



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA**  
**DR ERNESTO RAMOS BOURS**

**T E S I S**

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE INFILTRACIÓN GRASA EN LOS TENDONES DEL MANGUITO ROTADOR POR MEDIO DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR Y SU RELACIÓN CON LA PRESENCIA DE RUPTURA PARCIAL O COMPLETA**

**QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE IMAGENOLOGIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA:**  
**Priscila Ruiz Torres**

**DIRECTOR DE TESIS: ARMANDO GONZÁLEZ ARMENDÁRIZ**  
Hospital CIMA Hermosillo - Certificado por el Consejo Mexicano de Radiología  
Miembro del Consejo Mexicano de Radiología

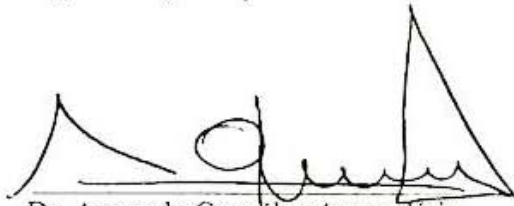
**CO-DIRECTOR: NOHELIA GUADALUPE PACHECO HOYOS**  
Universidad de Sonora  
Hospital General del Estado de Sonora

**COMITÉ DE TESIS:**  
**AARÓN DAVID LUNA ESPINOZA**  
Diagnóstico por Imagen Hermosillo - Hospital General del Estado de Sonora  
**MARISELA GONZALEZ BALLESTEROS**  
Instituto Mexicano del Seguro Social – Certificado por el Consejo Mexicano de Radiología  
**OMAR ENRIQUE MENDEZ MARILES**  
Instituto Mexicano del Seguro Social – Certificado por el Consejo Mexicano de Ortopedia y Traumatología.

**Hermosillo Sonora; julio 2016**

## FIRMAS DE AUTORIZACIÓN DEL CÓMITE DIRECTIVO DE TESIS

Los presentes han revisado el trabajo del médico residente de cuarto año Priscila Ruiz Torres y lo encuentran adecuado para continuar con su proceso de titulación para obtener su grado de médico especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.



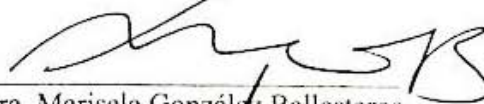
Dr. Armando González Armendáriz  
Director de Tesis  
Hospital CIMA Hermosillo  
Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica



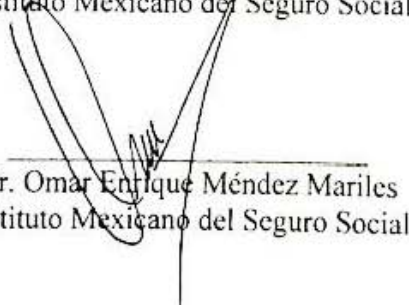
Biól. Nohelia G. Pacheco  
Codirector de tesis  
Hospital General del Estado de Sonora  
División de Enseñanza e Investigación



Dr. Aarón David Luna Espinoza  
DIH- Hospital General del Estado de Sonora



Dra. Marisela González Ballesteros  
Instituto Mexicano del Seguro Social



Dr. Omar Enrique Méndez Mariles  
Instituto Mexicano del Seguro Social

Hospital General del Estado  
"Dr. Ernesto Ramos Bours"  
División de Enseñanza e Investigación  
No. de Oficio: SSS/HGE/EM/656/16  
Hermosillo, Sonora a 26 de julio de 2016

2016: "Año del Diálogo y la Reconstrucción"

## OFICIO DE LIBERACIÓN DE TESIS

La división de enseñanza e Investigación del Hospital General del Estado de Sonora hace constar que realizó la revisión del trabajo de tesis del médico residente: *Ruiz Torres Priscila*, cuyo título es:

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE INFILTRACIÓN GRASA EN LOS TENDONES DEL MANGUITO ROTADOR POR MEDIO DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR Y SU RELACIÓN CON LA PRESENCIA DE RUPTURA PARCIAL O COMPLETA**

Se considera que la tesis reúne los requisitos solicitados por la Universidad Nacional Autónoma de México y se acepta para ser presentada en el examen de grado.

**ATENTAMENTE  
SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN.  
EL SUBJEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E  
INVESTIGACIÓN**

**DR. ELEAZAR VALLE ARMENTA**

C.p. Archivo  
NGPH



Hospital General  
del Estado  
Dr. Ernesto Ramos Bours

**Unidos logramos más**

Bivd. Luis Encinas Johnson S/N Colonia Centro  
Tels. (662) 2592501, 2592505  
Hermosillo, Sonora / [www.saludsonora.gob.mx](http://www.saludsonora.gob.mx)

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en gran manera a la Universidad Autónoma de México por recibirme en su plan académico de Especialista y mantenernos en continua evaluación y motivación para ser los mejores médicos egresados de la Institución.

Agradezco a la Secretaría de Salud por brindar el apoyo económico para la realización de la especialidad médica.

Con todo mi corazón agradezco al Hospital General del Estado de Sonora por ser la institución donde me empecé a forjar desde que tan solo era una estudiante de medicina, así como a Hospital CIMA Hermosillo por permitirme llevar a cabo dicha investigación.

Con mucho cariño agradezco a cada uno de los miembros de mi comité de tesis por apoyarme, darme paciencia, ánimo pero sobre todo emplear su tiempo para la realización de esta tesis. Así como también agradezco a mis maestros de la Especialidad por ser los mejores en su ramo y un ejemplo a seguir.

Con todo mi ser, agradezco a DIOS y a mis padres por darme fuerza en los momentos difíciles y apoyarme en cada momento importante de mi vida.

Agradezco a mi pequeño hijo Samuel, por ser esa fuerza que me impulsa a superarme y no conformarme, pero sobre todo por ayudarme a ser mejor humano como mujer, mamá y profesionista.

