



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SAN LUIS POTOSÍ
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 2

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de
Traumatología y Ortopedia

Relación del ángulo crítico del hombro, índice acromial e índice de pinzamiento del acromion-tuberosidad mayor y ruptura del manguito rotador en pacientes operados en el HGZ No. 2 IMSS de San Luis Potosí

Christian Alexis Villegas Sánchez

R-2024-2402-059

DIRECTOR CLÍNICO

Dr. Luis Álvaro Valdez Jiménez

Médico Subespecialista en Cirugía Articular y Artroscopia - Ortopedia Pediátrica

DIRECTOR METODOLÓGICO

Dr. Dr. David Velázquez Blanco

Médico Ortopedista y Traumatólogo - Ortopedia Pediátrica

San Luis Potosí, SLP 2021- 2025.



Relación del ángulo crítico del hombro, índice acromial e índice de pinzamiento del acromion-tuberosidad mayor y ruptura del manguito rotador en pacientes operados en el HGZ No. 2 IMSS de San Luis Potosí © 2025 Por Christian Alexis Villegas Sánchez. Se distribuye bajo [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SAN LUIS POTOSÍ
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 2

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de
Traumatología y Ortopedia

Relación del ángulo crítico del hombro, índice acromial e índice de pinzamiento del acromion-tuberosidad mayor y ruptura del manguito rotador en pacientes operados en el HGZ No. 2 IMSS de San Luis Potosí

Christian Alexis Villegas Sánchez

DIRECTOR CLÍNICO

Dr. Luis Álvaro Valdez Jiménez
No. de CVU 2085454 del CONACYT

DIRECTOR METODOLÓGICO

Dr. David Velázquez Blanco

No. de CVU 508516 del CONACYT; Identificador 0009-0008-2107-6828 de ORCID
SINODALES

Dr. Gerardo Clemente García Ruiz
Presidente

Dr. Jorge Luis Dávila Hernández
Sinodal

Dr. Federico Israel García Aguilar
Sinodal

Dr. David Alberto Reyes Salas
Sinodal suplente

San Luis Potosí, SLP, enero 2025.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la relación entre los parámetros radiográficos del IA, ATI y CSA y la lesión del manguito rotador en los pacientes postoperados de manguito rotador (MR) en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.

Sujetos y métodos: Se efectuó un estudio observacional, analítico, retrospectivo, transversal con los expedientes de pacientes postoperados de lesión de MR con técnica abierta del periodo comprendido de marzo 2022 a diciembre 2023. Se revisaron las imágenes de radiografías simples de hombro prequirúrgicas para calcular el ángulo crítico del hombro (CSA), el índice acromial (IA) y el índice de pinzamiento acromion-tuberosidad mayor (ATI). De las notas quirúrgicas y posquirúrgicas se obtuvo información sobre la presencia de lesiones del MR y su gravedad.

Resultados: Se incluyeron 119 casos, el 62.2% (n=74) presentaba alguna lesión en el MR, de los cuales fueron en su mayoría lesiones parciales (40.3%, n=48), masivas (17.6%, n=21) y completas (4.2%, n=5). La correlación entre la severidad de la lesión del MR y los parámetros radiológicos fue: IA (Rho de Spearman: 0.203, p=0.027), CSA (Rho de Spearman: 0.180, p=0.050) y ATI (Rho de Spearman: -0.636, p=0.001).

Conclusiones: ATI fue el parámetro que tuvo la mejor correlación, siendo esta fuerte en sentido negativo, es decir, por cada unidad de cambio menor de ATI mayor es la probabilidad de una lesión con mayor severidad.

Palabras clave: Manguito de los Rotadores; Ángulo de la tuberosidad mayor; Radiografía

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN.....	1
ÍNDICE	2
LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	6
DEDICATORIA	7
1. ANTECEDENTES	8
Anatomía de la articulación glenohumeral	8
Lesiones del manguito rotador.....	9
Epidemiología.....	9
Etiología	10
Diagnostico.....	10
Exploración física	10
Estudios radiográficos.....	11
Ángulo crítico del hombro (CSA)	11
Índice acromial (IA).....	12
Índice De Pinzamiento Acromion-tuberosidad Mayor (ATI).	13
Antecedentes a nivel mundial e internacional	14
Antecedentes Nacionales en México	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	17
4. HIPÓTESIS	19
5. OBJETIVOS	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
6. SUJETOS Y MÉTODOS	20
Diseño del estudio.....	20
Población de estudio.....	20
Tamaño de muestra.....	20
Criterios de inclusión.....	20
Criterios de exclusión.....	20

Variables	21
Descripción general del estudio.....	21
7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
8. ASPECTOS ÉTICOS.....	24
9. RESULTADOS	26
10. DISCUSIÓN	30
11. CONCLUSIONES	32
12. LIMITACIONES Y NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN.....	33
13. BIBLIOGRAFÍA.....	34
14. ANEXOS.....	42
Anexo 1. Hoja de recolección de datos	42
Anexo 2. Carta de consentimiento informado	43
Anexo 3. Carta de no inconveniente	44
Anexo 4. Carta de confidencialidad.....	445
Anexo 5. Dictamen de Bioetica	446

LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Comparativa de las determinaciones de IA, CSA y ATI en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP27

Cuadro 2. Comparativa de proporciones de casos por encima de los puntos de corte de IA, CSA y ATI en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP29

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Radiografías de la articulación glenohumeral que muestran la evaluación del ángulo crítico del hombro.....	12
Figura 2. Esquema radiológico para la determinación del índice del acromion.....	13
Figura 3. Esquema radiológico para la determinación del	14
Figura 4. Flujograma de selección de pacientes.....	26
Figura 5. Comparativa del IA entre los grados de lesión o sin lesión en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP	27
Figura 6. Comparativa del CSA entre los grados de lesión o sin lesión en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP	28
Figura 7. Comparativa del ATI entre los grados de lesión o sin lesión en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP	29

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

- **AG:** Distancia del borde anterior de la glena al borde lateral del acromion
- **ATI:** Índice De Pinzamiento Acromion-tuberosidad Mayor
- **CSA:** Ángulo crítico del hombro
- **GH:** distancia del borde anterior de la glena al borde más externo de troquiter humeral
- **IA:** Índice acromial
- **IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social.

DEDICATORIA

1. ANTECEDENTES

Anatomía de la articulación glenohumeral

La articulación glenohumeral es la más móvil del cuerpo ya que la cabeza humeral y la glenoides (parte articular de la escápula con la que entra en contacto la cabeza humeral) están poco constreñidas: la "bola" (cabeza humeral) no está encajada en la glenoides, que es muy plana, lo que permite una gran libertad de movimiento.

Los principales ligamentos que unen la cabeza del húmero con la glenoides escapular son los ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior, tanto en la parte anterior como posterior, siendo los ligamentos glenohumerales anteroinferior y posterior inferior los principales estabilizadores primarios de la articulación del hombro. Por fuera de la cápsula y los ligamentos, los músculos y tendones del manguito rotador permiten la movilidad del hombro y contribuyen a la estabilidad al mantener la cabeza humeral unida a la glenoides.

El manguito de los rotadores está compuesto por cuatro músculos: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular.

