatómicas y Biomecánica Tendomuscular adscrito al Departamento de Ciencias básicas de la Universidad Industrial de Santander. Este grupo está avalado por la Universidad y es Categoría B de acuerdo con la Convocatoria 833 de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS Año 2018.

9. Resultados

En un periodo de 18 meses se estudiaron 40 miembros superiores, 20 derechos y 20 izquierdos de especímenes cadavéricos masculinos con una edad de 32 ± 9 años. La talla de los especímenes cadavéricos fue de 172 ± 5 cm.

30 miembros superiores frescos pertenecieron a cadáveres no reclamados suministrados por INML-CF y 10 miembros superiores de especímenes cadavéricos formolados del Laboratorio de anatomía.

Morfometría de la región braquial

En 40 los miembros superiores evaluados la longitud de la de la región braquial fue de $297,7 \pm 13,2$ mm. Se observó similares longitudes de la región braquial entres los especímenes cadavéricos no formolados y formolados respectivamente fue $299,4 \pm 14,5$ mm y $292,4 \pm 5,9$ mm.

En las extremidades superiores no formoladas la longitudes en lado derecho e izquierdo fueron $299,4 \pm 14,8$ mm y $299,4 \pm 14,8$ mm respectivamente; mientras estas longitudes en extremidades superiores derechas e izquierdas conservadas con formaldehido midieron $292,4 \pm 6,3$ mm y $292,4 \pm 6,3$ mm, respectivamente.

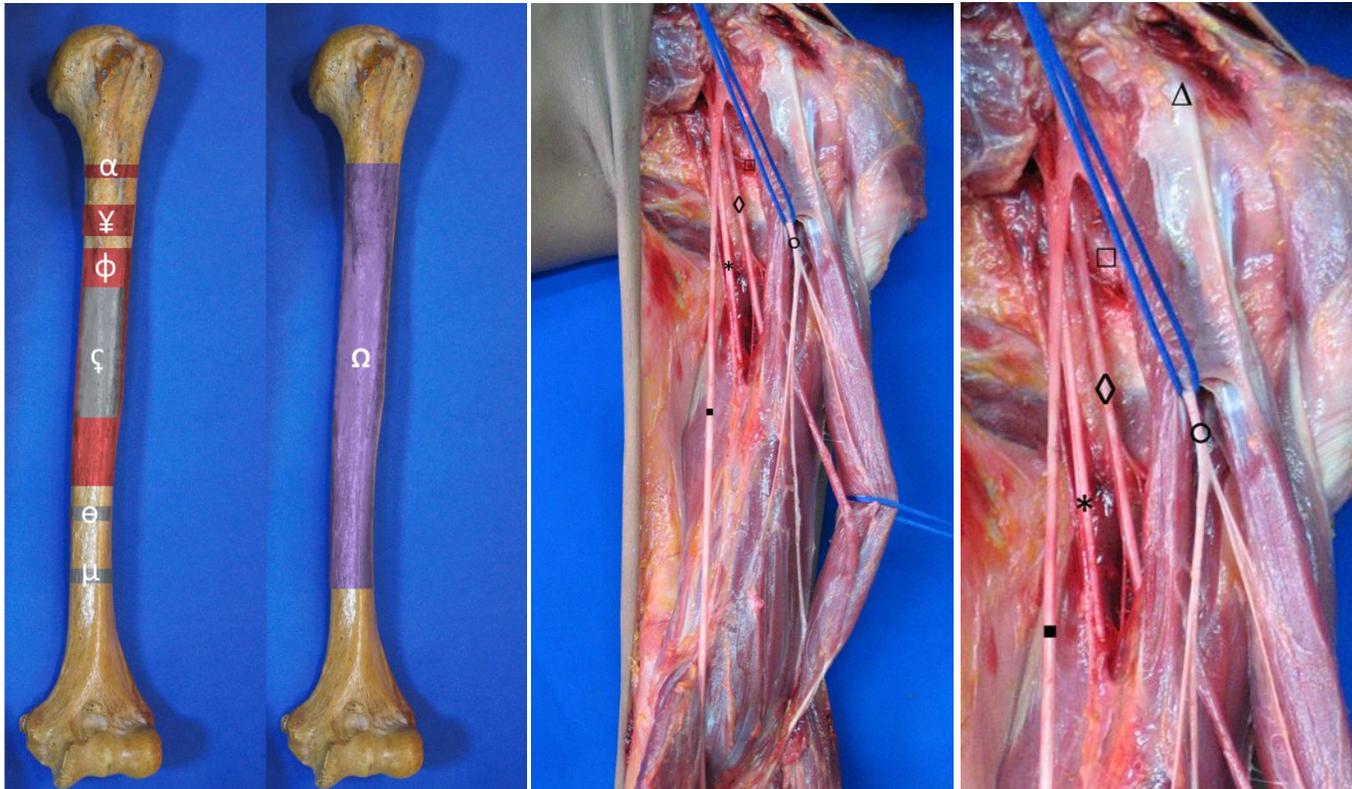


FIGURA 1. A: humero izquierdo vista anterior, porcentajes de longitud que de las estructuras vasculonerviosas. α : Nervio axilar; Ψ : Arteria humeral profunda; ϕ : Nervio radial; ζ : Ramas Biceps Nervio musculocutaneo; η : Ramas Brachial Nervio musculocutaneo; Nervio cutáneo ante braquial lateral; μ : Ramas Cutáneo ante braquial lateral de Nervio musculocutaneo Ω : porcentaje total de estructuras en la diafisis humeral. B: Region braquial anterior izquierda. Distribucion morfológica de estructuras nerviosas: \square :nervio axilar; \diamond :nervio radial; $*$:nervio ulnar; \blacksquare :nervio mediano; \circ : nervio musculocutaneo. C: Imagen ampliada correspondiente al mismo espécimen.

Estructuras Neurovasculares

En 40 segmentos braquiales anteriores (30 brazos de cadáveres no formolados, 10 brazos formolados) se determinó la distancia desde el proceso coracoideo hasta estructuras vasculo nerviosa como: la Arteria Humeral Profunda y los nervios Axilar, Radial y Nerviomusculocutáneo. En esta region las estructuras neurovasculares se ubicaron en un área comprendida desde (19,9±1,2% a 78,7±3,3%) de la longitud total de la región braquial. **Fig.1A - C**

El nervio axilar surgió desde el fascículo posterior y en el total de la muestra, este se encontró en dirección posterior al cuello quirúrgico del humero a través del espacio cuadrangular Tipo A (40/40) y se ubicó a 19.9±1,2 % de la longitud total de esta región. **Fig.1A**

La distancia promedio desde su ingreso en el espacio cuadrangular hasta el proceso coracoideo fue 59,4±2,6 mm con resultados similares en relación al lado de presentación derecho e izquierdo, 59,2±2,7mm y 59,5±2,7 mm respectivamente. La longitud desde su origen en el fascículo posterior del nervio axilar no fue posible cuantificarla debido a su origen infraclavicular en los especímenes anatómicos. **Fig.1B**

En las extremidades superiores preservadas con formaldehido se encontró que la distancia de ingreso en el espacio cuadrangular fue ligeramente inferior en relación con los especímenes cadavéricos frescos con una distancia de 58,3±1,2 mm y 59,7±2,9 mm, respectivamente (p = 0.84).