## **DEDICATORIA**

*Con el amor más grande y puro, gratitud e infinito orgullo dedico esta investigación a mi pequeño hijo Samuel, que es y será siempre mi mayor bendición y mi más grande logro en la vida...*

*Lo que es imposible para los hombres, es posible para Dios...*

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	8
Resonancia Magnética del Músculo Patológico	10
Patrones de alteración de la intensidad de señal	10
<b>MARCO TEÓRICO</b>	12
Generalidades	12
Anatomía y funciones del hombro	13
Factores de Riesgo	15
Patogenia	15
Presentación y Examen Clínico	16
Ruptura del manguito rotador	17
Ruptura parcial	18
Ruptura degenerativa	20
Ruptura traumática	21
Ruptura Completa	22
Métodos diagnósticos de ruptura del Manguito Rotador	23
Radiografía	23
Artrografía	27
Ecografía	28
Tomografía Computarizada	30
Resonancia Magnética	31
Infiltración grasa y atrofia muscular	27
Clasificación de la infiltración grasa y atrofia muscular	27
Enfoques biológicos y regenerativos de la infiltración grasa y atrofia muscular	43
Infiltración grasa y resultados después de la reparación del manguito rotador	43
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	45
<b>JUSTIFICACION</b>	46
<b>OBJETIVOS</b>	47
<b>HIPÓTESIS</b>	48
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	49

<b>RESULTADOS</b>	54
<b>DISCUSIÓN</b>	62
<b>CONCLUSIONES</b>	64
<b>RECOMENDACIONES</b>	65
<b>LITERATURA CITADA</b>	66
<b>ANEXOS</b>	76



## **RESUMEN**

El manguito rotador es una compleja estructura miotendinosa que forma parte de un sistema articular en el que se genera una cantidad excepcional de fuerza que producen movimiento en todos los sentidos posibles y es origen también de síndromes dolorosos y lesiones que representan la patología dolorosa más frecuente del hombro. Dentro de las patologías antes mencionadas están las rupturas miotendinosas clasificadas como parciales o completas.

Por otro lado, un hallazgo común en el manguito rotador es la presencia de infiltración grasa, la cual se define como una condición degenerativa músculo-tendinosa caracterizada por atrofia de las fibras musculares, fibrosis, y la acumulación de grasa dentro y alrededor de los músculos. Es bien conocido que a mayor infiltración grasa en presencia de ruptura tendinosa, su recuperación postquirúrgica no es alentadora.

En este estudio se buscó encontrar la relación directa entre la infiltración grasa a nivel miotendinoso del manguito rotador detectado por Resonancia Magnética con la presencia de ruptura parcial o completo de los tendones por lo que revisamos su anatomía de forma breve y la patología de interés por Resonancia Magnética en pacientes de dos instituciones privadas de la localidad, donde se encontró una relación positiva entre estas dos variables.

## **ABSTRACT**

The rotator cuff is a complex myotendinous structure that takes part of an articular system in which an exceptional force is generated that produces movement in all directions, and is a possible origin for pain syndromes and injuries that represent the most common painful pathologies in the shoulder. Within the pathologies mentioned we find myotendinous ruptures classified as complete or partial.

On the other hand, a common finding in the rotator cuff is the presence of fatty infiltration, which is defined as a muscular-tendinous degenerative condition characterized by muscle atrophy, fibrosis, and a fatty accumulation within and around the muscles. It is a common known fact that the more the fatty infiltration in the presence of tendinous rupture, the less encouraging the postsurgical recovery.

In this study, the direct relation between fatty infiltration at a myotendinous level of the rotator cuff with the presence of partial or complete rupture of the tendons was sought; reason why we briefly revised its anatomy and pathology of interest in patients belonging to two local private institutions, where a positive relation between these 2 variables was found.

## INTRODUCCIÓN

El músculo esquelético normal es conocido también como músculo voluntario o estriado. Los músculos están constituidos por células largas multinucleadas denominadas fibras musculares. Sus extremos se insertan en los tendones que a su vez se insertan en los huesos, cruzando las articulaciones. El control de la actividad esquelética procede de la corteza cerebral y otros centros superiores y se lleva a cabo a través de una serie de neuronas, que dan lugar a nervios motores, que inervan las fibras musculares.

Para la valoración adecuada del músculo con resonancia magnética, se necesita obtener las imágenes en secuencias potenciadas en T1 (muestran el detalle anatómico, la morfología del músculo, la presencia de hemorragia subaguda y la atrofia muscular), y secuencias de TR largo (DP, T2) con saturación de la grasa que son sensibles a la patología. La secuencia STIR, es de gran utilidad, ya que es altamente sensible a la mayoría de las patologías musculares. Las secuencias con contraste pueden ser útiles para diferenciar lesiones sólidas de lesiones quísticas y para identificar abscesos o áreas de necrosis tisular. La mayoría de los músculos y grupos musculares se valoran mejor en los planos axiales. Los planos coronal y sagital se usan para las anomalías relacionadas con las marcas anatómicas o para mostrar la extensión de la enfermedad.

En los estudios de resonancia magnética, el músculo esquelético normal muestra una intensidad de señal intermedia en todas las secuencias de pulso. Las imágenes en T1 muestran un aspecto “plumoso” condicionado por la grasa que se interpone entre las fibras musculares y entre los músculos adyacentes. (Figura. 1). En algunas localizaciones se puede distinguir

cada grupo muscular por la presencia de grasa interpuesta, siendo en otras localizaciones con menor grasa, más difícil.



Figura 1. RM de sistema musculoesquelético normal del hombro. Imagen de RM coronal en secuencia T1. El músculo muestra una intensidad de señal intermedia con un aspecto plumoso por la grasa interpuesta entre las fibras musculares y los grupos musculares. *Cortesía Hospital CIMA Hermosillo.*

En las secuencias potenciadas en T2, el músculo mantiene una intensidad de señal intermedia. Los tendones muestran baja intensidad de señal en todas las secuencias. Pueden recorrer un músculo durante largas distancias o pueden surgir cerca de la periferia del mismo. La unión miotendinosa es el punto más débil normalmente. (Gamo Villegas P., SERAM 2012).

## **Resonancia Magnética del Músculo Patológico**

### **Patrones de alteración de la intensidad de señal**

La Resonancia Magnética (RM) tiene un papel fundamental en la detección y caracterización de las patologías del músculo. Las distintas patologías musculares pueden condicionar alteración en el tamaño, forma e intensidad de señal del músculo. Además, la RM es muy sensible a las anomalías de los músculos, aunque normalmente es inespecífica.