Estos músculos nacen de la escápula y se unen a la cabeza humeral a través de sus respectivos tendones. En ese trayecto, los tendones supraespinoso e infraespinoso pasan por un desfiladero entre la cabeza del húmero y el acromion (una parte de la escápula), denominado espacio subacromial.

El supraespinoso se origina en la fosa supraespinosa (escapula) y se inserta en la región de la tuberosidad mayor (superior), funciona como abductor del hombro y depresor de la cabeza humeral, proporcionando una fuerza hacia abajo para contrarrestar el vector superior creado por el deltoides. El supraespinoso desempeña un papel central en el movimiento del hombro, ya que se ha demostrado que está activo en cualquier movimiento que implique "elevación".

El infraespinoso tiene su origen en la fosa infraespinosa (escapula) y su inserción está en la tuberosidad mayor (fosa central), es responsable de la mayor parte de la

rotación externa del húmero proximal. Además de la rotación externa activa del hombro, el infraespinoso actúa como depresor de la cabeza humeral y estabiliza el hombro para evitar la subluxación anterior.

El redondo menor se origina en la región lateral de la escapula, con su inserción en la tuberosidad mayor (fosa inferior) su principal función es la de rotación externa del brazo, por último, el tendón subescapular tiene su origen en la fosa subescapular y su inserción en la tuberosidad menor, su principal función es la rotación interna y aducción del brazo. (9-11).

Entre los tendones y el acromion existe un tejido lubricante llamado Bursa Subacromial para permitir un deslizamiento sin fricción de los tendones por debajo del hueso. En los movimientos de separación del brazo, se incrementa el contacto entre la zona de inserción del supraespinoso e infraespinoso (troquiter, o tuberosidad mayor), y la parte inferior del acromion.

Lesiones del manguito rotador

Las lesiones del manguito rotador son comunes en adultos, especialmente en aquellos que realizan actividades que requieren movimientos repetitivos del hombro. Estas lesiones pueden causar dolor significativo y limitar las funciones diarias del paciente (1). La evaluación radiográfica del hombro ha avanzado en los últimos años, permitiendo una mejor predicción y diagnóstico de lesiones del manguito rotador. La integración de parámetros radiográficos ha demostrado ser fundamental para desarrollar estrategias de tratamiento más efectivas (2).

Epidemiología

La lesión del manguito rotador o también llamado lesión del tendón supraespinoso se encuentra dentro de las enfermedades musculoesqueléticas más prevalentes a nivel mundial (11,12) es la causa más común de trastornos asociados a patología específica del hombro y sus tasas de prevalencia varían entre el 5 y el 10% en

personas menores 20 años, el 30 y 35% en personas de 60 a 80 años y hasta el 80% en mayores de 80 años. (13)

Etiología

Esta lesión se encuentra relacionada con la degeneración, irritación, uso excesivo y una mala mecánica de tensión (14). Así también la morfología del acromion está asociada a patologías del hombro y es una causa de pinzamiento que se produce principalmente bajo las porciones anterior y lateral del acromion, conllevando posteriormente a lesionar el manguito rotador. (15-18)

Diagnostico

La historia clínica bien documentada se considera el pilar fundamental para el enfoque de lesión de manguito rotador. El antecedente de traumatismo puede estar ausente en la mayoría de los pacientes mayores de 60, siendo menos frecuente en pacientes de 40 a 60 años. Sin embargo, en pacientes menores de 40 años suelen referir un antecedente de lesión de alta energía. Así mismo el dolor nocturno es característico de esta entidad y también se presentan los síntomas al elevar el brazo y al tocarse la espalda. (19,20)

Exploración física

La exploración física debe ser de manera detallada y ordenada, a continuación, se describe de la siguiente manera:

- a. Inspección: la atrofia en la fosa infraespinosa indica desgarro crónico.
- b. Palpación: se palpan el troquiter, la articulación acromioclavicular, la corredera bicipital y la apófisis coracoides.
- c. Debe valorarse el rango de movilidad activa y pasiva.
- d. Pruebas de provocación: Se consideran positivas al desencadenar dolor. Se describen a continuación:

Maniobra de Neer mencionada en su publicación en 1972 (22): Esta maniobra puede realizarse en de pie o sentado. Consiste en la elevación pasiva del brazo en abducción, flexión y rotación interna mientras el explorador mantiene bloqueada la movilidad de la escapula. (19,21,22)

Maniobra de Hawkins descrito en 1980: El explorador se coloca de frente al paciente, a continuación, le coloca el brazo en flexión de 90° con el codo en flexión de 90 y realiza una rotación interna del hombro bajando el antebrazo. (19,21,23)

Maniobra de Jobe descrito en 1982 (24): El explorador se coloca de frente al paciente, coloca los brazos del paciente a 90° de abducción, 30° de flexión anterior y en rotación interna, el pulgar debe mirar hacia abajo, a continuación, se empuja el brazo hacia abajo mientras el paciente intenta mantener la posición. (19,21,24)

Signo del brazo caído: Se coloca al paciente de pie y el explorador realiza una abducción de 120° con el antebrazo en extensión manteniendo en esta postura la extremidad superior del paciente para luego bajarla lentamente. El explorador también puede realizar en esta posición una presión contra la abducción y valorar la resistencia que opone el paciente (19,21,25)

Estudios radiográficos

Ángulo crítico del hombro (CSA)

Propuesto por Moor et al., Representa la inclinación de la extensión lateral del acromion y la cavidad glenoidea en una radiografía anteroposterior (AP) (Figura 1).

Figura 1. Radiografías de la articulación glenohumeral que muestran la evaluación del ángulo crítico del hombro



Pie de Figura 1. CSA medido entre una línea que une el borde inferior con el borde superior de la fosa glenoidea y otra que une el borde inferior de la glenoides con el punto más inferolateral del acromion), A) en un hombro con desgarro completo del tendón supraespinoso (CSA 43°) y B) en un hombro con artrosis y manguito rotador intacto (CSA 22°). (26)

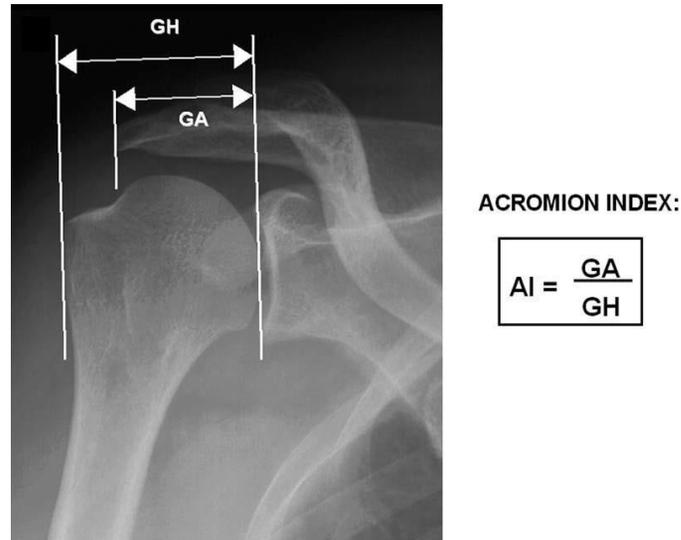
Actualmente se ha utilizado el CSA para predecir el desgarro del tendón del supraespinoso, así como el riesgo de presentar un nuevo desgarro después de una cirugía, además, se descubrió que el CSA junto con la edad predicen artropatía por desgarro del manguito, osteoartritis, pinzamiento y tendinitis calcificada. Un CSA elevado ($> 35^\circ$) tiene asociación directa con la presencia de lesión de manguito rotador y un CSA disminuido ($< 30^\circ$) se relaciona con el desarrollo de artrosis glenohumeral. (26-28)