La arteria humeral profunda procedente desde el arterial humeral, esta se relacionó en su trayecto con el borde medial de la diáfisis humeral encontrándose a $27\pm 2,6\%$ de la longitud total de esta región. **Fig.1A**

La distancia promedio desde su origen hasta el proceso coracoideo fue $86,3\pm 3,8$ mm con resultados similares en relación al lado de presentación derecho e izquierdo, $87,1\pm 4,3$ mm y $86\pm 3,9$ mm, respectivamente. Sin embargo, en las extremidades superiores preservadas con formaldehído se encontró una distancia de origen ligeramente inferior en relación con los especímenes cadavéricos frescos donde derechas e izquierdas midieron $85,1\pm 1,8$ mm y $84,5\pm 1,8$ mm, respectivamente ($p = 0.72$). La longitud promedio la de arteria humeral desde su origen hasta su ingreso en el espacio triangular humero tricípital fue de 4.5 ± 1 mm.

El nervio radial en su trayecto por la región braquial se ubicó medial al borde interno del humero y anterior al músculo latissimus dorsi, posteriormente adoptó una dirección lateral a través del septum intermuscular medial en dirección posterior a la diáfisis del húmero hasta ubicarse anterior y lateral al septum intermuscular externo. Este patrón Tipo A (40/40) se observó en el total de la muestra. En este trayecto los bordes medial y lateral de la diáfisis humeral el nervio radial se ubicó entre ($30,5\pm 2,7\%$ a $73,9\pm 7,9\%$) de la longitud total del brazo. **Fig.1A-C**

La distancia promedio desde el proceso coracoideo hasta el ingreso del nervio radial a través de septum intermuscular medial fue $90,9\pm 4,0$ mm, se observó resultados similares en relación al lado de presentación derecho e izquierdo, $91,1\pm 4,1$ mm y $90,8\pm 3,9$ mm, respectivamente.

En las extremidades superiores preservadas con formaldehído se encontró que la distancia de ingreso en el espacio triangular desde el proceso coracoideo fue ligeramente inferior en relación con los especímenes cadavéricos frescos $89,3 \pm 1,8$ mm y $91,5 \pm 4,4$ mm, respectivamente ($p = 0.84$).

La emergencia del nervio radial en el borde lateral del humero se ubicó a una distancia promedio desde el proceso coracoideo a $220,4 \pm 11,4$ mm, se observó resultados discretamente inferiores en según el lado de presentación derecho e izquierdo, $226,2 \pm 10,2$ mm y $214,6 \pm 9,6$ mm, respectivamente

En las extremidades superiores procedentes de cadáveres frescos se encontró que la distancia desde el proceso coracoideo hasta la emergencia del nervio radial en el borde lateral humeral fue ligeramente superior en relación con los especímenes preservados con formaldehído $221,7 \pm 12,3$ mm y $216,7 \pm 7,4$ mm, respectivamente ($p = 0.72$).

Durante el trayecto próximo-distal del nervio radial en el aspecto posterior de la diáfisis humeral cursó una distancia de $129,5 \pm 8,1$ mm, se observó resultados discretamente superiores según el lado de presentación derecho e izquierdo, $135,1 \pm 6,1$ mm y $123,8 \pm 5,6$ mm, respectivamente

En las extremidades superiores preservadas con formaldehído se encontró que esta distancia en su trayecto humeral posterior fue ligeramente inferior en relación con los especímenes cadavéricos frescos $127,2 \pm 6,4$ mm y $130,2 \pm 8,6$ mm, respectivamente ($p = 0.82$).