La alteración en la intensidad de señal del músculo patológico sigue tres patrones fácilmente reconocibles: infiltración grasa, edema muscular y masa o tumoración muscular. En el caso de esta investigación, nos centramos en el primero. De esta forma, el patrón de infiltración grasa se debe a depósito de grasa de forma difusa en un músculo que generalmente se asocia a atrofia del músculo (Gamo Villegas P., SERAM 2012).

La infiltración grasa es una condición degenerativa músculo-tendinosa caracterizada por atrofia de las fibras musculares, fibrosis, y la acumulación de grasa dentro y alrededor de los músculos (Osti Leonardo, 2013). Puede darse en causas metabólicas, denervación crónica, desuso crónico, tras una ruptura tendinosa crónica, como consecuencia del uso de esteroides o como un hallazgo tardío después de un daño muscular severo. (Figura 2)(Gamo Villegas P., 2014) Además, la infiltración grasa afecta mayormente a pacientes de edad avanzada debido a que disminuye la regeneración de los tendones del manguito rotador. (Goutallier, 2010) (Goutallier, 1990) Como parte de la historia, cabe mencionar que la infiltración grasa en el manguito rotador, fue descrito en 1989 inicialmente por Goutallier mediante Tomografía Computarizada y posteriormente modificada para Resonancia Magnética (Goutallier, 2010).

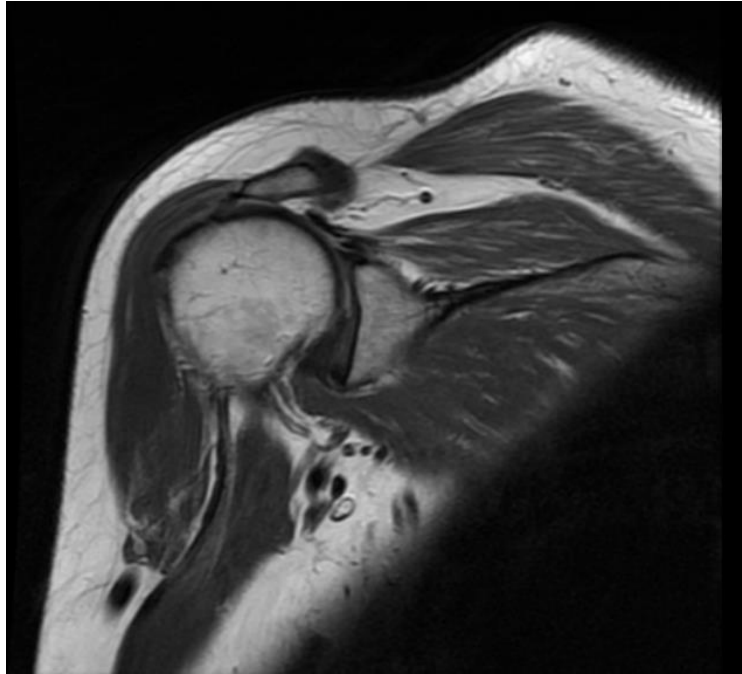


Figura 2. Imagen de RM coronal de hombro en Densidad Protónica (DP) mostrando importante infiltración grasa a nivel del manguito rotador. *Cortesía Hospital CIMA Hermosillo.*

La detección y el diagnóstico de la infiltración grasa en los casos de ruptura parcial o completa de la unión musculo-tendinosa del manguito rotador son indispensables para brindar al médico tratante un pronóstico y evolución de los pacientes con patología del manguito rotador. En la actualidad, el uso clínico de la escala de Goutallier muestra que entre más elevada sea su clasificación en resonancia de hombro, existe un peor pronóstico en la reparación postquirúrgica de los tendones rotos, sirviendo así como una posible contraindicación para la reparación quirúrgica. (Goutallier, 1994). Sin embargo, no hay estudios que hayan determinado la relación entre la infiltración grasa tendinosa y la ruptura parcial o completa de alguno de los tendones del manguito rotador por lo que se pretende demostrar en este estudio.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Generalidades**

La incidencia de dolor de hombro en la población general es de alrededor de 11.2 casos por 1,000 pacientes por año y el manguito rotador es la causa principal de dolor del hombro (Clayton RA, 2008). La incidencia estimada de lesiones del mango rotador es de 3.7 por cada 100,000 por año con una ocurrencia mayor durante la quinta década de vida entre los hombres y en la sexta entre las mujeres (Gamo Villegas P., SERAM 2012), siendo de predominio en el sexo masculino con prevalencia del 50-70% (Richards, 1994) (Ortiz A, 2014). Es conocido que las afecciones del mango rotador aumentan con el paso del tiempo ya que tienen una relación directa con un proceso de deterioro progresivo más que con un evento traumático único y específico. El problema aumenta con la edad y los pacientes ancianos se ven, por lo tanto, más afectados. (Clayton RA, 2008)

En la artropatía degenerativa, a las alteraciones del proceso normal de envejecimiento de estos tejidos, se añaden muchos otros factores causales. Con el paso de los años, el aporte sanguíneo de los tendones y las cápsulas articulares deja de ser suficiente y, a consecuencia de la menor difusión de nutrientes a través de los tejidos intercelulares, es inevitable que aparezcan alteraciones degenerativas locales. (Salter, 2003)

La alteración patológica básica en la enfermedad del tendón y la cápsula es la necrosis local, en grado variable. Posteriormente, estas zonas de necrosis tienden a calcificarse (calcificación distrófica), lo cual puede causar una inflamación química y física (tendinitis calcificante). Además, las zonas de degeneración en los tendones debilitan su estructura hasta tal punto que están expuestos a romperse, o desgarrarse con un traumatismo leve (ruptura patológica). (Salter, 2003)

## **Anatomía y funciones del hombro**

Una de las estructuras más importantes del hombro es el manguito rotador formado por las inserciones tendinosas conjuntas de un complejo de cuatro músculos (Figura 3,4) cuyo nacimiento está en la escápula y cuyos tendones se fusionan con la cápsula subyacente al insertarse en el troquín y el troquíter:

1. El supraespinoso nace en la fosa supraespinosa, en la cara posterior del omóplato, pasa por detrás del acromion y la articulación acromioclavicular y se inserta en la cara superior del troquíter.
2. El infraespinoso proviene de la fosa infraespinosa en la cara posterior del omóplato y se inserta en la cara posteroexterna del troquíter.
3. El subescapular nace en la cara anterior de la escápula y se inserta en gran medida en el troquín.
4. El redondo menor proviene de la cara inferoexterna del omóplato y se inserta en la cara inferior del troquíter (Rockwood C and Matsen, 2000).

