

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



“Lesión del nervio radial”

La importancia del ápice de la aponeurosis del tríceps en fracturas de humero diafisario en pacientes con sometidos a abordaje posterior en el Hospital General de Mexicali

TRABAJO TERMINAL

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD EN

Traumatología y ortopedia

PRESENTA

Dr. Eric Emiliano Castillo Cisneros

Mexicali, Baja California

Enero de 2025

Contenido

Contenido	2
1. Introducción	3
2. Marco Teórico	4
3. Antecedente	7
4. Planteamiento del Problema	10
5. Justificación	11
6. Hipótesis y Objetivos	12
6.1. Hipótesis general	12
6.2. Hipótesis nula	12
6.3. Hipótesis alterna	12
6.4. Objetivo general	12
6.5. Objetivos específicos	12
7. Materiales y Métodos	13
7.1. Diseño del estudio	13
7.2. Cálculo del tamaño de muestra	13
7.3. Criterios de selección	13
7.3.1. Criterios de inclusión	13
7.3.2. Criterios de exclusión	13
7.4. Definición y operacionalización de las Variables	14
7.4.1. Variables dependientes	14
7.4.2. Variables independientes	14
7.5. Descripción general del estudio	15

7.7. Análisis de datos	16
7.9. Aspectos éticos	16
8. Referencias	17

A mis *padres*, por ser el ejemplo de esfuerzo, dedicación y amor incondicional

A mi *hermano*, por su apoyo constante y por estar siempre presente

A mi *novia*, por su paciencia, comprensión, por estar conmigo en este proyecto y
en la vida

Introducción

Las fracturas espiroideas, pueden ser un riesgo de lesión del nervio radial debido al atrapamiento entre los fragmentos. La frecuencia de parálisis primaria del nervio radial puede ser significativa, alcanzando hasta un 18%. En muchas ocasiones es necesario realizar una intervención quirúrgica. Sin embargo, este enfoque conlleva su propio conjunto de riesgos, incluido el potencial daño iatrogénico al nervio radial durante el procedimiento quirúrgico.¹

Durante la exploración quirúrgica del húmero a través del abordaje posterior, los cirujanos se basan en diversos puntos de referencia óseos para ayudar a identificar y proteger el nervio radial. Entre los puntos de referencia utilizados habitualmente están el epicóndilo humeral medial, el epicóndilo humeral lateral y la superficie articular distal del húmero. Al identificar cuidadosamente estos puntos de referencia y rastrear el recorrido del nervio, los cirujanos pueden minimizar el riesgo de lesión nerviosa inadvertida durante el procedimiento quirúrgico.²

Situaciones en que los elementos óseos han perdido su alineación adecuada debido a fracturas conminutas o consolidación defectuosa o pseudoartrosis, identificar y proteger el nervio radial resulta aún más desafiante. Los cirujanos deben apoyarse en puntos de referencia y técnicas alternativas para prevenir lesiones iatrogénicas al nervio durante la exploración y fijación quirúrgica.³

Como se mencionó anteriormente dado a los desafíos que plantean las fracturas complejas y la variabilidad de los puntos de referencias óseas, existe la necesidad de puntos de referencia anatómicos más confiables para ayudar al ortopedista a localizar de manera consistente y precisa el nervio radial durante el abordaje posterior.

Marco Teórico

Anatomía

El húmero es el hueso largo ubicado en el brazo humano. Su forma cilíndrica en la parte proximal ayuda a proporcionar fuerza y resistencia a las fuerzas de torsión y flexión, esenciales para la función del brazo en actividades cotidianas y movimientos complejos. La forma triangular en la parte distal del húmero contribuye a la articulación con los huesos del antebrazo, permitiendo una amplia gama de movimientos en el codo. Esta estructura anatómica es crucial para la funcionalidad del miembro superior humano.⁴

El húmero está rodeado de músculos y tejidos blandos que contribuyen a su función y capacidad de curación en caso de fracturas no complicadas. Entre los músculos que tienen origen en la diáfisis del húmero se incluyen el músculo braquial, el braquiorradial y las cabezas medial y lateral del tríceps braquial. Asimismo, varios músculos se insertan en la diáfisis del húmero, como el deltoidees, el pectoral mayor, el redondo mayor, el dorsal ancho y el coracobraquial. Estos músculos ejercen fuerzas deformantes específicas sobre los fragmentos de la fractura, lo que puede afectar el proceso de curación y la rehabilitación, dependiendo de la ubicación y la gravedad de la fractura.⁴

El nervio radial es una rama terminal del cordón posterior del plexo braquial y comienza su recorrido desplazándose anteromedial a lo largo del músculo subescapular. En su trayecto proximal, se une con el nervio braquial profundo en el intervalo triangular. Aproximadamente entre 10 y 14 cm del acromion lateral, el nervio radial junto con la arteria braquial viaja por el surco espiral del húmero, separando las cabezas medial y lateral del músculo tríceps braquial, a la altura de la tuberosidad deltoidea.⁵

El nervio radial entra en el compartimento anterior a través del tabique intermuscular lateral, a unos 10 cm de la superficie articular distal. En esta zona, el nervio está firmemente unido al tabique, lo que lo vuelve susceptible a lesiones por tracción, como la parálisis del nervio radial en casos de traumatismos en esa región.⁵

El nervio radial desempeña un papel crucial el cual controla el movimiento y la sensibilidad en el brazo y la mano. Esta neuropatía puede deberse a diversas causas, y una forma común de clasificarla es en neuropatías compresivas y no compresivas.⁶

Esta ocurre cuando el nervio es comprimido o atrapado físicamente por estructuras circundantes, como huesos, músculos, ligamentos o tejido cicatricial o de manera iatrogénica al realizar procedimientos quirúrgicos. La compresión directa puede interferir con el flujo normal de señales nerviosas y puede dañar o comprimir el nervio, lo que resulta en alteraciones de la función nerviosa.⁶

Es posible que ocurra una "parálisis radial secundaria" durante la manipulación o reducción de una fractura del brazo, como resultado de la exploración intraoperatoria del nervio o del abordaje quirúrgico utilizado.³ es una complicación que puede ocurrir después de la manipulación de una fractura, especialmente cuando se utilizan técnicas quirúrgicas para fijar la fractura con placas, tornillos u otros dispositivos de fijación. Esto puede ocurrir en varias situaciones.⁷

- 1) Atrapamiento de nervio radial con placa de osteosíntesis
- 2) Compresión por fragmento óseos

La evaluación de la función del nervio radial es fundamental en pacientes con fracturas de la diáfisis del húmero debido a la proximidad anatómica del nervio radial al húmero y su susceptibilidad a lesiones asociadas.

Es importante llevar a cabo una evaluación minuciosa de la función del nervio radial tanto antes como después de cualquier intervención, ya sea a través de yeso, cirugía u otros procedimientos.⁸

En estas situaciones podemos tener una variedad de signos y síntomas en caso de que la lesión sea a nivel de axila podemos tener una pérdida de la capacidad de supinar y extender el codo, afectando así músculo anconeos y tríceps.⁹

Los déficits motores que incluyen pérdida de movilidad en el músculo braquiorradial y supinador, lo que afecta la flexión del codo y la supinación del antebrazo, así como pérdida de movilidad en el extensor radial largo y corto del carpo, lo que afecta la extensión de la muñeca. Estos déficits pueden impactar gravemente la funcionalidad del brazo y la mano, y pueden requerir rehabilitación y tratamiento especializado para ayudar a la recuperación la función muscular.¹⁰

Sin embargo, la extensión de las articulaciones interfalángicas permanece intacta debido a la inervación proporcionada por el nervio cubital. Los músculos lumbricales e interóseos, que son responsable de la extensión de estas articulaciones, están inervados por el nervio cubital, por lo que su función no se ve afectada en casos de neuropatía de nervio radial.¹⁰

La pérdida de sensibilidad en la parte posterior del antebrazo, el dorso de la mano y los tres dedos y medio laterales¹¹

Las fracturas de la diáfisis humero son relativamente frecuentes y representan entre el 1% y el 5% de todas las fracturas. La incidencia anual de este tipo de fracturas oscila entre 13 y 20 casos por cada 100,000 personas, siendo más frecuente en personas mayores. Tienen una distribución bimodal en cuanto a la edad, con un primer pico en hombres de entre 21 y 30 años, generalmente como resultado de traumatismos de alta energía. Estos traumatismos suelen ocasionar fracturas conminutas y a menudo están acompañadas de daños en los tejidos blandos cercanos.¹²

El segundo pico de incidencia se presenta en mujeres de entre 60 y 80 años. Estas fracturas suelen ser consecuencia de traumatismos de baja energía, como caídas desde poca altura o accidentes domésticos. La osteoporosis y la disminución de la densidad ósea, que ocurren con el envejecimiento, incrementan el riesgo de fracturas en este grupo de edad.¹²

Según el estudio de Li et al. (2013), la incidencia de parálisis del nervio radial en fractura de diáfisis de humero es del 16,3% en una población de 1.882 casos, lo que representa un hallazgo relevante. Esto destaca la importancia de un manejo cuidadoso de estas fracturas para evitar complicaciones neurológicas.¹³

El nervio radial es particularmente vulnerable en la región del húmero debido a su ubicación anatómica cercana a este hueso. Las fracturas de la diáfisis humeral pueden ocasionar compresión o lesión directa del nervio radial, hace que esta sea la lesión del nervio periférico más común en las fracturas de huesos largos.¹⁴

Varios factores se han identificado previamente como posibles predictores de parálisis del nervio radial como lo son ubicación de la fractura, patrón de la fractura, mecanismo de lesión y el tipo de tratamiento quirúrgico. Las fracturas transversales y espirales en estas ubicaciones pueden implicar un mayor riesgo de daño al nervio radial debido a la forma en que los fragmentos óseos pueden afectar al nervio durante la fractura y la curación.¹⁵

Zhao et al. en 2017, se observó que la parálisis iatrogénica del nervio radial ocurrió con mayor frecuencia cuando se realizó una fijación con placa de reducción abierta en comparación con el clavo centromedular.¹⁶

Este hallazgo sugiere que la elección de tratamiento quirúrgico puede influir en el riesgo de lesión de nervio radial, la fijación con placa implica una exposición más amplia del sitio de la fractura y una manipulación más extensa de los tejidos blandos.¹⁶

La tasa de recuperación espontánea de neuropraxia del nervio radial es 75.6% y en los casos tratados quirúrgicamente es de 88.4% las intervenciones realizadas en el nervio radial pueden aumentar significativamente la tasa de recuperación en comparación con la recuperación espontánea¹⁷

Antecedentes

El tratamiento de fractura de húmero diafisario cuando se decide el tratamiento quirúrgico puede ofrecer ventajas como movilización temprana, disminución del dolor y recuperación funcional más rápida, el tratamiento no quirúrgico puede asociarse con mayor dolor, inmovilización prolongada y retraso en el retorno a las actividades cotidianas normales¹⁸

Tanto las placas como los clavos centromedulares son técnicas de fijación frecuentemente empleadas en el tratamiento. Hasta ahora, no se ha encontrado evidencia sólida que demuestre una diferencia estadísticamente significativa entre el uso de placas y clavos centromedulares.¹⁹

Las placas como tratamiento en fracturas de diáfisis de húmero conducen a una recuperación más rápida, especialmente en términos de la función del hombro. Este hallazgo es importante ya que la función del hombro es crucial para la calidad de vida y capacidad funcional de los pacientes. Aunque existe un mayor riesgo de lesión nervio radial²⁰

Amer et al. en 2022 sugieren que tanto las placas como los clavos intramedulares pueden lograr un efecto similar en el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral. Sin embargo, se ha observado un mayor riesgo de lesión iatrogénica del nervio radial asociado con el uso de placas en comparación con los clavos intramedulares²¹

Ma et al. y Liu et al. en 2013 no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de lesiones del nervio radial entre el clavo intramedular (IMN) y la fijación abierta con reducción interna²²

Un metaanálisis del 2022 Smolle et al en donde compararon complicaciones de fracturas diáfisis de humero tratados de manera quirúrgica con clavo centromedular versus fijación interna con placa en cual 18 estudios reportaron el riesgo de lesión nervio radial mostró un riesgo mayor en pacientes con fijación interna con placa, aproximadamente riesgo cinco veces mayor de lesión. Un riesgo significativamente mayor de neuropatía radial iatrogénica cuando se elige un abordaje quirúrgico posterior en lugar de un abordaje anterior o anterolateral a la diáfisis del húmero.²³

Existen algunos métodos para poder identificar nervio radial durante nuestro procedimiento quirúrgico, diferentes estudios proporcionan datos específicos sobre las variaciones anatómicas en la relación del nervio radial con puntos de referencia óseos importantes. Las variaciones en las distancias pueden deberse a diferencias individuales en la morfología del cuerpo humano.²³

La distancia desde el epicóndilo lateral hasta el punto donde el nervio radial sale del surco espiral puede variar entre 6 cm y 16 cm. Esta variabilidad puede influir en la técnica utilizada durante procedimientos quirúrgicos que involucran la manipulación del nervio radial.²⁴

Del mismo modo, la distancia desde el ángulo acromial hasta el punto donde el nervio radial entra al surco espiral puede variar de 10 a 19 cm.²⁴

Un estudio cadavérico realizado en la india establece la un área segura para la manipulación del nervio radial. La zona segura proximal se define como la región donde es seguro manipular el nervio radial sin riesgo de lesión, y esta zona termina aproximadamente en una media de 18.5 cm +/- 0.79 del epicóndilo medial, por otro lado, la zona segura distal es aproximadamente 11.34 +/- 0.41cm del epicóndilo lateral, esto en población de india.²⁵

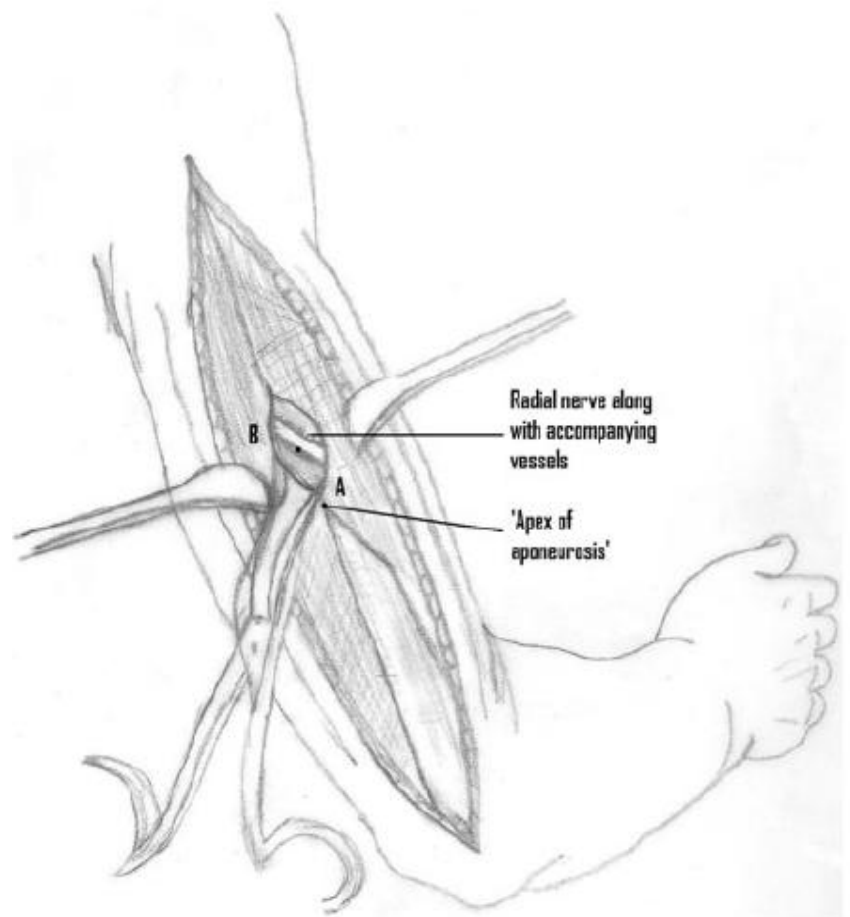
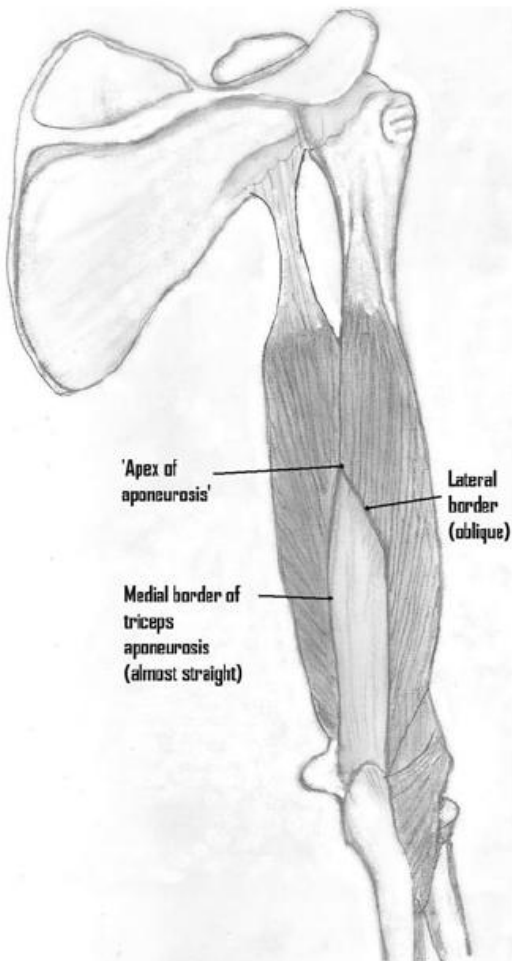
Otro estudio cadavérico ahora realizado en población filipina Los resultados indican que la longitud media del nervio radial desde el epicóndilo lateral hasta el tabique intermuscular lateral es de aproximadamente 10,6 cm, Además, el estudio identificó que la altura y la longitud del húmero fueron predictores estadísticamente significativos en cadáveres femeninos, mientras que sólo la altura fue significativa en cadáveres masculinos ²⁶

Chou et al compararon la distribución anatómica del nervio radial en pacientes chinos y los comparados con caucásicos. Al comparar los hallazgos los investigadores identificaron diferencias en la posición, trayectoria o relación del nervio radial con otras estructuras anatómicas, utilizaron como referencia Óseas epicóndilo medial, lateral y acromion²⁷

Se observaron diferencias significativas en varios parámetros anatómicos por ejemplo la distancia del acromion al margen superior fue mayores en sujetos chinos con un promedio de 147 +/- 21 mm en comparación con 124 +/-12 mm en sujetos caucásicos. Las distancias del acromion al margen inferior también fueron en sujetos chinos, con un promedio de 195 +/- 36 mm en comparación con 176 /-17 mm en sujetos caucásicos y por último la distancia del epicóndilo medial en sujetos chinos con un promedio de 111 +/- 21 mm en comparación con 131 +/- 10 mm en sujetos caucásicos ²⁷

Uno de los métodos más rentables para localizar nervio radia el ápice de aponeurosis del tríceps para evitar alguna lesión iatrogénica del mismo.