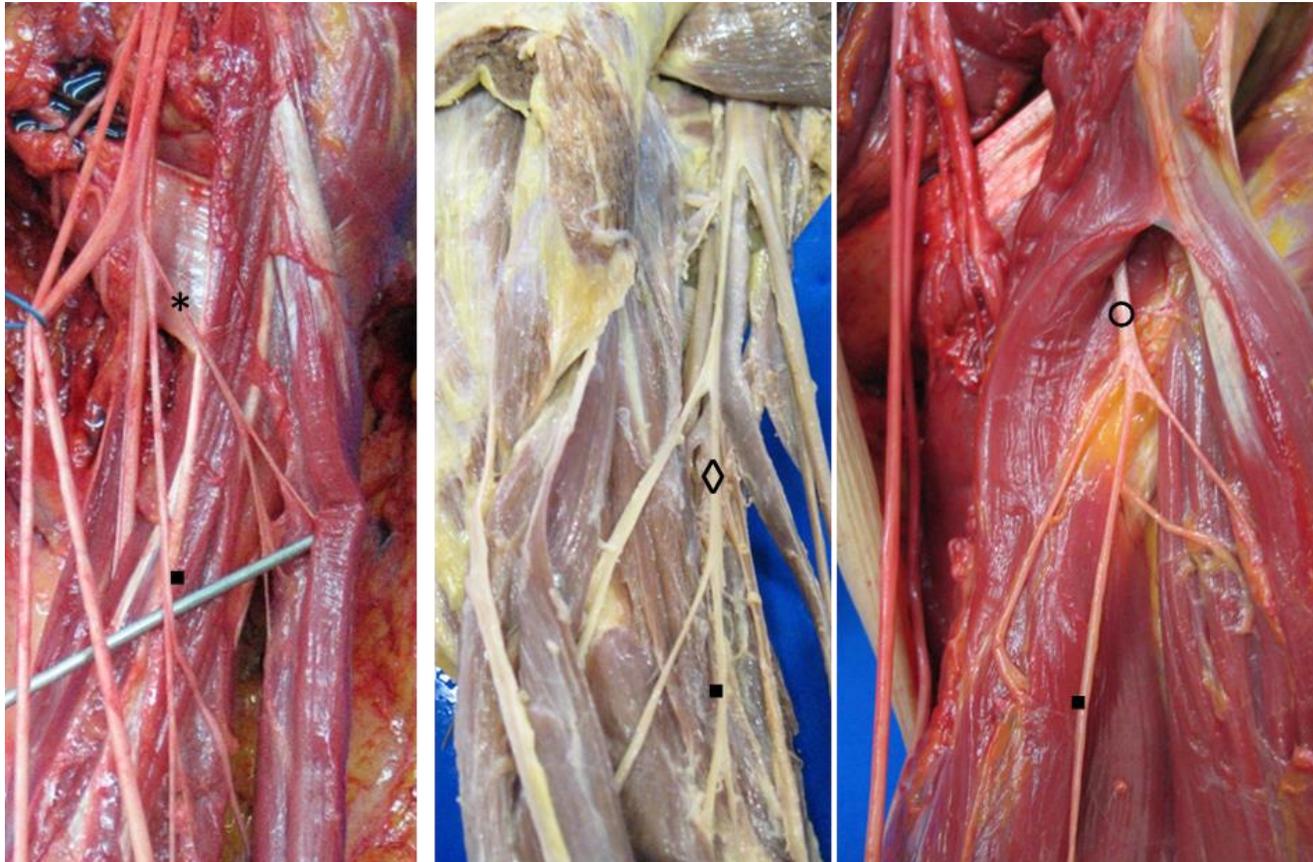


FIGURA 2. Distribución patrones tipos de Nerviomusculocutaneo para Biceps y Braquial A: Región braquial izquierda humero izquierda vista anterior; *: Tipo1 biceps; ■; Tipo I braquial. B: Región humeral derecha vista anterior; ◊:Tipo II bíceps; ■; Tipo I braquial. C: Brazo izquierdo vista anterior; ○: Tipo III bíceps; ■; Tipo I braquial.

El nervio musculo cutáneo en su trayecto en la región braquial anterior, curso a través del musculo coracobraquial y distalmente en su trayecto presento ramas motoras para la inervar a los musculos bíceps brachii y brachial. Se observó que las ramas motoras para los musculos bíceps y braquial se ubicaron entre $(40,2\pm 5,5$ a $47,1\pm 7,5\%)$ y $(52,9\pm 5,7$ a $66,1\pm 3,8\%)$ respectivamente de la longitud total de esta región **Fig. 1 A**

Se caracterizaron distintos patrones de ramas para el musculo bíceps: El patrón tipo I (80%) una única rama surgió desde nervio Musculocutáneo para inervar al Biceps; tipo II (12,5%) con presencia de dos ramas independientes para inervar al biceps. El tipo III (7,5%) caracterizado por la presencia de tres ramas motoras surgidas desde nervio musculocutaneo para inervar al bíceps. **Fig. 2.** La evaluación morfométrica de cada una de los patrones para el bíceps se resume **Tabla 1.**

Referente a los patrones de las ramas motoras para el brachial se observó únicamente el Tipo I (40/40) en el cual una rama única surge desde nervio musculo cutáneo para el Braquial **Fig.2.** La evaluación morfométrica de cada una de estas ramas motoras se resume **Tabla 1.**

La emergencia de la rama motora para el brachial se ubicó a una distancia promedio desde el proceso coracoideo a $157,9\pm 16,9$ mm, se observó resultados discretamente inferior en según el lado de presentación derecho e izquierdo, $154,5\pm 18,6$ mm y $159,1\pm 15,7$ mm, respectivamente En las extremidades superiores procedentes de cadáveres frescos se encontró que la distancia desde el proceso coracoideo hasta el origen de la rama motora para el brachial fue ligeramente inferior en relación con los especímenes preservados con formaldehido $157,8\pm 18,8$ mm y $158,1\pm 7,9$ mm, respectivamente ($p = 0.84$).

Tipo	Primera rama		Segunda rama		Tercera Rama	
	$\delta \pm SD$	$\lambda \pm DE$	$\delta \pm SD$	$\lambda \pm DE$	$\delta \pm DE$	$\lambda \pm DE$
Bíceps I 32/40 80%	120,5 \pm 19,5	17,5 \pm 9,2				
Bíceps II 5/40 12,5%	120,9 \pm 8,4	16,9 \pm 10,6	148,1 \pm 1,5	32,9 \pm 10,6		
Bíceps III 4/40 7,5%	122,6 \pm 12,7	20,5 \pm 16,3	144,4 \pm 11,6	32,9 \pm 10,6	161,2 \pm 14,3	36,5 \pm 11,2
Braquial I 40/40	157,5 \pm 16,9	22,2 \pm 8,3				

TABLA 1. Distribucion Morfometrica Nerviomusculocutaneo. δ : Distancia en milímetros desde proceso coracoideo; λ : Longitud de la rama motora; DE: Desviación estándar.

Osteosíntesis anterior diáfisis humeral.

En 10 regiones braquiales anteriores procedentes de 5 cadáveres formolados (5 derechos y 5 izquierdos) se realizó la osteosíntesis en la cara anterior en la diáfisis humeral con una placa LCP 4.5mm (12 orificios * 220 mm de longitud) esta placa se ubicó equidistante desde el centro de la diáfisis humeral. La fijación de la placa se realizó con tornillos de cortical de 4.5 mm cuya densidad de tornillos (N tornillos/ N orificios) fue del 50% en cada mitad de la diáfisis donde los tornillos 1,2,3 se observaron proximal al centro de la diáfisis y los tornillos 4,5,6 se encontraron distal a este punto. **Fig. 3A**

La distancias promedio desde el proceso coracoideo hasta el primer y último tornillo fueron $42,2\pm 3,5\text{mm}$ y $250,2\pm 3,2\text{mm}$ respectivamente. Se observó que los porcentajes de longitud diafisiarias de los tornillos proximales 1, 2 y 3 se ubicaron entre ($14,4\pm 0,7$ a $39,1\pm 0,2\%$) y para los tornillos 4,5 y 6 se encontraron entre ($60,9\pm 0,2$ a $85,6\pm 0,7\%$).

La correlacionar la ubicación de la placa y los tornillos en la cara anterior humeral con las estructuras neurovasculares, se observó que la arteria humeral profunda, los nervios axilar y radial se relacionaron en menor medida con la osteosíntesis debido a que estas estructuras cursan en su trayecto proximal en relación medial a la placa y posteriormente se relacionan con el aspecto posterior de la diáfisis humeral. **Fig. 3B** Por el contrario el nervio Musculocutáneo y sus ramas para el bicep brachii, brachial y cuataneo antebraquial relacionaron en mayor medida y de manera directa de la placa y los tornillos. **Fig. 3C**



FIGURA 3. A: humero izquierdo vista anterior, porcentajes de distancia de los tornillos en la diáfisis humeral densidad 0,50 equidistante. 1,2,3: tornillos de cortical fijación diáfisis proximal; 4,5,6: tornillos de fijación diáfisis distal. B: humero izquierdo, porcentaje estructuras neurovasculares con trayecto posterior en la diafisis humeral; α : Nervio axilar; Ψ : Arteria humeral profunda; ϕ : Nervio radial; Ω : porcentaje total de estructuras posteriores. C: humero izquierdo, porcentaje estructuras neurovasculares con trayecto anterior en la diafisis humeral; ζ : Ramas Biceps Nervio musculocutaneo; θ : Ramas Brachial Nervio musculocutaneo; μ : Ramas Cutáneo ante braquial lateral de Nervio musculocutaneo Ω : porcentaje total de estructuras anteriores

Así mismo el nervio axilar, la arteria humeral profunda y el nervio radial, se ubicaron a una distancia entre ($19,9 \pm 1,2$ a $73,9 \pm 7,9\%$) de la longitud total de la diafisis humeral, donde el nervio axilar se ubicó a $19,9 \pm 1,2\%$ la Arterial humeral profunda se encontró a $27,0 \pm 2,6$ mientras que el nervio radial se encontró entre el $30,5 \pm 2,7$ y $73,9 \pm 7,9\%$.