El manguito rotador como complejo miotendinoso consigue arcos de movimientos tan amplios como 180 grados de flexión y abducción y una combinación de movimientos que llevan a una circunducción de 360 grados. La contracción coordinada de los músculos del manguito rotador mantiene centrada la cabeza humeral en la cavidad glenoidea a lo largo de todos los arcos de movimiento jugando de esta manera un papel muy importante a través del concepto de compresión cóncava en el mantenimiento de la estabilidad del hombro. (Bigliani, 1996)



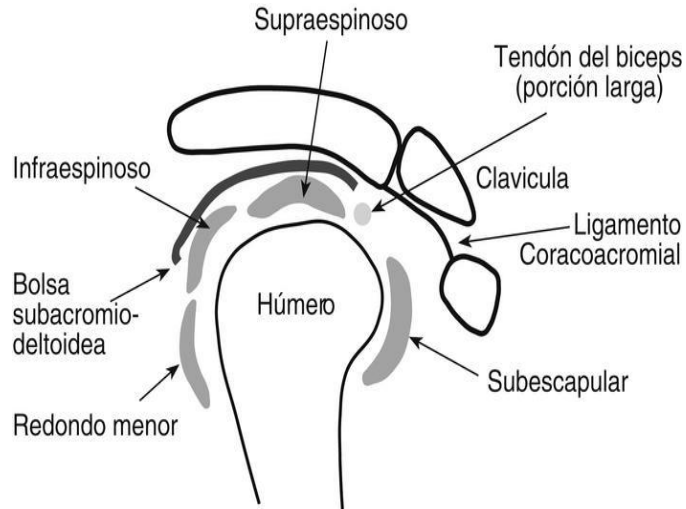


Figura 3. Representación gráfica del hombro en plano sagital que muestra las inserciones del manguito rotador.

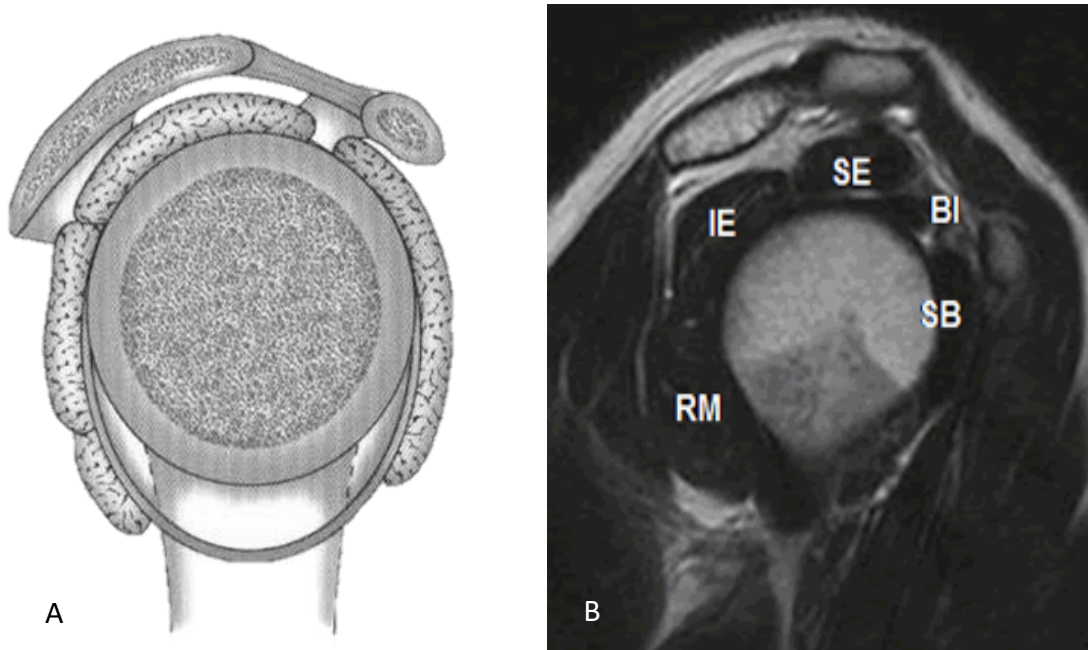


Figura 4. A. Representación gráfica del hombro en plano sagital que muestra los músculos que conforman el manguito rotador B. Imagen por RM en T2 que muestra el complejo musculotendinoso normal del manguito rotador.

SE: Supraespinoso. IE: Infraespinoso. SB: Subescapular. RM: Redondo menor. Se incluye como BI la cabeza larga del bíceps.

Estudios recientes han demostrado las contribuciones del manguito rotador en la estabilidad del hombro, permitiendo identificar una relación muy íntima con los ligamentos glenohumerales y la cápsula articular y que consiste en una mayor contracción coordinada, que aumenta las fuerzas de compresión cuando hay mayor relajamiento de la cápsula y los ligamentos; se identifica al músculo supraespinoso como el más efectivo en esta actividad. (Lazarus, 1996).

### **Factores de riesgo**

La continua repetición de movimientos por arriba de la cabeza (abducción y rotación externa) ya sea por actividades laborales o deportivas es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de la tendinopatía del mango rotador. Otros factores de riesgo que deben tenerse siempre presentes incluyen el consumo de tabaco, la obesidad con aumento del índice de masa corporal, hipercolesterolemia, factores genéticos, variaciones anatómicas, discinesia escapular, inestabilidad glenohumeral e hiperlaxitud. (Carbone, 2012) (Gumina, 2014) (Santiago-Torres, 2014) (Codman, 1931).