Índice acromial (IA)

Introducido por Nyffeler et al., (26) representa la extensión lateral del acromion por encima de la cabeza humeral. **AG** (distancia del borde anterior de la glena al borde lateral del acromion) dividido entre **GH** (distancia del borde anterior de la glena al borde más externo de troquiter humeral). En este estudio el índice acromial medio (y la desviación estándar) fue de 0.73 +/- 0.06 en los hombros con desgarro completo, de 0.60 +/- 0.08 en aquellos con osteoartritis y manguito de los rotadores intacto, y

de 0,64 +/- 0,06 en los hombros normales asintomáticos con manguito de los rotadores intacto. La diferencia entre el índice en los hombros con desgarró de espesor total del supraespinoso y el índice en aquellos con manguito rotador intacto fue altamente significativa ($p < 0,0001$). (29) (Figura 2).

Figura 2. Esquema radiológico para la determinación del índice del acromion

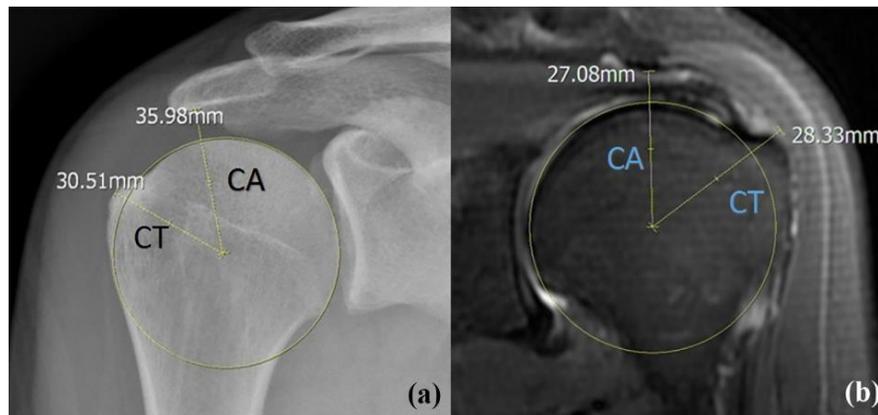


Pie de Figura 2. El IA se calcula dividiendo la distancia del plano glenoideo al acromion (GA) entre la distancia del plano glenoideo a la cara lateral de la cabeza humeral (GH). Cuanto mayor sea la extensión lateral del acromion, mayor será el índice del acromion. (29)

Índice De Pinzamiento Acromion-tuberosidad Mayor (ATI).

Se superpone un círculo que sigue el contorno de la superficie articular de la cabeza humeral, reconociendo principalmente las superficies cartilaginosas media y superior para encontrar su centro. El ATI se calcula dividiendo la distancia desde el centro de rotación de la cabeza del húmero hasta la tuberosidad mayor del húmero entre la distancia desde el centro de rotación de la cabeza del húmero hasta la superficie inferior del acromion (Figura 3), se puede realizar tanto en una radiografía AP verdadera (a) como en un plano coronal de Resonancia Magnética (b). Es un buen predictor de patología degenerativa del manguito rotador y síndrome de pinzamiento subacromial tanto en radiografía (punto de corte, 0,865) como en RMN (punto de corte, 0,965). En la resonancia magnética es más preciso y puede guiar con precisión la cirugía del acromion. (30)

Figura 3. Esquema radiológico para la determinación del



$$ATI = CT / CA$$

Pie de Figura 3. Se superpone un círculo que sigue el contorno de la superficie articular de la cabeza del húmero, reconociendo principalmente las superficies cartilaginosa media y superior para encontrar su centro. El ATI se calcula dividiendo la distancia desde el centro de rotación de la cabeza del húmero hasta la tuberosidad mayor del húmero entre la distancia desde el centro de rotación de la cabeza del húmero hasta la superficie inferior del acromion. Las mediciones del ATI se realizan tanto en una radiografía AP real (a) como en un plano coronal de RM (b). ATI: índice de pinzamiento acromio-tuberosidad mayor; AP: anteroposterior; RM: resonancia magnética. (30)

Antecedentes a nivel mundial e internacional

Varios estudios internacionales han investigado la relación entre parámetros radiográficos y las lesiones del manguito rotador. Por ejemplo, un estudio de Lee et al. (5) encontró que un ángulo crítico mayor de 30° se relaciona con un aumento en la frecuencia de lesiones del manguito rotador en los adultos mayores. También, estudios realizados en Europa y América del Norte han destacado la importancia del índice acromial, sugiriendo que un índice mayor a 1.5 puede ser un buen predictor significativo de lesiones en el manguito rotador (3,6,23). El índice acromial ha mostrado ser un buen factor para predecir la aparición de lesiones de manguito rotador, ya que un valor anormalmente elevado se asocia a una mayor probabilidad de presentar desgarros del manguito rotador (4,26). Por último, la medición del índice de pinzamiento acromion-tuberosidad mayor también ha demostrado ser relevante en la evaluación del riesgo de lesiones. Un índice de pinzamiento elevado se asocia con un mayor riesgo de pinzamiento subacromial y, por lo tanto, con desgarros del manguito rotador (5,27).

Antecedentes Nacionales en México

En México, la investigación sobre la relación entre estos parámetros y lesiones del manguito rotador ha ido en aumento. Un estudio realizado por González et al. (6) en la población mexicana mostró que tanto el ángulo crítico como el índice acromial pueden ser herramientas útiles para predecir lesiones del manguito rotador, con una sensibilidad del 75% y especificidad del 80%. Otro estudio relevante llevado a cabo por Pérez y Martínez (7) demostró que el índice de pinzamiento está relacionado con el dolor y la incapacidad funcional en pacientes diagnosticados con tendinopatía del manguito rotador.

A nivel local, en San Luis Potosí, la investigación sobre lesiones del manguito rotador y su diagnóstico radiográfico está en desarrollo. Un estudio local llevado a cabo por Hernández y López (8) analizó la prevalencia de lesiones del manguito rotador en pacientes con diferentes parámetros radiográficos, concluyendo que el ángulo crítico y el índice de pinzamiento son factores significativos para realizar un diagnóstico oportuno. Además, se destacó la importancia de realizar programas de concientización y formación para médicos de atención primaria en la identificación temprana de estas lesiones. (8)

2. JUSTIFICACIÓN

La lesión de manguito rotador es una de las principales causas de consulta de ortopedia, muy probablemente esto se deba a las demandas laborales de la población actual con un incremento de las actividades industriales de trabajo pesado, población de edad avanzada activa laboralmente y jubilada sedentaria, de igual manera el aumento de factores de riesgo y de accidentes labores. (31-34) Así mismo la lesión de manguito rotador y pinzamiento subacromial es una causa de ausentismo laboral, incapacidad prolongada y pérdidas económicas para el paciente, familiares y las instituciones de salud, por lo que es de gran importancia realizar un diagnóstico oportuno y certero. (35,36) En la actualidad el Gold estándar para el diagnóstico es la resonancia magnética nuclear. (37,38,40) En nuestro medio es difícil acceder y costear dicho estudio, se cuenta con la disponibilidad de radiografías y ultrasonido, este último presenta como desventaja el tiempo, disponibilidad de aparato y personal capacitado, es un estudio operador dependiente, la radiografía representar la opción más rápida, económica y de fácil acceso como un método predictor y de planeación prequirúrgica, permitiéndonos agilizar la atención oportuna, correcto diagnóstico y tratamiento adecuado de los pacientes . (38-41)