La distancia desde el proceso coracoideo hasta el nervio axilar y arteria humeral profunda fue $58,3 \pm 1,2\text{mm}$ y $84,8 \pm 1,7\text{mm}$ respectivamente. Así mismo la distancia hasta los puntos proximal y distal del nervio radial se ubicaron ($89,3 \pm 1,8$ a $216,5 \pm 7,4\text{mm}$) respectivamente.

Acorde con nuestros hallazgos durante la osteosíntesis anterior de en la región humeral el nervio axilar, la arteria humeral profunda y el nervio radial, delimitaron en su trayecto *Zonas de Precaución* con menor riesgo, debido a la relación indirecta de estas estructuras con la placa y los tornillos. Estas tres estructuras su trayecto proximal y medial a la osteosíntesis delimitaron una *Zona de Precaución* observada entre ($19,9 \pm 1,2$ a $30,5 \pm 2,7\%$) de la longitud del brazo. Así mismo el nervio radial se relacionó de manera indirecta con la osteosíntesis describiendo una trayectoria lateral y paralelo a la placa a nivel distal donde se encontró una segunda *Zonas de Precaución* comprendida entre ($73,9 \pm 7,9$ a $85,6 \pm 0,7\%$) de la longitud braquial. **Fig. 4A**



FIGURA 4. A: humero izquierdo vista anterior. En amarillo zonas de precaución y su relación proximal los tornillos 1,2 e interrelacion distal con los tronillos 4,5,6 en la diáfisis humeral. α : Nervio axilar; ¥ : Arteria humeral profunda; ϕ : Nervio radial; Ω : porcentaje total de estructuras posteriores B: humero izquierdo vista anterior. En rojo zona de riesgo y relación directa con los tornillos 3,4,5 junto con el porcentaje de distribución de las estructuras anteriores. ζ : Ramas Biceps Nervio musculocutaneo; ϵ : Ramas Brachial Nervio musculocutaneo; μ : Ramas Cutáneo ante braquial lateral de Nervio musculocutaneo Ω : porcentaje total de estructuras anteriores

Durante la osteosíntesis con placa LCP 4.5 mm se observó que la Zona de Precaución proximal para las estructuras vasculonerviosas Arteria humeral profunda y nervios Axilar y Radial se relacionaron de manera indirecta y medial a los tornillos 1,2. Así mismo la Zona de precaución distal representada por el recorrido del nervio Radial en relación lateral con la placa se observó en su trayecto en relación externa a los tornillos 4,5,6. **Fig.4A.**

El tornillo 1 se encontró próximo al nervio axilar a una distancia de $26,1\pm 6,6$ mm, el tornillo 2 se encontró próximo a la arteria humeral profunda a una longitud de $10,9\pm 6,4$ mm. El nervio radial en su trayecto proximal se relacionó con el tornillo 2 a una distancia $21,1\pm 6,2$ mm y después de su trayecto posterior y emerge aspecto anterior externo de la diáfisis humeral este se relacionó con los tornillos 4,5,6 a una distancia entre ($11,7\pm 6,2$ a $27,9\pm 5,8$ mm) sitio en el cual el tornillo 5 presento mayor cercanía al nervio radial el tercio distal y lateral del humero a una distancia de $11,7\pm 6,2$ mm.

La información morfométrica y lado de presentación de *zonas de precaución* de estas estructuras vasculonerviosas en durante la osteosíntesis se resumen en la **Tabla 2 y Tabla3.**

Estructuras neurovasculares en zonas de precaución durante la osteosíntesis anterior									
Muestra	Nervio Axilar		Arteria Humeral Profunda		Nervio Radial Proximal		Nervio Radial Distal		$\lambda \pm DE$
	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$	
Cadáveres Formolados 5D	58,2 ± 1,2	19,9 ± 0,6	85,1 ± 1,8	29,2 ± 3,5	89,5 ± 1,9	30,6 ± 3,2	222,2 ± 4,8	76,0 ± 11,9	121,6 ± 2,6
Cadáveres Formolados 5I	58,5 ± 1,2	20,0 ± 1,6	84,5 ± 71,8	28,9 ± 3,0	89,2 ± 1,9	30,5 ± 2,8	210,8 ± 4,5	72,1 ± 1,6	132,7 ± 2,8
TOTAL 10 Brazos	58,3 ± 1,2	19,9 ± 1,2	84,8 ± 1,7	27,0 ± 2,6	89,3 ± 1,8	30,5 ± 2,7	216,5 ± 7,4	73,9 ± 7,9	127,2 ± 6,4

TABLA 2. Estructuras neurovasculares en cadáveres formolados durante la osteosíntesis anterior δ : Distancia en milímetros desde proceso coracoideo; λ : Longitud de la rama motora; $\%$ proporción de longitud del brazo ocupada por la estructura DE: Desviación estándar.



Tornillos	Uno		Dos		Tres		Cuatro		Cinco		Seis	
	$\delta \pm DE$	% $\pm DE$	$\delta \pm DE$	% $\pm DE$	$\delta \pm DE$	% $\pm DE$	$\delta \pm DE$	% $\pm DE$	$\delta \pm DE$	% $\pm DE$	δ $\pm DE$	% $\pm DE$
Longitud Brazo	42,2 \pm 3,5	14,4 \pm 0,7	78,2 \pm 2,6	26,7 \pm 0,5	114,2 \pm 3,2	39,1 \pm 0,2	178,2 \pm 2,8	60,9 \pm 0,2	214,2 \pm 3,0	73,3 \pm 0,5	250,2 \pm 3,2	85,6 \pm 0,7
Nervio Axilar	26,1 \pm 6,6	19,9 \pm 1,2										
Arteria Humeral Profunda			10,9 \pm 6,4	27,0 \pm 2,6								
Nervio Radial			21,1 \pm 6,2	30,5 \pm 2,7			27,9 \pm 5,8	73,9 \pm 7,9	11,7 \pm 6,2	73,9 \pm 7,9	24,1 \pm 6,4	73,9 \pm 7,9

TABLA 3. Zonas de precaución en amarillo y distribución morfofométrica de los tornillos durante la osteosíntesis con placa LCP 4.5 mm horizontal de izquierda a derecha ubicación tornillos 1 hasta 6. δ : Distancia en milímetros desde proceso coracoideo; % proporción de longitud del brazo ocupada por la estructura DE: Desviación estándar.