### **Patogenia**

En general, aunque hay varias hipótesis acerca del origen de la lesión del manguito rotador, el problema se considera multifactorial y predominan dos teorías: la primera enfatiza en el inicio de la lesión en forma intrínseca debido a una avascularidad localizada en la porción terminal del tendón del supraespinoso a un centímetro de su inserción;(Habermeyer, 2006) sin embargo, se ha demostrado que por lo común la lesión inicia a 15 mm de la corredera bicipital (Kim, 2010). Los cambios en la estructura del tendón que han sido postulados como

promotores de las alteraciones que llevarán al tendón a la falla mecánica final son los siguientes:

1. Aumento de matriz metaloproteinasas (MMP).
2. Reducción de inhibidores tisulares (TIMPs) de la (MMP).
3. Apoptosis celular.
4. Metaplasia condroide.
5. Presencia de óxido nítrico sintetasa.

Otro cambio que se ha postulado como causa extrínseca en la que la lesión del manguito rotador se explica es a través del atrapamiento que el tendón sufre entre la tuberosidad mayor del húmero y el acromion y que con el tiempo provoca un proceso inflamatorio seguido por uno degenerativo y llegando al punto de ruptura espontánea (Neer, 1983). De esta manera, la lesión sería producida en la interferencia provocada por el choque del tendón contra las superficies óseas de dos maneras: una en forma primaria por alteraciones en la forma y contenido del conducto del supraespinoso a nivel de la articulación acromioclavicular o el arco acromial, y una segunda forma consistente en el choque secundario a alteraciones en la función muscular o en el tejido de soporte glenohumeral, dando como consecuencia una movilidad anormal y un atrapamiento (Neer,1983).

### **Presentación y examen clínico**

De acuerdo con la etapa evolutiva en la que se encuentre el paciente los datos más característicos del padecimiento en mayor o menor intensidad son la presencia de dolor y restricción de la movilidad. La mayoría de los pacientes acude a valoración por haber iniciado con dolor algunas semanas antes de la entrevista inicial mientras la intensidad del mismo se ha venido incrementando progresivamente; muchos de ellos no aquejan dolor directamente

en la articulación del hombro sino en el tercio medio proximal del brazo de predominio en la superficie posterolateral que aumenta por las noches e incluso les interrumpe el sueño espontáneamente. Hay evidencia de que el dolor tiene relación directa con la magnitud de la lesión y la presencia de alteraciones capsulares tipo capsulitis adhesiva o contractura de la cápsula posterior y se despierta también con movimientos específicos de las actividades diarias como peinarse, colocarse la camisa, la blusa o el sostén y el lavado de dientes. El aseo corporal se dificulta por las restricciones de la movilidad que el dolor produce. La rotación externa es el primer movimiento que se restringe y le sigue la abducción. (Urwin, 1998)

### **Ruptura del Manguito Rotador**

Se atribuye a JG Smith la primera descripción de la ruptura del manguito rotador hacia 1834 en “ The London Medical Gazzette “ (Andrews JR, 1985) mientras que Lindblom y Palmer en 1939 describieron por primer vez rupturas parciales y totales del manguito rotador utilizando material radiopaco (Lindblom, 1939).

La enfermedad degenerativa del manguito rotador del hombro suele ser más acentuada en la porción del supraespinoso, posiblemente porque esta zona, a causa del aporte sanguíneo menor del apropiado, es más vulnerable a la presión. Con frecuencia, los cambios degenerativos y sus secuelas producen una reacción inflamatoria aguda o crónica en los tejidos y, por este motivo, se emplean los términos clínicos, tendinitis, bursitis y capsulitis. (Silverstein,2006). El supraespinoso suele tener una afectación de hasta el 70% , el infraespinoso de 20% y el subescapular y redondo menor del 5% aproximadamente cada uno. (L.Nové-Josserand, 2008).

Los síndromes clínicos más frecuentes, todos ellos complicaciones de la enfermedad degenerativa de los tendones y la cápsula, son los siguientes: tendinitis calcificante, bursitis

subacromial, tendinitis bicipital, ruptura del manguito rotador y capsulitis adhesiva u hombro congelado. Por otro lado la ruptura del manguito rotador es más frecuente a partir de la mediana edad; pueden ser parciales o completas, y su incidencia es el doble en hombres que en mujeres.

El componente supraespinoso del manguito rotador es la localización más frecuente de una ruptura por el hecho de que esta zona es la que con mayor frecuencia se afecta por las alteraciones degenerativas y también la que está sometida a mayores tensiones. (Silverstein,2006)

### **Ruptura parcial**

Las rupturas parciales son aquellas rupturas que cursan con ausencia de comunicación entre la articulación glenohumeral y el espacio subacromial, aunque se deberían denominar rupturas de espesor parcial (Codman, 1934). Las rupturas parciales afectan al tendón del músculo supraespinoso y menos frecuentemente al tendón del músculo subescapular o del músculo infraespinoso, a pesar de que con la artroscopia su diagnóstico es cada vez más habitual. La incidencia de las rupturas parciales del manguito rotador se calcula en el 4% en adultos más jóvenes de 40 años y por encima del 25% en individuos de más de 60 años (Sher, 1995) (Milgrom, 1995).

Las rupturas parciales del manguito no curan espontáneamente. En una serie de 40 rupturas parciales articulares diagnosticadas por artrografía, el 80% de las mismas progresaron en tamaño o se transformaron en rupturas completas (Yamanaka, 1994). Otras series evaluaron la progresión de la ruptura después de una acromioplastía abierta por un síndrome subacromial sin ruptura tendinosa, y evidenciaron que un 12,5% de los hombros habían evolucionado hacia rupturas completas después de la descompresión (Hyvonen P.,

1998). Tampoco se ha evidenciado una curación de las rupturas parciales en segundas artroscopias, practicadas en hombros donde se había realizado una primera artroscopia por presentar una ruptura parcial del manguito, y que se habían tratado inicialmente mediante desbridamiento (Weber, 1999) aunque, no es menos cierto, que muestras de tendón del músculo supraespinoso con ruptura parcial no han evidenciado signos de reparación activa espontánea (Fukada, 1996).