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El dolor de hombro es una de las consultas que se atienden con mayor frecuencia en la práctica médica. En la guía de práctica clínica estiman que el porcentaje de personas que lo presentan en algún momento de su vida es del 40%. Esta prevalencia aumenta con la edad, algunas profesiones actividades deportivas. El dolor de hombro en un gran porcentaje es diagnosticado como síndrome de manguito rotador. (43) Representa una de las principales causas de consulta en ortopedia, afectando a una amplia población laboral y, en especial, a personas mayores que aún se mantienen activas. El aumento de la actividad laboral en entornos industriales y la creciente incidencia de trabajos que requieren esfuerzo físico han contribuido a un incremento notable en la prevalencia de estas lesiones (44,45). Además, se ha identificado como una causa común de dolor y limitación funcional, lo que puede resultar en un significativo ausentismo laboral y una prolongada incapacidad (46).

A pesar de la importancia de un diagnóstico temprano y preciso, la disponibilidad de tecnologías diagnósticas como la resonancia magnética nuclear es limitada en muchas regiones, lo que dificulta un acceso adecuado al diagnóstico (47). En contextos donde la resonancia no es factible, se utilizan radiografías y ultrasonido como alternativas. Sin embargo, el ultrasonido depende de la habilidad del operador y no siempre está disponible, lo que limita su eficacia en la práctica clínica (48). Por otro lado, las radiografías, aunque son más accesibles y económicas, a menudo no ofrecen suficiente información diagnóstica por sí solas (49).

En este contexto, es fundamental evaluar la eficacia de las radiografías como herramienta diagnóstica inicial para las lesiones del manguito rotador, así como su rol en la planificación quirúrgica. La falta de un método diagnóstico adecuado puede resultar en retrasos en el tratamiento y, por ende, en una calidad de vida disminuida para los pacientes (50).

Con base en lo anterior, surgió la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación entre los parámetros radiográficos del Ángulo Crítico Del Hombro, Índice Acromial e Índice de Pinzamiento Acromion-tuberosidad Mayor y la predicción de la lesión del manguito rotador en los pacientes postoperados de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023?

4. HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa:

Existe una relación positiva entre de la lesión del manguito rotador y los parámetros radiográficos en los pacientes postoperados de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.

Hipótesis Nula:

No existe relación significativa entre los parámetros radiográficos (Ángulo Crítico del Hombro, Índice Acromial e Índice de Pinzamiento Acromion-tuberosidad Mayor) y su predicción de la lesión del manguito rotador en los pacientes postoperados en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.

5. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la relación entre los parámetros radiográficos del IA, ATI y CSA y la lesión del manguito rotador en los pacientes postoperados de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.

Objetivos específicos

- Describir el IA en las radiografías prequirúrgicas en proyección AP del hombro lesionado en los pacientes postoperados de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.
- Describir el CSA en las radiografías prequirúrgicas en proyección AP de hombro lesionado en los pacientes postoperados de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.
- Describir el ATI en las radiografías prequirúrgicas la proyección AP de hombro lesionado en los pacientes postoperados de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.

6. SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se efectuó un estudio observacional, analítico, retrospectivo, transversal.

Población de estudio

Expedientes de pacientes de Ortopedia del Hospital General De Zona c/ MF No.2 Del Instituto Mexicano del Seguro Social del Estado de San Luis Potosí, de pacientes postoperados de lesión de manguito rotador con técnica abierta del periodo comprendido de marzo 2022 a diciembre 2023.

Tamaño de muestra

Dado que el estudio se basó en un censo de pacientes postoperados de lesiones del manguito rotador durante el periodo de marzo 2022 a diciembre 2023, se incluyeron todos los casos disponibles que cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión

- Expedientes de los pacientes postoperados por técnica abierta de manguito rotador en el HGZ c/MF No.2 S.L.P del periodo de marzo 2022 a diciembre 2023
- Contar con radiografía en proyección AP verdadera del hombro afectado en formato digital en la plataforma IMPAX.

Criterios de exclusión

- Expediente de pacientes postoperados de cirugía de hombro con patología no asociada a manguito rotador (Capsulitis adhesiva, artrosis glenohumeral,

artritis acromioclavicular, Cervicalgia, lesiones neurológicas y de plexo braquial, luxación glenohumeral).

- Expedientes de pacientes que contaban con cirugía previa de hombro
- Expedientes de pacientes postoperados por fractura de humero proximal
- Expedientes de pacientes operados de cirugía de manguito rotador por técnica artroscópica.

Variables

Nombre	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escalas de medición	Fuente
LESIÓN DE MANGUITO ROTADOR	Dependiente	Desgarro del manguito de los rotadores, completos e incompletos, dolorosos (22,34)	Con lesión Sin lesión	Cualitativa: Dicotomica Si No	Expediente
ÁNGULO CRÍTICO DEL HOMBRO	Independiente	La inclinación de la extensión lateral del acromion y la cavidad glenoidea (29,30,31)	> 35°	Cuantitativa: Discreta Grados de ángulo habiendo lesión a >35°	IMPAX
ÍNDICE ACROMIAL	Independiente	AG (distancia del borde anterior de la Glena al borde lateral del acromion) dividido entre GH (distancia del borde anterior de la glena al borde más externo del troquiter del humero) (32)	0.73	Cuantitativa: Continua Reportando lesión con un índice >0,73	IMPAX
ÍNDICE DE PINZAMIENTO DEL ACROMION-TUBEROSIDAD MAYOR	Independiente	Dividiendo la distancia desde el centro de rotación de la cabeza del húmero hasta a la tuberosidad mayor del húmero por la distancia desde el centro de rotación de la cabeza del húmero hasta la superficie inferior del acromion. (33)	<0.86	Cuantitativa: Continua Reportando lesión con un índice <0.86	IMPAX

Descripción general del estudio

Una vez revisado y aceptado el protocolo del cual emana esta investigación por el Comité Local de Ética e Investigación, se procedió a lo siguiente:

1.- Se realizó un censo de búsqueda con las intervenciones quirúrgicas de manguito rotador realizadas en el periodo de marzo 2022 a diciembre 2023.

2.- Se accedieron a las imágenes radiológicas de los casos y se realizaron las mediciones radiográficas del Índice Acromial, Índice De Pinzamiento Acromion-tuberosidad Mayor y Ángulo Crítico Del Hombro en el IMPAX.

3.- Se revisaron los expedientes de los pacientes intervenidos de manguito rotador en el periodo de marzo 2022 a diciembre 2023, en busca de reporte de los hallazgos en hoja postquirúrgica

4.- Toda la información antes mencionada se recabó en una hoja de recolección de datos (anexo1) y posteriormente transcrita a una base de datos electrónica para su resguardo y análisis.