Un estudio del 2011 utilizó como punto de referencia el Ápice de la aponeurosis del Tríceps en donde por medio de un abordaje posterior identificó el nervio radial. Este estudio encontró que nervio radial está de 2 a 3 cm proximal al vértice de la aponeurosis del tríceps y sugiere que la ubicación puede variar en función de las características individuales del paciente, como la longitud del brazo y la altura corporal.²⁸



De igual manera la localización fue de aproximadamente 6 +/- 1.5 minutos una vez iniciada la incisión de la piel, además la reducción en la pérdida de sangre de un promedio 188+/-13ml.²⁸

Algunos estudios han encontrado un trayecto más alto del nervio radial, con el punto de referencia desde el húmero proximal aproximadamente al 53% de la longitud humeral y una distancia promedio desde el punto hasta el epicóndilo lateral que varía de 12.0 +/- 2.3cm con un rango de 7.4 a 16.6cm²⁹

Un estudio cadavérico tuvo como objetivo evaluar la confiabilidad de utilizar la intersección anatómica de las cabezas larga y lateral del tríceps y la aponeurosis del tríceps como punto de referencia superficial para identificar el nervio radial durante el abordaje posterior del húmero. Los resultados de este estudio indican que la distancia media entre el punto de intersección identificado de las cabezas larga y lateral del tríceps y la aponeurosis del tríceps, y el nervio radial es de aproximadamente 39,0 ± 2,1 mm, con un rango que varía de 36 a 44 mm, una distancia media fija, aproximadamente dos dedos proximales al punto de intersección identificado³⁰

La región de la aponeurosis del tríceps, el nervio radial sigue consistentemente un curso adyacente al borde lateral de la aponeurosis. Mantiene una distancia que oscila entre 22 y 27 mm de este borde aponeurótico, siendo siempre la distancia más cercana superior a 13 mm de este límite. Sugiere que la aponeurosis es una referencia anatómica el cual se puede utilizar durante los abordajes³¹

Prasad et al. realizado mediante disección cadavérica, revela que la distancia promedio entre el nervio radial y el punto de confluencia del vértice fue de 39,7 ± 11,8 mm.³²

Planteamiento del problema

Las fracturas de la diáfisis humeral son relativamente comunes y representan aproximadamente del 1% al 5% de todas las fracturas. Las opciones de tratamiento para un paciente con fractura de húmero puede ser conservador o tratamiento quirúrgico, sin embargo, es importante evaluar cuidadosamente los beneficios y riesgos de cada enfoque antes de tomar una decisión.

Existen dos modalidades de tratamiento la fijación interna con placa DCP 4.5 y clavo centromedular de húmero, sin embargo, aún existe controversia de cuál tratamiento es más óptimo para el paciente. Sin embargo, en múltiples estudios indican que los pacientes tratados con placa tienen mayor riesgo de lesión iatrogénica del nervio radial.

La lesión iatrogénica del nervio radial es un problema común y persistente en el tratamiento de estas fracturas mediante reducción abierta y fijación interna con placa. A pesar del conocimiento existente sobre la anatomía, estas lesiones iatrogénicas del nervio radial continúan ocurriendo.

Justificación

Las lesiones del nervio radial pueden ocurrir de manera traumática al tener fractura de húmero diáfisis o de manera iatrogénica durante algún procedimiento quirúrgico especialmente la aplicación de osteosíntesis. La importancia de reconocer la gravedad de lesión nervio radial a nivel de brazo, ya que pueden tener consecuencias en la función del brazo y mano.

Estas mismas pueden llegar a tener una recuperación espontánea entre los 3 a 12 meses aproximadamente entre el 70 y 87% después de una fractura diafisaria de húmero. Sin embargo, es importante destacar que no todas las lesiones del nervio radial se resuelven espontáneamente, y algunas pueden requerir intervención médica o quirúrgica para facilitar la recuperación.

Es crucial reconocer que las lesiones del nervio radial inducidas iatrogénicamente durante la cirugía osteosíntesis pueden ser subestimadas. Esto subraya la importancia de una cuidadosa planificación quirúrgica y técnicas meticulosas para minimizar el riesgo de lesiones nerviosas durante los procedimientos ortopédicos.

Ubicación rápida y oportuna del nervio radial así conseguir mejores resultados con la finalidad de disminuir tiempo de estancia intrahospitalaria, y permitir una recuperación más rápida y de mayor calidad de los pacientes, su incorporación temprana a las actividades diarias y aumentar sus niveles de satisfacción.

Pregunta de investigación

Dado a este problema se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la incidencia de la lesión del nervio radial tomando como referencia el ápice de la aponeurosis del tríceps en pacientes con fractura de diáfisis de húmero sometidos a abordaje posterior en el Hospital General de Mexicali?

Hipótesis y objetivos

Hipótesis general

La incidencia de la lesión del nervio radial disminuye al tomar como referencia el ápice de la aponeurosis del tríceps para su localización en pacientes con fractura de diáfisis de húmero sometidos a abordaje posterior.

Hipótesis Nula

La incidencia de la lesión del nervio radial no disminuye al tomar como referencia el ápice de la aponeurosis del tríceps para su localización en pacientes con fractura de diáfisis de húmero sometidos a abordaje posterior.

Objetivos generales

- **Evaluar la incidencia de la lesión del nervio radial tomando como referencia el ápice de la aponeurosis del tríceps en pacientes con fractura de diáfisis de húmero sometidos a abordaje posterior en el Hospital General de Mexicali**

Objetivos específicos

- Medir la distancia del ápice de la aponeurosis de tríceps al nervio radial tomando como referencia el ápice de la aponeurosis del tríceps en pacientes con fractura de diáfisis de húmero sometidos a abordaje posterior en el Hospital General de Mexicali.
- Determinar la incidencia de lesión en pacientes con fractura de diáfisis de húmero sometidos a abordaje posterior en el Hospital General de Mexicali.

Material y métodos

Se realizará un estudio de serie de casos en el Hospital General de Mexicali, Baja California. La recolección de pacientes se realizará de septiembre del 2023 -agosto 2024 con el fin de identificar la ubicación del nervio radial por medio de ápice aponeurosis de tríceps como nuestra referencia anatómica en un abordaje posterior en pacientes con fractura diafisaria de húmero tratados con placa DCP 4.5 mm ancha, placa anatómica posterolateral.

Diseño de estudio: Descriptivo, observacional, serie de casos

Población del estudio: La población sometida a esta investigación son todos aquellos pacientes los cuales tienen diagnóstico fractura diafisaria de húmero el cual son tratados con reducción abierta y fijación interna con placa DCP 4.5 mm o placa anatómica posterolateral mediante abordaje posterior en el hospital general de Mexicali durante el periodo septiembre del 2023 - agosto 2024

Periodo del estudio: septiembre 2023 - agosto 2024

Tamaño de la muestra

Este protocolo se define como una serie de casos, que se seleccionaron por conveniencia en el periodo de estudio establecido.

La razón por la que no haremos un cálculo de n es debido a que nuestro estudio se basa en una serie de casos donde nuestro objetivo es evaluar el grado de lesión nerviosa en pacientes con fractura de húmero y abordaje posterior con placa, implicando un enfoque clínico que se centra en la evaluación de signos físicos y pruebas diagnósticas, la evaluación del grado de función nerviosa se basa en métodos clínicos, donde estos casos pueden ser altamente variables en términos de gravedad de lesión y otros factores clínicos. Por lo que nuestra evaluación se centra en una evaluación cualitativa y descriptiva de los casos, identificando patrones, la información obtenida tendrá aplicabilidad para mejorar la atención y resultados de los pacientes.

Tipo de muestreo

Muestreo por conveniencia

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años de edad
- Pacientes con diagnóstico de fractura de diáfisis proximal, media y distal de húmero
- Pacientes operados reducción abierta y fijación interna con placa DCP 4.5 mm ancha o placa anatómico posterolateral
- Pacientes el cual se realizó abordaje posterior

Criterios de exclusión

- Pacientes menores de 18 años de edad
- Pacientes con tratamiento conservador
- Pacientes tratados con clavo centromedular
- Pacientes tratados con abordaje anterolateral
- Abordaje mínimamente invasivo
- Cirugías de revisión

Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de medición	Indicador
Sexo	Componente biológico que define a una persona como mujer u hombre.	Componente biológico que define a una persona como mujer u hombre.	Nominal	Masculino Femenino
Estatura	Altura, medida de una persona desde los pies a la cabeza.	Altura, medida de una persona desde los pies a la cabeza.	Cuantitativa	Centímetros
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Tiempo transcurrido entre el nacimiento y el momento de la evaluación	Cuantitativa	Tiempo en años
Longitud de brazo	Distancia del punto acromial al epicóndilo lateral	Distancia del punto acromial al epicóndilo lateral	Cuantitativa	Centímetros
Distancia del nervio radial	2,5 cm proximal al vértice de la aponeurosis del tríceps	2,5 cm proximal al vértice de la aponeurosis del tríceps	Cuantitativa	Centímetros
Extensión de muñeca	Es el movimiento en el que la mano se eleva hacia la para posterior del antebrazo	Es el movimiento en el que la mano se eleva hacia la para posterior del antebrazo	Nominal dicotómica	Si o No
Abducción del pulgar	Movimiento que se realiza en plano coronal con el objetivo de alejarlos de línea media	Movimiento que se realiza en plano coronal con el objetivo de alejarlos de línea media	Nominal dicotómica	Si o No
Extensión de dedos	Movimiento que aleja los dedos de la palma de la mano	Movimiento que aleja los dedos de la palma de la mano	Nominal dicotómica	Si o No

Descripción del estudio

El protocolo fue presentado al Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Mexicali, Secretaría de Salud de Baja California

1. Se inicia una búsqueda en el expediente clínico del Hospital general de Mexicali de los pacientes con fractura diafisaria de húmero tratados de manera quirúrgica con reducción abierta y fijación interna con placa DCP 4.5 mm ancha o placa anatómica posterolateral.
2. De igual manera se recolecta información de todos los pacientes de nuevo ingreso el cual fractura diafisaria de húmero tratados de manera quirúrgica con DCP 4.5 mm ancha o placa anatómica posterolateral
3. Entre septiembre del 2023 y agosto del 2024 se estudiaron de manera prospectiva pacientes con fracturas de diáfisis de húmero, a todos los pacientes se le realizó radiografías anteroposterior y lateral de húmero afectado.
4. Se incluyeron a todos los pacientes con fractura de diáfisis de húmero el cual se consideró tratamiento DCP4.5mm ancha o placa anatómica posterolateral con abordaje posterior de húmero.
5. Se realizó procedimiento quirúrgico bajo estricto protocolo de cirugía segura, previo manejo anestésico indicado por servicio de anestesiología, se coloca paciente en decúbito lateral y se realiza asepsia de miembro torácico para procedimiento quirúrgico. Se realiza abordaje posterior para húmero, se disecciona por planos hasta localizar tríceps, identificamos punto más proximal el cual se denominó como el vértice de la aponeurosis del tríceps, se mide una distancia aproximada de 2.5cm proximales al vértice, mediante disección roma localizamos nervio radial, posterior a esto se mide la distancia del nervio radial desde el vértice a la aponeurosis del tríceps, esta medición la realizamos con mango de bisturí graduado. Se realiza fijación interna de la fractura mediante placa ya antes elegida, se cierra de manera convencional por plano.
6. Posterior a cada intervención quirúrgica se evalúa la función del nervio radial mediante exploración física. Se realizan movimiento de extensión activa de muñeca, articulación metacarpofalangica y abducción de pulgar
7. Se toma distancia del nervio radial sobre la aponeurosis del tríceps, altura del paciente y longitud del brazo contralateral
8. Esta última información se recolecta información del expediente clínico y se trasladó la información en hojas de Excel
9. Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para variables numéricas, así como frecuencias y porcentajes para categóricas. La prueba de Shapiro-Wilk evaluó normalidad de las variables numéricas.
10. En el análisis bivariado, se emplearon pruebas de T de student o U de Mann-Whitney para las variables numéricas, dependiendo de la normalidad
11. El test exacto de Fisher para la asociación entre variables categóricas.

12. Para el análisis multivariado, se realizaron tres modelos de regresión logística binarias para evaluar factores asociados a la lesión
13. El análisis estadístico se realizó en R Studio, versión 2024.12.0+467, y se consideraron significativo los valores de $p < 0.05$

ASPECTOS ÉTICOS

Este protocolo fue evaluado por el Comité de Ética e Investigación del Hospital General de Mexicali.

Los pacientes que fueron sometidos a cirugía firmaron consentimiento informado previa cirugía de acuerdo a los lineamientos de la Institución.

Resultados:

El análisis univariado se utilizó para describir las características de la población estudiada, tanto en termino de variables numéricas y categóricas.

Para las variables numéricas como edad, estatura, longitud de brazo y distancia nervio radial se presenta las medidas descriptivas clave como lo son medidas de tendencia central, medidas de dispersión y distribución basado en la prueba de shapiro-Wilk.

Tabla 1: Descripción estadística de las variables numéricas

Variable	Tipo	P-Value	Prueba	Distribución	Media	DS	Mediana	Min.	Max.	Rango
Edad	Numérico	0.00744	Shapiro-Wilk	No normal	30.92	12.0482364	28	18	58	40
Estatura	Numérico	0.146	Shapiro-Wilk	Normal	173.24	5.44885309	172	163	183	20
Longitud del brazo	Numérico	0.279	Shapiro-Wilk	Normal	34.708	2.38221186	34.9	28.5	38.5	10
Distancia del nervio Radial	Numérico	0.0626	Shapiro-Wilk	Normal	2.492	0.17540429	2.5	2.2	2.8	0.6
Tiempo	Numérico	0.0313	Shapiro-Wilk	No normal	106.2	18.7794214	110	70	140	70
Sangrado	Numérico	0.00998	Shapiro-Wilk	No normal	262	151.575064	250	100	700	600

La edad de los pacientes presento una media de 30.92 años y una desviación estándar 12.05, con un rango que varía entre 18 y 58 años. La mediana fue de 28 años, lo que indica un leve sesgo hacia valores más altos. La prueba de Shapiro-Wilk mostro un p -valor de 0.00744, lo que sugiere que la distribución no es normal. Estos resultados reflejan el grupo de paciente está compuesto principalmente por adultos jóvenes y de mediana edad. (Tabla 1, Grafica1)

Gráfico 1. Boxplot de Edad

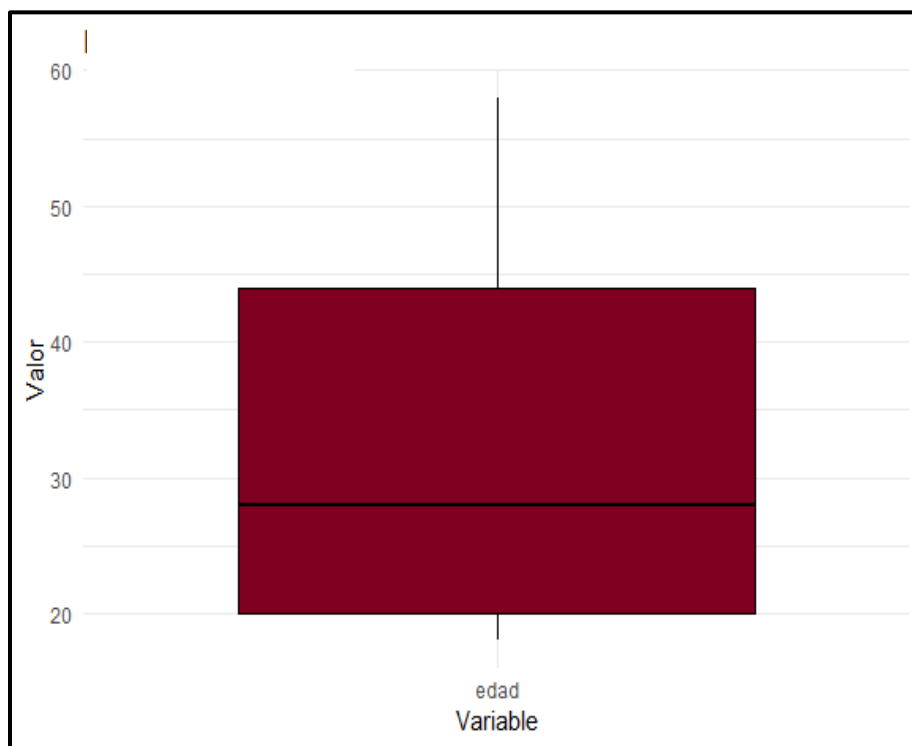


Gráfico 1. Representación gráfica de la distribución de la edad en la muestra estudiada, reflejando la variabilidad de las edades en los pacientes con fracturas de la diáfisis de humero

La longitud del brazo tuvo una media de 34.71cm, con una desviación estándar de 2.38cm y una mediana de 34.9cm. Los valores oscilaron entre 28.5 y 38.5 cm, con un rango de 10cm. La prueba de Shapiro Wilk arrojó un p-valor de 0.279, indicado que esta variable sigue una distribución normal. Estos resultados reflejan una variabilidad moderada, probablemente asociada a diferencias anatómica individuales. (Tabla 1, Grafica 2)

Gráfico 2. Boxplot longitud de brazo

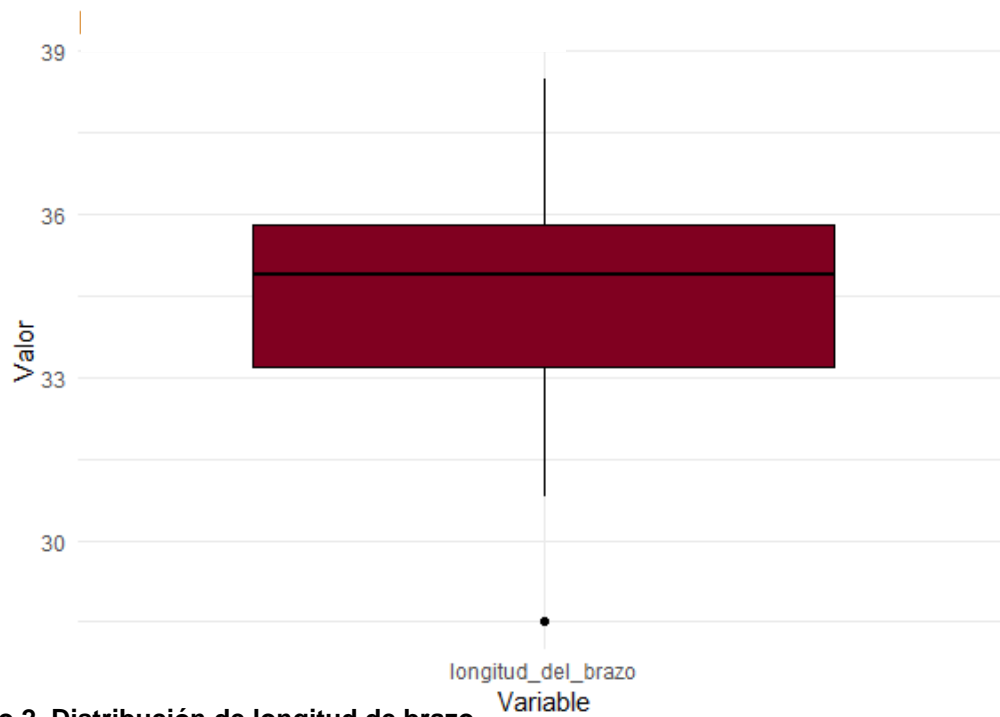
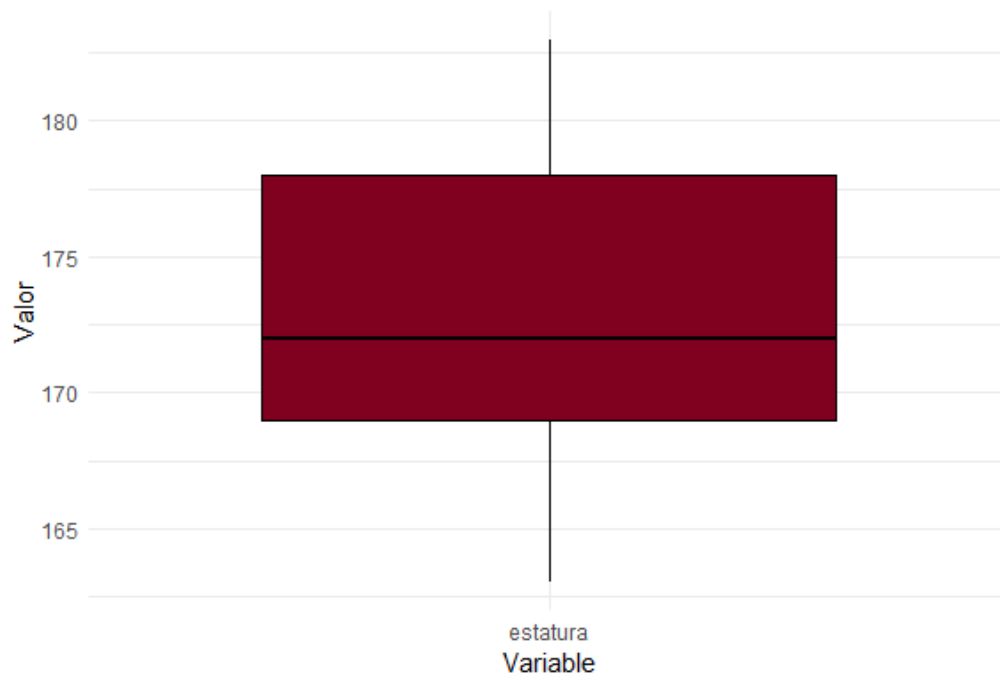