Ellmann *et al.* (Ellman,1990) propusieron una clasificación para las rupturas parciales del manguito basada en el grosor afectado del tendón en tres grados: grado I, afectación inferior a 3mm; grado II, entre 3-6mm, y grado III, superior a 6mm, que será aproximadamente el 50% del grosor completo del tendón. Actualmente, la clasificación más utilizada es aquella basada en la localización de la ruptura: **ruptura parcial articular** cuando afecta a la porción del manguito que forma parte de la cavidad glenohumeral; **ruptura parcial bursal** cuando está dañada la parte del manguito que contacta con el espacio subacromial, y **ruptura parcial intratendinosa**, que son aquellas rupturas parciales que no contactan ni con la articulación glenohumeral ni con el espacio subacromial. La ruptura se encuentra entre las capas del tendón (Figura 5). Ko *et al.* indicaron un origen diferente, según la localización de la ruptura. Las rupturas parciales articulares se asociaban principalmente a cambios intrínsecos del manguito rotador, y las rupturas bursales estaban más relacionadas con la presencia de un conflicto subacromial.

Las rupturas parciales articulares se presentan básicamente en dos grandes grupos de población en relación con la etiología de la ruptura parcial: en población adulta, siendo de origen degenerativo, o en población joven, de origen postraumático (Ko, 2006).

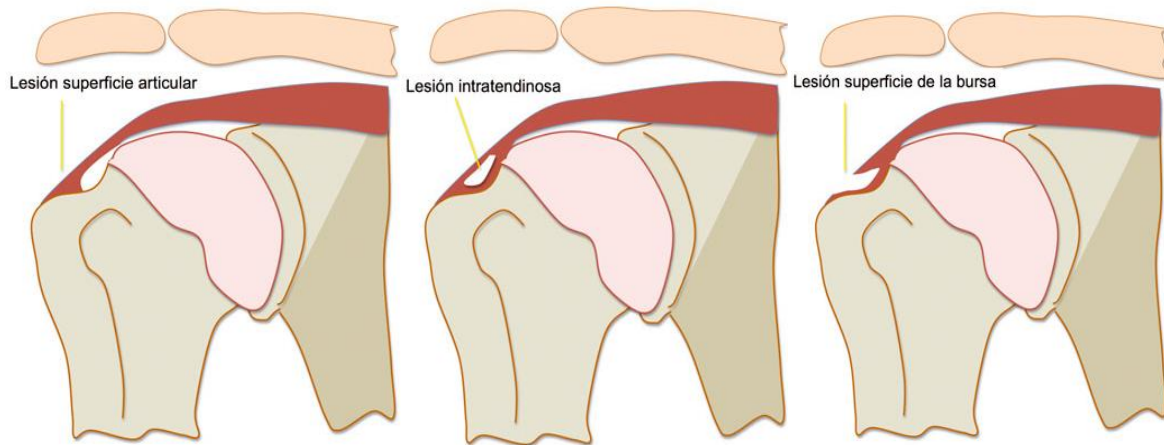


Figura 5. Representación gráfica de la clasificación de las rupturas parciales del manguito rotador.

### **Rupturas degenerativas**

Las rupturas degenerativas son las más frecuentes y se localizan mayoritariamente en la denominada «zona crítica», donde predominan cambios histológicos. Son las rupturas más frecuentes por ser el primer paso de las rupturas completas del manguito rotador en la población adulta, lo que no significa que todas las rupturas parciales tengan una traducción clínica (Fukuda, 2000).

Se ha descrito una disminución de la vascularización del manguito rotador cerca de su inserción en el troquíter humeral, una zona donde se ha demostrado una disminución del número de vasos sanguíneos, tamaño y porcentaje de tendón vascularizado, tanto en el tendón supraespinoso como en el infraespinoso. Igualmente, han demostrado que esta zona crítica estaba sujeta a una hipovascularización transitoria dependiendo de la posición del brazo (Fukuda,2000). También se ha apreciado una vascularización diferente entre las zonas bursal y articular del manguito rotador: la superficie bursal está bien vascularizada, mientras que la superficie articular tiene escasa vascularización, por lo que la hipovascularización transitoria

del tendón predispone a la aparición de cambios degenerativos y posteriores rupturas de la porción articular del manguito rotador (Fukuda,2000).

### **Rupturas Traumáticas**

En este grupo de pacientes más jóvenes la ruptura parcial articular del manguito puede tener diferentes orígenes. En la mayoría de los casos, está relacionada con situaciones de tensión tendinosa debido a la combinación de fenómenos de cizallamiento entre las capas superficiales y profundas del manguito rotador. Las rupturas parciales articulares son más frecuentes en hombres, entre los 40-60 años, que realizan actividades del brazo por encima del hombro (Gotoh, 1998). En este grupo de pacientes la ruptura se suele colocar en el intervalo existente entre los tendones supraespinoso e infraespinoso (Gartsmann, 1995). La sobretensión también puede estar relacionada con la presencia de una inestabilidad glenohumeral, secundaria a una laxitud capsular, lesión labral o por una contractura de la cápsula posteroinferior, que se manifestará con una pérdida de la rotación interna (Gartsmann, 1995).

En atletas con rupturas del labrum posterosuperior, la ruptura parcial se localiza normalmente en la parte posterior de la inserción del tendón del músculo supraespinoso o afectando al tendón del músculo infraespinoso, en el contexto del pinzamiento posterosuperior. También se pueden diagnosticar rupturas parciales articulares en la parte anterior de la inserción del tendón del músculo supraespinoso, en una micro inestabilidad; es la lesión denominada SLAC (*Superior Labrum Anterior Cuff*) (Savoie, 2000), que incluye una ruptura de SLAP (*superior labrum from anterior to posterior*) con una desinserción parcial del margen anterior del tendón del músculo supraespinoso. Por otro lado, también se ha relacionado la ruptura parcial articular del manguito con la presencia de deformidad



plástica (laxitud) de la cápsula articular (Ruotolo, 2002), que se define con una rotación externa de la extremidad superior mayor de 130° y una abducción de 90°.

Un traumatismo agudo, directo o indirecto, también puede producir un arrancamiento parcial de la inserción del tendón del músculo supraespinoso, que se ha descrito como lesión PASTA (*Partial articular supraespinatus tear avulsion*) (Snyder, 1991). En este grupo de pacientes raramente se aprecian alteraciones de la superficie bursal del manguito o del arco coracoacromial.