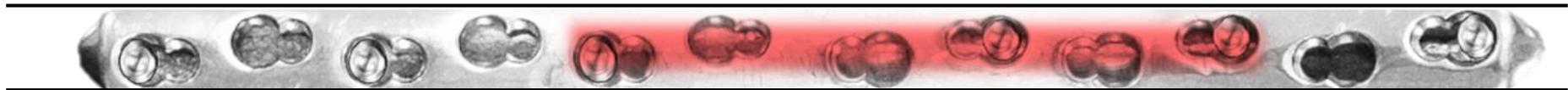
Debido a su trayecto anterior en la región braquial el nervio musculo cutaneo y sus ramas delimitaron una *Zona de Riesgo* comprendida entre (38,6±3,9 a 78,7±3,3%) de la longitud total de la diafisis humeral, donde el nervio para el biceps se ubicó a 53,7±2,7%, el nervio para el braquial se encontró a 64,2±2,9 mientras que su ramo cutaneo se encontró a 78,7±3,3% **Fig. 4B**

La distancia desde el proceso coracoideo hasta los nervios para bíceps y brachial fue 158,1±7,9mm y 184,7±7,6mm respectivamente. Así mismo la distancia hasta el nervio cutáneo antebraquial lateral se encontró a 236,5±11,1mm.

La información morfométrica y lado de presentación de *zonas de riesgo* de estas estructuras nerviosas en durante la osteosíntesis se resumen en la **Tabla 4 y Tabla5.**

Estructuras neurovasculares en zonas de riesgo durante la osteosíntesis anterior						
Muestra	Rama motora Biceps		Rama motora Brachial		Cutaneo antebraquial lateral	
	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$
Cadáveres Formolados 5D	156,0 \pm 7,9	53,0 \pm 3,4	182,3 \pm 7,2	29,2 \pm 3,5	230,1 \pm 4,9	78,7 \pm 3,2
Cadáveres Formolados 5I	157,9 \pm 8,7	54,2 \pm 2,4	194,7 \pm 8,5	66,1 \pm 1,8	231,0 \pm 5,0	79,0 \pm 3,7
TOTAL 10 Brazos	158,1 \pm 7,9	53,7 \pm 2,7	184,7 \pm 7,6	64,2 \pm 2,9	236,5 \pm 11,1	78,7 \pm 3,3

TABLA 4. Estructuras anteriores en cadáveres formolados durante la osteosíntesis anterior δ : Distancia en milímetros desde proceso coracoideo; λ : Longitud de la rama motora; $\%$ proporción de longitud del brazo ocupada por la estructura DE: Desviación estándar.



Tornillos	Uno		Dos		Tres		Cuatro		Cinco		Seis	
	$\delta \pm DE$	$\% \pm DE$										
Longitud Brazo	42,2 ± 3,5	14,4 ± 0,7	78,2 ± 2,6	26,7 ± 0,5	114,2 ± 3,2	39,1 ± 0,2	178,2 ± 2,8	60,9 ± 0,2	214,2 ± 3,0	73,3 ± 0,5	250,2 ± 3,2	85,6 ± 0,7
Nervio Biceps					11,2 ± 6,4	38,6 ± 3,9	21,1 ± 5,8	53,7 ± 2,6				
Nervio Brachial							9,6 ± 5,6	64,2 ± 2,9				
Nervio Cutáneo									15,9 ± 5,8	78,7 ± 3,3		

TABLA 5. Zona de riesgo en rojo y distribución morfofométrica con estructuras anteriores de los tornillos durante la osteosíntesis con placa LCP 4.5 mm horizontal de izquierda a derecha ubicación tornillos 1 hasta 6. δ : Distancia en milímetros desde proceso coracoideo; % proporción de longitud del brazo ocupada por la estructura DE: Desviación estándar.

Se observó que la estructura nerviosa más importante que se relacionó de manera directa con la osteosíntesis anterior fue el nervio Musculocutáneo donde los tornillos 3,4,5 se relacionaron con esta estructura nerviosa **Fig.5**.

Los tornillos 3,4,5 se ubicaron en el trayecto de estructuras nerviosas estos delimitan una zona de riesgo donde el tornillo 3 se relaciona con Ramas Biceps, el tornillo 4 presento una zona de riesgo para Ramas Brachial y el tornillo 5 delimita riesgo en el trayecto Ramas Cutáneo ante braquial lateral de Nervio musculocutaneo **Fig.5B**

El tornillo 3 se ubicó próximo a las ramas para el bíceps brachii a una longitud de $11,2\pm 6,4$ mm, el tornillo 4 se observó próximo al ramo nervioso para el Brachial a una distancia de $11,2\pm 6,4$ mm.

El nervio cutáneo ante braquial lateral emerge lateral al borde externo del bíceps a una distancia promedio de $236,5\pm 11,1$ mm desde el proceso coracoideo en el aspecto anterior externo del bíceps brachii. Este en su trayecto en el tercio distal del brazo se relacionó con los tornillos 5 y 6 a una distancia entre ($15,9\pm 5,8$ a $20,1\pm 5,2$ mm) sitio en el cual el tornillo 5 presento mayor cercanía. La información morfométrica las estructuras nerviosas que presentaron trayecto anterior en relación con la osteosíntesis se resumen en la **Tabla 5**.