Gráfico 2. Distribución de longitud de brazo

La estatura promedio de los pacientes fue de 173.24cm, con una desviación estándar de 5.45cm. Los valores oscilaron entre 163 y 183 cm y la mediana se ubicó en 172cm. Según la prueba de shapiro-Wilk, que arrojó un p-valor de 0.146, los datos muestran una distribución normal. Esto sugiere que las estaturas en la muestra son homogéneas dentro de la muestra. (Tabla 1, Grafica 3)

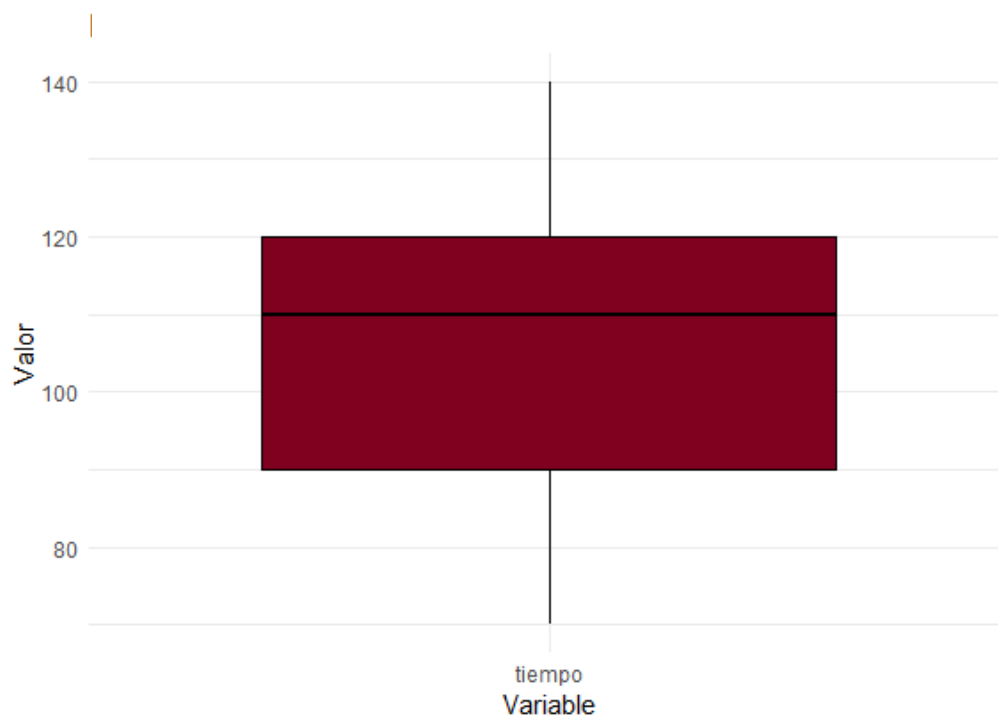
Grafica 3. Boxplot estatura de los pacientes



Grafica 3. Distribución de la estatura de los pacientes.

El tiempo promedio de la cirugía fue de 1006.2 minutos con una mediana de 110 minutos, Los tiempos registrados oscilaron entre 70 y 140 minutos, mostrando un rango de 70 minutos. La desviación estándar fue de 18.78 minutos, lo que refleja cierta variabilidad entre los casos. Según la prueba de Shapiro -Wilk p-valor fue de 0.0313, lo no siguen una distribución normal. Esta variabilidad podría deberse a la complejidad de los procedimientos, experiencia del cirujano y diferencia propias de cada paciente. (Tabla 1, Grafica 4)

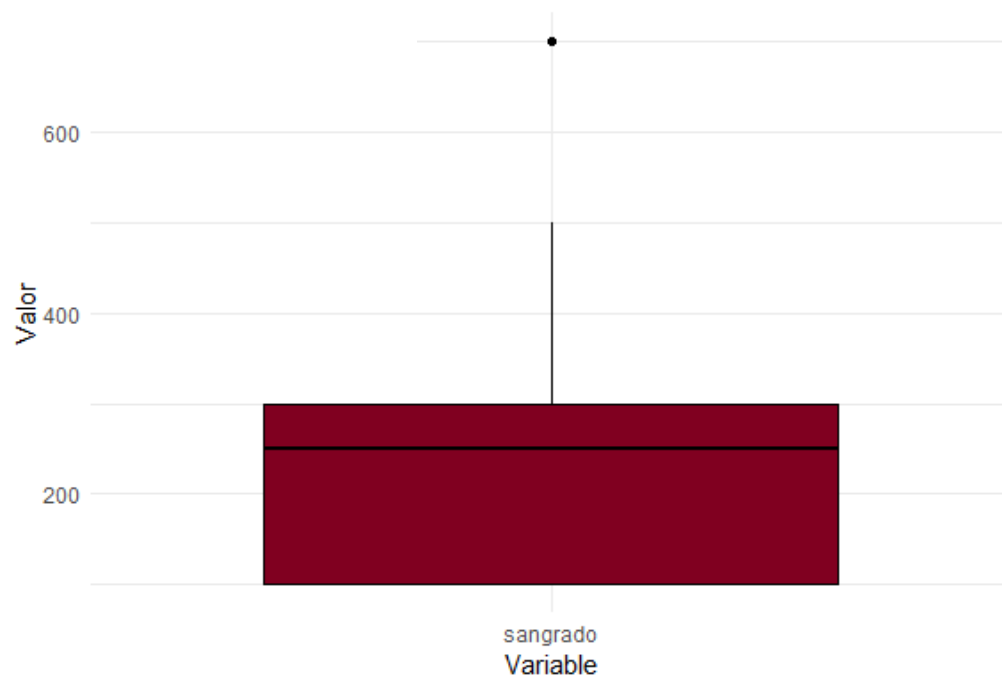
Grafica 4. Boxplot Tiempo quirúrgico



Grafica 4. Distribución del tiempo quirúrgico en minuto, se visualiza la variabilidad de la duración de procedimientos, un factor relevante en la incidencia de complicaciones

La pérdida de sangre durante el procedimiento quirúrgico presento una media de 262 ml y una desviación estándar de 151.5 ml. Los valores oscilaron entre 100 y 700 ml, con una mediana de 250 ml. La prueba de Shapiro-Wilk mostro un 9-valor de 0.009989, lo que indica que la distribución no es normal. Esta amplia dispersión refleja diferencia en la complejidad y en el manejo intraoperatorio. (Tabla 1, Grafica 5)

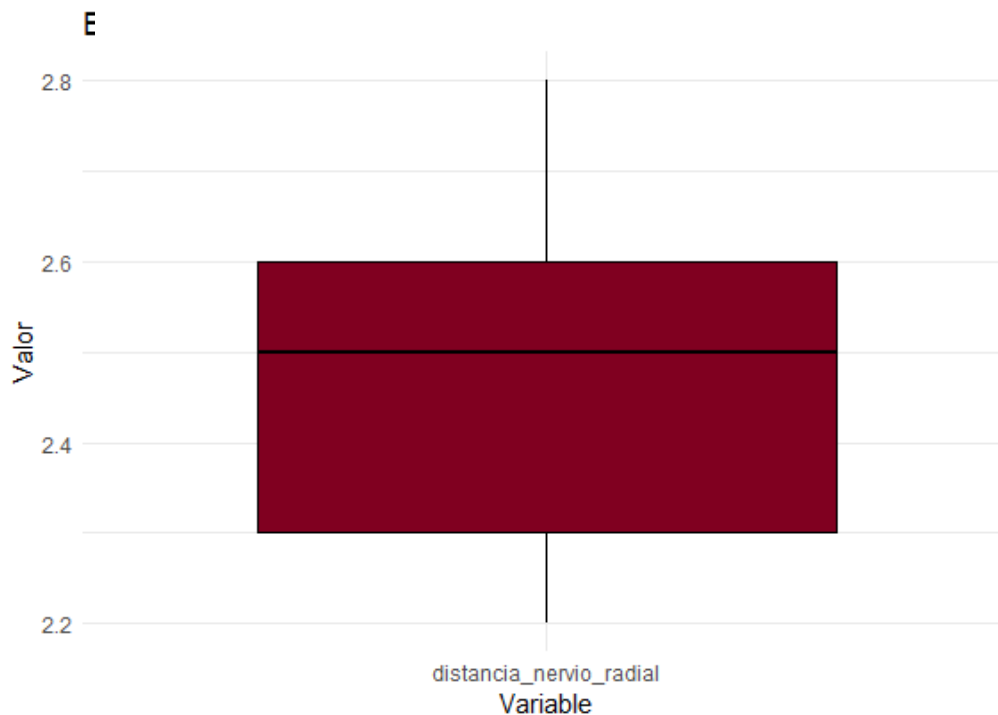
Grafica 5. Boxplot Sangrado intraoperatorio



Grafica 5. Distribución de sangrado quirúrgico en mililitros, se observa valor atípico Este parámetro es importante para evaluar la complejidad de los procedimientos quirúrgicos y su posible relación con complicaciones

La distancia promedio entre el ápice de la aponeurosis del tríceps y el nervio radial fue de 2.49 cm, con una mediana de 2.5cm. Los valores oscilaron entre 2.2 y 2.8cm y la variación fue bastante baja con una desviación estándar de apenas 0.175cm. Según la prueba de Shapiro-Wilk p-valor 0.0626, los datos presentan una distribución normal. Estos resultados reflejan mediciones consistentes y refuerzan confiabilidad ápice de aponeurosis del tríceps como una referencia anatómica confiable. (Tabla. 1, Grafica 6)

Grafica 6. Boxplot distancia del Ápice de la aponeurosis del tríceps al Nervio radial



Grafica 6. Representación gráfica de la distribución de la distancia entre el ápice de la aponeurosis del tríceps y nervio radial.

Para el análisis de univariado de variables categóricas se presenta frecuencias absolutas y relativas.

Tabla 2. Distribución de frecuencias de las variables categóricas

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Genero	Masculino	22	88%
	Femenino	3	12%
IMC	Normopeso	3	12%
	Sobrepeso	10	40%
	Obesidad I	11	44%
	Obesidad II	1	4%
Ocupación	Abogado	1	4%
	Ama de casa	3	12%
	Chofer	1	4%
	Cocinero	1	4%
	Desempleado	11	44%
	Diseñador Grafico	1	4%
	Estudiante	1	4%
	Ingeniero	1	4%
	Mecánico	2	8%
	Vendedor	2	8%
	Negados	1	4%
Toxicomanias	Negados	19	76%
	Positivo	6	24%
Comorbilidades	Negativo	22	88%
	Positivo	3	12%
Nivel de fractura	Proximal	2	8%
	Medio	12	48%
	Distal	11	44%
Tipo de fractura	Espiroideo	3	12%
	Oblicuo	11	44%
	Transverso	8	32%
	Cuña	3	12%
Expuesta	Si	5	20%
	No	20	80%
Abordaje	Transtriceps	18	72%
	Ventana Radial	7	28%
Posición	Decúbito Lateral	16	64%
	Prono	9	36%
Placa	DCP 4.5 ancha	18	72%
	Posterolateral	7	28%
Lateralidad	Izquierdo	14	56%
	Derecho	11	44%
Lesión	Si	7	28%
	No	18	72%

El Análisis de variables categóricas permitió identificar características principales de la población estudiada. En cuanto al género se observó predominancia del sexo masculino con 22 pacientes (88%), mientras que solo 3 pacientes (12%) fueron mujeres. (Tabla 2, figura 7)

Figura 7. Distribución de Género de la Muestra

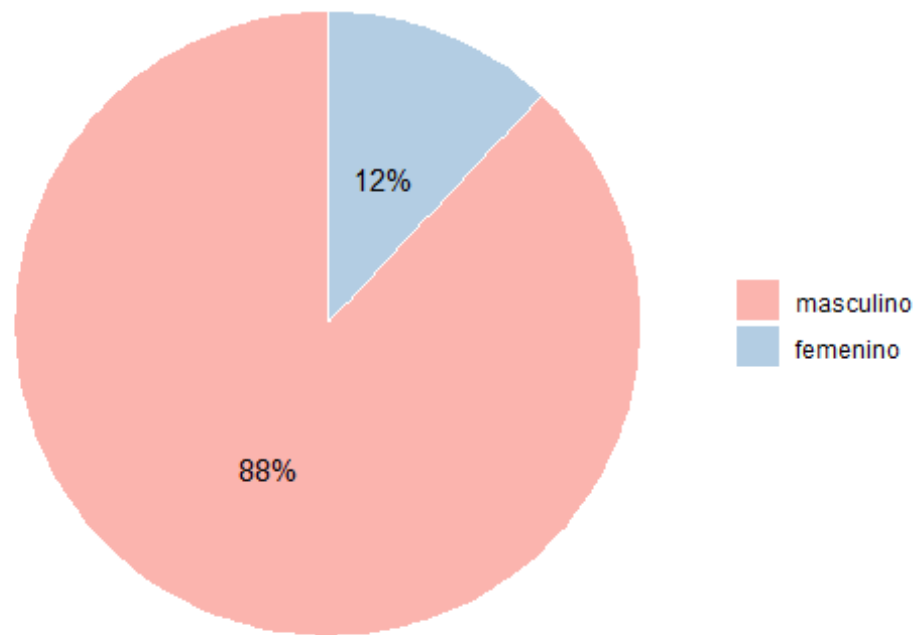


Figura 7. Gráfico de pastel que muestra proporción de género en la muestra de paciente, donde el 88% de los pacientes fueron hombres y el 12% mujeres.

En relación con el índice de masa corporal (IMC), 11 pacientes (44%) presentaron obesidad grado I, 10 (40%) sobrepeso y 3 (12%) normopeso, mientras que 1 paciente (4%) tuvo obesidad grado II. (Tabla 2, Figura 8)

Figura 8. Distribución del Índice de Masa Corporal (IMC)

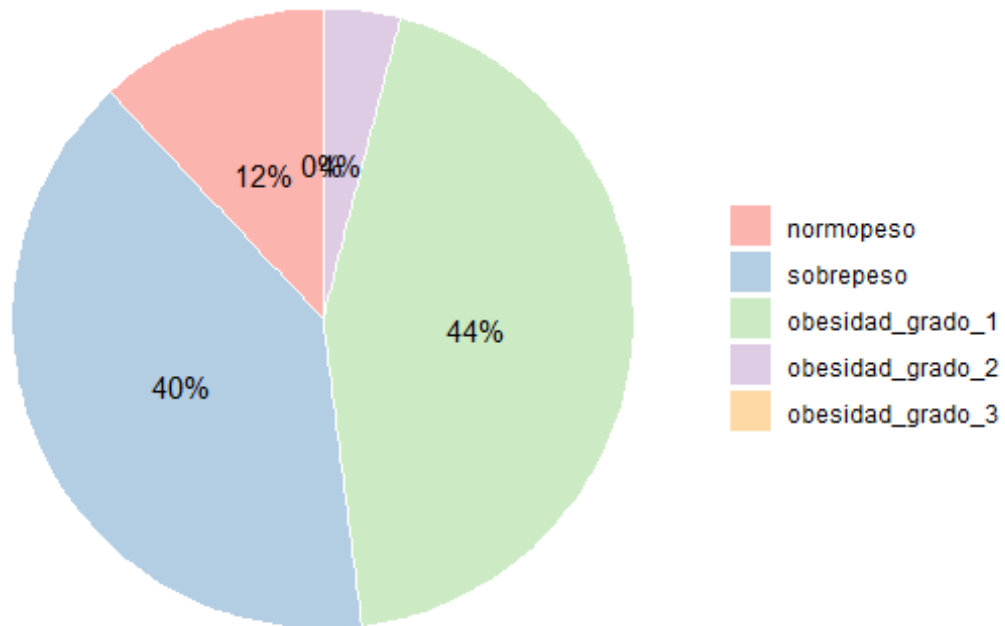


Figura 8. Gráfico de pastel que ilustra distribución del IMC en población estudiada, donde el 44% de los pacientes presentaron obesidad grado I, el 40% sobrepeso y el 12% normopeso.

Respecto a la ocupación 11 pacientes (44%) se encontraban desempleados, mientras que 2 pacientes (8%) eran mecánicos y otros 2 (8%) vendedores. Las demás ocupaciones solo representaron el 4%. (Tabla 2, Figura 9)

Figura 9. Distribución de la Ocupación

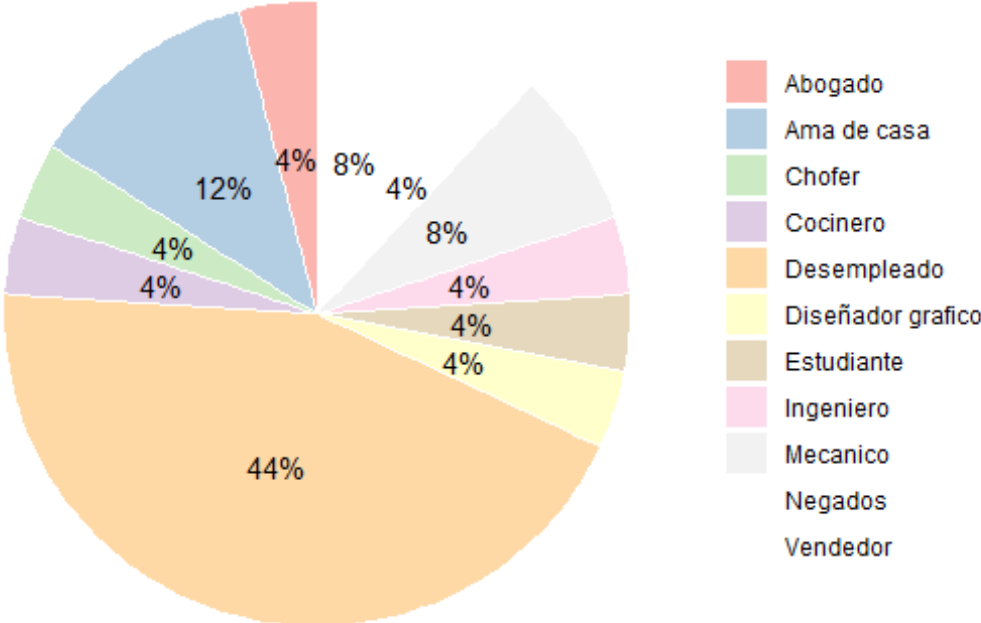


Figura 9. Gráfico de pastel que representa las ocupaciones de los pacientes, la categoría de desempleado fue la más prevalente 44%.

