



**Universidad del
Rosario**

**Evaluación de Lesiones del Tendón Subescapular en Resonancia Magnética:
Comparación entre Abordaje Sistemático y Convencional en Evaluadores con
Diferentes Niveles de Experiencia**

Autores

Joseph Nicolas Sabbag Chalela

Paola Carolina Ortiz Buitrago

Director y Tutor

Jorge Luis Rojas Liévano

Trabajo presentado como requisito para optar por el título de ortopedista

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Ortopedia y Traumatología

Universidad del Rosario

Bogotá - Colombia

Año 2024

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad del Rosario

Dependencia: Facultad de medicina

Título de la investigación: Evaluación de Lesiones del Tendón Subescapular en Resonancia Magnética: Comparación entre Abordaje Sistemático y Convencional en Evaluadores con Diferentes Niveles de Experiencia

Instituciones participantes: Fundación Santa Fe de Bogotá

Tipo de investigación:

Prueba diagnóstica

Investigador principal:

Jorge Luis Rojas Lievano

Investigadores asociados:

Juan Carlos González Gómez

Andrés Mauricio Jiménez Vigna

Asesor clínico o temático:

Dr. Jorge Luis Rojas Lievano

Asesor metodológico:

Dra Ana Maria Barragan Gonzalez

Tabla de Contenido

Tabla de contenido

1) Introducción	5
1.1) <i>Planteamiento del Problema</i>	5
1.2) <i>Justificación</i>	7
2) Marco Teórico	8
3) Pregunta de Investigación	13
4) Objetivos	15
4.1) <i>Objetivo General</i>	15
4.2) <i>Objetivos Específicos</i>	15
5) Formulación de hipótesis	16
5.1) <i>Hipótesis principal</i>	16
5.2) <i>Hipótesis secundarias</i>	16
6) Metodología	18
6.1) <i>Tipo y diseño de estudio</i>	18
6.2) <i>Población y muestra</i>	19
6.3) <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	20
6.4) <i>Tamaño de muestra</i>	21
6.5) <i>Muestreo</i>	22
6.6) <i>Definición y operacionalización de las variables</i>	23
6.7) <i>Técnicas, procedimientos e instrumentos para recolección de datos</i>	31
6.8) <i>Plan de análisis de datos</i>	33
6.9) <i>Análisis Estadístico</i>	33
6.10) <i>Control de sesgos</i>	35
6.11) <i>Alcances y límites de la investigación</i>	39
7) Aspectos éticos	41
8) Administración del proyecto	42
8.1) <i>Presupuesto</i>	42
8.2) <i>Cronograma</i>	44
9) Resultados	46
9.1) <i>Características demográficas de la población estudiada</i>	46
9.2) <i>Evaluación de Sensibilidad, especificidad, AUC y likelihood Ratios</i>	46
9.3) <i>Comparación de promedios y diferencias entre métodos de evaluación</i>	50
9.4) <i>Resultados promediados</i>	50

9.5) <i>Análisis de concordancia Inter observador</i>	55
10) Discusión	56
11) Conclusión	64
12) Referencias	65
13) Anexos	69

1) Introducción

❖ 1.1 Planteamiento del problema

El manguito rotador, una estructura músculo-tendinosa esencial para los movimientos y la estabilidad del hombro, está formado por los tendones supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular. Este último, siendo el más grande del grupo, juega un papel crucial como estabilizador estático y dinámico del hombro (1). Su relevancia se ha acrecentado en los estudios recientes debido a su impacto directo en funciones cotidianas del paciente, tales como la higiene personal y el vestir.

Un porcentaje significativo de lesiones del manguito rotador incide directamente en el tendón subescapular, con estudios que reportan una prevalencia de entre un 27% y un 43% en pacientes sometidos a artroscopias de hombro (2). La falta de un diagnóstico y tratamiento oportuno de estas lesiones no solo puede afectar la biomecánica normal del hombro, sino que también se especula que pueda afectar la reparación de desgarros concurrentes en otras zonas como el supraespinoso y el manguito rotador posterosuperior (3).

El desafío se presenta en la etapa preoperatoria, donde tanto las maniobras de examen físico como las imágenes preoperatorias enfrentan limitaciones para evaluar adecuadamente el estado del tendón subescapular, complicado aún más por factores anatómicos como la inserción del tendón y su cercanía a la polea del bíceps (4, 5). Los resultados obtenidos mediante resonancia magnética para estas lesiones ofrecen una variabilidad considerable, con sensibilidades reportadas que oscilan entre el 36% y el 82% (6). Adams et al., utilizando un abordaje no sistemático en resonancias magnéticas, registraron una sensibilidad del 36%, especificidad del 100%, valores predictivos positivo y negativo del 100% y 62% respectivamente, y una precisión global del 69% (7).

Para mejorar estos resultados, se ha sugerido la implementación de estrategias diversas, incluyendo el uso de abordajes sistemáticos y secuencias especiales en la resonancia magnética (7–9). Dado que la aplicación de secuencias especiales implica una logística más compleja, la adopción de un enfoque sistemático que facilite a los observadores el diagnóstico preciso de lesiones en el subescapular resulta prometedora.

El método sistemático propuesto por Adams et al., que incluye una evaluación secuencial de cuatro criterios específicos (7, 8), ofrece una herramienta valiosa:

1. Identificación de la lesión del subescapular en cortes axiales.
2. Detección de la subluxación de la porción larga del bíceps en cortes axiales.
3. Evaluación de la atrofia del subescapular en imágenes sagitales.
4. Identificación de lesiones del subescapular en la tuberosidad menor en imágenes sagitales.

Si se identifican dos o más de estos criterios, el paciente se clasifica como poseedor de un desgarro del tendón subescapular.

En su estudio, Adams y colaboradores incluyeron a 202 pacientes, a quienes se les realizó una resonancia magnética en un período máximo de seis meses previo al procedimiento quirúrgico. Utilizando este abordaje sistemático y con la evaluación de cirujanos ortopedistas, informaron de una sensibilidad del 73%, una especificidad del 94%, y valores predictivos positivo y negativo del 90% y 84% respectivamente, logrando una precisión del 86%. Estas cifras evidencian una mejora significativa en la precisión diagnóstica de las lesiones del subescapular a través de la resonancia magnética, en comparación con estudios anteriores (1).

❖ 1.2 Justificación

La justificación del estudio se enfoca en investigar la eficacia de un abordaje sistemático propuesto por Adams et al. para mejorar el diagnóstico preoperatorio de lesiones del tendón subescapular mediante resonancias magnéticas. La singularidad y relevancia de este estudio reside en la inclusión de una diversidad de observadores con diferentes niveles de experiencia en el diagnóstico por imágenes, abarcando desde radiólogos especializados en musculoesqueléticos hasta residentes en ortopedia. Este enfoque permite una evaluación integral de la aplicabilidad y efectividad del método en distintos contextos clínicos y formativos.

El propósito es determinar si la precisión diagnóstica de lesiones del subescapular depende significativamente del nivel de experiencia del evaluador. Esto no solo busca validar la eficacia del método propuesto por Adams et al., sino también comprender cómo la experiencia y formación afectan la habilidad diagnóstica en este ámbito. La investigación apunta a mejorar las estrategias de formación y capacitación en la identificación de lesiones del manguito rotador, particularmente del subescapular.

Al demostrar si el abordaje sistemático mejora la detección de estas lesiones independientemente de la experiencia del observador, el estudio podría respaldar su implementación más amplia en la práctica clínica. Este conocimiento es crucial para establecer diagnósticos más precisos y oportunos, mejorando el manejo y los resultados en pacientes con lesiones del manguito rotador. Además, se busca reducir los diagnósticos erróneos o tardíos que podrían afectar negativamente la calidad del tratamiento y los desenlaces clínicos. La implementación de este nuevo esquema de evaluación busca asegurar que pacientes con roturas únicas del tendón subescapular sean adecuadamente diagnosticados y tratados de forma oportuna y eficaz.

2) Marco teórico

Las lesiones del manguito rotador, especialmente las del tendón del subescapular son más frecuentes de lo que se reporta en las imágenes por medio de resonancia magnética. Es por esto, que la realización de artroscopia permite diagnósticas las lesiones del subescapular, debido a que permite la visualización de la superficie articular, de manera que por medio de esta se puede conocer la prevalencia. Esta última, se reporta en los estudios como 49-59% en las personas llevadas a artroscopias por lesiones del manguito rotador, sin embargo, las lesiones únicas del subescapular se presentan solamente en el 10% y se relacionan a otras lesiones como rupturas del bíceps, especialmente de su porción larga (1)

Para la identificación de las lesiones del tendón del subescapular existen diferentes estrategias diagnósticas como la ubicación del dolor, movilidad, teniendo en cuenta diferentes pruebas específicas dentro de las cuales se encuentran:

- Prueba de Despegue: desde posición en rotación interna del hombro, se posiciona la mano en la región lumbar y se impide el despegue de la mano, aumentando la rotación interna (1)
- Belly Press: Iniciando en posición de rotación interna del hombro sobre el abdomen, se mantiene el codo anterior, se solicita al paciente la presión de la mano sobre el abdomen, evitando el movimiento posterior del codo (1)
- Abrazo del Oso: Posicionando la mano contralateral sobre el hombro que se examina, con el codo anterior en el plano coronal, se levanta la mano del hombro examinado mientras el paciente resiste movimiento de rotación (1)

Al analizar el rendimiento de las diferentes pruebas utilizadas para el diagnóstico, la sensibilidad en conjunto se ha reportado del 80%, siendo la prueba del abrazo de oso la

más sensible, sin embargo, cada una de las pruebas evalúa diferentes porciones del tendón. (10)

Adicionalmente, el examen clínico se complementa, con la valoración imagenológica. Por una parte, la radiología convencional de hombro permite identificar signos indirectos de lesiones como la presencia de quistes. Por otro lado, en la resonancia magnética en sus distintas secuencias se observan las lesiones del tendón, por ejemplo, en secuencias T2 se visualizan las rupturas del punto de inserción, la disminución del intervalo coracohumeral o las alteraciones morfológicas o espaciales de los tendones del bíceps. En estudios como el de Tung et al., la prevalencia de lesiones del subescapular se reporta como 31% (11)

No obstante, el diagnóstico de lesiones del tendón del subescapular mediante la resonancia magnética es inferior a la identificación de lesiones de los demás componentes del manguito rotador, se ha descrito una sensibilidad de 36%, especificidad de 100%, valor predictivo positivo 100% y negativo del 62% para la identificación de lesiones del subescapular (1,7,12). Con el uso de medios de contraste intraarticulares, se presenta sensibilidad del 91% y especificidad del 86%, según lo reportado por Pfirmann et al (13)

Sin embargo, los resultados son variables respecto a la precisión de la resonancia para el diagnóstico de esta patología. Malavolta et al, revisaron 14 artículos (1858 hombros) comparan el rendimiento de la resonancia magnética con la artroscopia, donde identifican sensibilidad de 0.68 (95% CI 0.64-0.72) y especificidad de 0.90 (95% CI 0.89-0.92) para lesiones del subescapular, con una sensibilidad para lesiones completas del 0.93 (95% CI 0.83-0.98) y para lesiones parciales del 0.74 (95% CI 0.66-0.82) con una especificidad para lesiones completas de 0.97 (95% CI 0.94-

0.98) y para lesiones parciales de 0.88 (95% CI 0.85-0.91) (6)

Valoración sistemática de la resonancia

Se ha sugerido en publicaciones el uso de una valoración sistemática de la lesión para mejorar la sensibilidad de la resonancia magnética. En la publicación de Adams et al, se propone el siguiente esquema para la evaluación en 4 pasos:

1. Presencia o ausencia de lesión del subescapular en corte axial.
2. Subluxación de porción larga del bíceps en corte axial.
3. Atrofia subescapular en imágenes sagitales.
4. Lesión del subescapular en tuberosidad menor en imagen sagital.

Se evaluaron 202 pacientes, con resonancia realizada menos de 6 meses previo a el procedimiento quirúrgico reparación de manguito rotador por artroscopia. De estos participantes, 82 presentaron lesiones del subescapular confirmadas por artroscopia las cuales fueron identificadas correctamente por el cirujano en el preoperatorio el 73% de las lesiones y diagnosticaron correctamente sin lesiones del subescapular a el 94% de los pacientes, encontrando una sensibilidad del 73%, especificidad del 94%, valor predictivo positivo 90% y negativo 84% con una precisión del 86% (7,8,14). Al utilizar este abordaje, se aumentó el diagnóstico de rupturas del subescapular en más del 50%. Por lo anterior, se sugiere la valoración sistemática en resonancia magnética del tendón del subescapular usando los pasos propuestos por Adams et al. para así mejorar la sensibilidad y especificidad en la identificación de lesiones del subescapular (7,8,14).

La resonancia magnética es una herramienta imagenológica utilizada para la evaluación preoperatoria de las patologías del manguito rotador, debido a su visualización multiplanar y resolución para tejidos blandos. Este estudio nos puede suministrar información sobre la dimensión y profundidad de la ruptura y la retracción de los tendones, orientándonos en las posibles opciones de tratamiento. Por otro lado, la atrofia muscular, la degeneración grasa y el pinzamiento coracoacromial pueden ser evidenciados mediante las imágenes de una resonancia magnética, información importante para orientar a los ortopedistas con respecto al pronóstico. Sin embargo, la resonancia magnética tiene ciertas limitaciones como la baja accesibilidad. Además, existen problemas técnicos al realizar la resonancia magnética que pueden afectar su interpretación y diagnóstico. Algunas técnicas utilizadas para mejorar la calidad de las imágenes en la resonancia son:

- Técnicas utilizadas para reducir los artefactos de movimiento
- Unidades de alta intensidad de campo que facilitan la interpretación de los desgarros del tendón del supraespinoso de espesor total y los desgarros del labrum.