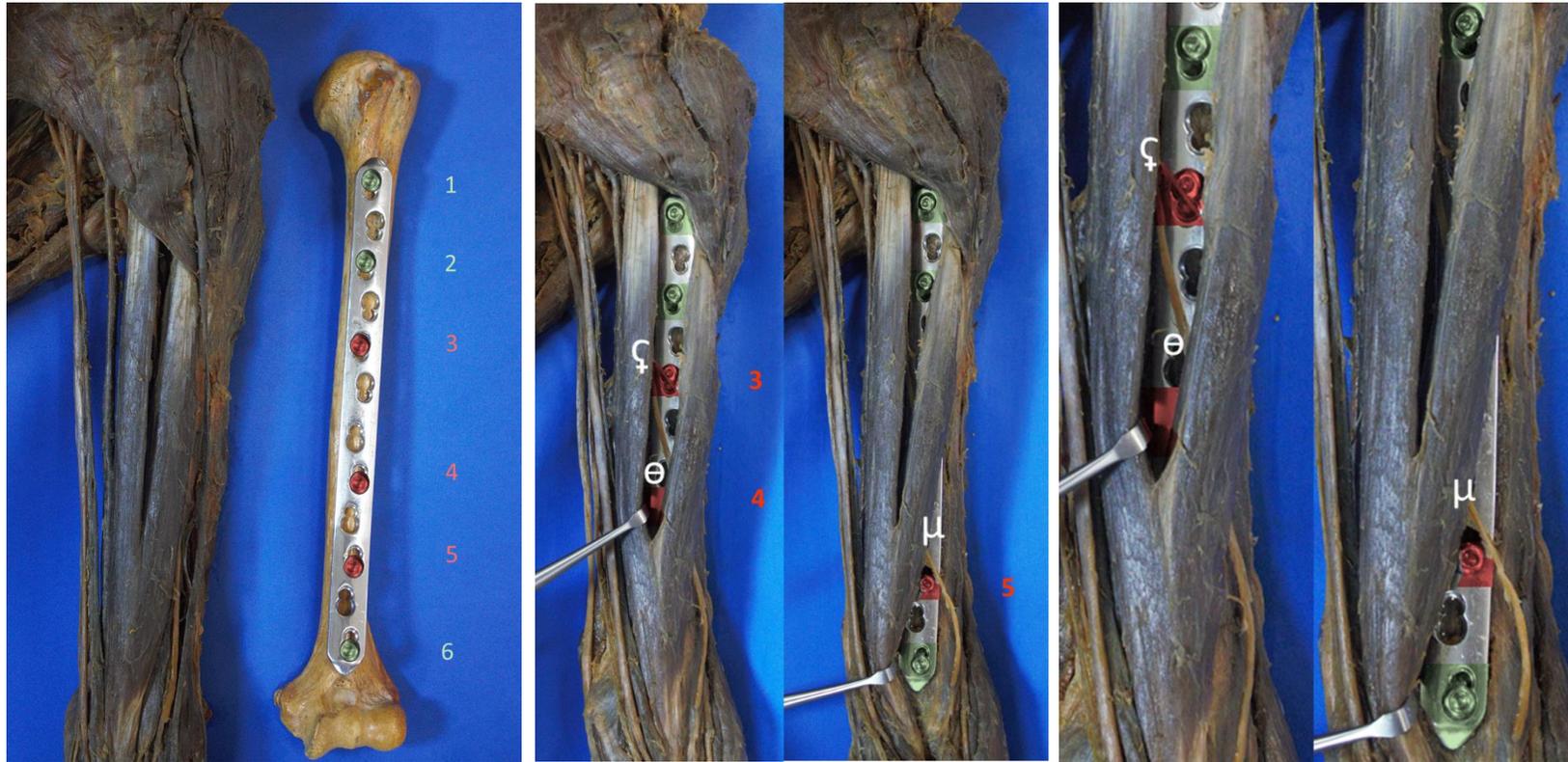


FIGURA 5. A: humero izquierdo vista anterior, correlacion distribución de los tornillos con riesgo de lesión de estructuras nerviosa durante la osteosíntesis anterior. Los tornillos 3,4,5 se encuentran en el trayecto de estructuras nerviosas. B. En rojos zona de riesgo tornillo 3 para ξ: Ramas Biceps Nervio musculocutaneo; En rojo tornillo 4 zona de riesgo para ε: Ramas Brachial Nervio musculocutaneo; En rojo tornillo 5 zona de riesgo para μ: Ramas Cutáneo ante braquial lateral de Nervio musculocutaneo. C: Imagen ampliada correspondiente al mismo espécimen.

10. Discusión

Durante el tratamiento quirúrgico de las fracturas de la diáfisis humeral se han descrito distintos tipos de complicaciones tales como: la lesión iatrogénica del nervio radial, la pseudoartrosis y la infección (25). Así mismo se ha observado que las técnicas de mínima invasión mediante osteosíntesis placa anterior tienen menor probabilidad de lesión del nervio radial y menor riesgo de pseudoartrosis en comparación con las técnicas convencionales de enclavado endomedular y reducción abierta con fijación interna (22).

Previos estudios en los cuales se ha realizado osteosíntesis de estas fracturas mediante placa anterior describen que no hay riesgo de lesión de nervio radial o axilar con esta técnica. (18,19,2). En nuestro estudio se manera similar se observó que los nervios axilar, radial y la arteria humeral profunda en su trayecto proximal, no se relacionaron de manera directa con la osteosíntesis anterior y se ubicaron medial a la placa una distancia entre $(10,9\pm 6,4$ a $26,1\pm 6,6\text{mm})$ encontrándose una zona de precaución en el tercio proximal del brazo ubicada desde $(14,4\pm 0,7$ a $30,5\pm 2,7\%)$ de la longitud braquial.

En nuestros hallazgos el nervio radial no se relacionó en su trayecto de manera directa con la osteosíntesis anterior, este cursó a nivel del tercio medio de humero en trayecto posterior a una distancia desde el proceso coracoideo de $89,3 \pm 1,8$ y emergió en tercio distal de la región en relación al borde externo del humero a una distancia de $216,5 \pm 7,4$ delimitando una zona comprendida entre ($30,5 \pm 2,7$ a $73,9 \pm 7,9\%$) de la longitud humeral la cual fue mayor a lo reportado en estudios previos (36,4 a 59,2%) (1)

En el tercio distal del brazo describimos una zona de precaución para el nervio radial con ubicación lateral a la placa desde ($73,9 \pm 7,9$ a $85,6 \pm 0,7\%$) de la longitud humeral. En esta región del tercio distal del brazo, el nervio radial se cursó paralelo a la osteosíntesis a una distancia entre ($11,7 \pm 6,2$ a $27,9 \pm 5,8$ mm) a una distancia mayor a lo observado en otros estudios describen una desde la placa hasta el nervio radial en un rango de (3,2 a 9,3 mm) (12,18). Por lo cual acorde con nuestros hallazgos en concordancia con lo reportado previamente no recomienda no utilizar retractores Hohmann durante la realización de esta técnica especialmente en estos trayectos que representan zonas de precaución. (9,18,19)

Se ha observado que las técnicas de mínima invasión mediante osteosíntesis placa anterior tienen mayor probabilidad de lesión del nervio Musculocutáneo durante el tratamiento quirúrgico de las fracturas de la diáfisis humeral (1,18). Nuestros hallazgos son concordantes con estudios previos debido a que el nervio Musculocutáneo fue la estructura que se relacionó de manera directa con la osteosíntesis anterior delimitando una zona de riesgo comprendida entre ($38,6 \pm 3,9$ a $78,7 \pm 3,3\%$) de la longitud del brazo.