En lo referente a las toxicomanías, 19 pacientes (76%) negaron el consumo de sustancias tóxicas, mientras que 6 (24%) refirieron antecedentes positivos. (Tabla 2, figura 10) Además, que 22 pacientes (88%) no presentaron comorbilidades, mientras que 3 (12%) si reportaron condiciones médicas asociadas. (Tabla 2, figura 11)

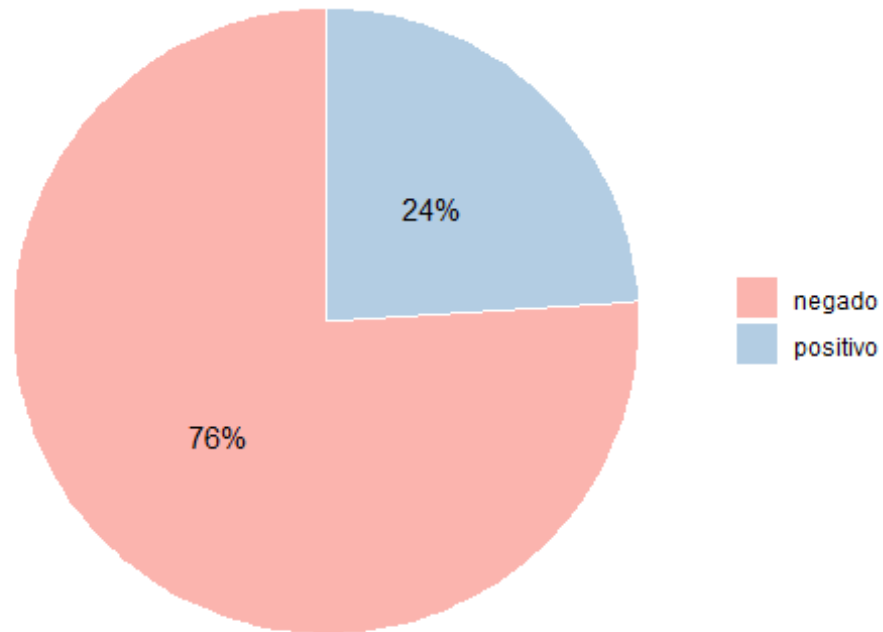


Figura 10. Distribución toxicomanías

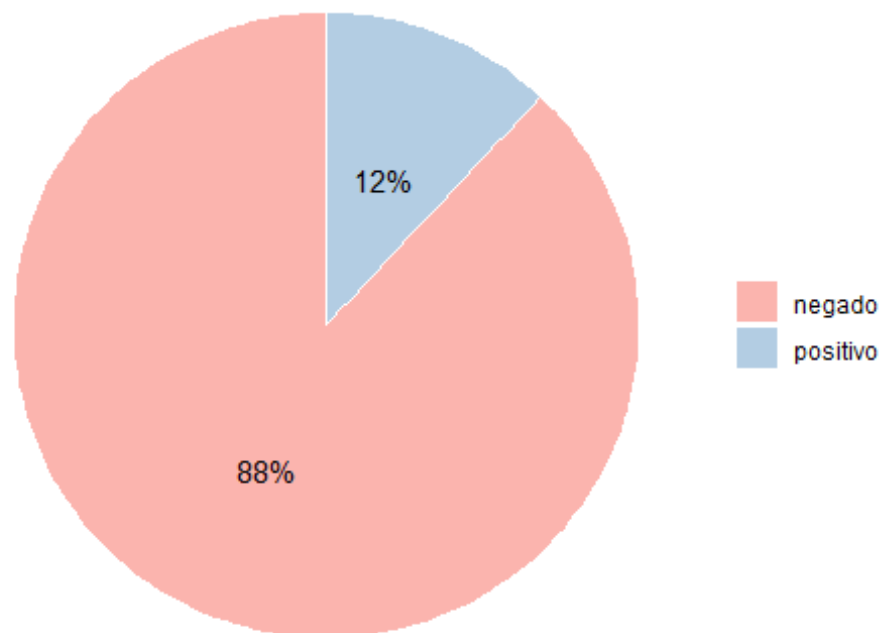


Figura 11. Distribución comorbilidades

En cuanto al nivel de fractura 12 pacientes (48%) tuvieron fracturas en tercio medio de humero, 11(44%) en región tercio distal y 2(8%) en tercio proximal. (Tabla 2. Figura 12) En relación con el tipo de fractura, la más frecuente fue oblicua en 11 pacientes (44%), seguida de trazo trasverso en 8 (32%), mientras que fracturas en cuña y espiroideas se presentaron cada un en 3 pacientes (12%) (Tabla 2, Figura 13) Asimismo, 5 pacientes (20%) presentaron fracturas expuestas, mientras que la mayoría de los pacientes fueron fracturas cerradas (80%). (Tabla.2, Figura 14)

Figura 12. Distribución del nivel de fractura

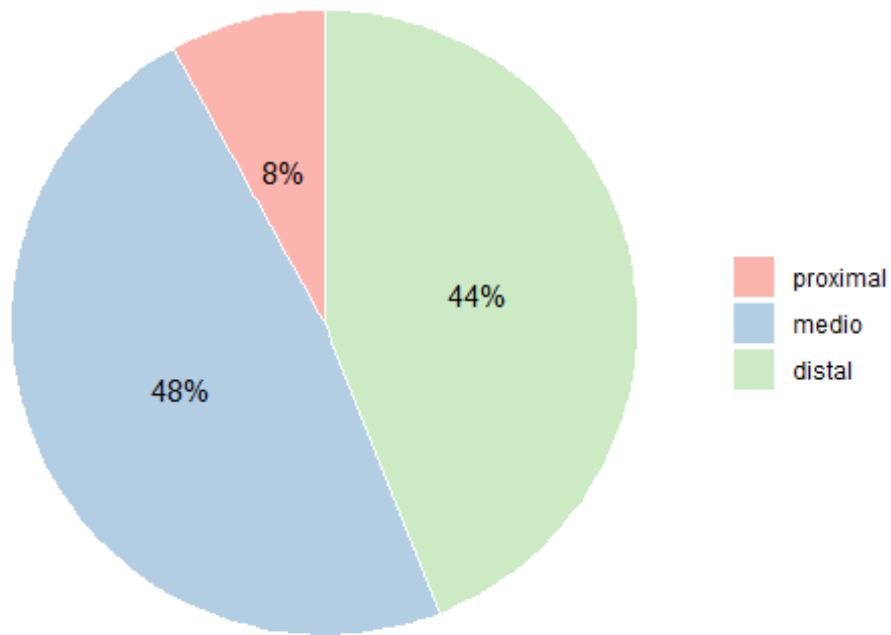


Figura 12. Grafica de pastel que muestra la distribución del nivel de fracturas diafisarias de humero, la mayoría de las fracturas se ubicaron en el tercio medio 48%, seguidas del tercio distal 44%.

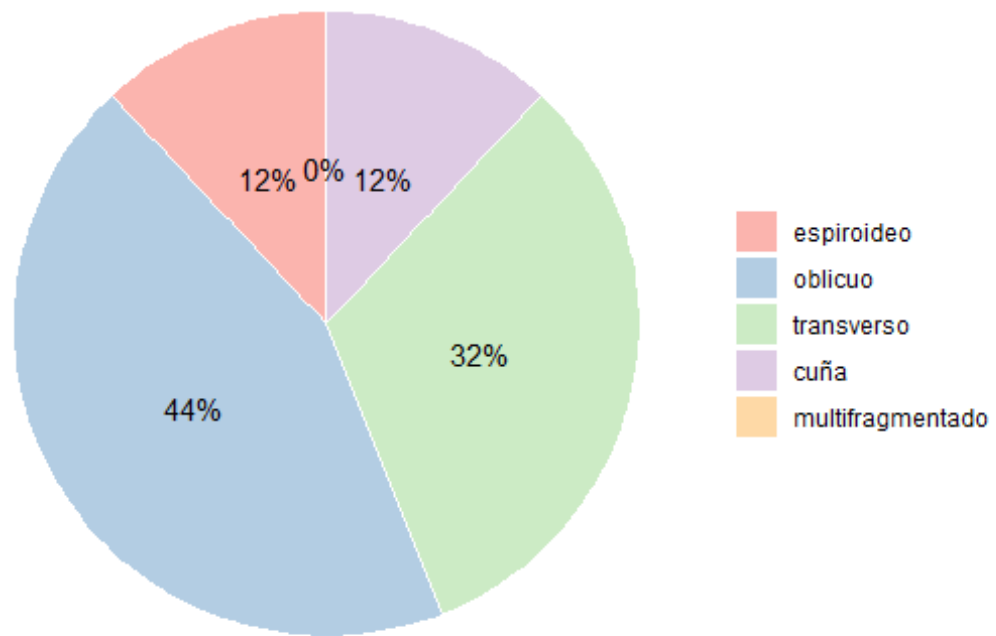


Figura 13. Distribución tipo de fractura

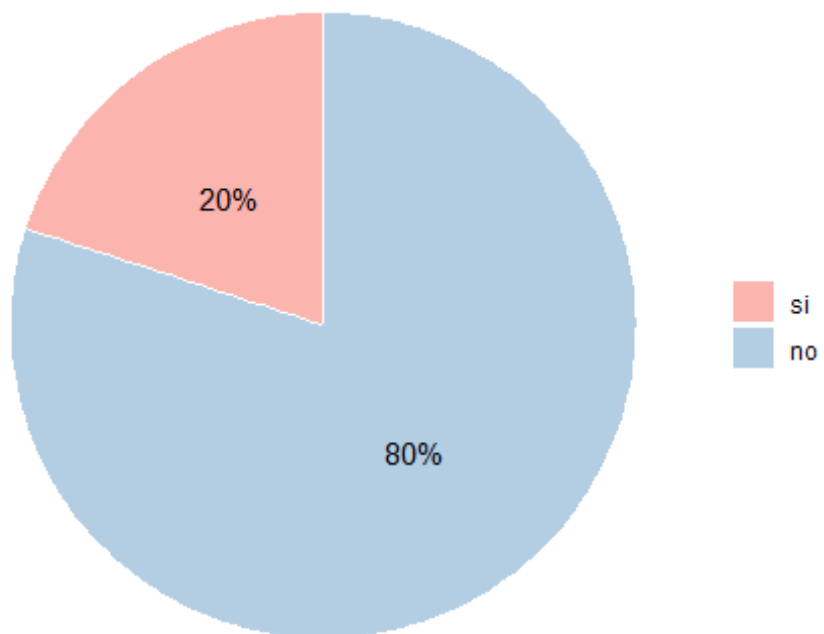


Figura 14. Distribución de fracturas expuestas

Respecto a la lateralidad de las fracturas mostro un predominio del lado izquierdo en 14 pacientes (56%) frente al lado derecho con 11 pacientes (44%). (Tabla 2, Figura 15) Respecto al abordaje quirúrgico, el método más utilizado en abordaje transtriceps en 18 casos (72%) seguida ventana radial con 7 casos (28%). (Tabla 2, Figura 16)

Figura 15. Distribución lateralidad de fractura

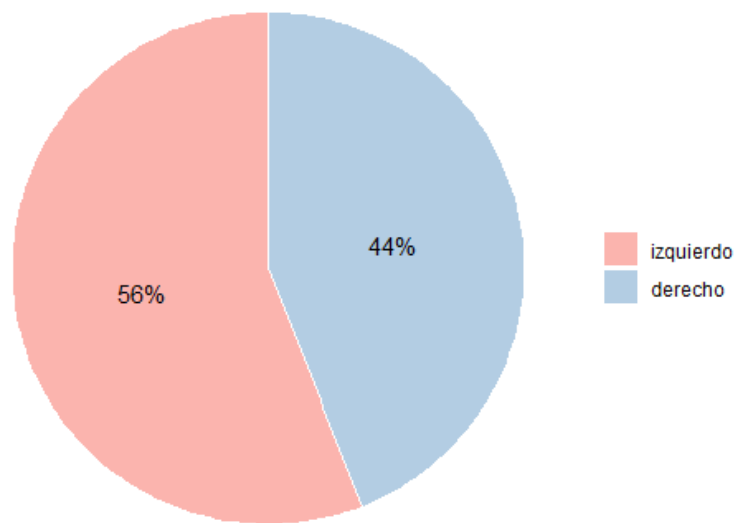
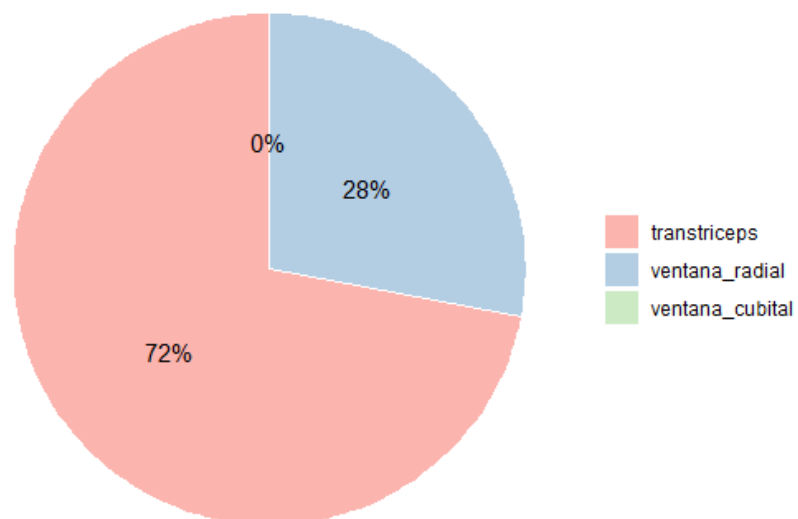


Figura 16. Distribución del abordaje



La posición quirúrgica predominante fue decúbito lateral, empleada en 16 pacientes (64%), mientras que 9 pacientes (36%) fueron intervenidos en decúbito prono. (Tabla 2, Figura 17). En cuanto al material de osteosíntesis que se utilizó para la fijación de fractura con DCP 4.5 mm ancha fue utilizada en 18 pacientes (72%), mientras que 7 pacientes (28%) recibieron placa anatómica posterolateral. (Tabla 2. Figura 18)

Figura 18, Distribución posición transquirurgica

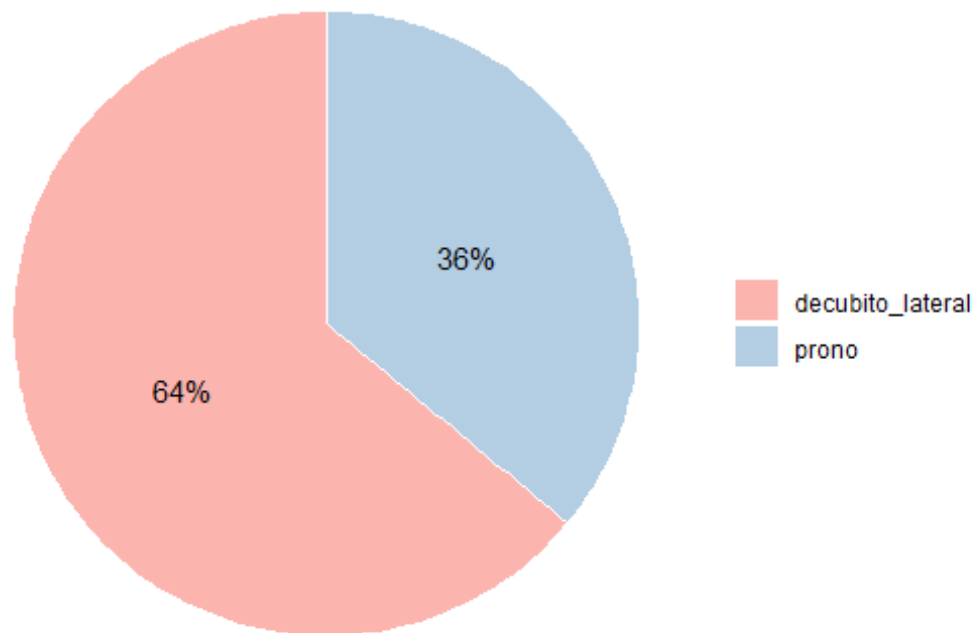


Figura 18. Grafica de pastel que muestra la proporción de pacientes según la posición quirúrgica

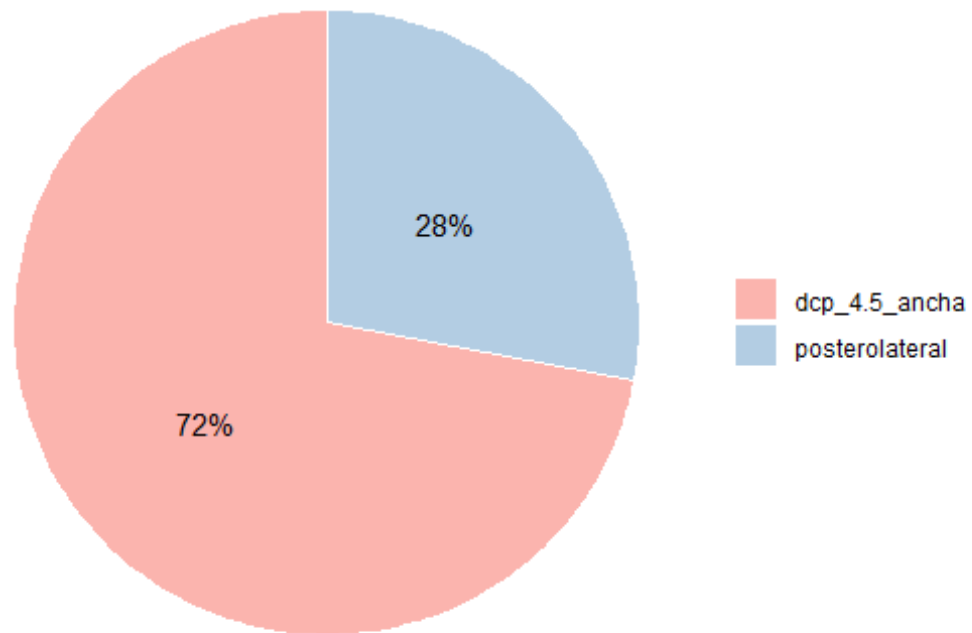


Figura 18: Distribución del uso de placa DCP 4.5mm ancha y placa anatómica posterolateral

Finalmente, la lesión del nervio radial se observó en 7 pacientes (28%), mientras que en 18 pacientes (72%) no presentaron esta complicación. (Tabla 2, Figura 19)

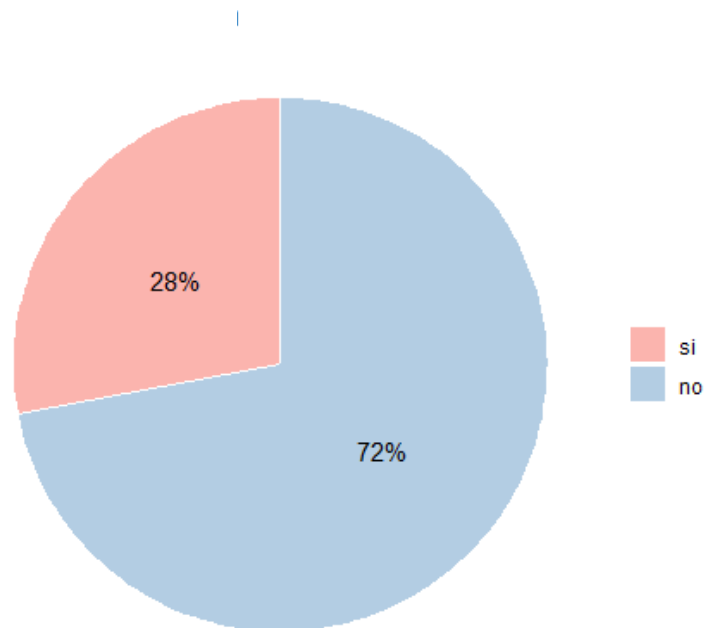


Figura 19. Gráfico de pastel que muestra la proporción de pacientes con y sin lesión de nervio radial, el 28% pacientes presentaron lesión de nervio radial, mientras que el 72% no tuvieron.

Tras a descripción del análisis univariado resulta pertinente explorar las asociaciones potenciales entre ellas. Se utilizaron pruebas estadísticas adecuada para cada tipo de distribución, para las variables con distribución normal, se empelaron pruebas paramétricas como la prueba T student y para aquella con distribución no normal se utilizaron pruebas no paramétricas como la prueba U de Mann-Whitney.

Tabla 3. Análisis bivariado de variables numéricas según la presencia de lesión de nervio radial

Variable	Con lesión	Con lesión Shapiro	Sin lesión	Sin lesión Shapiro	Prueba estadística	Valor P
Edad	Mediana: 27 (IQR: 22.5)	$p = 0.03027$	Mediana: 28.5 (IQR: 17.5)	$p = 0.03224$	U de Mann-Whitney	0.6271
Estatura	Mediana: 169 (IQR: 8.5)	$p = 0.6547$	Mediana: 172 (IQR: 8)	$p = 0.02937$	U de Mann-Whitney	0.2013
Longitud del brazo	Mediana: 32.7 (IQR: 3.95)	$p = 0.8725$	Mediana: 34.95 (IQR: 1.475)	$p = 0.03742$	U de Mann-Whitney	0.1731
Distancia del nervio Radial	Mediana: 2.4 (IQR: 0.3)	$p = 0.5486$	Mediana: 2.6 (IQR: 0.2)	$p = 0.04448$	U de Mann-Whitney	0.1951
Tiempo	Media: 107.14 (SD: 13.80)	$p = 0.06373$	Media: 105.83 (SD: 20.74)	$p = 0.08784$	T de Student	0.8569
Sangrado	Mediana: 300 (IQR: 250)	$p = 0.4196$	Mediana: 225 (IQR: 175)	$p = 0.007077$	U de Mann-Whitney	0.5576

Tabla 3. Comparación de variables numéricas, incluyendo pruebas estadísticas U de mann-Whitney y T de student. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, aunque se observaron ligeras variaciones en variables como tiempo quirúrgico y sangrado.