Debido a los costos y limitaciones de tiempo no siempre es posible obtener todas las técnicas y parámetros mencionados. Adicionalmente, existen ciertas contraindicaciones en pacientes con implantes metálicos, marcapasos y claustrofóbicos, siendo esta última una limitación más no una contraindicación absoluta.

Actualmente la artroscopia es considerada el patrón de oro para el diagnóstico de las patologías del hombro. Sin embargo, esta técnica es invasiva, requiere de anestesia y tiene un riesgo menor de presentar complicaciones como infección, lesión del plexo braquial y otras complicaciones asociadas a la anestesia (14).

Clasificación

Se clasifica según el grado de compromiso céfalo caudal desde lesión parcial hasta completa con retracción como lo describe Lafosse et al (15).

1. Lesión parcial tercio superior.
2. Lesión completa del tercio superior.
3. Lesión completa del $\frac{2}{3}$ superiores, limitando retracción del tendón.
4. Lesión completa del tendón con retracción hasta glenoides, con atrofia grasa <3 y cabeza humeral centrada.
5. Lesión completa del tendón con retracción hasta glenoides, con atrofia grasa > 3 y cabeza humeral excéntrica.

Además, se clasifican las características de la ruptura y se asocian con los desenlaces clínicos, se relaciona el grado de retracción, la presencia y el grado de atrofia e infiltración con los desenlaces clínicos de la reparación de la ruptura del tendón.

Así como la atrofia del supraespinoso se puede describir con la clasificación de Zanetti o Thomazeau, Seppel et al (16), reportan la caracterización de la atrofia del subescapular en lesiones aisladas del subescapular, describe patrones de atrofia muscular representado por la relación del área transversal la cual es una herramienta reproducible para cuantificar la atrofia del subescapular, proponen la clasificación:

Leve Estadio I : Reducción de la relación del área transversal del subescapular menor a 0.4.

Moderado Estadio II : Reducción de la relación del área transversal del subescapular menor a 0.35.

Severo- Estadio III : Reducción de la relación del área transversal del subescapular menor a 0.3.

Estudios posteriores podrán establecer relación entre la magnitud de la atrofia según la clasificación descrita y desenlaces clínicos (16)

Es importante en las diferentes publicaciones tener en cuenta la metodología de medición de lesiones en resonancia de hombro, así como el protocolo imagenológico utilizado, de igual forma se debe estandarizar el proceso de medición artroscópica logrando así una mejor correlación y más reproducibilidad en los resultados de las mediciones inmunológicas y directas en procedimiento quirúrgico.

3) Pregunta de investigación

¿Cómo se compara la precisión diagnóstica de dos metodologías — sistemática y no sistemática — empleadas en resonancias magnéticas para la identificación de lesiones del tendón del subescapular, con respecto a los hallazgos obtenidos mediante artroscopia en pacientes tratados en el Centro de Cuidado Clínico de Manguito Rotador de la Fundación Santa Fe de Bogotá, quienes se sometieron a cirugía artroscópica del manguito rotador entre mayo de 2017 y abril de 2021?

4) Objetivos

❖ 4.1 *Objetivo general*

Evaluar y comparar la precisión diagnóstica de dos abordajes de evaluación de resonancia magnética — convencional y sistemático — para la identificación de lesiones del tendón subescapular, correlacionándolos con los hallazgos intraoperatorios artroscópicos, considerados como el estándar de oro.

❖ 4.2 *Objetivos específicos*

1. Caracterizar demográfica y clínicamente a los pacientes diagnosticados con lesiones del tendón del subescapular en la Fundación Santa Fe de Bogotá entre mayo de 2017 y abril de 2021.
2. Establecer la prevalencia de lesiones del subescapular detectadas durante procedimientos artroscópicos en la población de estudio.
3. Comparar la precisión diagnóstica (incluyendo sensibilidad, especificidad, *Area bajo la curva ROC (AUC)* y Likelihood ratios) de la resonancia magnética utilizando abordajes sistemático y no sistemático para la detección de lesiones del subescapular, examinando además la influencia del nivel de experiencia de los evaluadores.
4. Evaluar y comparar el grado de acuerdo interobservador en la detección de lesiones del subescapular mediante la resonancia magnética, usando tanto el abordaje estándar como el sistemático, considerando globalmente y según el nivel de experiencia de los evaluadores.

5) Formulación de hipótesis

❖ 5.1 Hipótesis Principal

Hipótesis Nula (H0): No hay diferencia significativa en la precisión diagnóstica (sensibilidad, especificidad, y porcentaje de casos correctamente clasificados) entre el abordaje sistemático y no sistemático de la resonancia magnética para la detección de lesiones del tendón subescapular, comparados con los hallazgos intraoperatorios por artroscopia.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe una diferencia significativa en la precisión diagnóstica entre el abordaje sistemático y no sistemático de la resonancia magnética en la detección de lesiones del tendón subescapular, comparados con los hallazgos intraoperatorios por artroscopia.

❖ 5.2 Hipótesis Secundarias

Hipótesis Nula (H0): No hay diferencia significativa en el grado de acuerdo entre observadores utilizando evaluaciones de resonancia magnética estándar y sistemática para detectar y clasificar lesiones del tendón subescapular.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe una diferencia significativa en el acuerdo interobservador al emplear métodos de evaluación de resonancia magnética estándar y sistemática en la detección y clasificación de las lesiones del tendón subescapular.

Hipótesis Nula (H0): La precisión diagnóstica de las lesiones del tendón subescapular mediante resonancia magnética no varía significativamente según el nivel de experiencia de los evaluadores.

Hipótesis Alternativa (H1): La precisión diagnóstica de las lesiones del tendón subescapular identificadas mediante resonancia magnética varía significativamente en función del nivel de experiencia de los evaluadores.

Estas hipótesis fueron formuladas para ser probadas mediante análisis estadístico, comparando los resultados de precisión diagnóstica (sensibilidad, especificidad, valor predictivo, entre otros) y el grado de acuerdo entre observadores, entre los distintos métodos de evaluación y niveles de experiencia de los evaluadores.

6) Metodología

❖ 6.1 Tipo y diseño de estudio

Este estudio se define como un análisis observacional de pruebas diagnósticas, con un enfoque en la precisión diagnóstica para detectar lesiones del tendón subescapular mediante resonancia magnética. Dos métodos de evaluación se pusieron a prueba: un abordaje convencional y un abordaje sistemático propuesto por Adams et al., siendo comparados con los hallazgos artroscópicos, que representan el estándar de oro. Los sujetos de estudio fueron seleccionados de la base de datos del Centro de Cuidado Clínico (CCC) de Manguito Rotador de la Fundación Santa Fe de Bogotá, abarcando desde enero de 2017 hasta abril de 2021.

Las imágenes de resonancia magnética se analizaron usando secuencias oblicuas coronales, axiales y sagitales ponderadas en T2, y secuencias oblicuas sagitales ponderadas en T1. Los evaluadores incluyeron a dos radiólogos con formación avanzada en musculoesquelético (alta experiencia), dos cirujanos de hombro y codo con menos de un año de experiencia (experiencia intermedia), y dos residentes de ortopedia (baja experiencia). Se tomó especial cuidado en garantizar que ninguno de los evaluadores estuviera involucrado en el tratamiento o cuidado de los pacientes incluidos en el estudio, para minimizar el sesgo. También se les instruyó para que no revisaran las historias clínicas de los pacientes durante el estudio.

El estudio se dividió en dos fases distintas, con un lapso de al menos ocho semanas entre ellas:

1. **Primera Etapa (evaluación convencional):** Los observadores evaluaron la presencia o ausencia de lesiones del subescapular y su clasificación según Lafosse et al., utilizando sus métodos habituales de evaluación. Esta fase permitió recopilar información valiosa sobre la diversidad en la aplicación de técnicas

diagnósticas, influenciada por la formación y experiencia previas de cada evaluador.

2. **Segunda Etapa (evaluación sistemática):** Ocho semanas posterior a la primera evaluación y luego de un taller formativo acerca del método sistemático de Adams et al. (Anexo 1), los evaluadores repitieron la revisión de los mismos casos, presentados en un orden aleatorio, utilizando este nuevo abordaje. Dicho método consistió en la evaluación de cuatro criterios específicos en las imágenes de resonancia magnética, donde se consideró un desgarro del tendón subescapular si se identificaban dos o más criterios.

La recopilación de los datos se efectuó a través de Google Forms, enfocándose en el diagnóstico y clasificación de severidad de las lesiones del subescapular (Anexo 2), y posteriormente se transfirió al sistema RedCap para su análisis. La estructura de este estudio fue diseñada para asegurar la objetividad y la exactitud en la evaluación diagnóstica de las lesiones del tendón subescapular, destacando el impacto de las diferentes metodologías y niveles de experiencia en la interpretación de las resonancias magnéticas.

❖ 6.2 Población y muestra

Población Diana:

La población diana para este estudio consiste en todos los pacientes que sufren de posibles lesiones del tendón subescapular. Esta población incluye a individuos de diversas edades y perfiles clínicos, presentando síntomas o signos sugestivos de lesión del manguito rotador, específicamente en el área del subescapular.

Población Accesible:

La población accesible comprende a los pacientes atendidos en el Centro de Cuidado Clínico (CCC) de Manguito Rotador de la Fundación Santa Fe de Bogotá, dentro del período de enero de 2017 a abril de 2021. Esta selección incluye no solo a pacientes con lesiones confirmadas o sospechadas del tendón subescapular, sino también a aquellos cuyos diagnósticos finales no indicaron lesión en este tendón. La inclusión de pacientes tanto con lesiones como sin ellas del subescapular permite un espectro completo y representativo de casos. Este rango amplio y diversificado de pacientes, que han sido sometidos a resonancias magnéticas y procedimientos quirúrgicos, ofrece una valiosa oportunidad para evaluar la precisión diagnóstica en distintos escenarios clínicos. La disponibilidad de información detallada, incluyendo registros clínicos, imágenes de resonancia magnética y hallazgos artroscópicos, facilita una evaluación exhaustiva y minuciosa de cada caso, garantizando así un análisis completo y preciso del diagnóstico y clasificación de las lesiones del subescapular.

Población Elegible:

La población elegible incluye aquellos pacientes de la población accesible que cumplan con criterios específicos de elegibilidad que se presentan a continuación.

❖ *6.3 Criterios de inclusión y exclusión*

Criterios de Inclusión:

- Se incluyeron pacientes que eran mayores de 18 años al momento del diagnóstico de rotura del manguito rotador, los cuales fueron sometidos a reparación artroscópica o abierta del mismo, registrados entre enero de 2017 y abril de 2021 en la base de datos del Centro de Cuidado Clínico de Manguito Rotador de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

- Era necesario que los registros contaran con detalles sobre la condición intraoperatoria del tendón del subescapular y que el intervalo entre la realización de la resonancia magnética y la cirugía fuera igual o inferior a 6 meses.
- Solo se incluyeron aquellos pacientes que se sometieron a la resonancia magnética en la Fundación Santa Fe de Bogotá.

Criterios de Exclusión:

- Fueron excluidos los pacientes cuyas resonancias magnéticas se realizaron fuera de la Fundación Santa Fe de Bogotá, así como aquellos con un diagnóstico de rotura traumática del manguito rotador.
- También se excluyeron a pacientes con antecedentes de cirugía previa en el manguito rotador ipsilateral o que contaban con material de osteosíntesis que podía interferir en la evaluación de las lesiones en las imágenes.
- Los pacientes diagnosticados con tendinitis calcificada también quedaron excluidos del estudio.

❖ *6.4 Tamaño de muestra*

Para calcular el tamaño de muestra de este estudio, se aplicaron las directrices propuestas por Flauhalt et al. (17) en relación con la determinación del tamaño de muestra para estudios de evaluación de pruebas diagnósticas binarias. La estimación de la sensibilidad y especificidad, junto con el límite inferior del intervalo de confianza para estos parámetros, se basó en los datos reportados por Adams et al. en su propuesta del abordaje sistemático que se examina en este estudio.

Concretamente, con una sensibilidad esperada del 90% y un límite inferior del intervalo de confianza del 95% fijado en 70%, la cantidad aproximada de casos con roturas del

subescapular necesaria para la investigación fue de 41. En cuanto a la especificidad, se esperaba un valor del 98% y un límite inferior del intervalo de confianza del 95% de 85%, requiriéndose aproximadamente 50 controles sin roturas del subescapular. Por ende, se estimó un total de 91 participantes para el estudio, distribuidos en 41 casos y 50 controles.

❖ *6.5 Muestreo*

Este estudio siguió una metodología inclusiva, donde se tomaron en cuenta todos los pacientes de la cohorte del estudio que satisfacían los criterios de elegibilidad previamente establecidos. Esta decisión se basó en la necesidad de garantizar una representación integral y precisa de la población de estudio, evitando cualquier sesgo de selección y asegurando que la muestra reflejara adecuadamente la diversidad y complejidad de los casos reales de lesiones del tendón subescapular.

❖ 6.6 Definición y operacionalización de variables

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
Variables Demográficas				
Sexo	Sexo biológico	Cualitativa	nominal	0. Hombre 1. Mujer
Edad	Tiempo en años desde el nacimiento hasta el momento de la recolección de datos	Cuantitativa	continua	pos números enteros itivos
Dominancia	Preferencia o predominio de un uso de el miembro superior sobre otro	Cualitativa	Nominal	0. Derecho 1. Izquierdo 2. Ambidiestro
Comorbilidades	Presencia de condiciones medicas adicionales a la	Cualitativa	Nominal	0. Ninguna 1. Hipertensión arterial Diabetes 2.