7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Descripción de Datos:

- Se realizó en primer lugar un análisis descriptivo de las variables involucradas en el estudio. Esto incluyó el cálculo de medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar, rango) para los parámetros radiográficos (Índice Acromial, Índice de Pinzamiento Acromion-Tuberosidad Mayor y Ángulo Crítico del Hombro).
- La información es presentada en tablas y gráficos que muestren la distribución de los datos para facilitar la visualización de las características de la muestra.

Distribución de Datos:

- Se evaluó la normalidad de los datos utilizando pruebas como la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esto determinó el tipo de estadística descriptiva y si se aplicaron pruebas paramétricas o no paramétricas en el análisis posterior.

Correlación entre Variables:

- Si los datos tenían una distribución normal, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la relación entre los parámetros radiográficos y la predicción de la lesión del manguito rotador.
- Si los datos tenían distribución no normal, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman.

8. ASPECTOS ÉTICOS:

Este estudio consideró el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud (6 de enero de 1987, última reforma DOF 02-04-2014):

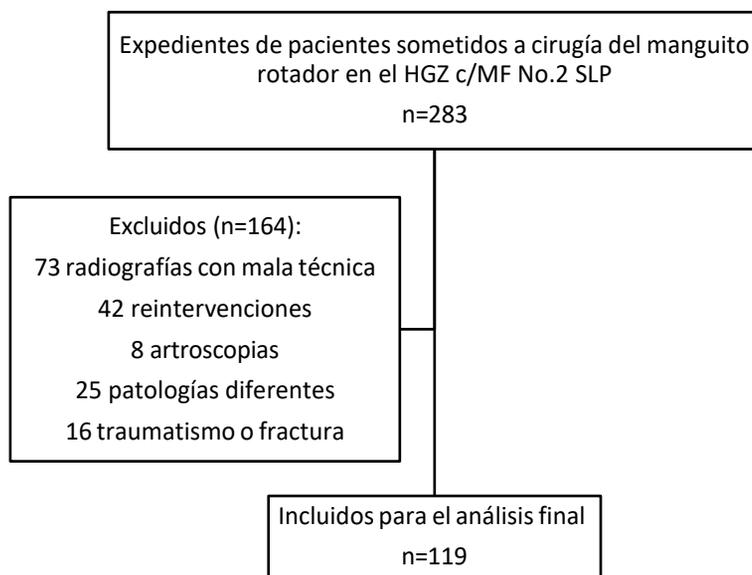
- **Título segundo**, de los aspectos éticos de investigación en seres humanos:
 - **Capítulo I** (Disposiciones comunes).
 - ✓ En lo que respecta al riesgo de la investigación (artículo 17), el presente estudio se clasifica en la siguiente categoría:
 - I- **Investigación sin riesgo**: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.
 - ✓ En cuanto a lo relacionado al consentimiento informado, el presente estudio consideró lo descrito en el artículo 23: En caso de investigaciones con riesgo mínimo, la Comisión de Ética, por razones justificadas, podrá autorizar que el consentimiento informado se obtenga sin formularse escrito, y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar al investigador la obtención del consentimiento informado. (ver anexo 2).
- **Título sexto**. De la Ejecución de la Investigación en las Instituciones de atención a la salud.
 - **Capítulo único**
 - ✓ La conducción de la investigación estuvo a cargo de un investigador principal (artículo 113), que desarrolló la investigación de conformidad con un protocolo (artículo 115), estando encargado de la dirección técnica del estudio y con las

atribuciones señaladas (artículo 116), siendo el quién seleccionó a los investigadores asociados (artículo 117), así como al personal técnico y de apoyo (artículo 118), teniendo la responsabilidad, al término de la ejecución de la investigación, de presentar al comité de investigación de la institución de atención a la salud un Informe técnico (artículo 119), pudiendo publicar informes parciales y finales del estudio (artículo 120).

9. RESULTADOS

Para el periodo de estudio se identificaron 283 expedientes, de los cuales 164 se excluyeron, dejando así la muestra final analizada integrada por 119 expedientes de pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador por técnica abierta en el HGZ c/MF No.2 S.L.P (Figura 4).

Figura 4. Flujoograma de selección de pacientes



De los 119 casos, el 62.2% (n=74) presentaba alguna lesión en el manguito rotador, de los cuales fueron en su mayoría lesiones parciales (40.3%, n=48), seguidas de lesiones masivas (17.6%, n=21) y lesiones completas (4.2%, n=5).

El Cuadro 1 muestra la comparativa de las determinaciones de IA, CSA y ATI en los pacientes entre los que presentaron cualquier tipo de lesión y ninguna lesión del manguito rotador, observándose que el IA fue significativamente mayor en los pacientes con lesión, y un ATI significativamente menor también en este grupo.

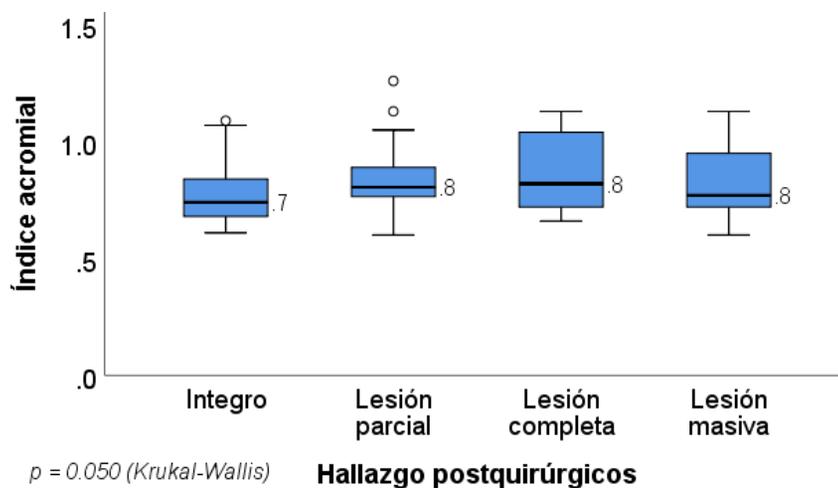
Cuadro 1. Comparativa de las determinaciones de IA, CSA y ATI en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP.