La mediana de la edad fue ligeramente menor en pacientes con lesión del nervio radial (27 años, IQR: 22.5) en comparación con aquellos sin lesiones (28.5 años, IQR: 17.5). Sin embargo, esta diferencia no alcanza significancia estadística (p -valor = 0.6271), lo que sugiere que la edad no parece ser un factor determinante para la incidencia de lesión nervio radial. (Tabla 3, Figura 20)

Gráfico 20. Boxplot análisis bivariado edad por lesión.

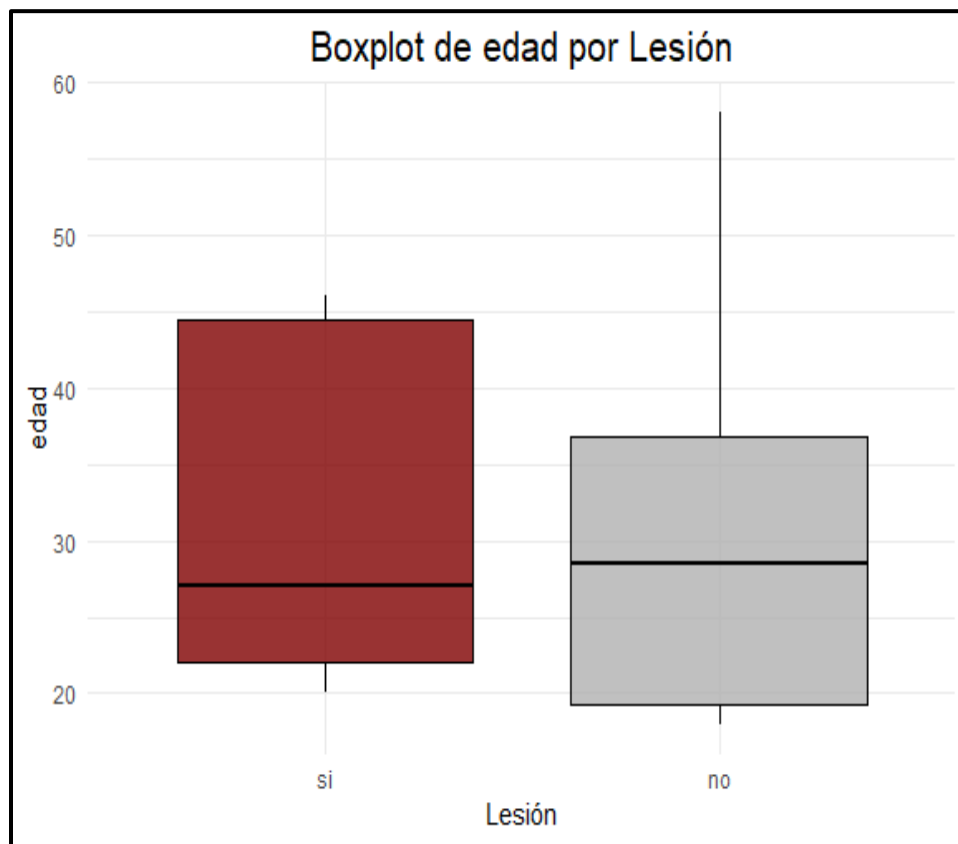


Gráfico 20. Distribución de edad entre pacientes con y sin lesión de nervio radial, la mediana es similar en ambos grupos, pero se observa una mayor dispersión en el grupo con lesión.

La mediana de la estatura fue de 169 cm (IQR: 8.5) en el grupo con lesión y 172 cm (IQR: 9.8) en el grupo sin lesión. No se encontraron diferencia significancia entre ambos grupos ($p= 0.2013$). Esto sugiere que la estatura no influye directamente en el riesgo de lesión del nervio radial. Sin embargo, podrían existir casos de estatura fuera de rango del promedio que requieren análisis adicional. (Tabla 3, Figura 21)

Figura 21. Boxplot análisis bivariado estatura y lesión.

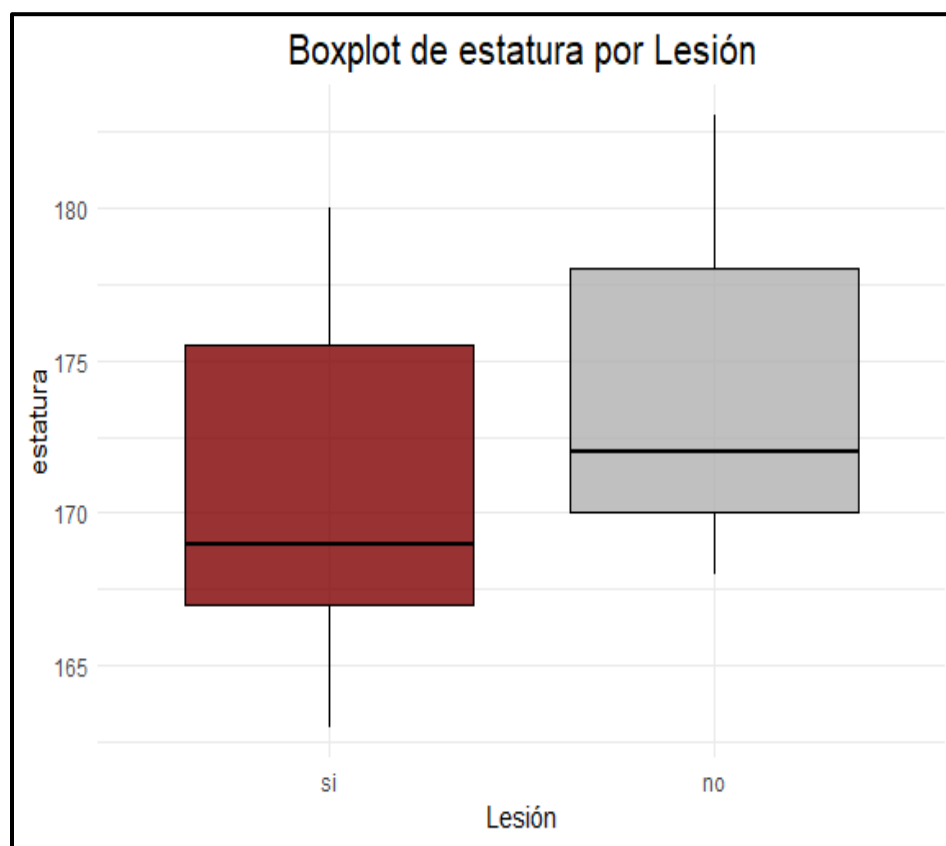


Figura 21. Distribución de estatura entre pacientes con y sin lesión del nervio radial, no se observa diferencias estadísticamente significativas, el grupo sin lesión tiene una mediana ligeramente mayor.

La mediana de la longitud del brazo fue de 32.7 cm (IQR: 3.95) en el grupo con lesión y de 34.95CM (IQR: 1,475) en el grupo sin lesión. Aunque los pacientes sin lesión mostraron una longitud de brazo ligeramente mayor, esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p= 0.1731$). (Tabla 3, Figura 22)

Figura 22. Boxplot analisis bivariado longitud de brazo y lesion.

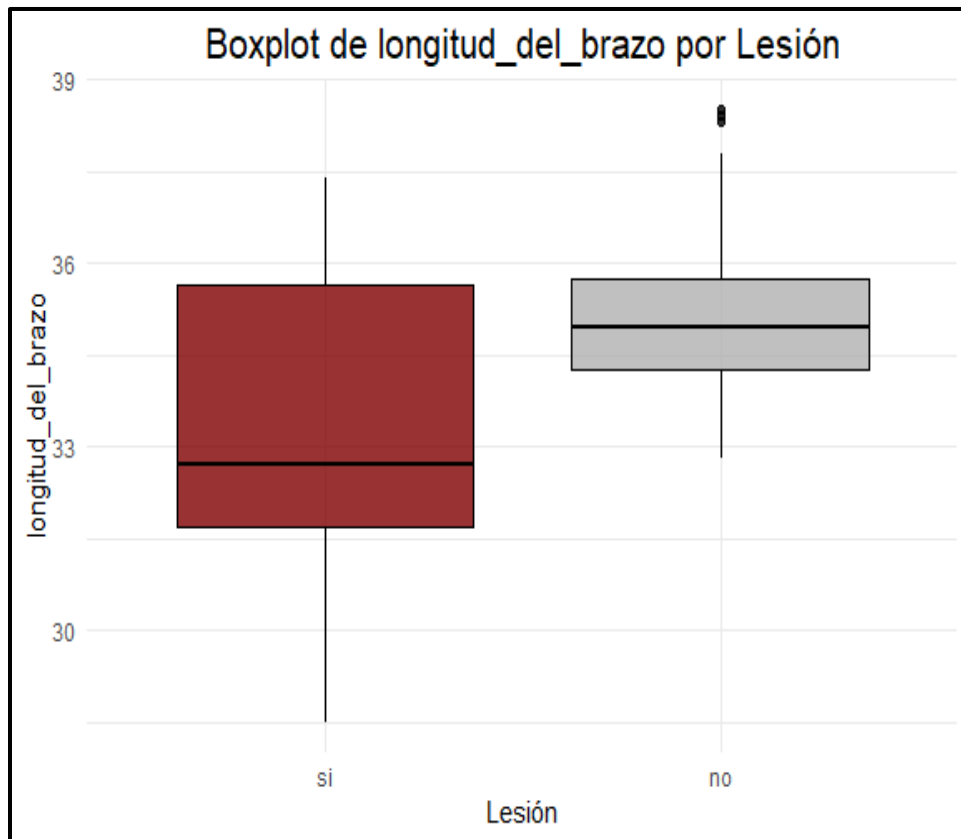


Figura 22. Distribución de longitud del brazo entre pacientes con y sin lesión de nervio radial, los pacientes sin lesión presentaron una mediana ligeramente mayor y una menor dispersión.

El tiempo quirúrgico promedio fue muy similar entre los dos grupos 107.14 minutos (DE:13.80) en pacientes con lesión y 105.83 minutos (DE: 20.74) en pacientes sin lesión. La prueba estadística no mostro diferencia significativa ($p=0.8569$). Esto indica que la duración del procedimiento quirúrgico no parece influir directamente en la incidencia de lesión, sin embargo, procedimientos más prolongados podrían estar relacionados indirectamente con mayor manipulación o complejidad quirúrgica. (Tabla 3, Figura 23)

Figura 23. Boxplot de tiempo quirúrgico asociado a lesión

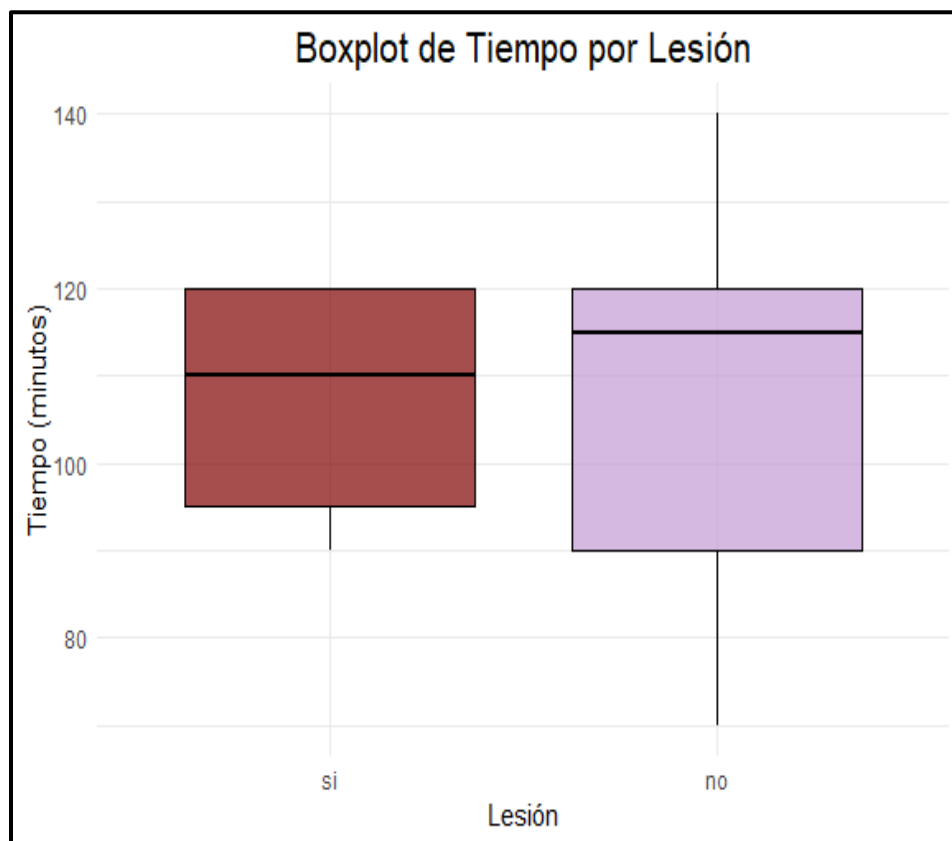


Figura 23. Distribución del tiempo quirúrgico (minutos) en pacientes con y sin lesión del nervio radial. La mediana del tiempo quirúrgico es similar en ambos grupos, pero el rango es mayor en el grupo con lesión.

El sangrado intraoperatorio fue mayor en pacientes con lesión (mediana: 300ml, IQR:250) en comparación con aquellos sin lesión (mediana:225 ml, IQR: 175). a pesar de esta diferencia no se observó significancia estadística ($P= 0.5576$). Este hallazgo podría reflejar está asociada a procedimientos más complejos, lo que a su vez podría aumentar el riesgo de lesión nervio. Aunque no es concluyente, es un tema que merece mayor investigación. (Tabla 3, Figura 24)

Figura 24. Boxplot sangrado transquirurgico asociado a lesión

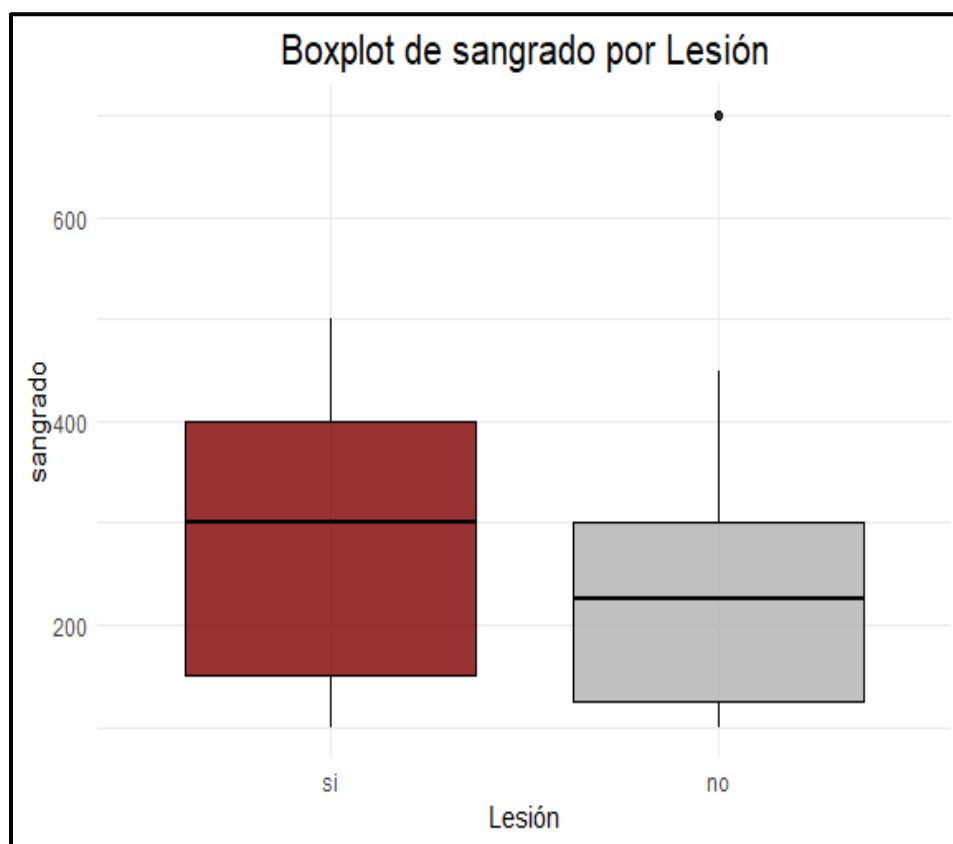


Figura 24. Comparación entre la cantidad de sangrado transquirurgico (ml) entre pacientes con y sin lesión del nervio radial. Se observa una mediana ligeramente mayor en el grupo con lesión, así como un valor atípico en el grupo sin lesión.

La distancia del nervio radial fue menor en el grupo con lesión (Mediana: 2.4cm, IQR: 0.3) que en el grupo sin lesión (mediana; 2.6cm, IQR: 0.2). Aunque esta tendencia podría sugerir una relación entre distancia más corta y un mayor riesgo de lesión, no presenta significación estadística ($p=0.1951$). Este hallazgo resulta la necesidad de realizar estudios con muestras más grandes. (Tabla, Figura 25.)

Figura 25. Boxplot distancia nervio radial asociado a lesión nervio radial

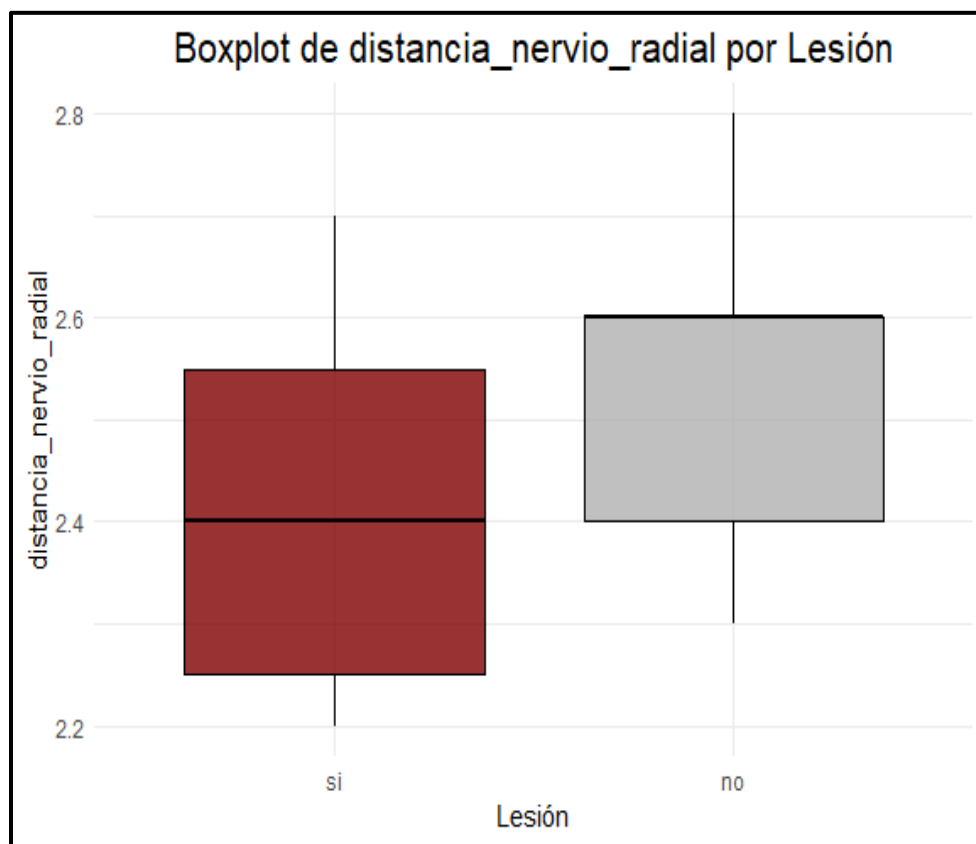


Figura 25. Distribución de la distancia entre el ápice de la aponeurosis del tríceps y el nervio radial en pacientes con y sin lesión. Aunque no se observaron diferencias significativas, los pacientes sin lesión presentaron una mediana mayor.