Así mismo las ramas procedentes desde nervio Musculocutáneo para bíceps, brachial y cutánea braquial se ubicaron en el tercio medio distal de humero a una distancia desde el proceso coracoides entre $(158,1 \pm 7,9$ a $236,5 \pm 11,1$ mm). Donde nuestros hallazgos se ubican en un rango mayor al observado otros estudios donde estas ramas se ubican distancia entre $(54,6$ a $126,8$ mm) hasta $(122$ a 148 mm) (1,8).

Otros estudios han descrito que la estructura que se relacionó con mayor proximidad a la osteosíntesis anterior fue el nervio radial (9). Sin embargo la lesión iatrogénica del nervio radial al realizar osteosíntesis con placa anterior se reporta cerca al 2% lo cual es inferior a lo reportado con técnicas tradicionales para la reducción abierta fijación interna con placa de compresión axial donde la lesión del nervio radial se reporta en 11%. (13). Nuestros hallazgos describen que al realizar la osteosíntesis con placa anterior no requiere la exploración del nervio radial, debido a que esta estructura se encuentra separada de la osteosíntesis en su trayectoria próximo-distal.

11. Conclusiones

Las observaciones descritas en este trabajo durante la osteosíntesis con placa LCP anterior de 4.5 mm son referencia para el tratamiento de fracturas de diáfisis humeral a partir de una muestra en población latinoamericana donde la morfometría de la región ($297,7 \pm 13,2$ mm) fue inferior respecto a lo descrito en población asiática y europea (302 a 328,6 mm) lo cual puede estar en relación con las características fenotípicas de la población colombiana.

Se describe una *zona de precaución neurovascular* para la osteosíntesis ubicada en el tercio proximal del brazo para los nervios axilar, radial y la arteria humeral profunda correspondiente entre ($19,9 \pm 1,2$ a $30,5 \pm 2,7\%$) de la longitud del brazo.

Se observó una *zona de precaución para el nervio radial* durante la osteosíntesis a nivel del tercio distal del humero comprendida entre ($73,9 \pm 7,9$ a $85,6 \pm 0,7\%$) de la longitud braquial

Se encontró en el tercio medio del humero una *zona de riesgo para el nervio musculo cutáneo y sus ramas* comprendida entre ($38,6 \pm 3,9$ a $78,7 \pm 3,3\%$) de la longitud total de la diáfisis humeral.

12. Fortalezas y limitaciones

El desarrollo de este trabajo en una muestra de 40 especímenes cadavéricos frescos y formolados en una muestra de población colombiana representa una diferencia con los estudios realizados en población diferente a la nuestra.

La descripción de zonas de precaución y zonas de riesgo durante la osteosíntesis con placa LCP anterior de 4.5 mm a partir de una muestra en población latinoamericana estable un parámetro de referencia durante el tratamiento fracturas de diáfisis humeral.

Este estudio descriptivo permite una aproximación durante la práctica de la osteosíntesis y fijación con placa, sin embargo, el nivel de evidencia referente a la toma de decisiones no permite establecer cuál sea la mejor opción de tratamiento para la fracturas de la diáfisis humeral.

Referencias Bibliográficas

- Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. (2005). Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury*. 36 (4): 530-8
- Apivatthakakul T, Patiyasikan S, Luevitoonvechkit S. (2010). Danger zone for locking screw placement in minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of humeral shaft fractures: a cadaveric study. *Injury*. 41 (2): 169-72
- Beeres F, Diwersi N, Houwert M. (2021). ORIF versus MIPO for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *Injury*. 52(4):653-663
- Belangero WD, Zublin CM, Martinez Siekavizza SN. (2019). Demographics and clinical features of humeral shaft fractures: The Latin American multicentre prospective study (HSF-LAMPS). *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 27 (3): 1-8
- Capo JT, Criner KT, Shamian B. (2014) Exposures of the humerus for fracture fixation. *Hand Clin*. 30 (4): 401-14

- Chiarapattanakom P, Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P. (1998). Anatomy and internal topography of the musculocutaneous nerve: the nerves to the biceps and brachialis muscle. *J Hand Surg Am.* 23 (2): 250-5
- Chuaychoosakoon C, Chirattikalwong S, Wuttimanop W. (2021). The risk of iatrogenic radial nerve and/or profunda brachii artery injury in anterolateral humeral plating using a 4.5 mm narrow DCP: A cadaveric study. *PLoS One.* 16 (11): e448-50
- Gardner M, Griffith M, Lorich DG. (2005). Helical plating of the proximal humerus. *Injury.* 36 (10): 1197-200
- Giordano M, Giordano V, Gameiro V. (2021). Anterior minimally invasive plating osteosynthesis technique (MIPO) for humeral shaft fractures: an anatomical study of neuromuscular structures at risk. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 31 (3): 449-458
- Hackl M, Damerow D, Leschinger T. (2015). Radial nerve location at the posterior aspect of the humerus: an anatomic study of 100 specimens. *Arch Orthop Trauma Surg.* 135 (11): 1527-32
- Hannouche D, Ballis R, Raould A, Nizard RS, Masquelet AC. (2009). A lateral approach to the distal humerus following identification of the cutaneous branches of the radial nerve. *J Bone Joint Surg Br.* 91(4):552-6

- Hendrickx LA, Hilgersom NF, Alkaduhimi H. (2021). Radial nerve palsy associated with closed humeral shaft fractures: a systematic review of 1758 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 141 (4): 561-568
- Hu X, Xu S, Lu H. (2016). Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 11 (1): 59-62
- Ichimura K, Kinose S, Kawasaki Y. (2017). Anatomic characterization of the humeral nutrient artery: Application to fracture and surgery of the humerus. *Clin Anat.* 30 (7): 978-987
- Kuhne MA, Friess D. (2016). Supine Extensile Approach to the Anterolateral Humerus. *Orthopedics.* 39(1):e193-5
- Kumar V, Behera P, Aggarwal S. (2013). Iatrogenic brachial artery injury during anterolateral plating of humeral shaft fracture. *Chin J Traumatol.* 16(6):371-4
- Leechavengvongs S, Teerawutthichaikit T, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Malungpaishrope K, Suppauksorn S, Chareonwat B. (2015). Surgical anatomy of the axillary nerve branches to the deltoid muscle. *Clin Anat.* 28 (1): 118-22
- Livani B, Belangero W. (2004). Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury.* 35 (6): 587-95

Livani B, Belangero W. (2009). Is MIPO in humeral shaft fractures really safe? Postoperative ultrasonographic evaluation. *Int Orthop.* 33 (6): 1719-23