Medición	Con lesión		Sin lesión		p
	Mediana	Rango intercuartil	Mediana	Rango intercuartil	
IA	0.80	0.74 – 0.90	0.74	0.68 – 0.84	0.006*
CSA	35.7	32.9 – 38.6	35.1	33.1 – 38.3	0.848
ATI	0.87	0.85 – 0.91	0.93	0.89 – 0.97	<0.001*

* U de Mann-Whitney

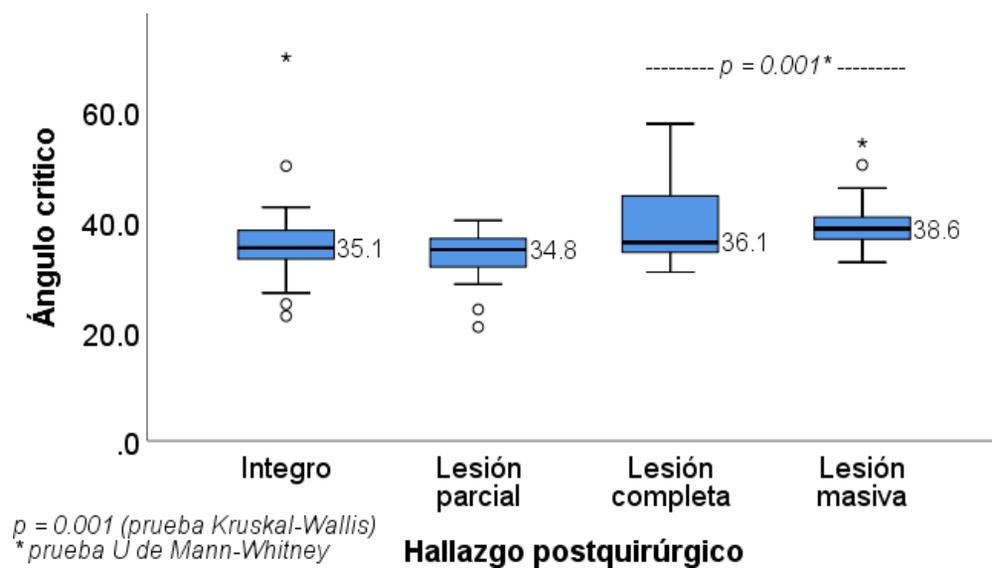
Al compararse las cifras de IA entre los diferentes grados de lesión, la mediana fue ligera pero significativamente inferior en el grupo sin lesión respecto a cualquier grado de lesión (Figura 5), obteniéndose así una correlación débil entre el IA y la lesión del manguito rotador (Rho de Spearman: 0.203, p=0.027).

Figura 5. Comparativa del IA entre los grados de lesión o sin lesión en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP.



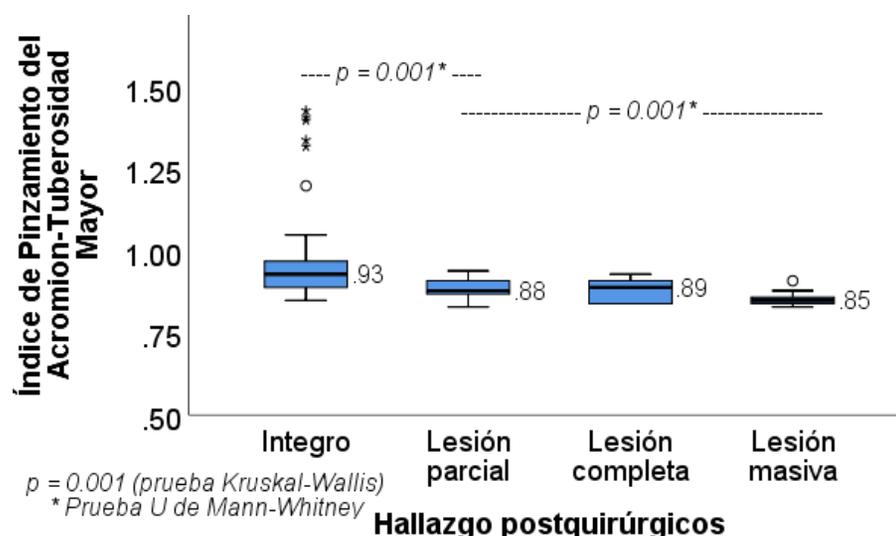
Las mediciones de IA también estuvieron significativamente influidas por la presencia y grado de la lesión del manguito rotador, siendo menor en los casos sin lesión o lesión parcial y mayor en los casos con lesión masiva (Figura 6) observándose incluso que la medición fue significativamente diferente superior en el caso de lesión masiva vs lesión completa. Sin embargo, la correlación en general fue baja (Rho de Spearman: 0.180, $p=0.050$).

Figura 6. Comparativa del CSA entre los grados de lesión o sin lesión en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP.



Las determinaciones del ATI fueron significativamente mayores en el grupo sin lesión respecto a los grupos con lesión, y dentro de estos únicamente fue estadísticamente significativamente la diferencia entre la lesión parcial vs masiva (Figura 7). Se identificó una fuerte correlación negativa entre el ATI y la ocurrencia y severidad de la lesión del manguito (Rho de Spearman: -0.636, $p=0.001$).

Figura 7. Comparativa del ATI entre los grados de lesión o sin lesión en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP.



El Cuadro 2 muestra la frecuencia de casos que presentaron IA, CSA y ATI por encima de los puntos de corte empleados en la literatura para predecir lesión del manguito, observándose que IA y ATI fueron los de mayor utilidad.

Cuadro 2. Comparativa de proporciones de casos por encima de los puntos de corte de IA, CSA y ATI en los pacientes sometidos a cirugía del manguito rotador, HGZ c/MF No. 2, SLP.

		Con lesión		Sin lesión		
Medición		n=	Porcentaje	n=	Porcentaje	p
IA	> 0.73	56	75.7%	24	53.3%	0.012*
	≤ 0.73	18	24.3%	21	46.7%	
CSA	> 35	41	55.4%	25	55.6%	0.987
	≤ 0.35	33	44.6%	20	44.4%	
ATI	< 0.87	19	25.7%	1	2.2%	0.001*
	≥ 0.87	55	74.3%	44	97.8%	

* prueba de chi-cuadrada

10. DISCUSIÓN

Dentro de los analizados y ahora presentados a quienes se estimaron los parámetros radiográficos (IA, ATI y CSA) hasta ahora descritos como de mayor utilidad para identificar la lesión del manguito rotador, observamos que el ATI fue el que tuvo la mayor correlación, siendo esta fuerte en sentido negativo, es decir, por cada unidad de cambio menor de ATI mayor es la probabilidad de una lesión con mayor severidad.

Liu et al., efectuaron un estudio similar al nuestro, encontrando los mismos resultados, en los que el ATI era el parámetro radiológico con mejor rendimiento pronóstico con la mayor área bajo la curva (AUC: 0.756), siendo 0.865 el mejor punto de corte con una sensibilidad y especificidad del 68.7% y 69.7%, respectivamente (30).

Thamyongkti, et al., también demostró que ATI fue superior al tener mayor AUC (0.748) que CSA (AUC: 0.678) e IA (AUC: 0.627) para predecir lesión del manguito rotador, estableciendo que el mejor punto de corte era >1 , con una sensibilidad del 53% y especificidad del 92%, aunque en este trabajo las mediciones fueron efectuadas con resonancias magnéticas (51).

En cuanto al CSA dentro de nuestros pacientes identificamos que las cifras fueron menores en los pacientes lesiones frente a los que presentaban alguna, y dentro de estos, se incrementaba el puntaje conforme la severidad de la lesión, aunque a pesar de ello la correlación fue muy débil. Al respecto, Liu et al., efectuaron un metaanálisis para valorar la correlación entre el CSA y la severidad de la lesión del manguito rotador, y de forma similar a nuestros resultados, se observó que el CSA tenía diferencias significativas en promedio de 2.73° (IC95%: 0.69 - 4.77, $p = 0.009$) más los pacientes con lesión de cualquier grado contra los pacientes sin lesiones del manguito rotador, y por cada unidad de CSA incrementada se aumentaba el riesgo 5.35 veces (IC95%: 2.02 - 14.15, $p = 0.0007$) de reoperación, por lo que se concluye que era una herramienta bastante útil para identificar los pacientes con lesión que van a ameritar una reintervención (52).