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
	patología principal			3. Obesidad 4. Otra
Etiología	Causa u origen de la lesión del subescapular	Cualitativa	Nominal	0. Degenerativa 1. Traumática
Lado operado	Miembro superior sobre el cual se realizó la intervención quirúrgica	Cualitativa	Nominal	0. Izquierdo 1. Derecho

Variables de medición imagenológica convencional				
Lesión subescapular en evaluación convencional del evaluador #1	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la primera evaluación del evaluador # 1	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No
Clasificación Lafosse en evaluación convencional del evaluador #1	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación convencional del evaluador #1	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Lesión subescapular en	Indica si hay lesión del	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
evaluación convencional del evaluador #2	tendón del subescapular según la primera evaluación del evaluador # 2			
Clasificación Lafosse en evaluación convencional del evaluador #2	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación convencional del evaluador #2	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

Lesión subescapular evaluación convencional evaluador #3	del Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la primera evaluación del evaluador # 3	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No
Clasificación Lafosse evaluación convencional evaluador #3	de Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación convencional del evaluador #3	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
Lesión subescapular evaluación convencional evaluador #4	del Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la primera evaluación del evaluador # 4	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No
Clasificación Lafosse evaluación convencional evaluador #4	de Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación convencional del evaluador #4	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

Lesión subescapular evaluación convencional evaluador #5	del Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la primera evaluación del evaluador # 5	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No
Clasificación Lafosse evaluación convencional evaluador # 5	de Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación convencional del evaluador #5	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
Lesión subescapular evaluación convencional evaluador #6	del Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la primera evaluación del evaluador # 6	Cualitativa	Nominal	0.Si 1.No
Clasificación Lafosse evaluación convencional evaluador #6	de Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación convencional del evaluador #6	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Variables de medición imagenológica Sistemática				

Lesión subescapular en evaluación Sistemática del evaluador #1	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la segunda evaluación del evaluador # 1	Cualitativa	Nominal	
Clasificación de Lafosse en evaluación sistemática evaluador #1	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación sistemática del evaluador #1	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
Lesión del subescapular en evaluación Sistemática del evaluador #2	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la segunda evaluación del evaluador # 2	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No
Clasificación de Lafosse en evaluación sistemática evaluador #2	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación sistemática del evaluador #2	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Lesión del subescapular en evaluación Sistemática del evaluador #3	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la segunda evaluación del evaluador # 3	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No

Clasificación de Lafosse en evaluación sistemática evaluador #3	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación sistemática del evaluador #3	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Lesión del subescapular en	Indica si hay lesión del tendón	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
evaluación Sistemática del evaluador #4	del subescapular según la segunda evaluación del evaluador # 4			
Clasificación de Lafosse en evaluación sistemática evaluador #4	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación sistemática del evaluador #4	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Lesión del subescapular en evaluación Sistemática del evaluador #5	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la segunda evaluación del evaluador # 5	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No

Clasificación de Lafosse en evaluación sistemática evaluador #5	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación sistemática del evaluador #5	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Lesión del subescapular en evaluación Sistemática del evaluador #6	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según la segunda evaluación del evaluador # 6	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No
Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Escala	Unidades o categorías
Clasificación de Lafosse en evaluación sistemática evaluador #6	Clasificación de la lesión según la escala de Lafosse en evaluación sistemática del evaluador #6	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
Variables intraquirúrgicas				
Tipo de cirugía	Método utilizado para realizar la cirugía	Cualitativa	Nominal	0. Artroscopica 1. Mini abierta
Lesión del subescapular en artroscopia	Indica si hay lesión del tendón del subescapular según los hallazgos quirúrgicos	Cualitativa	Nominal	0. Si 1. No

Clasificación artroscopia	en	Indica la clasificación de la lesión del tendón del subescapular según los hallazgos quirúrgicos	Cualitativa	Nominal	0. No hay lesión 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5
--------------------------------------	-----------	--	-------------	---------	--

❖ 6.7 *Técnicas, procedimientos e instrumentos para recolección de datos.*

Para la recopilación de datos en este estudio, se emplearon diversas técnicas y procedimientos con el objetivo de garantizar la exactitud y fiabilidad de la información obtenida.

Técnicas de Recolección de Datos

La principal fuente de datos provino de las imágenes de resonancia magnética de los pacientes. Todas estas imágenes se evaluaron utilizando el sistema de imágenes Xero Viewer (Agfa Healthcare, Greenville, South Carolina, USA). Las secuencias incluyeron imágenes oblicuas coronales, axiales y sagitales ponderadas en T2, así como secuencias oblicuas sagitales ponderadas en T1. Se llevó a cabo una revisión meticulosa de dichas imágenes, enfocándose particularmente en la identificación de lesiones del tendón subescapular.

Procedimientos

Se realizaron dos fases de recopilación de datos. En la primera fase, los evaluadores diagnosticaron la presencia o ausencia de lesiones del tendón subescapular y, cuando correspondía, su clasificación conforme a los criterios de Lafosse et al. usando sus métodos convencionales de evaluación. Tras un taller educativo sobre el método sistemático de Adams et al., se inició la segunda fase. En esta etapa, los evaluadores aplicaron el mencionado abordaje sistemático para reanalizar los mismos casos, presentados en un orden aleatorio distinto al de la primera evaluación.

Los participantes en la evaluación incluyeron dos radiólogos con entrenamiento avanzado en musculoesquelético, dos cirujanos de hombro y codo con menos de un año de experiencia y dos residentes de ortopedia. Se les instruyó específicamente para evitar

consultar las historias clínicas de los pacientes durante el estudio, manteniendo así la imparcialidad.

Instrumentos

Para la documentación y análisis inicial de los datos, se empleó Google Forms, facilitando una recopilación estructurada de la información. Los datos recogidos incluyeron los diagnósticos de lesiones del tendón subescapular y su respectiva clasificación de severidad. Posteriormente, esta información fue transferida a la plataforma RedCap para un análisis más profundo. RedCap permitió una organización, almacenamiento y análisis eficaces, asegurando la seguridad y confidencialidad de los datos.

El uso del sistema de imágenes Xero Viewer y la estructuración de la metodología de recolección de datos aseguraron una captura precisa y detallada de todas las variables relevantes para el estudio, manteniendo la integridad y confidencialidad de la información de los pacientes.

❖ 6.8 Plan de análisis de datos

El análisis de los datos recabados en este estudio, que se enfocó en la precisión diagnóstica de las lesiones del tendón subescapular, se llevó a cabo utilizando el software estadístico STATA 14. Se estableció un umbral de significancia estadística de 0.05 para todos los análisis.

❖ 6.9 Análisis Estadístico

Análisis Descriptivo: Se calculó medias, desviaciones estándar, frecuencias y porcentajes para las variables clave, permitiendo una comprensión inicial de los datos.

Evaluación de la Precisión Diagnóstica:

Sensibilidad, Especificidad, AUC y Likelihood ratios positivo y negativo: Para cada método (convencional y sistemático) y cada observador, se calcularon la sensibilidad, la especificidad, el área bajo la curva (AUC) ROC, así como los likelihood ratios positivos y negativos, con los respectivos intervalos de confianza al 95%. Se obtuvieron los promedios para estos indicadores.

Comparaciones y Concordancias:

Comparación entre Métodos de Evaluación: Se utilizó la prueba de signos de rangos de Wilcoxon para comparar sensibilidad, especificidad y PCCC entre los métodos convencional y sistemático, determinando la existencia de diferencias significativas en la eficacia diagnóstica.

Acuerdo entre Observadores: El acuerdo en los diagnósticos entre observadores y entre los métodos se evaluó mediante el coeficiente AC1 de Gwet, proporcionando una medida robusta y ajustada al azar de la concordancia. Para evaluar el grado de acuerdo se utilizó la escala de referencia de Kappa de Altman. La escala de referencia de Kappa de Altman

proporciona una clasificación cualitativa del grado de concordancia que se puede esperar en un rango de valores del coeficiente de Kappa. Si bien en este estudio se ha utilizado el coeficiente AC1 de Gwet por sus ventajas en consistencia y fiabilidad sobre el Kappa en ciertas situaciones, la escala de referencia de Kappa de Altman aún puede servir como una guía útil para interpretar la fuerza del acuerdo en términos generales.

Según la escala de referencia de Altman, un Kappa inferior a 0.20 indica una concordancia pobre; de 0.21 a 0.40, justa; de 0.41 a 0.60, moderada; de 0.61 a 0.80, buena; y de 0.81 a 1.00, muy buena.

Impacto de la Experiencia de los Observadores

Influencia de la Experiencia: Se analizó cómo la experiencia de los observadores afectaba a la sensibilidad, la especificidad y la PCCC. Esto destacó la importancia de la experiencia en la precisión del diagnóstico.

❖ 6.10 Control de sesgos

En la realización de este estudio observacional de pruebas diagnósticas, hemos implementado estrategias específicas para identificar y controlar posibles sesgos. A continuación, detallamos los sesgos considerados, cómo se abordaron en nuestro estudio y las implicaciones de estos enfoques:

Sesgo de Selección

- *Abordaje:* La selección de pacientes de una base de datos específica y el uso de criterios de inclusión y exclusión claros ayudan a definir la población de estudio y minimizar el sesgo de selección. La inclusión de todos los pacientes elegibles asegura una muestra representativa de la población atendida en el Centro de Cuidado Clínico de Manguito Rotador.
- *Implicaciones:* Los resultados son aplicables principalmente a la población de la institución de estudio, y se debe tener precaución al generalizar a otras poblaciones.

Sesgo de Información

- *Abordaje:* La utilización de un estándar de oro (hallazgos artroscópicos) para verificar los resultados de las pruebas de resonancia magnética ayuda a asegurar la precisión en la clasificación de los casos. La instrucción a los evaluadores para no revisar las historias clínicas durante el estudio reduce el riesgo de que las expectativas o el conocimiento previo influyan en sus evaluaciones. Además del diseño inicial, todos los evaluadores, independientemente de su grado de entrenamiento, recibieron una sesión educativa sobre la evaluación sistemática. Esto asegura una base de

conocimiento común y reduce la variabilidad debida a la falta de familiaridad con el método sistemático.

- *Implicaciones:* La capacitación uniforme puede ayudar a reducir las diferencias en la interpretación debido a la comprensión inadecuada del método de evaluación, aunque las diferencias inherentes a la experiencia y el juicio clínico aún persisten. Sin embargo, se incluyó intencionalmente observadores con diferentes niveles de experiencia para evaluar la variabilidad en la interpretación de las imágenes. Este diseño permite un análisis estratificado por nivel de experiencia, proporcionando una comprensión detallada de cómo la experiencia afecta la precisión diagnóstica. El análisis estratificado no solo aumenta la comprensión de la influencia de la experiencia sino que también fortalece la aplicabilidad de los resultados en diferentes contextos clínicos.

Sesgo de Verificación

- *Abordaje:* Todos los pacientes en la cohorte estudiada se sometieron a artroscopia, asegurando que no haya sesgo de verificación debido a la falta de confirmación por un estándar de oro.
- *Implicaciones:* La completa verificación de los casos y controles a través de la artroscopia mejora la validez de los resultados y su comparabilidad con otros estudios que utilizan un estándar de oro similar.

Sesgo de Referencia (o Incorporación)

- *Abordaje:* Aunque las imágenes o sus interpretaciones fueron utilizadas en la decisión de realizar artroscopia, este aspecto del diseño del estudio refleja la práctica clínica real y proporciona relevancia clínica a los hallazgos.

- *Implicaciones:* Este enfoque puede inflar artificialmente la precisión de las pruebas diagnósticas. Es importante considerar este factor al interpretar la especificidad y sensibilidad y al comparar con estudios donde el estándar de oro se aplica independientemente de los resultados de las pruebas diagnósticas.

Sesgo de Expectativa del Observador

- *Abordaje:* Los observadores no estaban involucrados en el tratamiento o cuidado de los pacientes y se les instruyó para no revisar historias clínicas, reduciendo así la influencia de expectativas o conocimientos previos. Además de las medidas previas, la evaluación de los casos entre la evaluación convencional y la sistemática se realizó con un intervalo de tiempo adecuado para evitar que los evaluadores recordaran los casos. Además, los casos se presentaron en un orden diferente en cada ronda de evaluación para minimizar aún más el sesgo de recuerdo.
- *Implicaciones:* Estas medidas buscan reducir la influencia de la memoria y las expectativas de los evaluadores sobre los resultados, aunque la interpretación subconsciente y las expectativas previas aún pueden influir en las evaluaciones individuales.

Sesgo de Tiempo de Retraso (Time-lag bias)

- *Abordaje:* Limitando el intervalo entre la realización de la resonancia magnética y la cirugía a un máximo de 6 meses, se buscó reducir las variaciones en el estado del tendón que podrían ocurrir con el tiempo.

- *Implicaciones:* Aunque se ha minimizado, cambios en el estado del tendón pueden ocurrir dentro de este período y no ser capturados, potencialmente afectando la precisión diagnóstica.

Reconocemos que mientras algunas estrategias robustas se han implementado para minimizar los sesgos en nuestro estudio, ciertas limitaciones inherentes a la investigación observacional y la práctica clínica real permanecen. Estos aspectos se discuten abiertamente para proporcionar transparencia y contexto a nuestros hallazgos, ayudando a futuros investigadores y clínicos a interpretar y aplicar nuestros resultados de manera informada y crítica.

❖ 6.11 Alcance y límites de investigación

Este estudio proporciona una evaluación valiosa y detallada de la precisión diagnóstica de lesiones del tendón subescapular, utilizando la resonancia magnética mediante dos enfoques diferentes: uno convencional y otro sistemático. La metodología empleada y los resultados obtenidos ofrecen información sustancial para la mejora de diagnósticos clínicos y decisiones terapéuticas en el campo de la ortopedia y la radiología musculoesquelética.

Alcance

1. **Aplicabilidad Clínica:** Los hallazgos de este estudio son particularmente relevantes para la práctica clínica en la identificación y tratamiento de lesiones del tendón subescapular, contribuyendo a la precisión diagnóstica y posiblemente a la reducción de errores terapéuticos.
2. **Innovación en Métodos de Evaluación:** La comparación entre un enfoque de evaluación estándar y un método sistemático propone una perspectiva innovadora en el análisis de imágenes de resonancia magnética para lesiones de manguito rotador, particularmente del tendón subescapular.
3. **Enriquecimiento del Conocimiento Científico:** Este estudio aporta a la literatura existente sobre la eficacia de los métodos diagnósticos en ortopedia, especialmente en un contexto donde las lesiones de manguito rotador son frecuentes y complejas de diagnosticar.