MacAvoy MC, Rust SS, Green DP. (2006). Anatomy of the posterior antebrachial cutaneous nerve: practical information for the surgeon operating on the lateral aspect of the elbow. *J Hand Surg Am.* 31(6):908-11

Ministerio de salud (1997). Manual de conductas básicas en bioseguridad: manejo integral. <http://www.minsalud.gov.co/>

Qiu H, Wei Z, Liu Y. (2016). A Bayesian network meta-analysis of three different surgical procedures for the treatment of humeral shaft fractures. *Medicine.* 95(5):e54-64

Rasulić L, Savić A, Vitošević F. (2017). Iatrogenic Peripheral Nerve Injuries-Surgical Treatment and Outcome: 10 Years' Experience. *World Neurosurg.* 103(6): 841-851

Shao Y, Harwood P , Grotz M. (2005). Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br.* 87(12):1647-52

Smolle MA, Bösmüller S, Puchwein P. (2022). Complications in humeral shaft fractures - non-union, iatrogenic radial nerve palsy, and postoperative infection: a systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev.* 7 (1): 95-108

Zlotolow DA, Catalano LW 3rd, Barron OA, Glickel SZ. (2006). Surgical exposures of the humerus. *J Am Acad Orthop Surg.* 14 (13): 754-65

Anexos

Anexo 1. Tabla de operacionalización de las variables

Nombre	Definición	Variable	Definición Operacional	Tipo de Variable
Sexo	Es el conjunto de peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Femenino Masculino	Registro de la característica F o M de acuerdo con la información depositada en la cédula de ciudadanía	Cualitativa Nominal Dicotómica
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	>18 años	Registro de los años de vida de acuerdo con la información de la cédula	Cuantitativa Discreta
Lado	Parte diferenciada a partir de un eje ideal y opuesta a otras en un cuerpo, un lugar o un espacio	Derecho Izquierdo	Registro de las características de acuerdo con los hallazgos en el cadáver	Cualitativa Nominal Dicotómica
Talla	Estatura de una persona	>0 cm	Registro de acuerdo con la información de la cédula	Cuantitativa Discreta
Longitud del húmero	Es la medida del eje del húmero desde la región más proximal de la cabeza humeral hasta la línea interarticular	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Longitud de la diáfisis del húmero	Es la medida de la distancia desde el borde distal de la epífisis proximal hasta el borde proximal de la epífisis distal	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Tipo de nervio axilar	Es la característica morfológica macroscópica del patrón de inervación del nervio axilar	Tipo A Tipo B	Registro del tipo de acuerdo con los hallazgos cualitativos de la rama trayecto anterior - posterior	Cualitativa Nominal Categorica
Distancia proximal de la rama del nervio axilar	Es la medida de la distancia del punto proximal de la rama del nervio axilar hasta el acromion	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua

Distancia distal de la rama del nervio axilar	Es la medida de la distancia del punto distal de la rama del nervio axilar hasta el acromion	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Tipo de nervio radial	Es la característica morfológica macroscópica del patrón de inervación del nervio radial	Tipo A Tipo B	Registro del tipo de acuerdo con los hallazgos cualitativos de la rama trayecto anterior - posterior	Cualitativa Nominal Categórica
Longitud de la rama del nervio radial	Es la medida de la distancia de la rama del nervio radial desde el punto proximal hasta el punto distal	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia proximal de la rama del nervio radial	Es la medida de la distancia del punto proximal de la rama del nervio radial hasta el acromion	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia distal de la rama del nervio radial	Es la medida de la distancia del punto distal de la rama del nervio radial hasta el acromion	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Tipo de nervio musculocutáneo	Es la característica morfológica macroscópica del patrón de inervación del nervio musculocutáneo	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3	Registro del tipo de acuerdo con los hallazgos cualitativos de la rama	Cualitativa Nominal Categórica
Longitud de la rama del nervio musculocutáneo	Es la medida de la distancia de la rama del nervio musculocutáneo desde el punto proximal hasta el punto distal	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia proximal de la rama del nervio musculocutáneo	Es la medida de la distancia del punto proximal de la rama del nervio musculocutáneo hasta el acromion	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia distal de la rama del nervio musculocutáneo	Es la medida de la distancia del punto distal de la rama del nervio musculocutáneo hasta el acromion	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Longitud rama arteria braquial profunda	Es la medida de la distancia de la rama de la arteria braquial profunda desde su punto	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua

	proximal hasta su punto distal			
Distancia placa DCP hasta el nervio axilar	Es la medida de la distancia desde el borde proximal de la placa DCP hasta el punto distal del nervio axilar	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia placa DCP hasta el nervio radial	Es la medida de la distancia desde el borde proximal de la placa DCP hasta el punto distal del nervio radial	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia placa DCP hasta el nervio musculocutáneo	Es la medida de la distancia desde el borde proximal de la placa DCP hasta el punto distal del nervio musculocutáneo	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Distancia placa DCP hasta la rama de la arteria braquial	Es la medida de la distancia desde el borde proximal de la placa DCP hasta el punto distal de la rama de la arteria braquial	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua
Zona segura para el abordaje anterior del húmero en osteosíntesis del tercio medio.	Límite de seguridad para la osteosíntesis con placa en el tercio medio de la diáfisis del húmero	>0 mm	Registro de la longitud de acuerdo con el resultado de la medición con calibrador digital	Cuantitativa Continua

Anexo 2. Formato de recolección de la información.

ANEXO 2. FORMATO DE REGISTRO
DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS NEUROVASCULARES PARA LA OSTEOSINTESIS CON PLACA ANTERIOR EN FRACTURAS SIMPLES DEL TERCIO MEDIO DE HUMERO. UN ESTUDIO ANATOMICO DIRECTO.

No Cadáver: _____ Edad: _____ Sexo: _____ Talla: _____ Lado: _____

Longitud del húmero: _____ Longitud de la diáfisis del húmero: _____

Nervio axilar:

Tipo A: ____ Tipo B: ____

Distancia proximal de la rama: _____

Distancia distla de la rama: _____

Nervio radial:

Tipo A: ____ Tipo B: ____

Longitud de la rama: _____

Distancia proximal de la rama: _____

Distancia distla de la rama: _____

Nervio musculocutáneo:

Tipo 1: ____ Tipo 2: ____ Tipo 3: ____

Longitud de la rama: _____

Distancia proximal de la rama: _____

Distancia distla de la rama: _____

Arteria Braquial:

Arteria braquial profunda: Longitud: ____

Distancia proximal de la rama: _____

Distancia distla de la rama: _____

Posición de la placa DCP 4.5mm en relación con:

Nervio axilar: ____mm

Nervio radial: ____mm

Nervio Musculocutáneo: ____mm

Arteria Braquial: ____mm

Anexo 3. Certificado del curso “Buenas prácticas clínicas”