En la actualidad se considera que la RMI es la herramienta más costo/efectiva para la valoración de las lesiones del hombro debido a que permite una óptima visualización de los tejidos de la región y permite encaminar mejor las cirugías (53). No obstante, es una realidad que en países en vías de desarrollo como lo es México, la RMI es un estudio costoso y que no está disponible en todas las unidades de atención traumatológica, por lo que se continúan buscando alternativas igual de efectivas que permitan la detección oportuna de lesiones en hombro y el traumatólogo pueda efectuar una menor planeación quirúrgica.

Si bien el ultrasonido se ha planteado como una herramienta de bastante utilidad y que incluso puede ser aplicada en el punto de atención del paciente, además de un bajo costo, el hecho de tener poca reproducibilidad y ser operador-dependiente ha limitado su uso (54). Incluso también se ha planteado el uso de reconstrucciones tridimensionales de imágenes de tomografía computarizada para tener una mejor perspectiva de las estructuras anatómicas, aunque esto implica incrementar las dosis de radiación para el paciente y los costos también son superiores a los de una radiografía simple (55).

11. CONCLUSIONES

De los parámetros radiográficos analizados, el ATI fue el que mostró mejor correlación con las lesiones del manguito rotador, siendo una correlación fuerte negativa, es decir,

a menor ATI la lesión del manguito rotador identificada era más severa.

El IA fue el segundo parámetro con mejor correlación con las lesiones del manguito rotador, siendo una correlación débil, es decir, a mayor IA era más probable una lesión más severa de la región anatómica en cuestión.

12. LIMITACIONES Y NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación al ser de tipo retrospectivo tiene importantes limitaciones que deben ser consideradas al momento de leer e interpretar los resultados. El mayor sesgo por considerar es que nos basamos únicamente en los registros médicos existentes, por lo que no podemos asegurar completamente la veracidad de la información, esto particularmente es de importancia en el hecho que no tenemos la seguridad de que las lesiones del manguito rotador realmente fueran bien identificadas y clasificadas ya que estas no fueron presenciadas directamente por ninguno de los investigadores.

Deberán efectuarse investigaciones similares a esta, preferentemente a mayor escala, multicéntricas y prospectivas, con la finalidad de dar mayor robustez y validez a la información y poder emitir una recomendación debidamente fundamentada sobre el uso o no de los parámetros radiológicos para predecir lesiones del manguito rotador, considerando también potenciales variables confusoras como tiempo de la lesión, manejos previos o mecanismo de la lesión.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Ghasemi M, et al. The prevalence of rotator cuff tears in patients with shoulder pain: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(9):1906-1914.
2. Galasso O, de Gennaro F, Pavan A, et al. Radiographic parameters in the assessment of shoulder pathologies: A focus on rotator cuff tears. *Surg Technol Int.* 2022;40:217-225.
3. Kwon YW, Ryu J, Lee JH, et al. The critical shoulder angle and its relationship with rotator cuff tears: A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(4):747-754.
4. Bae K, Kim SH, Lee JH, et al. The acromial index as a predictive factor for rotator cuff tears: A case-control study. *Orthopedics.* 2020;43.
5. Lee S, et al. The role of radiographic measurements in predicting rotator cuff tears: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30.
6. González A, Ramos R, Martínez J. Radiographic predictors of rotator cuff tears in a Mexican population. *Rev Mex Ortop Traumatol.* 2022;36(2):89-95.
7. Pérez C, Martínez F. Correlation between acromial index and functional outcomes in rotator cuff disorders. *Cirugía Ortopédica y Traumatología.* 2023;37(1):47-53.
8. Hernández M, López A. Prevalence of rotator cuff tears in patients with varying radiographic parameters in San Luis Potosí. *Revista de Ciencias de la Salud.* 2023;8(1):15-22.

9. Netter, F. H. (2020). *Anatomía ortopédica* (3.^a ed.). Elsevier.
10. Ma CB, Feeley BT. Basic principles and operative management of the rotator cuff. En: Feeley BT, editor. *Rotator Cuff Surgery*. (Thorofare, NJ, Slack, 2012) p. 1-15.
11. Águila I, Córdova J, Medina O, Núñez D, Calvache C, Perez J, et al. Valor diagnóstico de un modelo de predicción clínico-radiográfico para rupturas completas del manguito de los rotadores por pinzamiento subacromial. *Acta Ortop Mex*. 2017; 31(3): 108-12.
12. Minagawa H, Yamamoto N, Abe H, Fukuda M, Seki N, Kikuchi K, et al. Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population: From mass-screening in one village. *J Orthop*. 2013;10(1):8-12.
13. Hsu, T.-H.; Lin, C.-L.; Wu, C.-W.; Chen, Y.-W.; Vitoonpong, T.; Lin, L.-C.; Huang, S.-W. Accuracy of Critical Shoulder Angle and Acromial Index for Predicting Supraspinatus Tendinopathy. *Diagnostics* 2022, 12, 283. https://doi.org/10.3390/diagnostics_12020283.
14. Obaid H., Connell D. Cell therapy in tendon disorders: What is the current evidence? *Am. J. Sports Med*. 2010;38:2123–2132.
15. Bhattacharyya R, Edwards K and Wallace AW. Does arthroscopic sub-acromial decompression really work for sub-acromial impingement syndrome: a cohort study. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 15: 324.
16. Heuberger PR, Plachel F, Willinger L, et al. Critical shoulder angle combined with age predict five shoulder pathologies: a retrospective analysis of 1000 cases. *BMC Musculoskelet Disord* 2017; 18(1): 259.

17. Balke M, Liem D, Greshake O, et al. Differences in acromial morphology of shoulders in patients with degenerative and traumatic supraspinatus tendon tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016; 24(7): 2200–2205.
18. Morelli KM, Martin BR, Charakla FH, et al. Acromion morphology and prevalence of rotator cuff tear: a systematic review and meta-analysis. *Clin Anat* 2019; 32(1): 122–130.
19. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Desgarro del manguito de los rotadores. En: *Comprehensive Orthopaedic Review*. USA: Lippincott; 2014. p. 951-960.
20. Silva Fernández L, Oton Sánchez T, Fernández Castro M, Andreu Sánchez JL. Maniobras exploratorias del hombro doloroso. *Semin Fund Esp Reumatol*. 2010;11(3):115-21.
21. Gismervik SØ, Drogset JO, Granviken F, Rø M, Leivseth G. Physical examination tests of the shoulder: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test performance. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Jan 25;18(1):41. doi: 10.1186/s12891-017-1400-0. PMID: 28122541; PMCID: PMC5267375.
22. Neer CS 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54:41-50.
23. Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med*. 1980;8:151–8.
24. Jobe FW, Moynes DR. Delineation of diagnostic criteria and a rehabilitation program for rotator cuff injuries. *Am J Sports Med*. 1982;10:336–9.