Límites

1. **Generalización de Resultados:** Dado que la muestra estuvo restringida a pacientes del Centro de Cuidado Clínico de Manguito Rotador de la Fundación Santa Fe de Bogotá, los resultados podrían no ser completamente generalizables a otras poblaciones o contextos geográficos.

2. **Variedad en Experiencia de Observadores:** Aunque se incluyó a observadores con diferentes niveles de experiencia, el número limitado de cada categoría puede afectar la generalización de los hallazgos relacionados con el impacto de la experiencia en la precisión diagnóstica.
3. **Limitaciones en Diseño de Estudio:** Como un análisis observacional, este estudio está limitado en su capacidad para establecer causalidad. Las conclusiones se basan en asociaciones y correlaciones observadas, lo que implica que deben interpretarse con cierta cautela.
4. **Especificidad de la Técnica de Imagen:** Los resultados son específicos para las técnicas y protocolos de resonancia magnética utilizados. Cambios en la tecnología o en los protocolos podrían influir en la aplicabilidad de los hallazgos.

Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que podrían expandir y profundizar en los conocimientos sobre la precisión diagnóstica de las lesiones del manguito rotador, especialmente con un enfoque en el tendón subescapular, considerando diferentes contextos y técnicas de diagnóstico.

7) Aspectos Éticos

El estudio se llevó a cabo respetando los principios éticos para las investigaciones médicas en humanos, conforme a la Declaración de Helsinki, adoptada en la 59ª Asamblea General en Seúl, Corea, en octubre de 2008. También se consideraron y cumplieron las regulaciones locales del Ministerio de Salud de Colombia, particularmente lo estipulado en el Capítulo I de la Resolución 8430 de 1993, que se centra en los aspectos éticos de la investigación en seres humanos.

Este trabajo de investigación se clasificó dentro de la categoría sin riesgo. Se restringió el acceso a los instrumentos de investigación exclusivamente a los investigadores, de acuerdo con el Artículo 8 de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud. Los investigadores asumieron la responsabilidad de mantener la más estricta confidencialidad sobre la información contenida en las historias clínicas, cumpliendo con la normativa vigente en cuanto a su manejo, tal como lo establecen la Ley 100 de 1993, Ley 23 de 1981, Decreto 3380 de 1981, Resolución 008430 de 1993 y Decreto 1995 de 1999.

Se garantizó que todos los miembros del grupo de investigación estuvieran disponibles para proporcionar información sobre el estudio a entidades organizadas, aprobadas e interesadas en conocerlo, siempre que tuvieran un fin académico y científico. Esto se realizó manteniendo la exactitud de los resultados y refiriéndose a datos generales sin identificar a pacientes o instituciones específicas. Se preservó la confidencialidad de la información y se protegió el buen nombre institucional y profesional.

El análisis estadístico del estudio se efectuó de manera imparcial y responsable. Además, se confirma que no existió ningún conflicto de interés por parte de los autores del estudio que debiera ser declarado.

8) Administración del Proyecto

❖ 8.1 Presupuesto

EVENTO	ACTIVIDAD	PRESUPUESTO
Planteamiento del Problema	Asesoría Tutor Temático.	\$0.0
Pregunta de Investigación	Asesoría Tutor Temático.	\$0.0
Búsqueda de literatura	Búsqueda Internet, apoyo red de bibliotecas, mensajería, Recurso Humano, uso de computador e Impresión, Gasto de servicios públicos: Luz, agua, teléfono.	\$50,000
Elaboración de protocolo	Fotocopias, uso de computador, transportes para asesorías, impresiones (Tinta, Hojas y desgaste Equipo), comestibles, esferos, servicio de luz agua, recurso Humano.	\$200.000
Corrección de protocolo	Transporte, recurso Humano.	\$100.000
Presentación al Comité Científico	Fotocopias, recurso Humano.	\$30.000

Recolección de datos	Recurso Humano: 2 ortopedistas y 2 radiólogos, trabajando durante 5 sesiones de 2 horas cada sesion	\$3.000.000
Análisis de base de datos	Transportes, Servicios de luz, agua, teléfono, uso Computador, Comestibles.	\$100.000
Redacción de documento final	Recurso Humano, Impresión Empaste	\$150.000
Evaluación de documento final	Recurso Humano	\$100,000
Correcciones a documento final	Recurso Humano	\$100,000
Presentación Proyecto	Recurso Humano, Transporte, Uso de computador, Salón, Medio Visual.	\$200,000
	TOTAL	\$4.030.000

❖ 8.2 Cronograma

Se estima una duración total de un año para la terminación del presente estudio, el tiempo está comprendido entre la aprobación del protocolo y la publicación del trabajo final con fines de grado, se incluye también la publicación de un artículo de investigación independiente. Las actividades se desarrollarán en conjunto entre todos los investigadores de acuerdo a los meses propuestos:

Q1 corresponde a los meses de Enero, Febrero y Marzo 2023.

Q2 corresponde a los meses de Abril y Mayo 2023

Q3 corresponde a los meses de Junio y Julio 2023

Q4 corresponde a los meses de Agosto y septiembre de 2023

Q5 corresponde al mes de Octubre 2023

ACTIVIDAD	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Realización del protocolo de investigación.					
Sometimiento del protocolo al comité técnico científico y de ética.					
Piloto de formatos de recolección de información.					
Recolección de información.					
Tabulación de información en base de datos.					

Análisis estadístico de datos y organización de resultados.					
Discusión de resultados.					
Escritura del entregable final.					
Escritura del artículo de investigación.					
Entrega del primer borrador del artículo.					
Envío del artículo para publicación en revista de acceso abierto.					

9) Resultados

❖ 9.1 Características Demográficas de la Población Estudiada

En el estudio se analizaron 100 casos para evaluar dos métodos distintos de diagnóstico de lesiones del tendón subescapular a través de resonancia magnética. La prevalencia de estas lesiones en la población estudiada fue del 62%. Los pacientes incluidos tenían una edad promedio de 61 años, con un rango que variaba entre 34 y 83 años. En cuanto a la distribución por género, las mujeres representaron el 56% del total de casos. Desde el punto de vista clínico, el 65% de las lesiones fueron catalogadas como degenerativas y el 35% como traumáticas. Esta descripción demográfica y clínica de la población proporciona un contexto importante para la interpretación de los resultados de eficacia de los métodos de diagnóstico evaluados en las siguientes secciones. La variabilidad en la edad, el género y la naturaleza de las lesiones del tendón subescapular entre los pacientes incluidos ofrece una base amplia para la evaluación de la aplicabilidad de los métodos de diagnóstico en un entorno clínico realista.

❖ 9.2 Evaluación de Sensibilidad, Especificidad, AUC y Likelihood ratios.

La precisión diagnóstica en la detección de lesiones del tendón subescapular mediante resonancia magnética fue evaluada a través de dos métodos distintos: uno convencional y otro sistemático. Se presentan los resultados desglosados para cada observador, categorizados por su nivel de experiencia, incluyendo la sensibilidad y especificidad junto con sus intervalos de confianza del 95%.

Observadores con Alta Experiencia:

- Observador 1 alcanzó una sensibilidad del 79.0% (IC 95%: 66.8 - 88.3) con el método convencional y 72.1% (IC 95%: 59.2 - 82.9) con el sistemático. La especificidad fue de 81.6% (IC 95%: 65.7 - 92.3) para ambos métodos.
- Observador 2 mostró una sensibilidad del 85.5% (IC 95%: 74.2 - 93.1) en el enfoque convencional y 80.3% (IC 95%: 68.2 - 89.4) en el sistemático, con una especificidad de 84.2% (IC 95%: 68.7 - 94.0) para ambos enfoques.

Observadores con Experiencia Intermedia:

- Observador 3 tuvo una sensibilidad del 61.3% (IC 95%: 48.1 - 73.4) para el método convencional, mejorando a 68.9% (IC 95%: 55.7 - 80.1) con el sistemático. La especificidad se incrementó de 71.1% (IC 95%: 54.1 - 84.6) a 81.6% (IC 95%: 65.7 - 92.3).
- Observador 4 registró una sensibilidad del 62.9% (IC 95%: 49.7 - 74.8) en el método convencional y 63.9% (IC 95%: 50.6 - 75.8) en el sistemático. La especificidad aumentó notablemente de 57.9% (IC 95%: 40.8 - 73.7) a 89.5% (IC 95%: 75.2 - 97.1) con el método sistemático.

Observadores con Baja Experiencia:

- Observador 5 demostró una sensibilidad del 66.1% (IC 95%: 53 - 77.7) con el enfoque convencional y 62.3% (IC 95%: 49 - 74.4) con el sistemático. La especificidad se elevó de 78.9% (IC 95%: 62.7 - 90.4) a 89.5% (IC 95%: 75.2 - 97.1) al emplear el método sistemático.
- Observador 6 evidenció una sensibilidad del 80.6% (IC 95%: 68.6 - 89.6) para el método convencional, disminuyendo a 59% (IC 95%: 45.7 - 71.4) en el sistemático. Se observó un incremento en la especificidad del 34.2% (IC 95%:

19.6 - 51.4) al 94.7% (IC 95%: 82.3 - 99.4) con la aplicación del método sistemático.

Las AUC y los Likelihood Ratios, junto con sus intervalos de confianza, refuerzan la interpretación de que la capacidad diagnóstica varía con el nivel de experiencia y la metodología empleada. Los detalles de los valores de AUC, LR+ y LR- para cada observador y método se encuentran en la Tabla 1.

A través de los seis observadores, los resultados individuales muestran una heterogeneidad que resalta la importancia del juicio clínico y la experiencia en la interpretación de la resonancia magnética. Los datos individuales serán sintetizados y discutidos en el análisis promedio en la siguiente sección para proporcionar una perspectiva colectiva sobre la eficacia de los métodos de evaluación.

Tabla 1. Comparación de la precisión diagnóstica para la detección de lesiones del tendón subescapular utilizando abordajes de resonancia magnética convencionales y sistemáticos. Se presentan las medidas de sensibilidad y especificidad con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC 95%), así como el área bajo la curva (AUC) de las características operativas del receptor y los likelihood ratios positivos (LR+) y negativos (LR-) para cada observador. Los observadores están categorizados en tres niveles de experiencia: alta, intermedia y baja. Los resultados destacan la variabilidad en la precisión diagnóstica asociada con el nivel de experiencia y el método de evaluación.

Observador	Experiencia	Sensibilidad % (IC 95%)		Especificidad % (IC 95%)		AUC (IC 95%)		LR+ (IC 95%)		LR- (IC 95%)	
		Convencional	Sistemática	Convencional	Sistemática	Convencional	Sistemática	Convencional	Sistemática	Convencional	Sistemática
1	Alta	79.0 (66.8 - 88.3)	72.1 (59.2 - 82.9)	81.6 (65.7 - 92.3)	81.6 (65.7 - 92.3)	0.80 (0.72 - 0.68)	0.77 (0.68 - 0.85)	4.29 (2.17 - 8.48)	3.92 (1.97 - 7.78)	0.26 (0.15 - 0.43)	0.34 (0.22 - 0.53)
2	Alta	85.5 (74.2 - 93.1)	80.3 (68.2 - 89.4)	84.2 (68.7 - 94.0)	84.2 (68.7 - 94.0)	0.85 (0.77 - 0.92)	0.82 (0.75 - 0.90)	5.41 (2.58 - 11.43)	5.09 (2.42 - 10.71)	0.17 (0.09 - 0.32)	0.23 (0.14 - 0.40)
3	Intermedia	61.3 (48.1 - 73.4)	68.9 (55.7 - 80.1)	71.1 (54.1 - 84.6)	81.6 (65.7 - 92.3)	0.66 (0.57 - 0.76)	0.75 (0.67 - 0.84)	2.12 (1.24 - 3.62)	3.74 (1.87 - 7.45)	0.54 (0.38 - 0.79)	0.38 (0.26 - 0.57)
4	Intermedia	62.9 (49.7 - 74.8)	63.9 (50.6 - 75.8)	57.9 (40.8 - 73.7)	89.5 (75.2 - 97.1)	0.60 (0.50 - 0.70)	0.77 (0.69 - 0.85)	1.49 (0.98 - 2.27)	6.07 (2.36 - 15.64)	0.64 (0.42 - 0.98)	0.40 (0.28 - 0.57)
5	Baja	66.1 (53 - 77.7)	62.3 (49 - 74.4)	78.9 (62.7 - 90.4)	89.5 (75.2 - 97.1)	0.73 (0.64 - 0.81)	0.76 (0.68 - 0.84)	3.14 (1.65 - 5.96)	5.92 (2.29 - 15.26)	0.43 (0.29 - 0.63)	0.42 (0.30 - 0.59)
6	Baja	80.6 (68.6 - 89.6)	59 (45.7 - 71.4)	34.2 (19.6 - 51.4)	94.7 (82.3 - 99.4)	0.57 (0.48 - 0.67)	0.77 (0.70 - 0.84)	1.23 (0.95 - 1.59)	11.21 (2.86 - 43.91)	0.57 (0.29 - 1.11)	0.43 (0.32 - 0.59)

Sensibilidad: Proporción de casos positivos correctamente identificados. **Especificidad:** Proporción de casos negativos correctamente identificados. **AUC:** Área bajo la curva característica operativa del receptor, que mide la capacidad de discriminación del test diagnóstico. **LR+:** Razon de verosimilitud positivo, indica cuánto más probable es obtener un resultado positivo en la prueba en un paciente con la enfermedad comparado con un paciente sin la enfermedad. **LR-:** Razon de verosimilitud negativo, indica cuánto menos probable es obtener un resultado negativo en la prueba en un paciente con la enfermedad comparado con un paciente sin la enfermedad. Los intervalos de confianza del 95% proporcionan una medida de la precisión de las estimaciones de sensibilidad, especificidad, AUC y LR±. Valores más altos de AUC y LR+ indican mejor capacidad diagnóstica, mientras que valores más bajos de LR- son deseables.