El análisis bivariado de las variables categóricas buscar identificar posibles asociaciones entre las características específicas de los pacientes o del procedimiento quirúrgico y la presencia o ausencia de lesión de nervio radial, utilizando la prueba de Fisher como prueba estadística. (Tabla. 4)

En el grupo con lesión el 22.72% eran hombres y no se reportan mujeres con lesión. Aunque estas diferencias podrían reflejar tendencias demográficas y epidemiológicas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p=0.1796$). Esto sugiere que el género no es un factor determinante en la incidencia de lesión. (Tabla 4, Figura 25)

Figura 26. Distribución de género por lesión

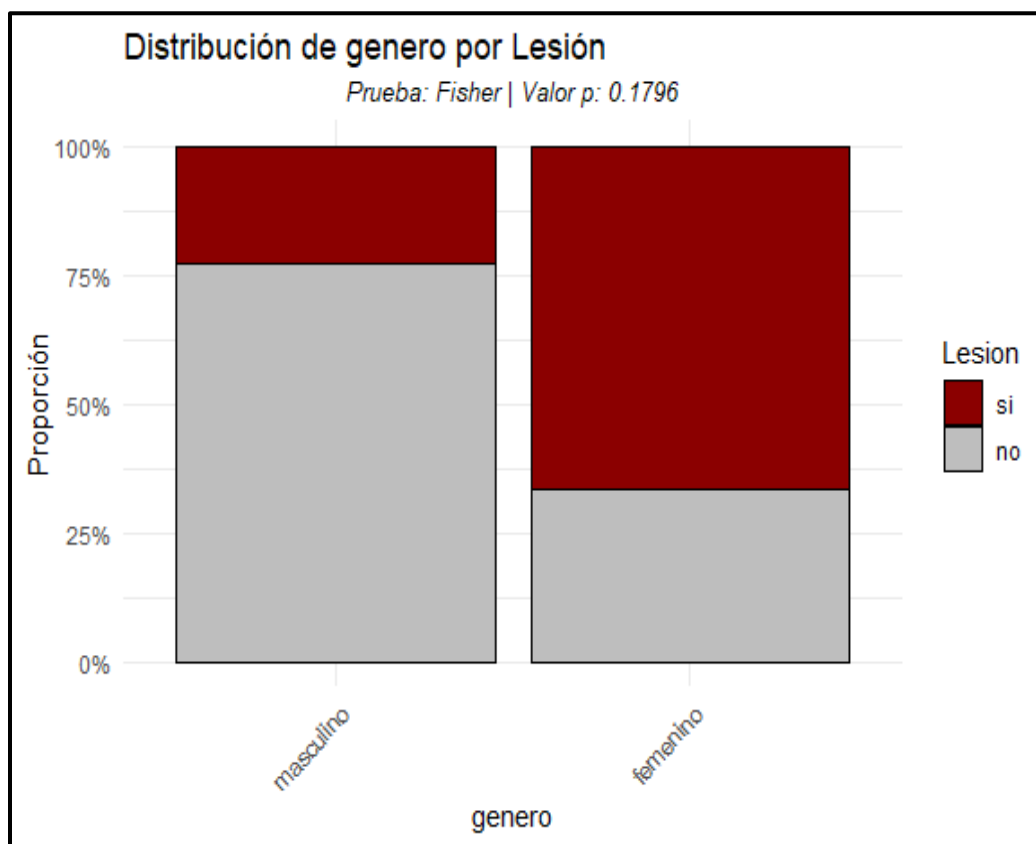


Figura 26. Proporción de pacientes con y sin lesión del nervio radial según el género, aunque el porcentaje de hombres con lesión es menor en comparación con el de mujeres las diferencias no son estadísticamente significativas.

Las categorías del IMC no presentaron diferencias significativas entre los grupos con y sin lesión ($p=0.5572$). Esto sugiere que el IMC no parece estar relacionado directamente con lesión del nervio radial en esta muestra. Sin embargo, es posible que el IMC influya en otros aspectos en el manejo quirúrgico, (Tabla 4, Figura 27)

Figura 27. Distribución de IMC según la presencia de lesión

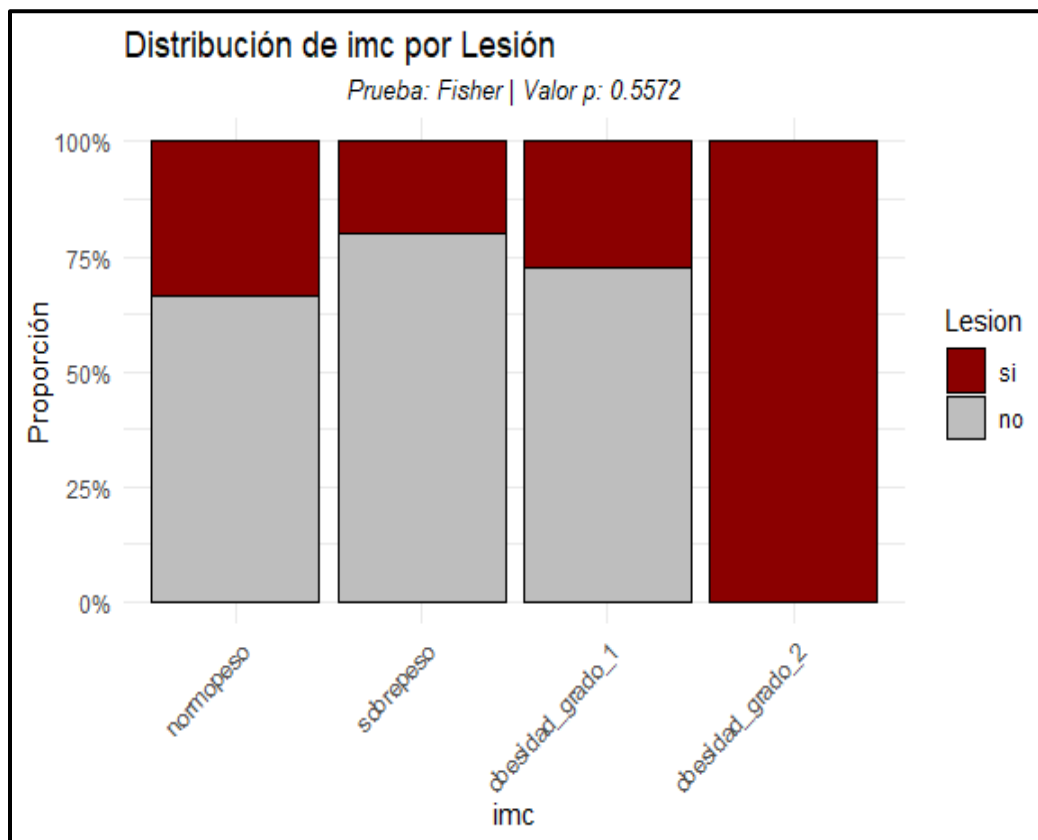


Figura 27. Comparación entre la proporción de pacientes con y sin lesión del nervio radial en categorías de IMC.

Entre las ocupaciones las proporciones no mostraron diferencias significativas entre los grupos ($p=0.1913$). Aunque ciertas ocupaciones podrían estar relacionadas con mecanismo de fractura los resultados no evidencian una relación directa entre la actividad laboral. (Tabla 4, Figura 28)

Figura 28. Distribución de ocupación por lesión

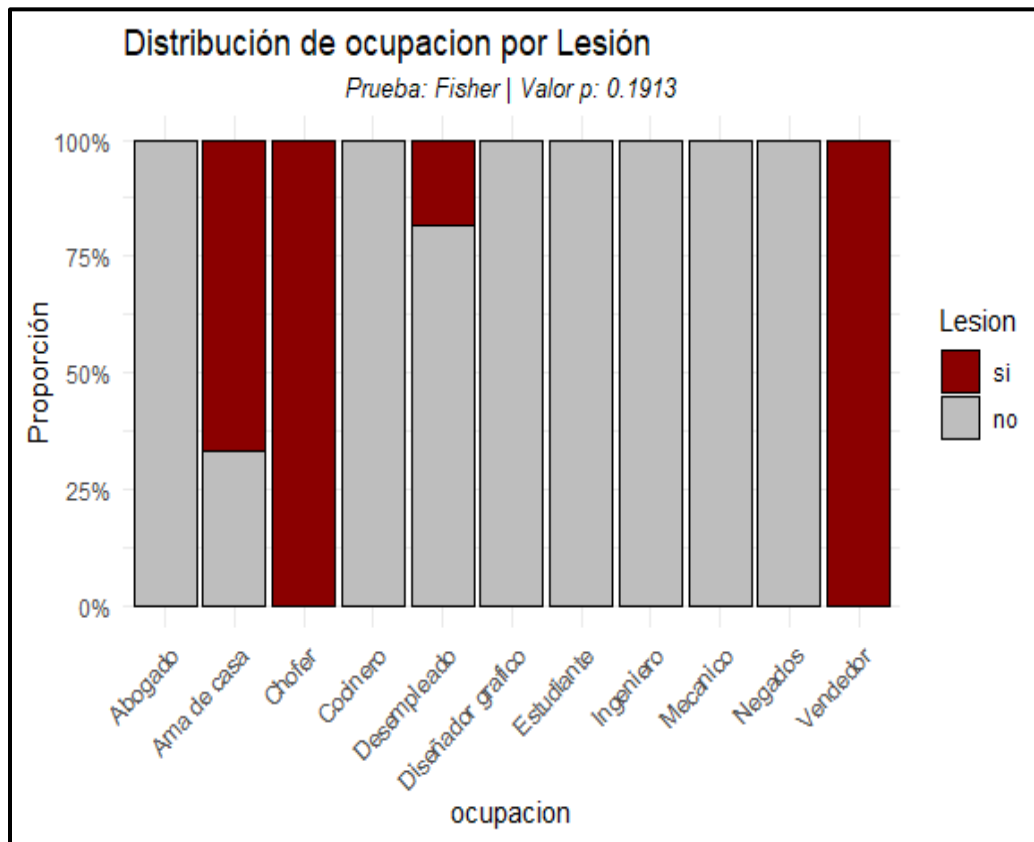


Figura 28. Proporción de pacientes con y sin lesión del nervio radial según su ocupación, aunque se observa una mayor incidencia de lesión en desempleados y vendedores, las diferencias no son estadísticamente significativas.

Las proporciones del consumo de sustancias tóxicas fueron similares entre los grupos con y sin lesión, no se identificó diferencias significativas ($p=1$). Este hallazgo indica que el consumo de toxicomanías no tiene impacto directo sobre la lesión. Sin embargo, es posible que influya en el manejo transoperatorio. (Tabla 4.)

Figura 29. Distribución de toxicomanías por lesión

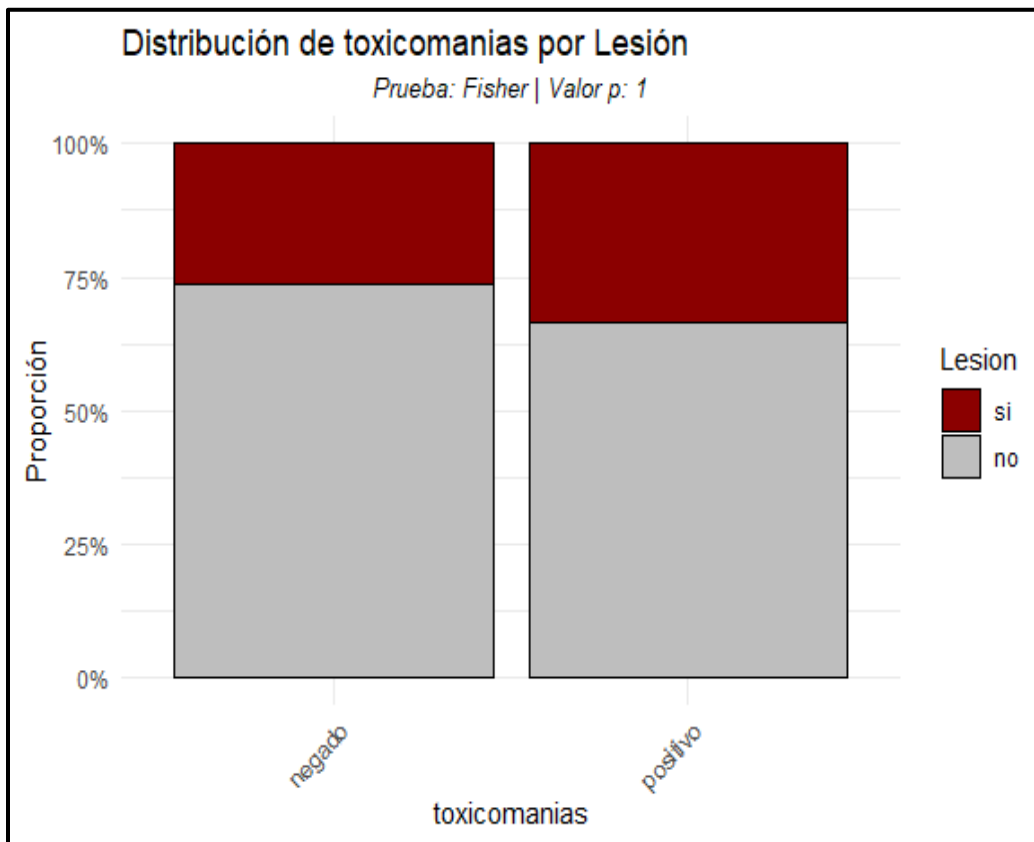


Figura 29. Proporción de pacientes con y sin lesión de nervio radial según el antecedente de toxicomanías.

Al igual que toxicomanías las comorbilidades no se encontraron diferencias significativas ($p=1$) en los grupos con y sin lesión. Esto sugiere que no influye directamente la incidencia de lesión del nervio, pero podría afectar otros aspectos del pronóstico o recuperación postoperatoria. (Tabla 4, Figura 30).

Figura 30. Distribución e comorbilidades según la presencia de lesión.

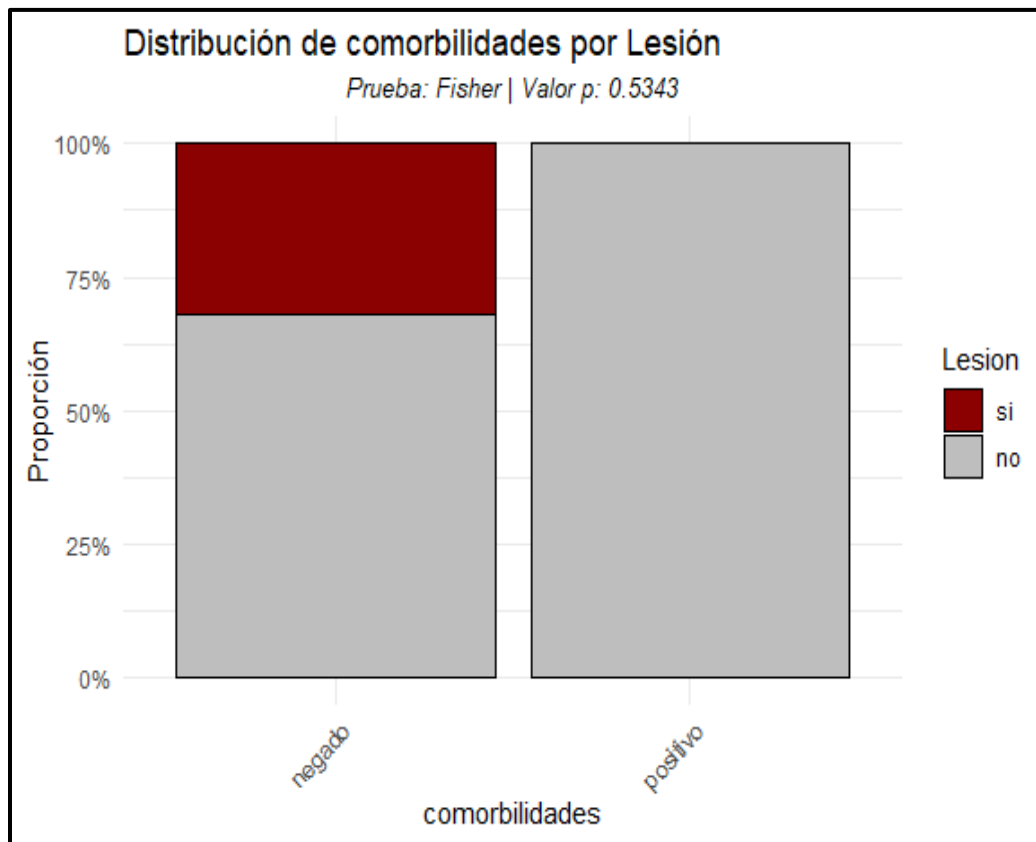


Figura 30. Pacientes con lesión y sin lesión del nervio radial según la presencia de comorbilidades.

En el tipo de fracturas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p=0.4148$). Aunque no se observó relación, el predominio de fracturas en tercio medio es consistente en la distribución anatómica típica de las lesiones. (Tabla 4, Figura 31)

Figura 31. Distribución del nivel de fractura por lesión

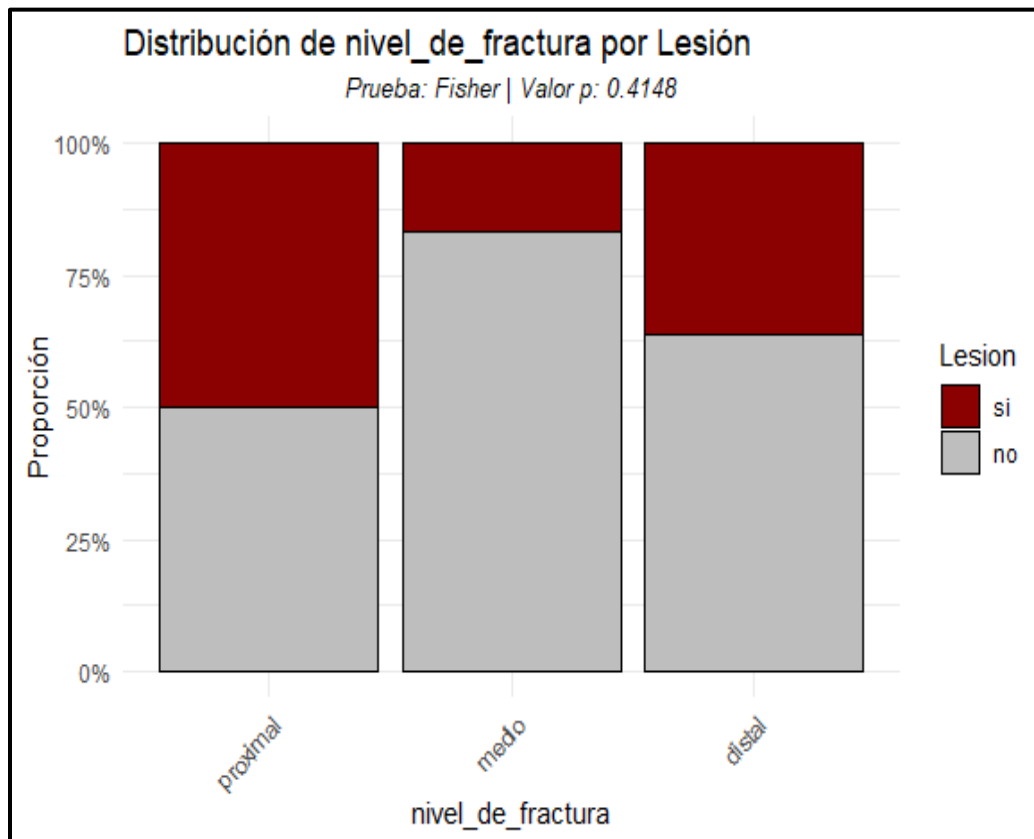


Figura 31. Comparación de lesiones del nervio radial según el tipo de fractura.