### **Ruptura completa**

Un traumatismo como el causado al caer sobre el hombro puede desgarrar completamente el manguito rotador previamente degenerado, incluida la cápsula. No obstante, en la mitad de los pacientes la ruptura se produce gradualmente sin un traumatismo significativo. La parte proximal del manguito se retrae y la articulación glenohumeral entra en comunicación con la bursa subacromial. El paciente se queja de dolor que puede ser muy intenso por la noche. El paciente con una ruptura completa del manguito rotador, generalmente un hombre mayor de 60 años de edad, no puede iniciar la abducción del brazo y al intentarlo simplemente encoge el hombro. Sin embargo, si el brazo se coloca pasivamente a 90° de abducción, el paciente puede mantener esta posición mediante la acción del músculo deltoides. (Salter, 2003). Las rupturas de espesor total pueden clasificarse según su morfología en «U», «L», «L invertida» o en semiluna (Burkhart, 2001) (Figura 6). El reconocimiento del patrón de ruptura es importante para la planificación quirúrgica.

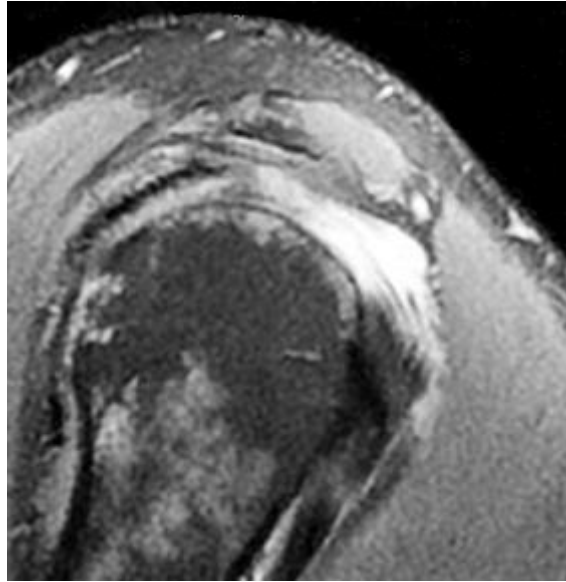


Figura. 6 Imagen de RM sagital muestra retracción en «U» de espesor completo del tendón supraespinoso

## **Métodos diagnósticos de Ruptura del Manguito Rotador**

### **Radiografía**

Es la exploración complementaria más importante y debe hacerse de forma rutinaria en cualquier caso que se sospeche patología del manguito rotador. Las radiografías simples pueden evidenciar signos indirectos de patología del manguito como son la presencia de calcificaciones degenerativas en el tendón, una escotadura en el troquíter, esclerosis de la cara inferior del acromion, quistes óseos subcondrales en la cabeza humeral, osteofitos acromiales o claviculares, el ascenso de la cabeza humeral en las rupturas masivas del manguito o la presencia de cambios degenerativos en la cabeza humeral y en la superficie inferior del acromion en rupturas masivas con artropatía del manguito (Teefey, 2004) (Figura7).

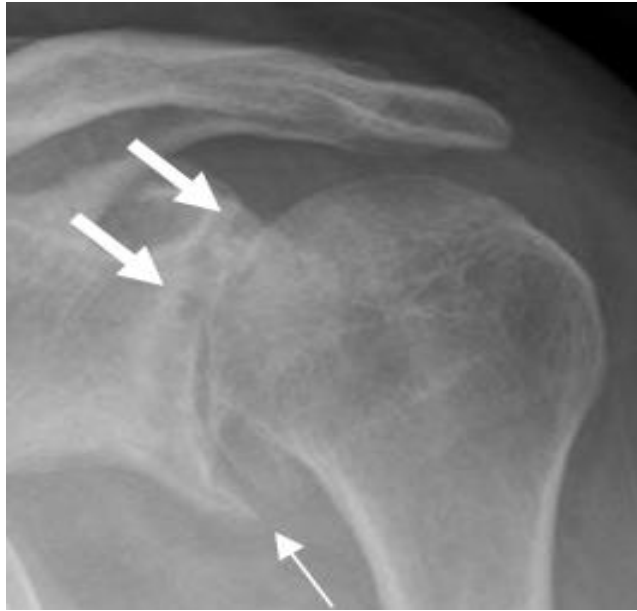


Figura 7. Artropatía degenerativa. Radiografía AP. Cambios degenerativos con pérdida del espacio, formación de osteofitos inferiores (Flecha delgada) y quistes subcondrales. (Flechas gruesas).

Existen tres proyecciones básicas: antero-posterior (AP), lateral y axial.

**A.- Proyección antero-posterior:** es la más utilizada. Es importante conocer la técnica de realización, porque según la posición del paciente y la dirección del disparo de los rayos X pueden obtenerse imágenes muy distintas. Hay que hacerla no en el plano frontal sino ligeramente oblicua. En unos 20-30 grados de inclinación de arriba a abajo y unos 30 grados de inclinación de dentro a fuera (Figura 8,9). Se hace así para que el rayo esté en el plano “horizontal” del acromion, para que no salgan superpuestos el acromion y el humero; Y, de dentro a fuera porque ese es el plano de la articulación glenohumeral, para no ver superpuestos el húmero y la glenoides. Partiendo de esta posición AP básica puede hacerse tres disparos en distinta rotación del húmero: en rotación externa, en rotación neutra y en rotación interna. Así se obtienen pequeñas diferencias en la imagen de la cabeza humeral. En resumen son tres proyecciones: AP en rotación externa, AP en rotación neutra y AP en

rotación interna. La utilidad de esta proyección es: medir el espesor del espacio subacromial (lo normal es de 7 a 14 mm), descartar calcificaciones, grandes rupturas (ascenso de la cabeza), esclerosis del troquíter, osteofitos acromiales, artrosis de la acromio-clavicular y osteofitos correspondientes, fracturas del troquíter, artrosis de la glenohumeral, etc.