❖ 9.3 Comparación de Promedios y Diferencias Entre Métodos de Evaluación

Se calcularon promedios tanto de manera global como estratificada por nivel de experiencia del observador de la sensibilidad, especificidad, AUC y Likelihood Ratios (LR+ y LR-) para proporcionar una visión completa y diferenciada del rendimiento de estos métodos. Promediar los resultados de todos los observadores ofrece una visión general de la efectividad de cada método y permite una comparación directa. Este enfoque simplifica la interpretación y es útil para obtener una imagen representativa del rendimiento en un entorno clínico estándar. El análisis estratificado reconoce que la precisión diagnóstica puede variar significativamente según la habilidad y experiencia del evaluador. Proporciona información detallada sobre cómo los métodos podrían ser optimizados para diferentes niveles de habilidad y resalta la necesidad de entrenamiento específico para ciertos grupos.

❖ 9.4 Resultados Promediados

Sensibilidad y Especificidad:

- *Globalmente:* Globalmente, los resultados promediados mostraron una sensibilidad de 72.6% para el método convencional frente a 67.8% para el sistemático ($p = 0.345$). La especificidad fue del 67.9% para el convencional y se incrementó a 86.9% para el sistemático ($p = 0.05$). Estos resultados sugieren que mientras que la sensibilidad es ligeramente superior en el método convencional, la especificidad mejora considerablemente en el método sistemático.
- *Por Niveles de Experiencia:* Los promedios estratificados muestran que el método sistemático tiende a mejorar la especificidad en todos los niveles de experiencia,

mientras que la sensibilidad puede disminuir ligeramente, especialmente en observadores menos experimentados (Tabla 2).

Las diferencias en los promedios reflejan cómo el método sistemático podría favorecer la especificidad sobre la sensibilidad, lo cual es una consideración crucial en el contexto clínico donde los falsos positivos pueden llevar a intervenciones innecesarias. La mejora en la especificidad es particularmente significativa para los observadores con experiencia intermedia y baja, lo que sugiere que el método sistemático puede ser una herramienta valiosa en la formación y estandarización de la práctica diagnóstica. Las implicaciones de estos hallazgos son multifacéticas. Por un lado, resaltan la importancia de seleccionar el método de evaluación más adecuado según el contexto clínico y los perfiles de riesgo de los pacientes. Por otro lado, subrayan la necesidad de entrenamiento específico en la evaluación sistemática, especialmente para mejorar la precisión diagnóstica en observadores menos experimentados.

AUC y Likelihood Ratios:

- *Globalmente:* A nivel global, el AUC promedio para el método convencional es del 70.17%, y para el sistemático, es del 77.33%, indicando una mejora en la capacidad de discriminación del método sistemático. Para los LR+, el promedio global para el método convencional es de 2.95, lo cual aumenta a 5.99 en el método sistemático, sugiriendo que los resultados positivos son más predictivos de la enfermedad en el método sistemático. En cuanto a los LR-, observamos una disminución en el promedio global de 0.435 a 0.367 al pasar del método convencional al sistemático, lo que indica una mayor fiabilidad de los resultados negativos en el método sistemático (Tabla 2).

- *Por Niveles de Experiencia:* Los aumentos en el AUC y LR+ son más pronunciados en observadores con experiencia intermedia y baja, lo que sugiere que el método sistemático es particularmente útil para mejorar la confianza diagnóstica en estos grupos (Tabla 2).

La variabilidad en los AUC y Likelihood Ratios refleja diferencias en la efectividad diagnóstica no sólo entre los dos métodos de evaluación sino también entre los distintos niveles de experiencia de los observadores. El método sistemático tiende a mejorar la capacidad discriminativa general y la confianza tanto en los resultados positivos como negativos, con un impacto notable en observadores con menos experiencia. Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la selección de métodos de evaluación en la práctica clínica y el diseño de programas de formación. El incremento en el AUC y en los LR+ con el método sistemático subraya su potencial para mejorar la precisión diagnóstica, especialmente en situaciones donde es crítico reducir los falsos positivos y negativos.

Nivel de Experiencia	Métrica	Método Convencional (Promedio)	Método Sistemático (Promedio)	Valor de p
Global	Sensibilidad	72.57%	67.75%	0.345
	Especificidad	67.98%	86.85%	0.05*
	AUC	70.17%	77.33%	0.247
	LR+	2.95	5.99	0.116
	LR-	0.435	0.367	0.249
Alta Experiencia	Sensibilidad	82.25%	76.20%	-
	Especificidad	82.90%	82.90%	-
	AUC	82.50%	79.50%	-
	LR+	4.85	4.51	-
	LR-	0.215	0.285	-
Experiencia Intermedia	Sensibilidad	62.10%	66.40%	-
	Especificidad	64.50%	85.55%	-
	AUC	63.00%	76.00%	-
	LR+	1.81	4.91	-
	LR-	0.59	0.39	-
Baja Experiencia	Sensibilidad	73.35%	60.65%	-
	Especificidad	56.55%	92.10%	-
	AUC	65.00%	76.50%	-

	LR+	2.19	8.57	-
	LR-	0.50	0.425	-

Tabla 2. Resumen de Métricas Diagnósticas por Método y Nivel de Experiencia. Esta tabla muestra los promedios de sensibilidad, especificidad, AUC y Likelihood Ratios (LR+ y LR-) para los métodos convencional y sistemático de evaluación del tendón subescapular, estratificados por nivel de experiencia del observador. Los valores de p se calcularon utilizando la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon (Wilcoxon matched pairs signed rank test) para evaluar las diferencias estadísticas entre los métodos únicamente para los promedios globales

❖ 9.5 Análisis de Concordancia Interobservador

En lo referente a la concordancia interobservador, los siguientes son los resultados obtenidos para cada método de evaluación y subgrupo de experiencia:

- **Evaluación Convencional (Total de Observadores):** AC1 = 0.37 (IC 95%: 0.26 - 0.47).
- **Evaluación Sistemática (Total de Observadores):** AC1 = 0.56 (IC 95%: 0.47 - 0.65).

Por subgrupos de experiencia, en la evaluación convencional, los evaluadores con alta experiencia (radiólogos avanzados) mostraron el mayor acuerdo (AC1 = 0.67; IC 95%: 0.62 - 0.82), seguidos por los evaluadores con experiencia intermedia (cirujanos de hombro y codo con menos de un año de experiencia) (AC1 = 0.40; IC 95%: 0.22 - 0.58), y los evaluadores con bajo nivel de experiencia (residentes de ortopedia) con el menor acuerdo (AC1 = 0.21; IC 95%: 0.0 - 0.4).

Para la evaluación sistemática, se observó un aumento general en la concordancia interobservador (AC1 = 0.56; IC 95%: 0.47 - 0.65). Este aumento fue particularmente notable en los grupos de menos experiencia: los cirujanos de hombro y codo con menos de un año de experiencia (AC1 = 0.59; IC 95%: 0.44 - 0.76) y los residentes de ortopedia (AC1 = 0.57; IC 95%: 0.41 - 0.74), mientras que para los radiólogos avanzados se observó un ligero descenso en la concordancia (AC1 = 0.48; IC 95%: 0.30 - 0.65).

10) **Discusión**

El tendón subescapular es una estructura crítica en la patología del hombro, y su evaluación precisa es fundamental para un tratamiento exitoso. Estudios anteriores han demostrado variabilidad en la precisión del diagnóstico por resonancia magnética (MRI) de desgarros del tendón subescapular, con sensibilidades y especificidades que varían ampliamente Malavolta et al. (21,22). En nuestro estudio, buscamos ampliar y profundizar el entendimiento de la precisión diagnóstica en la detección de lesiones del tendón subescapular mediante resonancia magnética, comparando un enfoque convencional con un método sistemático propuesto por Adams et al. 2012 (8). A diferencia del estudio de Adams, que se enfocó en una población más homogénea y evaluadores con conocimiento detallado de su enfoque sistemático, nuestro análisis incorporó una gama más amplia de observadores, desde radiólogos especializados hasta residentes en ortopedia, reflejando una diversidad significativa en perfiles clínicos y diagnósticos. Esta inclusión de distintos niveles de experiencia permite una evaluación más integral de cómo la formación y habilidad diagnóstica afectan la precisión diagnóstica y la concordancia interobservador. Al comparar directamente un método sistemático con un enfoque convencional, nuestro estudio no solo valida la eficacia del método propuesto por Adams et al. (8), sino que también ofrece una perspectiva comparativa sobre la utilidad de métodos diagnósticos en la práctica clínica. Los resultados podrían ser más generalizables y aplicables a una variedad de contextos clínicos debido a la diversidad en la población de estudio y los evaluadores. Esta investigación enriquece la comprensión existente, subrayando la importancia de la experiencia y el método de evaluación en la precisión diagnóstica, y sienta las bases para futuras investigaciones y mejoras prácticas en la detección y tratamiento de lesiones del manguito rotador.

Los hallazgos principales de nuestro estudio indican que un método sistemático mejora la especificidad y la concordancia interobservador en la detección de lesiones del tendón subescapular en resonancia magnética, lo que es de suma importancia para la planificación quirúrgica.

Precision diagnostica

Nuestros resultados ilustran cómo la precisión diagnóstica en la detección de lesiones del tendón subescapular mediante resonancia magnética varía significativamente en función del nivel de experiencia del observador y del método de evaluación utilizado. Para los observadores con alta experiencia, el método convencional demostró ser ligeramente superior en sensibilidad, manteniendo una alta especificidad. No obstante, el método sistemático, aunque con una sensibilidad marginalmente inferior, presentó una especificidad comparable y mejoró los valores de LR-, lo que indica una mayor capacidad para descartar lesiones en ausencia de estas. Curiosamente, los valores de AUC fueron similares entre ambos métodos para observadores experimentados, sugiriendo que, en manos expertas, ambos métodos son igualmente válidos.

Por otro lado, los observadores con experiencia intermedia y baja se beneficiaron de una manera más pronunciada del método sistemático, que consistentemente ofreció una especificidad y valores de LR- superiores. Este patrón destaca cómo un enfoque sistemático puede compensar la falta de experiencia, reduciendo los falsos positivos y mejorando la confianza en los resultados negativos, un hallazgo crucial en entornos clínicos donde se busca minimizar intervenciones innecesarias. Sin embargo, para observadores menos experimentados, el método sistemático no mejoró la sensibilidad de manera uniforme, resaltando la complejidad de las lesiones del tendón subescapular y la importancia de un entrenamiento y experiencia adecuados para su correcta interpretación.

En conclusión, mientras que la experiencia del observador sigue siendo un factor determinante en la precisión diagnóstica, la implementación de un método sistemático parece ser una herramienta valiosa, especialmente para aquellos en etapas intermedias de su entrenamiento, mejorando la especificidad y la capacidad de descartar correctamente la ausencia de lesiones. En la práctica clínica, esto sugiere que un enfoque híbrido que combina la experiencia clínica con protocolos sistemáticos podría ser la estrategia más efectiva para el diagnóstico de lesiones del tendón subescapular mediante resonancia magnética.

Concordancia interobservador

La concordancia interobservador es un elemento crítico en la evaluación de la fiabilidad de cualquier método diagnóstico, ya que mide la consistencia con la que diferentes observadores pueden llegar a las mismas conclusiones. En el presente estudio, los resultados de la concordancia interobservador, cuantificados mediante el coeficiente AC1 de Gwet, revelan diferencias notables entre la evaluación convencional y la sistemática, así como entre los subgrupos de experiencia.

El uso del coeficiente AC1 de Gwet, preferido en este contexto para evitar las paradojas asociadas con la medida de Kappa, como la sensibilidad a la prevalencia y a la distribución marginal desigual, proporciona un marco más confiable para evaluar la concordancia (25). Según Gwet, el coeficiente AC1 es menos propenso a variaciones arbitrarias en presencia de tasas de acuerdo altas, lo que hace que sea una elección más robusta para este análisis.

Para la evaluación convencional, el AC1 de 0.37 para el total de observadores caería en el rango de concordancia 'justa' según la escala de Altman. Esto indica que, aunque hay

algo de acuerdo, hay una cantidad considerable de variabilidad en las interpretaciones que podría atribuirse a la subjetividad del método convencional.

Cuando se analiza por subgrupos de experiencia, los radiólogos avanzados tienen un AC1 de 0.67 en la evaluación convencional, que se consideraría como 'buena' concordancia, destacando la consistencia en la interpretación entre observadores altamente capacitados. Los observadores con experiencia intermedia tienen una concordancia 'justa' (AC1 = 0.40), y los observadores con baja experiencia muestran una concordancia 'pobre' (AC1 = 0.21), lo que refleja la influencia significativa del nivel de entrenamiento en la evaluación convencional.

La evaluación sistemática muestra una mejora general en la concordancia interobservador con un AC1 de 0.56, que estaría en el rango 'moderado' de la escala de Altman. Este método parece reducir la subjetividad y aumentar la uniformidad en las interpretaciones a través de todos los niveles de experiencia. De manera notable, los observadores con menos experiencia demuestran una mejora significativa en la concordancia con este método, alcanzando niveles de concordancia 'moderada' a 'buena' (AC1 = 0.59 para experiencia intermedia y AC1 = 0.57 para baja experiencia), sugiriendo que el enfoque sistemático proporciona una estructura que puede compensar la falta de experiencia.