25. Ark HB, Yokota A, Gill HS, El Rassi G, McFarland EG. Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(7):1446-55.
26. Moor B.K., Bouaicha S., Rothenfluh D.A., Sukthankar A., Gerber C. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint? A radiological study of the critical shoulder angle. *Bone Jt. J.* 2013;95-B:935–941. doi: 10.1302/0301-620X.95B7.31028.
27. Moor B., Röthlisberger M., Müller D., Zumstein M., Bouaicha S., Ehlinger M., Gerber C. Age, trauma and the critical shoulder angle accurately predict supraspinatus tendon tears. *Surg. Res.* 2014;100:489–494. doi: 10.1016/j.otsr.2014.03.022.
28. Sheehan AJ, Sa D, Woolnough T, Cognetti DJ, Kay J, Burkhart SS. Does an increased critical shoulder angle affect re-tear rates and clinical outcomes following primary rotator cuff repair? A systematic review. *Arthroscopy.* 2019; 35(10): 2938-47.e1.
29. Nyffeler R.W., Werner C.M., Sukthankar A., Schmid M.R., Gerber C. Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears. *J. Bone Jt. Surg.* 2006;88:800–805. doi: 10.2106/JBJS.D.03042.
30. Liu HX, Xu XX, Xu DL, Hu YZ, Pan XY, Yu Z, Xu YJ. The acromion-greater tuberosity impingement index: A new radiographic measurement and its association with rotator cuff pathology. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2020 Jan-Apr;28(1):2309499020913348. doi: 10.1177/2309499020913348.
31. Tashjian RZ. Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears. *Clin Sports Med.* 2012;31(4):589-604.

32. Chambers M, Dhurairaj P, Joshi A, Koneru M, Gentile PM, Fedorka C. Differences in Risk Factors for Rotator Cuff Tears in Young Versus Old Individuals. *Cureus*. 2024 Jul 10;16(7):e64259. doi: 10.7759/cureus.64259. PMID: 39130961; PMCID: PMC11315362.
33. Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(1):116-20.
34. Giri A, O'Hanlon D, Jain NB. Risk factors for rotator cuff disease: A systematic review and meta-analysis of diabetes, hypertension, and hyperlipidemia. *Ann Phys Rehabil Med*. 2023 Feb;66(1):101631. doi: 10.1016/j.rehab.2022.101631. Epub 2022 Nov 30. PMID: 35257948; PMCID: PMC9974529.
35. Salvatore, G., Longo, U.G., Candela, V. *et al*. Epidemiology of rotator cuff surgery in Italy: regional variation in access to health care. Results from a 14-year nationwide registry. *Musculoskelet Surg* 104, 329–335 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s12306-019-00625-y>.
36. [Parikh, N., Martinez, D. J., Winner, I., Costa, L., Dia, D., & Trueman, P. \(2021\). Direct and indirect economic burden associated with rotator cuff tears and repairs in the US. *Current Medical Research and Opinion*, 37\(7\), 1199–1211. <https://doi.org/10.1080/03007995.2021.1918074>.](https://doi.org/10.1080/03007995.2021.1918074)
37. Pandey V, Jaap Willems W. Rotator cuff tear: A detailed update. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2015 Feb 11;2(1):1-14. doi: 10.1016/j.asmart.2014.11.003. PMID: 29264234; PMCID: PMC5730646.

38. Zoga AC, Kamel SI, Hynes JP, Kavanagh EC, O'Connor PJ, Forster BB. The evolving roles of MRI and ultrasound in first-line imaging of rotator cuff injuries. *AJR Am J Roentgenol.* 2021;217(6):1390-400.
39. Toh Y. Ultrasound Versus Magnetic Resonance Imaging as First-Line Imaging Strategies for Rotator Cuff Pathologies: A Comprehensive Analysis of Clinical Practices, Economic Efficiency, and Future Perspectives. *Cureus.* 2024 Apr 28;16(4):e59231. doi: 10.7759/cureus.59231. PMID: 38813323; PMCID: PMC11132969.
40. van der Kraats AM, Peeters NHC, Janssen ERC, Lambers Heerspink FO. Handheld Ultrasound Does not Replace Magnetic Resonance Imaging for Diagnosis of Rotator Cuff Tears. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2023 Mar 1;5(2):e381-e387. doi: 10.1016/j.asmr.2023.01.004. PMID: 37101874; PMCID: PMC10123419.
41. Evan H. Horowitz, William R. Aibinder, *Shoulder Impingement Syndrome, Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, Volume 34, Issue 2, 2023, Pages 311-334, ISSN 1047-9651, ISBN 9780323960601, <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2022.12.001>.*
42. Rockwood CA Jr, Matsen FA. *Rockwood and Matsen's The Shoulder.* 5th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2018.
43. Instituto Mexicano del Seguro Social. *Diagnóstico y tratamiento del síndrome de manguito rotador.* México: Instituto Mexicano del Seguro Social; 2013.
44. Smith, J. A., et al. (2020). "Prevalence and impact of rotator cuff injuries in the working population." *Journal of Orthopedic Research*, 38(5), 927-933.
45. Johnson, M. T., & Lee, A. R. (2021). "Work-related risk factors for rotator cuff injuries." *American Journal of Industrial Medicine*, 64(3), 217-224.

46. Garcia, F. R., et al. (2022). "Subacromial impingement: A review of the economic impact." *International Journal of Shoulder Surgery*, 16(1), 10-15.
47. Martínez, P., & Fernández, L. (2021). "Challenges in diagnosing rotator cuff injuries in low-resource settings." *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 479(4), 750-757.
48. Rojas, S., et al. (2023). "Ultrasound in the diagnosis of rotator cuff injuries: Limitations and benefits." *European Journal of Radiology*, 145, 110017.
49. Thompson, R. J., et al. (2022). "Diagnostic imaging for rotator cuff tears: A review of current practices." *Orthopedics Today*, 33(8), 54-60.
50. Hernández, J., & López, M. (2020). "Consequences of delayed diagnosis in rotator cuff injuries." *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 29(10), 2034-2040.
51. Thamyongkit S, Kupniratsaikul S, Numkarunarunrote N, Vivatsrikul P, Kongrukreatiyos K. Correlation between shoulder radiographic parameters and supraspinatus tendon tear : acromio-tuberosity index (ATI) and acromio-tuberosity difference (ATD). *Acta Orthop Belg*. 2020; 86 (Suppl 2): 102-8.
52. Liu T, Zhang M, Yang Z, Zhang B, Jiang J, Yun X. Does the critical shoulder angle influence retear and functional outcome after arthroscopic rotator cuff repair? A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023 May;143(5):2653-2663. doi: 10.1007/s00402-022-04640-w.
53. Gyftopoulos S, Conroy J, Koo J, Jones M, Miniaci A, Subhas N. Imaging of Patients Suspected of SLAP Tear: A Cost-Effectiveness Study. *AJR Am J Roentgenol*. 2022;218(2):227-233. doi: 10.2214/AJR.21.26420.

54. Strakowski JA, Visco CJ. Diagnostic and therapeutic musculoskeletal ultrasound applications of the shoulder. *Muscle Nerve*. 2019;60(1):1-6. doi: 10.1002/mus.26505.
55. Brandariz R, Charbonnier C, Culebras Almeida A, Lädermann A, Cunningham G. The role of bone morphology of the greater tuberosity and lateral acromion on subacromial space during scaption: a three-dimensional dynamic simulation analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023;24(1):888. doi: 10.1186/s12891-023-06957-y.

Anexo 2. Carta de consentimiento informado

Anexo 3. Carta de no inconveniente

Anexo 4. Carta de confidencialidad

Anexo 5. Dictamen Bioética