Las proporciones entre los grupos con y sin lesión en los pacientes con fracturas expuestas fueron similares, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($p=0.5968$). (Tabla 4, Figura 32).

Figura 32. Distribución de fracturas expuestas según la presencia de lesión

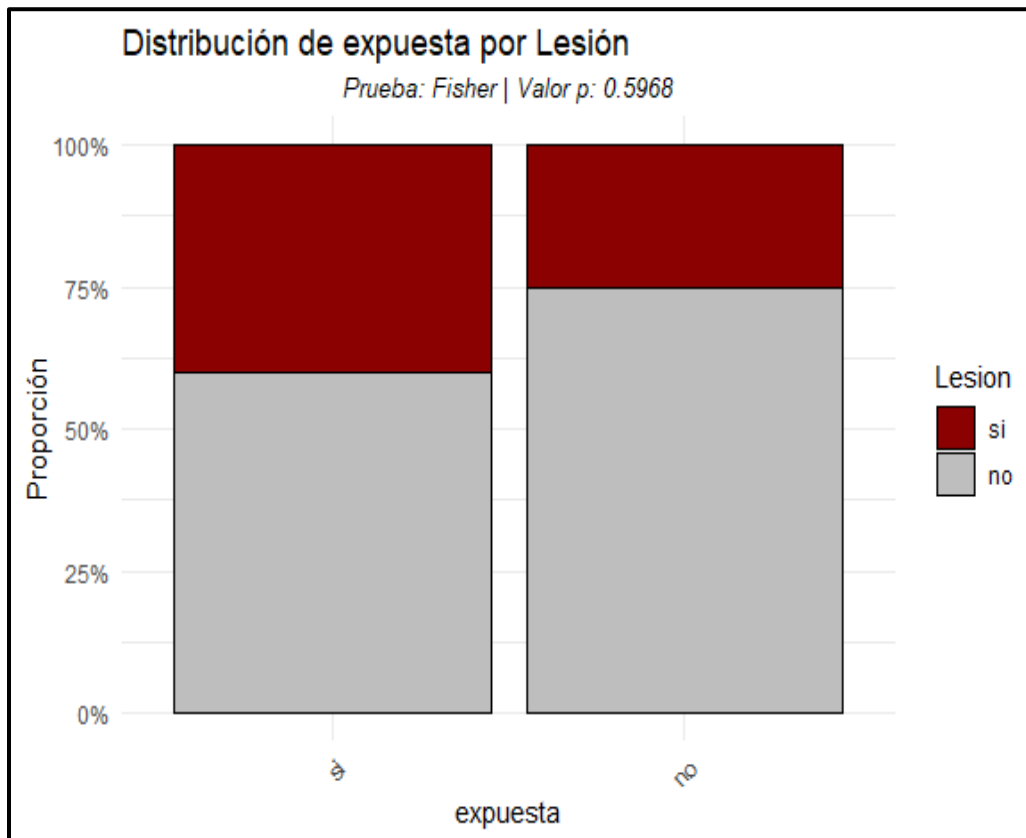


Figura 32. Proporción de lesiones en fracturas expuestas y no expuestas, lo que sugiere que este factor no está claramente relacionado con lesión del nervio radial.

El abordaje quirúrgico transtríceps es el más utilizado en 72% mientras que la técnica ventana radial se empieza en un 28%. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p=0.0069$) con un mayor porcentaje de lesión del nervio radial en los pacientes tratados mediante abordaje con ventana radial. Este hallazgo sugiere que el abordaje quirúrgico podría ser factor determinante en el riesgo de lesión y destaca la importancia de optimizar esta técnica. (Tabla 4, Figura 33)

Figura 33. Distribución del abordaje quirúrgico según la presencia de lesión

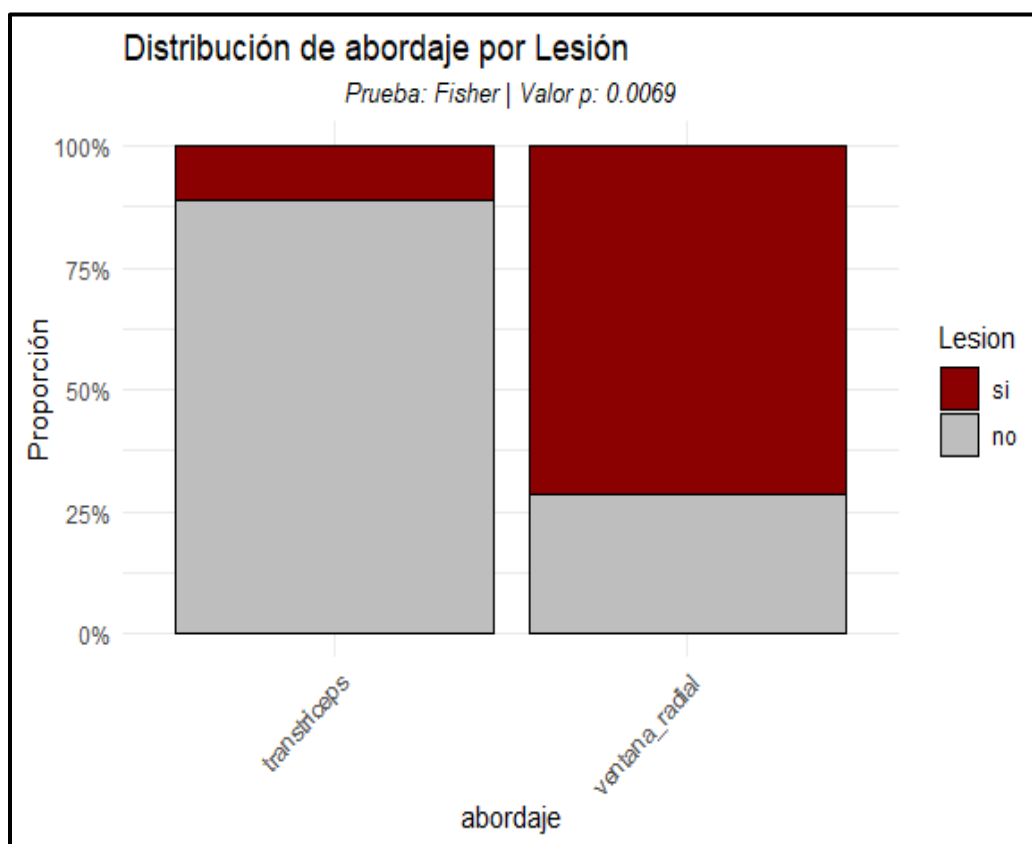


Figura 33. Comparación de las lesiones del nervio radial entre los abordajes quirúrgicos transtríceps y ventana radial, el cual se observa una mayor proporción de lesiones en el abordaje de ventana radial con diferencias significativas,

La posición quirúrgica se observó una tendencia que sugiere que decúbito lateral podría estar asociado con un menor riesgo de lesión nervio radial, aunque no se alcanzó significancia estadística ($p=0.0581$) entre el grupo con y sin lesión. Este hallazgo justifica más estudios con tamaños de muestra más amplios. (Tabla 4, Figura 32)

Figura 32. Distribución de la posición quirúrgica según la presencia de lesión

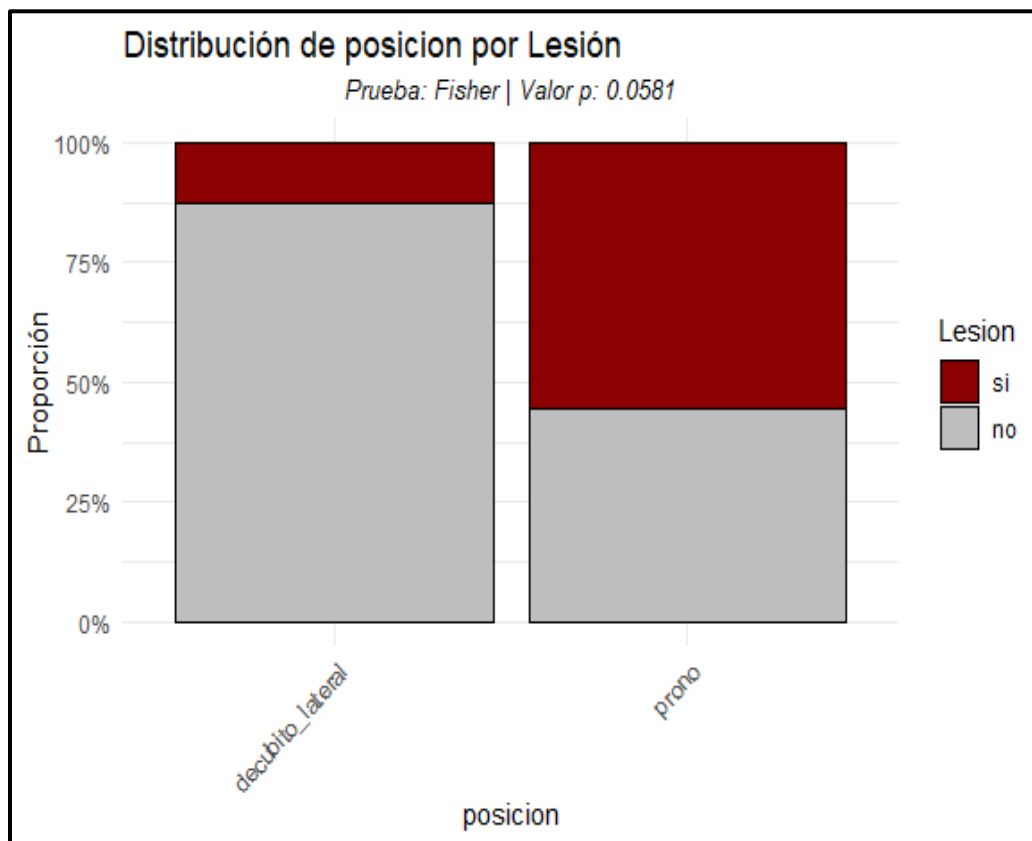


Figura 32. Proporción de lesiones del nervio radial según la posición quirúrgica. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, la posición en prono parece estar asociada con una mayor proporción de lesiones.

Finalmente, el tipo de placa utilizado no mostro asociación significativa con la incidencia de lesión ($p=1$). (Tabla 4, Figura 33) Asimismo, la lateralidad de la fractura no presento diferencias significativas ($p=1$). (Tabla 4, Figura 34).

Figura 33. Distribución de placa según la presencia de lesión

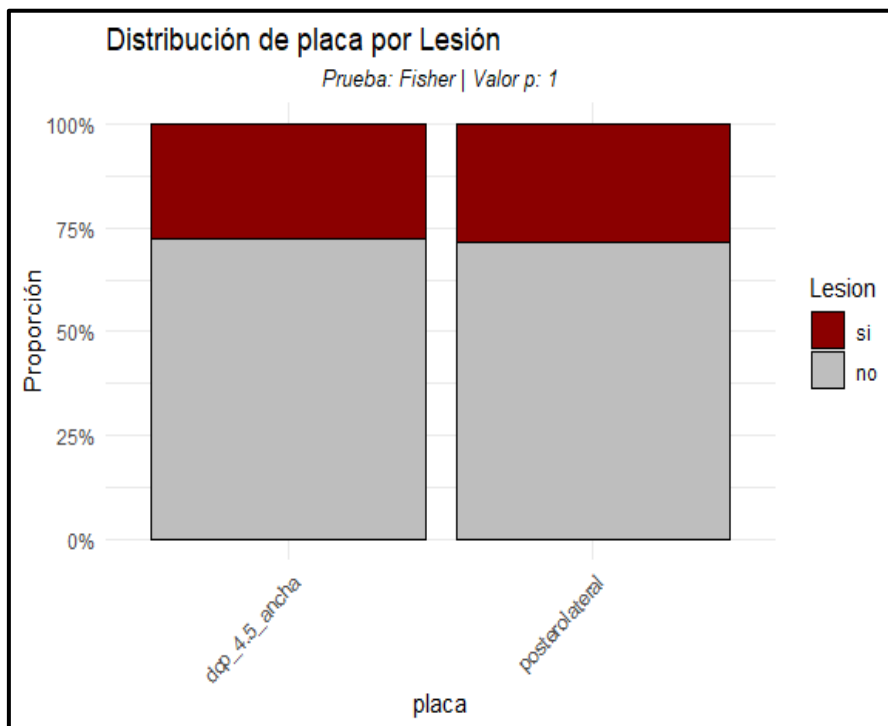


Figura 33. Proporción de lesiones del nervio radial según el tipo de placa utilizado.

Figura 34. Distribución de lateralidad según la presencia de lesión

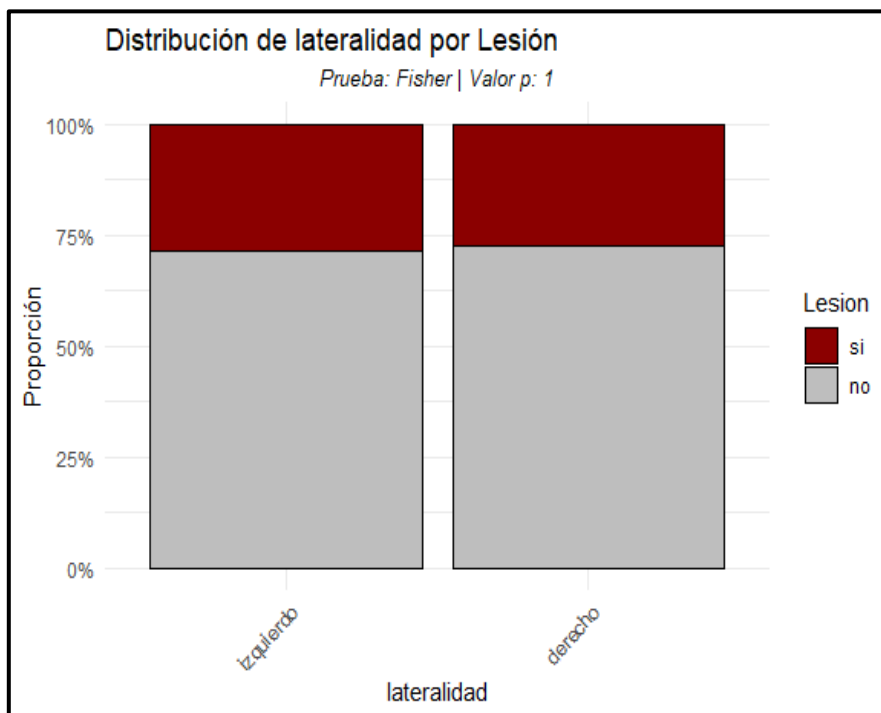


Tabla:4 Resultados del análisis bivariado de variables categóricas según la presencia o ausencia de lesión del nervio radial

Variable	Categoría	Frecuencia Lesion = Sí	Frecuencia Lesion = No	Porcentaje Lesion = Sí	Porcentaje Lesion = No	Prueba Utilizada	P-value
Genero	Masculino	5	17	22.7272727	77.2727273	Fisher	0.1796
	Femenino	2	1	66.6666667	33.3333333	Fisher	0.1796
IMC	Normopeso	1	2	33.3333333	66.6666667	Fisher	0.5572
	Sobrepeso	2	8	20	80	Fisher	0.5572
	Obesidad I	3	8	27.2727273	72.7272727	Fisher	0.5572
	Obesidad II	1	0	100	0	Fisher	0.5572
Ocupacion	Abogado	0	1	0	100	Fisher	0.1913
	Ama de casa	2	1	66.6666667	33.3333333	Fisher	0.1913
	Chofer	1	0	100	0	Fisher	0.1913
	Cocinero	0	1	0	100	Fisher	0.1913
	Desempleado	2	9	18.1818182	81.8181818	Fisher	0.1913
	Diseñador Grafico	0	1	0	100	Fisher	0.1913
	Estudiante	0	1	0	100	Fisher	0.1913
	Ingeniero	0	1	0	100	Fisher	0.1913
	Mecanico	0	2	0	100	Fisher	0.1913
	Vendedor	0	1	0	100	Fisher	0.1913
Toxicomanias	Negados	2	0	100	0	Fisher	0.1913
	Negados	5	14	26.3157895	73.6842105	Fisher	1
	Positivo	2	4	33.3333333	66.6666667	Fisher	1
Comorbilidades	Negativo	7	15	31.8181818	68.1818182	Fisher	0.5343
	Positivo	0	3	0	100	Fisher	0.5343
Nivel de fractura	Proximal	1	1	50	50	Fisher	0.4148
	Medio	2	10	16.6666667	83.3333333	Fisher	0.4148
	Distal	4	7	36.3636364	63.6363636	Fisher	0.4148
Tipo de fractura	Espiroideo	1	2	33.3333333	66.6666667	Fisher	0.9135
	Oblicuo	4	7	36.3636364	63.6363636	Fisher	0.9135
	Transverso	2	6	25	75	Fisher	0.9135
	Cuña	0	3	0	100	Fisher	0.9135
Expuesta	Si	2	3	40	60	Fisher	0.5968
	No	5	15	25	75	Fisher	0.5968
Abordaje	Transtricep	2	16	11.1111111	88.8888889	Fisher	0.0069
	Ventana Radial	5	2	71.4285714	28.5714286	Fisher	0.0069
Posicion	Decubito Lateral	2	14	12.5	87.5	Fisher	0.0581
	Prono	5	4	55.5555556	44.4444444	Fisher	0.0581
Placa	Dcp 4.5 ancha	5	13	27.7777778	72.2222222	Fisher	1
	Posterolateral	2	5	28.5714286	71.4285714	Fisher	1
Lateralidad	Izquierdo	4	10	28.5714286	71.4285714	Fisher	1
	Derecho	3	8	27.2727273	72.7272727	Fisher	1

En el contexto de este estudio, centrado en las fracturas diafisarias de humero y lesiones del nervio radial, este enfoque es crucial para distinguir los predictores que contribuyen al desarrollo de dichas lesiones.

Para el análisis multivariado, se realizaron tres modelos de regresión logística binaria para evaluar los factores asociados a la lesión. Las variables incluidas en cada modelo fueron bivariados ($p < 0.05$) y en su relevancia clínica

Se encontró que el uso de abordaje por ventana radial aumenta significativamente el riesgo de lesión de nervio radial, con un Odds Ratio (OD) de 28.41. Esto significa que los pacientes sometidos a este abordaje tienen 28 veces más probabilidades de presentar esta lesión. Ningún tipo de fractura muestra una asociación significativa con la lesión de nervio radial, Este resultado es estadísticamente significativo, aunque el intervalo de confianza es muy amplio, posiblemente al número limitado de casos analizados.