Sin embargo, para los radiólogos avanzados, la concordancia disminuyó ligeramente a 'moderada' (AC1 = 0.48) con la evaluación sistemática. Esto podría sugerir que mientras que los protocolos estandarizados pueden ayudar a alinear la interpretación entre observadores menos experimentados, podrían restringir la flexibilidad y la intuición diagnóstica que los radiólogos avanzados aplican en su trabajo.

En conclusión, la adopción de un método sistemático parece ser particularmente ventajosa para observadores menos experimentados, facilitando una mayor uniformidad en la

interpretación y posiblemente mejorando la calidad del diagnóstico clínico. La formación continua y el desarrollo de habilidades diagnósticas se destacan como elementos esenciales para alcanzar niveles más altos de concordancia interobservador en la práctica radiológica.

Comparacion con estudios previos

En el estudio de malavolta et al. (22), se reportó una precisión general del 82% en la detección de desgarros del tendón subescapular, con una sensibilidad del 79% para desgarros parciales y del 89% para desgarros completos. Comparativamente, en nuestro estudio, los observadores altamente experimentados posiblemente alcanzaron una precisión diagnóstica similar o superior, especialmente utilizando un enfoque sistemático. La revisión sistemática de malavolta et al. (21) informó una sensibilidad del 68% y una especificidad del 90%, lo que resalta el potencial de mejora con métodos sistemáticos, como se observó en nuestro estudio donde la especificidad mejoró notablemente con tal enfoque.

El enfoque sistemático de Adams et al. (8), que resultó en una sensibilidad del 73% y una especificidad del 94%, proporciona la base para nuestro estudio. Al integrar los cuatro criterios detallados que utilizaron para evaluar la presencia de desgarros del tendón subescapular, podemos entender cómo un enfoque similar podría haber influido en nuestros resultados. Específicamente, la evaluación de la subluxación del LHBT y la atrofia del músculo subescapular, entre otros, son elementos que podrían ser particularmente valiosos en un protocolo de evaluación sistemática. Tanto en el estudio de Adams et al. (8) como en el nuestro, un enfoque sistemático mejoró la precisión diagnóstica. Adams et al. mostraron cómo un enfoque estandarizado aplicado por cirujanos entrenados puede resultar en una alta precisión diagnóstica, una observación que respaldamos y ampliamos al demostrar que tal enfoque es particularmente

beneficioso para observadores con niveles variados de experiencia. La adopción de criterios específicos, incluidos los signos indirectos, no solo mejora la sensibilidad y la especificidad, sino que también aumenta la concordancia interobservador, lo que es crucial para la cohesión y la confiabilidad diagnóstica en la práctica clínica.

Kilic et al. (19) e Ilyas et al. (18) identifican que tanto radiólogos como cirujanos pueden pasar por alto un número significativo de desgarros del tendón subescapular en las MRIs antes de la artroscopia, lo que subraya la necesidad de mejorar las técnicas de diagnóstico y formación, en línea con nuestros hallazgos de que la evaluación sistemática mejora la concordancia y podría potencialmente reducir la tasa de lesiones no detectadas.

Shi et al. (24) encontraron una sensibilidad del 82% y una especificidad del 80% al usar la subluxación del bíceps largo como predictor de desgarros del subescapular. Estos valores altos indican que ciertos signos indirectos pueden ser predictores útiles, reforzando la importancia de un enfoque sistemático. Lee et al. (20) alcanzaron una sensibilidad combinada y especificidad de hasta el 97.7% y 92.3% respectivamente, utilizando signos indirectos en MRI para predecir desgarros parciales. Estos altos índices resaltan cómo la inclusión de signos indirectos en un método sistemático, como en nuestro estudio, puede ser extremadamente beneficiosa. Nigues et al. (23) introducen el "Digitation Sign" como una herramienta útil en la MRI preoperatoria para facilitar el diagnóstico de lesiones del subescapular, lo que podría ser incorporado en futuros protocolos sistemáticos para mejorar aún más la precisión diagnóstica. Estos autores encontraron que la sensibilidad para el signo de digitation solo era del 74.3%, y al combinarlo con los criterios de Adams et al., la sensibilidad aumentó al 89.2%. Esto respalda nuestra conclusión de que la utilización de múltiples signos o indicadores en un enfoque sistemático puede aumentar la sensibilidad.

La variabilidad en la precisión diagnóstica entre diferentes estudios y observadores refuerza la necesidad de protocolos estandarizados que incorporen tanto signos directos como indirectos. Nuestro estudio, junto con la metodología de Adams et al., ofrece un camino prometedor hacia una precisión diagnóstica mejorada, particularmente para observadores con menos experiencia. La educación continua y la capacitación en estos métodos sistemáticos pueden ser cruciales para mejorar los resultados diagnósticos y, en última instancia, los resultados clínicos para los pacientes con lesiones del tendón subescapular.

Fortalezas y Limitaciones

Una de las principales fortalezas de nuestro estudio es la inclusión de evaluadores con un amplio rango de experiencia, desde radiólogos especializados hasta residentes en ortopedia, lo que ofrece una visión representativa de la aplicabilidad y eficacia del método sistemático en diferentes niveles de experiencia clínica. Esta diversidad proporciona una perspectiva más holística sobre la precisión diagnóstica en la práctica clínica real. Además, la comparación de dos enfoques diagnósticos — uno convencional y otro sistemático propuesto por Adams et al. — ofrece una evaluación comparativa valiosa, resaltando la eficacia y limitaciones de cada método y proporcionando una visión más amplia de posibles áreas de mejora. La amplia cobertura de pacientes, seleccionados de una base de datos institucional con criterios claros de inclusión y exclusión, asegura una muestra representativa y diversa, mejorando la generalización de los resultados a una variedad más amplia de contextos clínicos y geográficos.

Sin embargo, el estudio también presenta limitaciones. Aunque incluye una gama diversa de evaluadores y pacientes, los hallazgos provienen de una única institución, lo que puede

limitar la generalización a otros entornos debido a diferencias en los protocolos de resonancia magnética, habilidades del personal y demografía de pacientes. La diversidad en el nivel de experiencia de los observadores, a pesar de ser una fortaleza, también puede introducir variabilidad en la precisión diagnóstica, donde la experiencia individual y el juicio clínico pueden influir significativamente en los resultados. Además, como un análisis observacional, el estudio está limitado en su capacidad para establecer causalidad, y las conclusiones se basan en asociaciones y correlaciones, lo que significa que deben interpretarse con precaución y en el contexto de la práctica clínica existente y estudios adicionales.

En resumen, nuestro estudio representa un paso significativo hacia una comprensión más detallada y matizada de la precisión diagnóstica en la detección de lesiones del tendón subescapular. A través de la exploración de diversas fortalezas y el reconocimiento de sus limitaciones, ofrece una base sólida para futuras investigaciones y mejoras en las estrategias de diagnóstico y tratamiento en ortopedia y radiología musculoesquelética.

11) Conclusión

El presente estudio revela que la adopción de un enfoque sistemático para la evaluación de resonancias magnéticas, como lo propone Adams et al no solo mejora la precisión diagnóstica en la detección de lesiones del tendón subescapular, sino que también incrementa significativamente el acuerdo interobservador, independientemente del nivel de experiencia del evaluador. La inclusión de evaluadores con diferentes grados de especialización subraya la versatilidad y aplicabilidad del método sistemático en distintos contextos clínicos, sugiriendo que su implementación podría mejorar la identificación precisa de estas lesiones en una variedad más amplia de entornos médicos. Los resultados destacan la importancia crítica de una capacitación y formación meticulosa en la interpretación de las imágenes de resonancia magnética, enfatizando que la mejora en el diagnóstico no se limita a la tecnología avanzada sino que también reside en el refinamiento de las habilidades de los especialistas. En la práctica clínica, esto se traduce en un diagnóstico más preciso y oportuno, lo que potencialmente puede llevar a tratamientos mejor dirigidos y resultados óptimos para los pacientes con lesiones del manguito rotador. Para futuras investigaciones, sería valioso explorar cómo la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, podría coexistir y potenciar el enfoque sistemático, ampliando así su eficacia y precisión en una gama aún más amplia de escenarios clínicos.

12) Referencias

1. Lee J, Shukla DR, Sánchez-Sotelo J. Subscapularis tears: hidden and forgotten no more. *JSES Open Access*. 2018 Mar;2(1):74–83.
2. Arai R, Sugaya H, Mochizuki T, Nimura A, Moriishi J, Akita K. Subscapularis Tendon Tear: An Anatomic and Clinical Investigation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2008 Sep;24(9):997–1004.
3. Ticker JB, Burkhart SS. Why Repair the Subscapularis? A Logical Rationale. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011 Aug;27(8):1123–8.
4. Gerber C, Krushell R. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1991 May;73-B(3):389–94.
5. Hegedus EJ, Goode A, Campbell S, Morin A, Tamaddoni M, Moorman CT, et al. Physical examination tests of the shoulder: a systematic review with meta-analysis of individual tests. *Br J Sports Med*. 2007 Jun 4;42(2):80–92.
6. Malavolta EA, Assunção JH, Gracitelli MEC, Yen TK, Bordalo-Rodrigues M, Ferreira Neto AA. Accuracy of magnetic resonance imaging (MRI) for subscapularis tear: a systematic review and meta-analysis of diagnostic studies. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019 May 11;139(5):659–67.
7. Adams CR, Schoolfield JD, Burkhart SS. Accuracy of Preoperative Magnetic Resonance Imaging in Predicting a Subscapularis Tendon Tear Based on Arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2010 Nov;26(11):1427–33.
8. Adams CR, Brady PC, Koo SS, Narbona P, Arrigoni P, Karnes GJ, et al. A Systematic Approach for Diagnosing Subscapularis Tendon Tears With Preoperative Magnetic Resonance Imaging Scans. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2012 Nov;28(11):1592–600.

9. Furukawa R, Morihara T, Arai Y, Ito H, Kida Y, Sukenari T, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for subscapularis tendon tears using radial-slice magnetic resonance images. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014 Nov;23(11):e283–90.
10. Faruqui S, Wijdicks C, Foad A. Sensitivity of Physical Examination Versus Arthroscopy in Diagnosing Subscapularis Tendon Injury. *Orthopedics.* 2014 Jan;37(1).
11. Tung GA, Yoo DC, Levine SM, Brody JM, Green A. Subscapularis Tendon Tear: Primary and Associated Signs on MRI. *J Comput Assist Tomogr.* 2001 May;25(3):417–24.
12. McCrum E. MR Imaging of the Rotator Cuff. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2020 May;28(2):165–79.
13. Pfirrmann CWA, Zanetti M, Weishaupt D, Gerber C, Hodler J. Subscapularis Tendon Tears: Detection and Grading at MR Arthrography. *Radiology.* 1999 Dec;213(3):709–14.
14. Sharma G. MR Imaging of Rotator Cuff Tears: Correlation with Arthroscopy. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH.* 2017;
15. Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R. Structural Integrity and Clinical Outcomes After Arthroscopic Repair of Isolated Subscapularis Tears. *J Bone Joint Surg.* 2007 Jun;89(6):1184–93.
16. Seppel G, Voss A, Henderson DJH, Waldt S, Haller B, Forkel P, et al. Atrophy patterns in isolated subscapularis lesions. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021 Dec 22;22(1):378.
17. Flahault A, Cadilhac M, Thomas G. Sample size calculation should be performed for design accuracy in diagnostic test studies. *J Clin Epidemiol.* 2005

Aug;58(8):859–62.

18. Ilyas, G., Senyuva, G., & Ipci, F. B. (2023). Evaluation of Preoperative Magnetic Resonance Imaging Parameters with Arthroscopic Validation of Subscapularis Tendon Abnormalities in 187 Patients at a Single Center in Turkey. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 29, e939772. <https://doi.org/10.12659/MSM.939772>
19. Kilic, A. I., Ardebol, J., Ghayyad, K., Pak, T., Menendez, M. E., & Denard, P. J. (2023). Both Radiologists and Surgeons Miss a Substantial Number of Subscapularis Tears on Magnetic Resonance Imaging Examination Prior to Shoulder Arthroscopy. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 6(1). <https://doi.org/10.1016/J.ASMR.2023.100825>
20. Lee, J. H., Rhyou, I. H., & Ahn, K. B. (2021). Prediction of the anterior shoulder pain source by detecting indirect signs for partial articular subscapularis tendon tears through conventional magnetic resonance imaging. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy : Official Journal of the ESSKA*, 29(7), 2297–2304. <https://doi.org/10.1007/S00167-020-06259-Z>
21. Malavolta, E. A., Assunção, J. H., Gracitelli, M. E. C., Yen, T. K., Bordalo-Rodrigues, M., & Ferreira Neto, A. A. (2019). Accuracy of magnetic resonance imaging (MRI) for subscapularis tear: a systematic review and meta-analysis of diagnostic studies. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 139(5), 659–667. <https://doi.org/10.1007/S00402-018-3095-6>
22. Malavolta, E. A., Assunção, J. H., Guglielmetti, C. L. B., de Souza, F. F., Gracitelli, M. E. C., Bordalo-Rodrigues, M., & Ferreira Neto, A. A. (2016). Accuracy of preoperative MRI in the diagnosis of subscapularis tears. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 136(10), 1425–1430.