Figura 35. Forest plot análisis multivariado de factores asociado a lesión de nervio radial

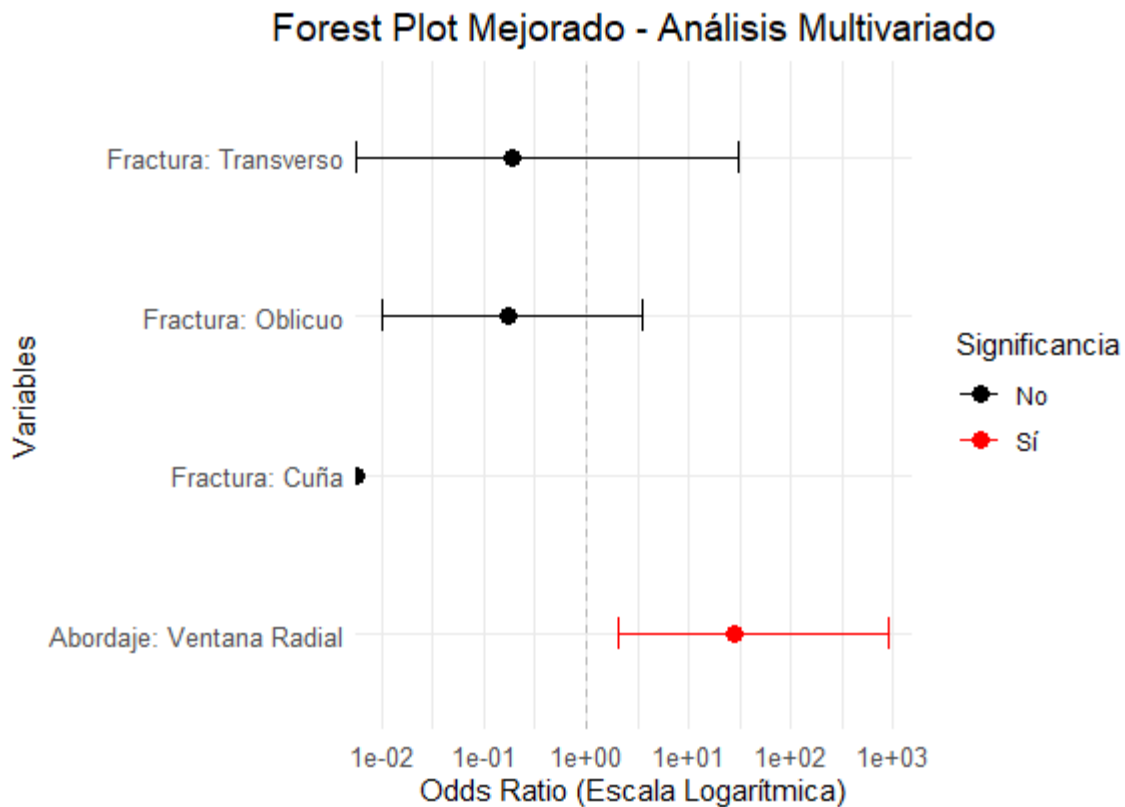


Figura 35. Muestra resultados de análisis multivariado, destacando la asociación entre las variables independientes y la lesión de nervio radial en pacientes con fracturas de diáfisis de humero.

Discusión:

La lesión del nervio radial es una complicación frecuente en fracturas diafisarias del humero, comuna incidencia del 2% al 18% dependiendo de factores como el tipo de fractura, abordaje quirúrgico y condiciones anatómicas de los pacientes. Este nervio al tener una proximidad anatómica al humero lo hace particularmente vulnerable a lesiones tanto traumática como iatrogénicas durante el tratamiento quirúrgico (Bumbasirevic et al. 2017).

El manejo de estas fracturas puede incluir técnicas quirúrgicas como osteosíntesis de placa o clavo centromedular, cada una con ventajas y riesgos asociados. Las referencias anatómicas, como el ápice de aponeurosis del tríceps, han demostrado ser herramientas útiles para minimizar el riesgo de complicaciones nerviosas durante la cirugía (Arora et al., 2011).

La identificación del nervio radial durante el procedimiento quirúrgico es esencial para prevenir lesiones iatrogenas. Diversas referencias anatómicas se han propuesto para localizar nervio de manera segura, estos estudios han investigado la relación del nervio radial con estructuras Oseas y musculares para establecer puntos de referencias más consistentes. Por ejemplo, la distancia del nervio radial y epicóndilo lateral. (Chaudhry et al. 2010) (Guse et al (1995)

Por este contexto, este estudio se propone analizar la incidencia de lesión del nervio radial en fracturas diafisarias de humero identificando factores de riesgo asociados y evaluando la influencia de variables demográficas, anatómicas y quirúrgicas en la aparición de esta complicación.

El predominio masculino y la media de edad de 30.92 años coinciden con estudios que documenta que los hombres jóvenes son más propensos a este tipo de fracturas debido a su participación en actividades de riesgo y exposición a accidentes de alta energía (Osterman et al., 2019; Li et al., 2013).

En cuanto al índice de masa corporal (IMC), el 44% de los pacientes presentaron obesidad grado I, 40% sobrepeso y 12% normopeso. Aunque no se encontró una asociación significativa entre el IMC y lesión del nervio radial, la obesidad podría dificultar la identificación de referencias anatómicas durante la cirugía y aumentar el tiempo quirúrgico (Hendy et al., 2020). Por otro lado, el sobrepeso y obesidad son factores que pueden influir indirectamente en resultados quirúrgicos al aumentar el riesgo de complicaciones asociadas (Kurup et al., 2011)

En relación de toxicomanías, comorbilidades no mostraron una relación significativa con lesión nerviosa, sin embargo, podrían influir en el proceso de recuperación neurológica postquirúrgica (Shao et al., 2005; Reichert et al., 2016)

La longitud del brazo (34.71cm) y estatura (173.24cm) no mostraron una relación significativa con la incidencia de lesión del nervio radia. Sin embargo, la distancia promedio de 2.49cm entre el ápice de la aponeurosis del tríceps y el nervio radial valida esta referencia como una guía confiable durante la cirugía, minimizando la manipulación directa del nervio. Este hallazgo concuerda con resultados de estudios cadavéricos que destaca en la importancia de identificar referencias anatómicas para evitar estas complicaciones quirúrgicas (Prasad et al., 2018, Arora et al., 2011).

El 48% de las fracturas ocurrieron en tercio medio del humero, donde el nervio radial estas más expuesto, lo que concuerda con investigaciones que identifican esta región como la más vulnerable (Ekholm et al., 2008)

El patrón de fracturas común fue trazo oblicuo (44%), seguido transverso (32%), aunque no se identificaron relaciones significativas entre el tipo de fracturas y lesión nerviosa, la proximidad del nervio a ciertos trazos de fractura podría ser un factor de riesgo (Defranco&Lawton., 2006)

El predominio de las fracturas del lado izquierdo (56%) no mostro asociación significancia con la incidencia de lesión del nervio radial, lo cual es consistente con la literatura, que no se reporta diferencias biomecánicas entre ambos lados (Shoji et al., 2017)

El 20% de las fracturas fueron expuestas y aunque no se encontraron diferencias significativas con lesión nerviosa, estas fracturas estuvieron asociadas con mayor pérdida sanguínea y tiempos quirúrgicos más largos, reflejando una mayor complejidad (Shao et al., 2005).

El uso de DCP 4.5 mm ancha fue el más frecuente (72%) seguido de placas anatómicas posterolaterales (28%). Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de lesión del nervio radial según el tipo de placa, estudio previo fue reportado que la elección de la placa puede influir en la técnica quirúrgica y la exposición del nervio radial (Den Hartog et al., 2023).

El tiempo quirúrgico promedio fue de 106.2 minutos y la pérdida sanguínea intraoperatoria tuvo una media de 262ml. Aunque no se encontró una relación significación con lesión del nervio radial, estos parámetros estuvieron ligeramente elevados fracturas expuestas y casos complejos, como se comentó anteriormente.

Estudios previos sugieren que tiempos quirúrgicos prolongados pueden aumentar el riesgo de complicaciones iatrogénicas ya que existe una mayor manipulación de tejidos blandos, aunque no siempre se correlación directamente con lesiones nerviosas (Hegeman et al., 2020)

El abordaje transtriceps mostro menor incidencia de lesión nervio radial en comparación con abordaje en ventana radial. Este resultado es consistente con investigaciones que señalan que el abordaje transtriceps como más seguro debido a menor manipulación directa del nervio (Seigerman et al., 2012).

El abordaje quirúrgico por ventana radial destacado como el único factor significativo asociado a un mayor riesgo de lesión de nervio radial, con OR de aproximadamente 28.41. Este resultado subraya la importancia de considerar este abordaje con cautela, ya que su uso puede incrementar sustancialmente la probabilidad de lesión. Si bien el intervalo de confianza es amplio, probablemente debido al tamaño de muestra.

En cuanto a la posición quirúrgica, aunque no alcanzó significancia estadística, en decúbito lateral mostro una tendencia hacia menor riesgo de lesión, probablemente debido a una mejor exposición quirúrgica (Chou et al., 2008)

La identificación precisa del nervio durante el procedimiento es fundamental para prevenir lesiones iatrogénicas. En este contexto, el uso del ápice de la aponeurosis del tríceps como referencia anatómica proporciona una herramienta efectiva para localización del nervio radial, reduciendo el riesgo de manipulación excesiva y complicaciones postquirúrgicas.

Se demostró que la distancia promedio entre el ápice de la aponeurosis del tríceps y el nervio radial fue de 2.49cm con una desviación estándar de 0.175cm, lo que indica una variabilidad baja. Este dato refuerza la consistencia y precisión de esta referencia anatómica. (Arora et al., 2011. Prasad et al., 2018. Seigerman et al., 2012).

Este hallazgo tiene un importante impacto en la práctica quirúrgica, la identificación del ápice de la aponeurosis del tríceps es una técnica simple y reproducible que puede ser adoptada ampliamente por médicos ortopedistas. Su uso no solo facilita la localización del nervio, sino que también minimiza el trauma en tejidos blandos.

Conclusión.

El presente estudio evaluó la incidencia de lesión nervio radial en fracturas diafisarias tratadas mediante abordaje quirúrgico posterior, utilizando el ápice de la aponeurosis del tríceps como referencia anatómica. Con una distancia promedio de 2.49cm (DE:0.175 cm) esta referencia anatómica es una guía confiable y precisa, permitiendo reducir el riesgo de lesión nerviosa en la práctica quirúrgica.

Se observó una incidencia de lesión de nervio radial del 28%, siendo significativamente mayor en los procedimientos realizados con el abordaje de ventana radial. El abordaje transtriceps en contraste, mostró un menor riesgo, destacándose como una técnica más segura.

Factores como la edad, género, IMC, tipo de fractura y lateralidad no mostraron asociaciones significativas con la lesión del nervio radial, mientras que las fracturas expuestas presentaron mayor complejidad quirúrgica reflejada en tiempos operatorios más largos y mayor pérdida sanguínea.

En conclusión, este estudio refuerza la importancia del uso de referencia anatómicas precisas y la elección del abordaje quirúrgico que minimicen el riesgo de lesión nerviosa. La adopción del ápice de la aponeurosis del tríceps como una práctica estándar podría mejorar significativamente los resultados quirúrgicos en pacientes con fractura diafisarias de humero. Futuros estudios deberán de tener muestras más amplias, estudiar diferentes poblaciones y evaluar el impacto de recuperación neurológica a largo plazo.

Referencias

1. Ostermann RC, Lang NW, Joestl J, Pauzenberger L, Tiefenboeck TM, Platzer P. Fractures of the Humeral Shaft with Primary Radial Nerve Palsy: Do Injury Mechanism, Fracture Type, or Treatment Influence Nerve Recovery? *J C Med.* 2019 Nov 14;8(11):1969. doi: 10.3390/jcm8111969. PMID: 31739459; PMCID: PMC6912221.
2. Prasad, M. Isaac, B. Premkumar, P. S., (2018). *Anatomic Landmarks to Identify the Radial Nerve during the Posterior Approach of the Humerus: A Cadaveric Study*, *J Clin of Diagn Res.* 12(11), AC01-AC04.
3. Kamineni S, Ankem H, Patten DK. Anatomic relationship of the radial nerve to the elbow joint: clinical implications of safe pin placement. *Clin Anat.* 2009 Sep;22(6):684-8. doi: 10.1002/ca.20831. PMID: 19637299.
4. Spiguel AR, Steffner RJ. Humeral shaft fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2012 Sep;5(3):177-83. doi: 10.1007/s12178-012-9125-z. PMID: 22566083; PMCID: PMC3535078.
5. Węgiel A, Karauda P, Zielinska N, Tubbs RS, Olewnik Ł. Radial nerve compression: anatomical perspective and clinical consequences. *Neurosurg Rev.* 2023 Feb 13;46(1):53. doi: 10.1007/s10143-023-01944-2. PMID: 36781706; PMCID: PMC9925568.
6. Latef TJ, Bilal M, Vetter M, Iwanaga J, Oskouian RJ, Tubbs RS. Injury of the Radial Nerve in the Arm: A Review. *Cureus.* 2018 Feb 16;10(2):e2199. doi: 10.7759/cureus.2199. PMID: 29666777; PMCID: PMC5902095.
7. Shoji K, Heng M, Harris MB, Appleton PT, Vrahas MS, Weaver MJ. Time From Injury to Surgical Fixation of Diaphyseal Humerus Fractures Is Not Associated With an Increased Risk of Iatrogenic Radial Nerve Palsy. *J Orthop Trauma.* 2017 Sep;31(9):491-496. doi: 10.1097/BOT.0000000000000875. PMID: 28459772.
8. Clement ND. Management of Humeral Shaft Fractures; Non-Operative Versus Operative. *Arch Trauma Res.* 2015 Jun 20;4(2):e28013. doi: 10.5812/atr.28013v2. PMID: 26401493; PMCID: PMC4577941.
9. Namerow NS, Champion DS, Bluestone R, Cracchiolo A 3rd. Peripheral nerve entrapments. *West J Med.* 1977 Oct;127(4):299-313. PMID: 919526; PMCID: PMC1237823.
10. Bumbasirevic M, Palibrk T, Lesic A, Atkinson H. Radial nerve palsy. *EFORT Open Rev.* 2017 Mar 13;1(8):286-294. doi: 10.1302/2058-5241.1.000028. PMID: 28461960; PMCID: PMC5367587.
11. DeFranco MJ, Lawton JN. Radial nerve injuries associated with humeral fractures. *J Hand Surg Am.* 2006 Apr;31(4):655-63. doi: 10.1016/j.jhsa.2006.02.013. PMID: 16632062.
12. O'Donnell TMP, McKenna JV, Kenny P, Keogh P, O'Flanagan SJ. Concomitant injuries to the ipsilateral shoulder in patients with a fracture of the diaphysis of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:61-65

13. Li Y, Ning G, Wu Q, Wu Q, Li Y, Feng S. Review of literature of radial nerve injuries associated with humeral fractures-an integrated management strategy. *PLoS One*. 2013 Nov 8;8(11):e78576. doi: 10.1371/journal.pone.0078576. PMID: 24250799; PMCID: PMC3826746.
14. Ekholm R, Ponzer S, Törnkvist H, Adami J, Tidermark J. Primary radial nerve palsy in patients with acute humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2008 Jul;22(6):408-14. doi: 10.1097/BOT.0b013e318177eb06. PMID: 18594306.
15. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus. Shao YC, Harwood P, Grotz MRW, et al. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:1647–1652
16. Zhao Y, Wang J, Yao W, Cai Q, Wang Y, Yuan W, Gao S. Interventions for humeral shaft fractures: mixed treatment comparisons of clinical trials. *Osteoporos Int*. 2017 Nov;28(11):3229-3237. doi: 10.1007/s00198-017-4174-1. Epub 2017 Aug 5. PMID: 28780727.
17. Hegeman EM, Polmear M, Scanaliato JP, Nesti L, Dunn JC. Incidence and Management of Radial Nerve Palsies in Humeral Shaft Fractures: A Systematic Review. *Cureus*. 2020 Nov 15;12(11):e11490. doi: 10.7759/cureus.11490. PMID: 33335819; PMCID: PMC7736027.
18. Hendy BA, Zmistowski B, Wells Z, Abboud JA, Namdari S. Humeral shaft fractures: Surgical versus nonsurgical management in workers' compensation. *Arch Bone Jt Surg [Internet]*. 2020;8(6):668–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.22038/abjs.2020.44301.2211>
19. Kurup H, Hossain M, Andrew JG. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011 Jun 15;(6):CD005959. doi: 10.1002/14651858.CD005959.pub2. PMID: 21678350.
20. Den Hartog D, Mahabier KC, Van Bergen SH, Verhofstad MHJ, Van Lieshout EMM; on behalf of the HUMMER Investigators. Functional and Clinical Outcomes After Plate Osteosynthesis Versus Intramedullary Nailing of a Humeral Shaft Fracture: The Results of the HUMMER Multicenter, Prospective Cohort Study. *J Bone Joint Surg Am*. 2023 Jul 19;105(14):1101-1111. doi: 10.2106/JBJS.22.00647. Epub 2023 May 23. PMID: 37220192.
21. Amer KM, Kurland AM, Smith B, Abdo Z, Amer R, Vosbikian MM, Ahmed IH. Intramedullary Nailing Versus Plate Fixation for Humeral Shaft Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Bone Jt Surg*. 2022 Aug;10(8):661-667. doi: 10.22038/ABJS.2021.59413.2947. PMID: 36258745; PMCID: PMC9569144
22. Ma J, Xing D, Ma X, Gao F, Wei Q, Jia H, Feng R, Yu J, Wang J. Intramedullary nail versus dynamic compression plate fixation in treating humeral shaft fractures: grading the evidence through a meta-analysis. *PLoS One*. 2013 Dec 16;8(12):e82075. doi: 10.1371/journal.pone.0082075. PMID: 24358141; PMCID: PMC3864910.

23. Smolle MA, Bösmüller S, Puchwein P, Ornig M, Leithner A, Seibert FJ. Complications in humeral shaft fractures - non-union, iatrogenic radial nerve palsy, and postoperative infection: a systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev.* 2022 Jan 11;7(1):95-108. doi: 10.1530/EOR-21-0097. PMID: 35073516; PMCID: PMC8788154.
24. Artico M, Telera S, Tiengo C, Stecco C, Macchi V, Porzionato A, Vigato E, Parenti A, De Caro R. Surgical anatomy of the radial nerve at the elbow. *Surg Radiol Anat.* 2009 Feb;31(2):101-6. doi: 10.1007/s00276-008-0412-8. Epub 2008 Sep 16. PMID: 18795220.
25. Jain RK, Champawat VS, Mandlecha P. Danger zone of radial nerve in Indian population - A cadaveric study. *J Clin Orthop Trauma.* 2019 May-Jun;10(3):531-534. doi: 10.1016/j.jcot.2018.02.006. Epub 2018 Feb 21. PMID: 31061584; PMCID: PMC6492309.
26. Rubio DA, Pacheco A, Abrilla A. Measurement of the Radial Nerve Danger Zone in Filipino Adults: A Cadaveric Study. *Malays Orthop J.* 2021 Nov;15(3):45-51. doi: 10.5704/MOJ.2111.007. PMID: 34966494; PMCID: PMC8667237.
27. Chou PH, Shyu JF, Ma HL, Wang ST, Chen TH. Courses of the radial nerve differ between chinese and Caucasians : clinical applications. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Jan;466(1):135-8. doi: 10.1007/s11999-007-0019-0. Epub 2008 Jan 3. PMID: 18196385; PMCID: PMC2505296.
28. Arora S, Goel N, Cheema GS, Batra S, Maini L. A method to localize the radial nerve using the 'apex of triceps aponeurosis' as a landmark. *Clin Orthop Relat Res.* 2011 Sep;469(9):2638-44. doi: 10.1007/s11999-011-1791-4. Epub 2011 Feb 1. PMID: 21286885; PMCID: PMC3148375.
29. Reichert P, Wnukiewicz W, Witkowski J, Bocheńska A, Mizia S, Gosk J, Zimmer K. Causes of Secondary Radial Nerve Palsy and Results of Treatment. *Med Sci Monit.* 2016 Feb 19;22:554-62. doi: 10.12659/msm.897170. PMID: 26895570; PMCID: PMC4762296.
30. Seigerman DA, Choung EW, Yoon RS, Lu M, Frank MA, Gaines LC, Liporace FA. Identification of the radial nerve during the posterior approach to the humerus: a cadaveric study. *J Orthop Trauma.* 2012 Apr;26(4):226-8. doi: 10.1097/BOT.0b013e31821d0200. PMID: 21918485.
31. Chaudhry T, Noor S, Maher B, Bridger J. The surgical anatomy of the radial nerve and the triceps aponeurosis. *Clin Anat.* 2010 Mar;23(2):222-6. doi: 10.1002/ca.20903. PMID: 20014401.
32. Patra A, Asghar A, Ravi KS, Duparc F, Arora S. The morphological and morphometric analysis of the variant patterns of the tricipital aponeurosis: A new anatomical classification with possible clinical implications. *Folia Morphologica.* 2022;81(4):1022-30.
33. Guse TR, Ostrum RF. The surgical anatomy of the radial nerve around the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1995 Nov;(320):149-53. PMID: 7586819.

34. Gerwin M, Hotchkiss RN, Weiland AJ. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:1690
35. Uhl RL, Larosa JM, Siben T, Martino LJ. Posterior approaches to the humerus: when should you worry about the radial nerve? *J Orthop Trauma.* 1996;10(5):338-40.