<https://doi.org/10.1007/S00402-016-2507-8>

23. Nigues, A., Salentiny, Y., Nabergoj, M., Lädermann, A., & Neyton, L. (2022). The Digitation Sign Facilitates Diagnosis of Shoulder Subscapularis Lesions on Preoperative Magnetic Resonance Imaging. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(3), e883. <https://doi.org/10.1016/J.ASMR.2021.12.019>
24. Shi, L. L., Mullen, M. G., Freehill, M. T., Lin, A., Warner, J. J. P., & Higgins, L. D. (2015). Accuracy of long head of the biceps subluxation as a predictor for subscapularis tears. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 31(4), 615–619. <https://doi.org/10.1016/J.ARTHRO.2014.11.034>
25. Wongpakaran, N., Wongpakaran, T., Wedding, D., & Gwet, K. L. (2013). A comparison of Cohen's Kappa and Gwet's AC1 when calculating inter-rater reliability coefficients: a study conducted with personality disorder samples. *BMC Medical Research Methodology*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-61>

13) Anexos

Diagnóstico de lesiones del subescapular utilizando un abordaje sistemático

Sesión de educación a los evaluadores

Objetivos

- Conocer el protocolo de Adams para la evaluación del subescapular y su impacto diagnóstico
 - Identificar las técnicas de medición precisa
 - Interpretar los resultados de la evaluación
- Casos de Discusión
- Sesión de dudas y preguntas

A Systematic Approach for Diagnosing Subscapularis Tendon Tears With Preoperative Magnetic Resonance Imaging Scans

Christopher R. Adams, M.D., Paul C. Brady, M.D., Samuel S. Koo, M.D., M.Ph., Pablo Narbona, M.D., Paolo Arrigoni, M.D., G. Joshua Karnes, and Stephen S. Burkhart, M.D.

	No sistemático (2010)	Sistemático (2012)
Sensibilidad	36%	73%
Especificidad	100%	94%
Valor Predictivo Positivo	100%	90%
Valor Predictivo Negativo	62%	84%
Exactitud	69%	86%

Objetivo del estudio

1. Validación de estas 4 medidas (*solo ha sido validado por los mismos autores*)
2. Realizar el ejercicio en 3 niveles de formación
 1. Radiólogos MSK
 2. Fellows Hombro y Codo
 3. Residentes de Ortopedia
3. Valorar si hay alguna variable que condicione más el diagnóstico que otra

Reglas de sistematización

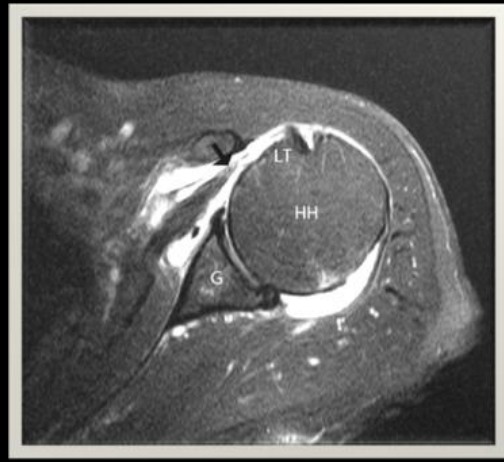
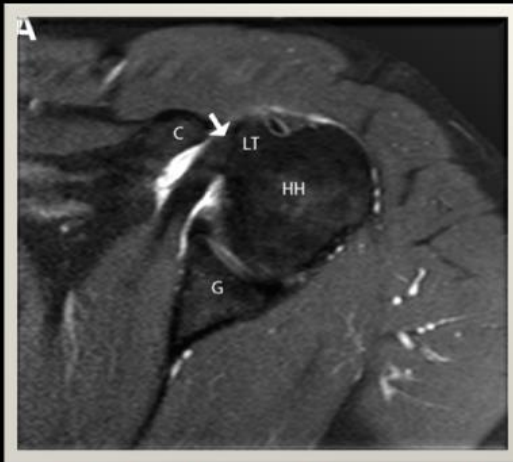
1. El medidor debe evaluar cada una de las 4 medidas
 1. Hacer caso omiso a la experiencia de cada uno
2. Se debe realizar la medición según la técnica de cada variable (*descrita en rojo en el panfleto*)
3. Individualizar cada una de las variables

Abordaje sistemático descrito por Adams

1. Avulsión del subescapular en tuberosidad menor en corte axial.
2. Subluxación de porción larga del bíceps en corte axial.
3. Atrofia subescapular en imágenes sagitales.
4. Avulsión del subescapular en tuberosidad menor en corte sagital.

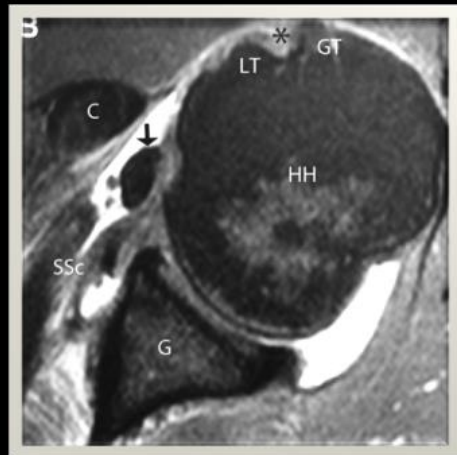
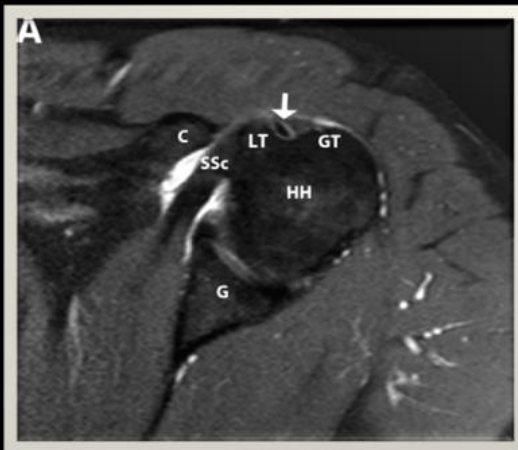
Ruptura de subescapular si 2 o más son positivos

Avulsión del subescapular en tuberosidad menor en corte axial

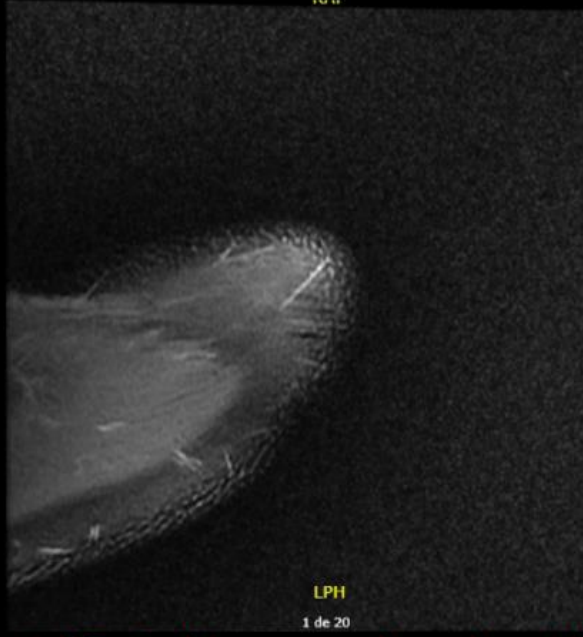


Técnica: Corte axial T2, Se deben ver ambas tuberosidades en el corte

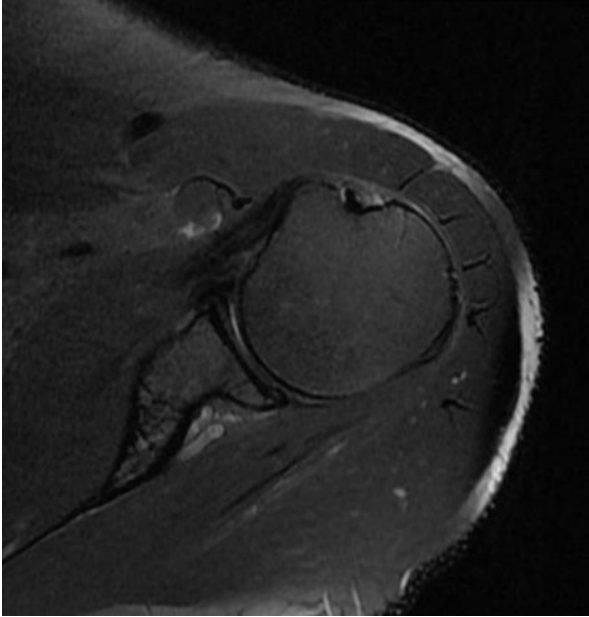
Subluxación de porción larga del bíceps en corte axial



Técnica: Corte axial T2, Se deben ver ambas tuberosidades en el corte



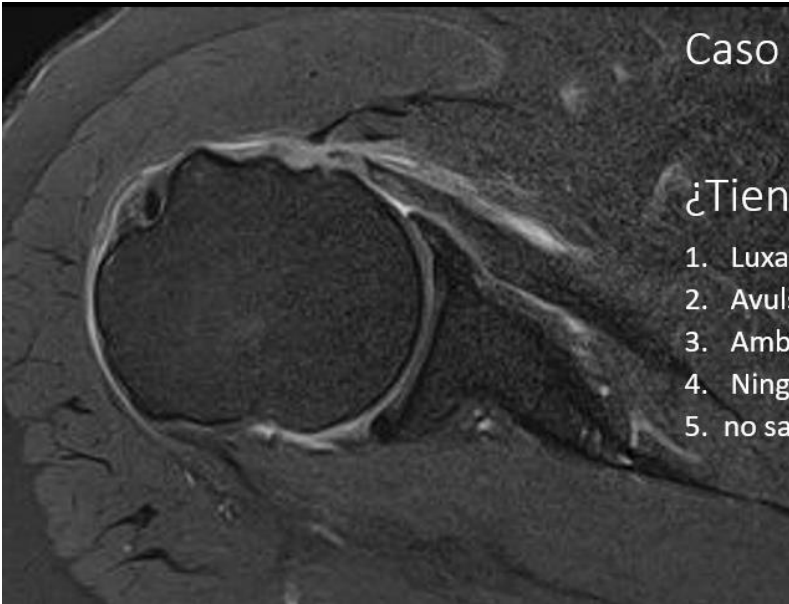
Técnica: Corte axial T2, Se deben ver ambas tuberosidades en el corte



Caso 1

¿Tiene lesión?

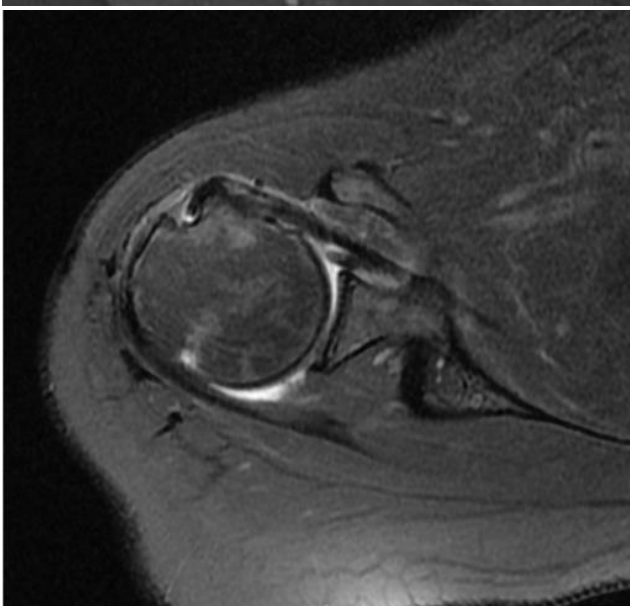
1. Luxación del bíceps
2. Avulsión de SS de tm
3. Ambas
4. Ninguna
5. no sabría decir



Caso 2

¿Tiene lesión?

1. Luxación del bíceps
2. Avulsión de SS de tm
3. Ambas
4. Ninguna
5. no sabría decir



Caso 3

¿Tiene lesión?

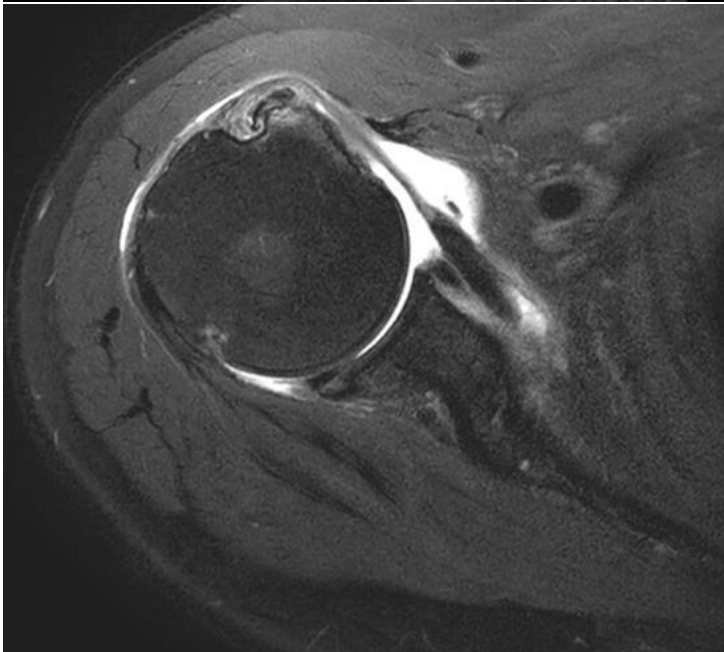
1. Luxación del bíceps
2. Avulsión de SS de tm
3. Ambas
4. Ninguna
5. no sabría decir



Caso 4

¿Tiene lesión?

1. Luxación del bíceps
2. Avulsión de SS de tm
3. Ambas
4. Ninguna
5. no sabría decir

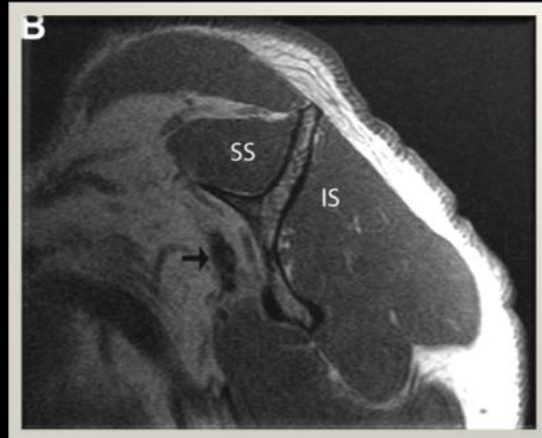


Caso 5

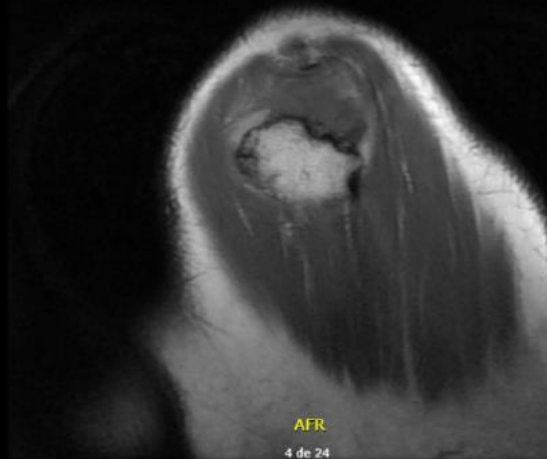
¿Tiene lesión?

1. Luxación del bíceps
2. Avulsión de SS de tm
3. Ambas
4. Ninguna
5. no sabría decir

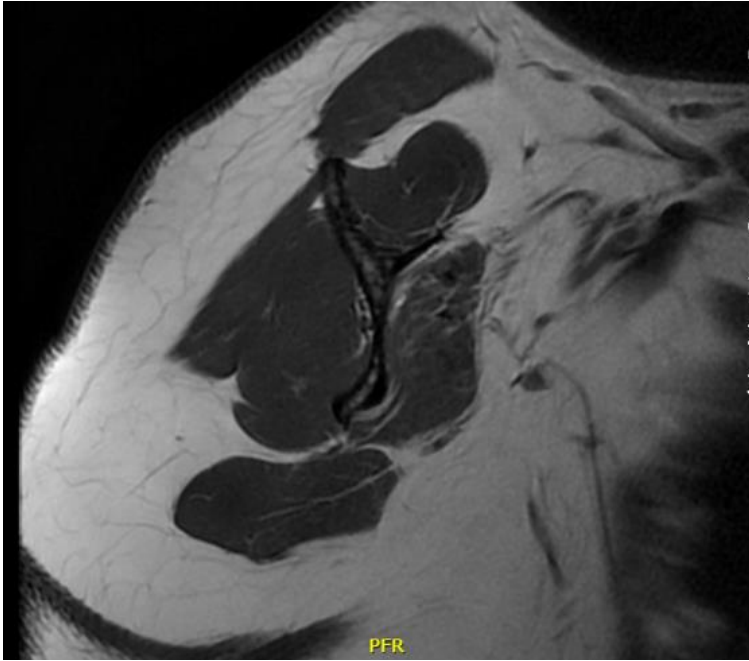
Atrofia subescapular en imágenes sagitales



Técnica: Corte Sagital T1, Medial a la coracoides . Se debe ver la "Y" escapular



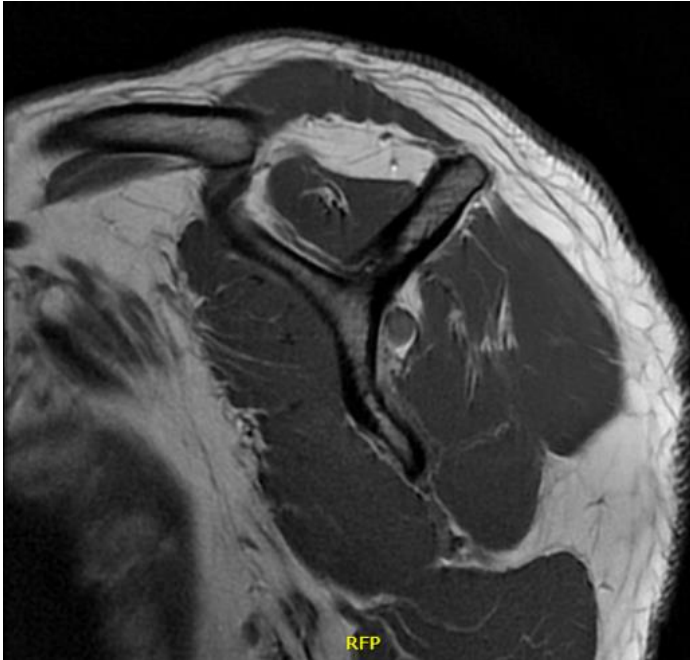
Técnica: Corte Sagital T1, Medial a la coracoides . Se debe ver la "Y" escapular



Caso 6

¿Atrofia?

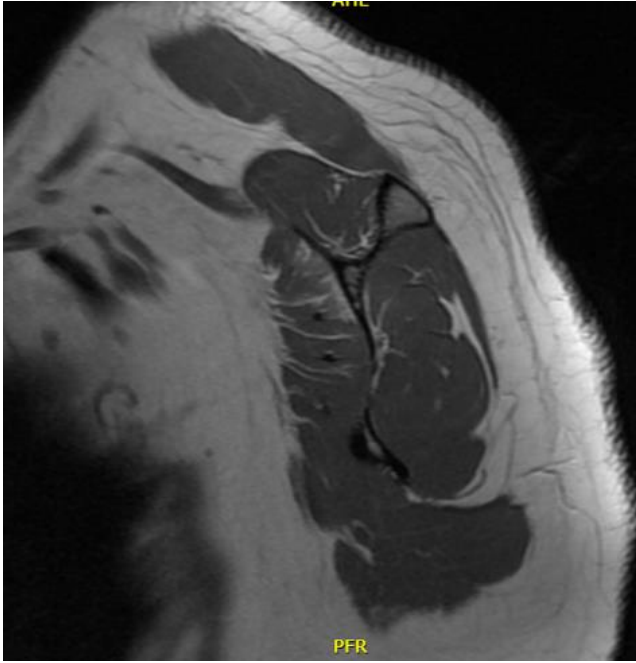
1. Si
2. No
3. No sabría decir



Caso 7

¿Atrofia?

1. Si
2. No
3. No sabría decir



Caso 8

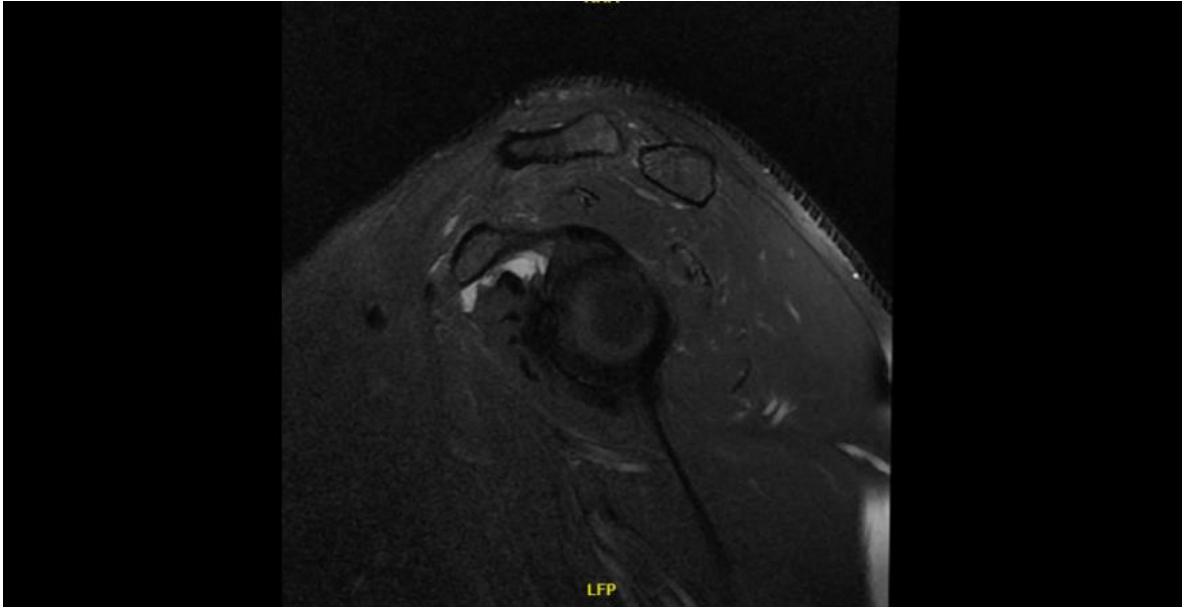
¿Atrofia?

1. Si
2. No
3. No sabría decir

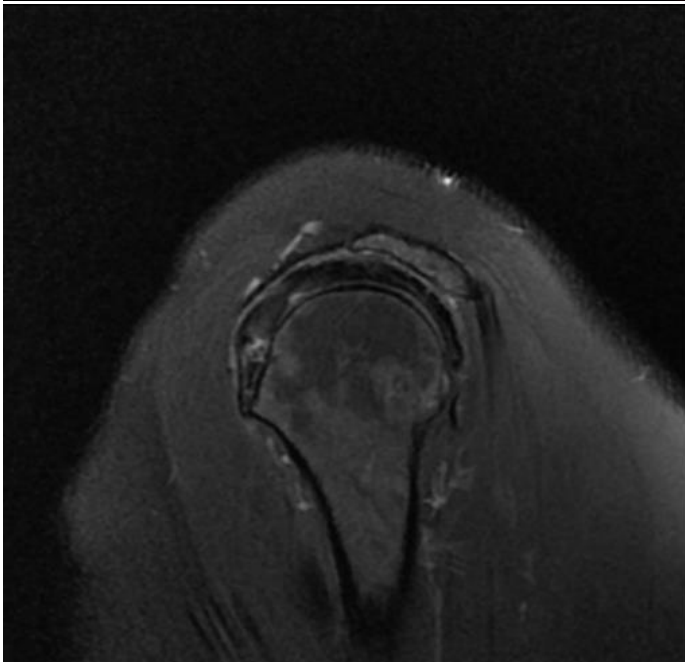
Avulsión del subescapular en tuberosidad menor
en corte sagital



Técnica: Corte Sagital T2, medial a la huella del SupraE y corredera bicipital



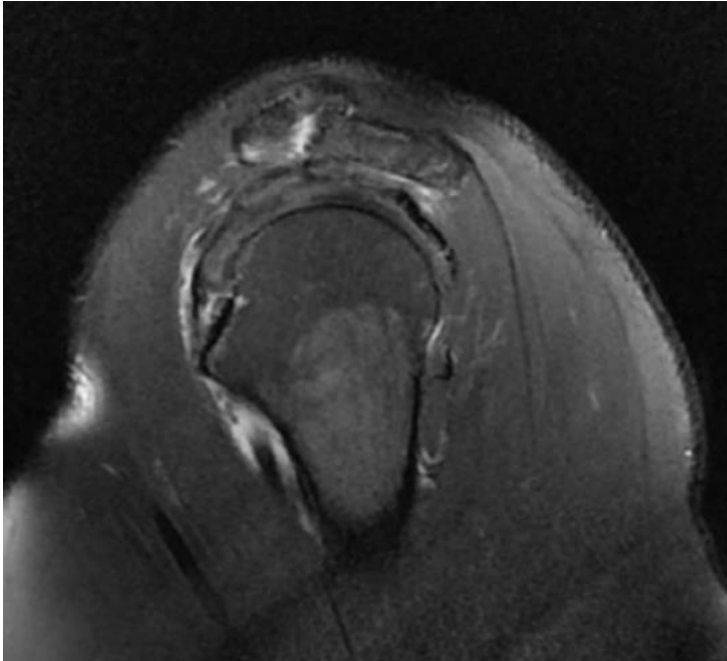
Técnica: Corte Sagital T2, medial a la huella del SupraE y corredera bicipital



Caso 9

¿Lesión?

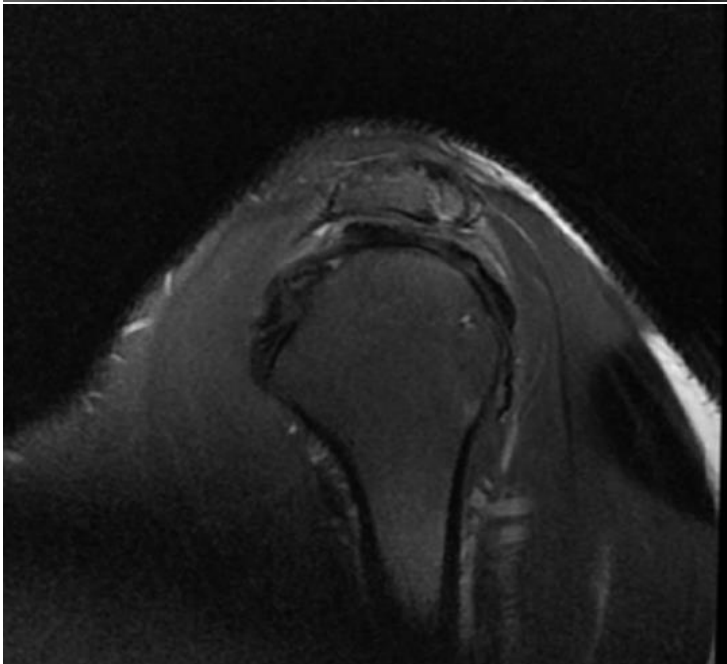
1. Si
2. No
3. No sabría decir



Caso 10

¿Lesión?

1. Si
2. No
3. No sabría decir



Caso 11

¿Lesión?

1. Si
2. No
3. No sabría decir

Anexo 2: Formato de recolección de datos

<h2>Medición sistemática de subescapular</h2>	<p>¿Tiene Subluxación del Biceps en un corte Axial T2?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Acceder a Google para guardar el progreso. Más información</p>	<p>¿Tiene atrofia del SSC en un corte Sagital en T1?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Numero del caso</p> <p>Tu respuesta _____</p>	<p>¿Tiene avulsión del SSC de la tuberosidad menor en un Corte Sagital en T1?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>¿Tiene avulsión del SSC en la tuberosidad menor en un corte Axial T2?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>	<p>¿Cómo clasificaría la lesión según Lafosse?</p> <p><input type="radio"/> Rotura parcial del tercio superior</p>