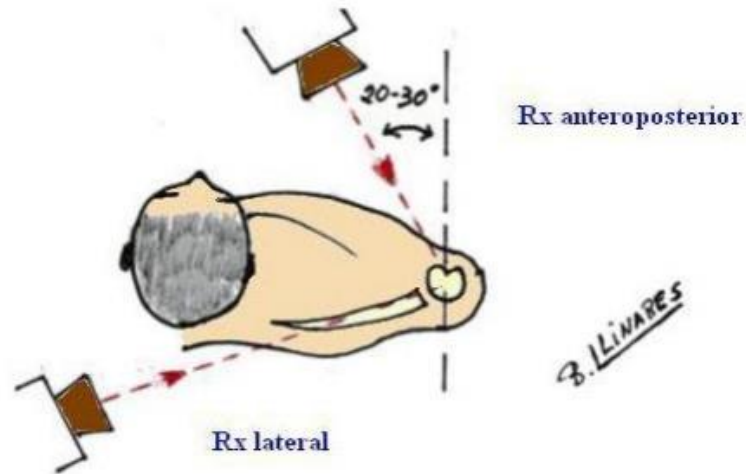


Figura 8. Representación esquemática de la proyección anteroposterior y lateral de hombro.

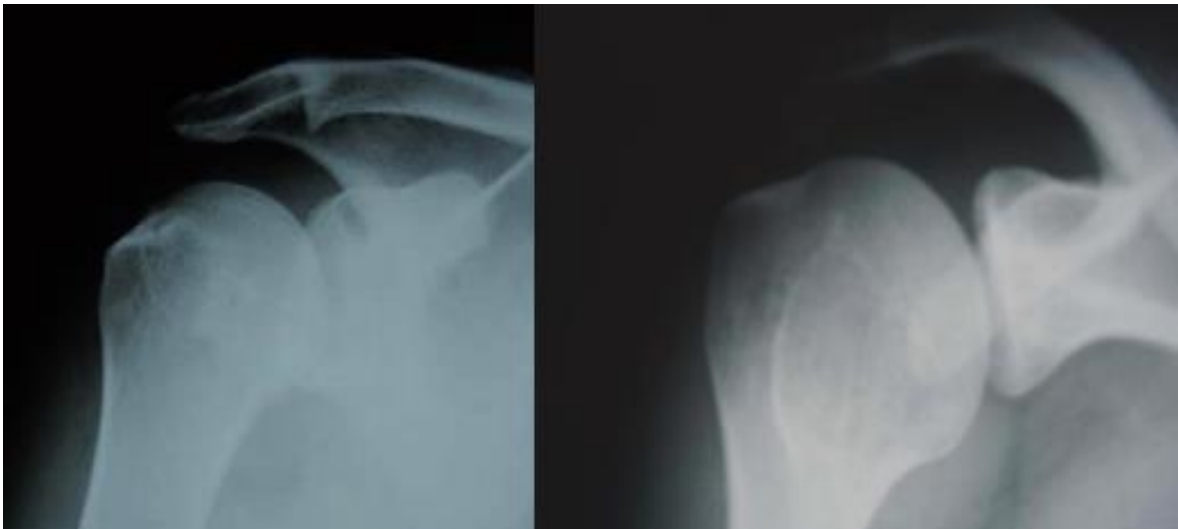


Figura 9. Imágenes radiográficas de hombro en proyección AP en rotación neutra (A) y en rotación externa (B).

**B.- Proyección lateral:** La escápula se ve con forma de “Y”. Se hace el disparo en una posición del paciente ligeramente oblicua al chasis. Se coloca al paciente para que el plano de la escápula coincida con la dirección del rayo, es decir unos 30° de detrás hacia delante. (Figura 8,10) Y además unos grados inclinada de arriba a abajo para que la dirección del rayo coincida lo más posible con el eje del desfiladero subacromial. Es la proyección llamada *Outlet*. Debe verse muy bien la cabeza humeral, que no está luxada, algo tan importante como el tipo de acromion según su morfología, ascensos de la cabeza, etc.



Figura 10. Imagen radiográfica de hombro en proyección lateral

**C.- Proyección axial:** se realiza con el disparo del rayo paralelo al costado y la placa encima del hombro, para descartar inestabilidades, fracturas de troquíter, lesiones osteocondrales, etc. Figura 11. (Rockwood, 1990).



Figura. 11 Imagen radiográfica de hombro en proyección axial

### **Artrografía**

La primera artrografía data en los inicios de 1930, y la artrografía glenohumeral, fue durante muchos años la prueba de elección para detectar rupturas del manguito de los rotadores, siendo más sensible en la detección de rupturas del lado articular y de rupturas completas. (Barousse R., SERAM 2014)

El examen radiográfico después de inyectar material radiopaco en la articulación del hombro muestra extensión del contraste desde la articulación hasta la bursa y confirma la presencia de una ruptura completa. La bursografía (inyección de contraste en el espacio subacromial) se utilizaba en la detección de rupturas parciales del manguito en el lado bursal. (Salter, 2003). Sin embargo, con el advenimiento de nuevas técnicas de imagen actualmente está en desuso y ha sido sustituida por la resonancia magnética debido a que es un método invasivo y entre los riesgos está el de producir una infección. La artrografía mostraba sensibilidad del 90% y especificidad del 95%. Puede valorarse bien si hay o no ruptura

(Figura 12) y en caso de que la haya, medirse el tamaño de la ruptura, permite además visualizar el recorrido de la porción larga del bíceps. (Miniaci,1997).



Figura. 12. Imagen radiográfica de artrografía de hombro en proyección AP.

## **Ecografía**

La ecografía es muy útil para demostrar ruptura en el manguito rotador. Cuando es realizada e interpretada por personal calificado, tiene una fiabilidad similar a la resonancia magnética para identificar y medir el tamaño de rupturas de espesor parcial (Figura 13) y completo (Figura 14) del manguito de los rotadores (Scheibel, 2005).

Mack *et al.* (Mack, 1985) mostraron una especificidad del 98% y una sensibilidad del 91 % de la ecografía en comparación con los hallazgos operatorios. En la amplia serie de Hedtmann y Fett (Hedtmann, 1995), la sensibilidad de la ecografía fue del 97% en las rupturas de espesor total y del 91% en las rupturas de espesor parcial. La ecografía tiene la ventaja de ser un método en tiempo real, no invasivo, de bajo coste, rápido, seguro y que permite una exploración dinámica de ambos hombros (Figura 15) (Iannotti, 1991).

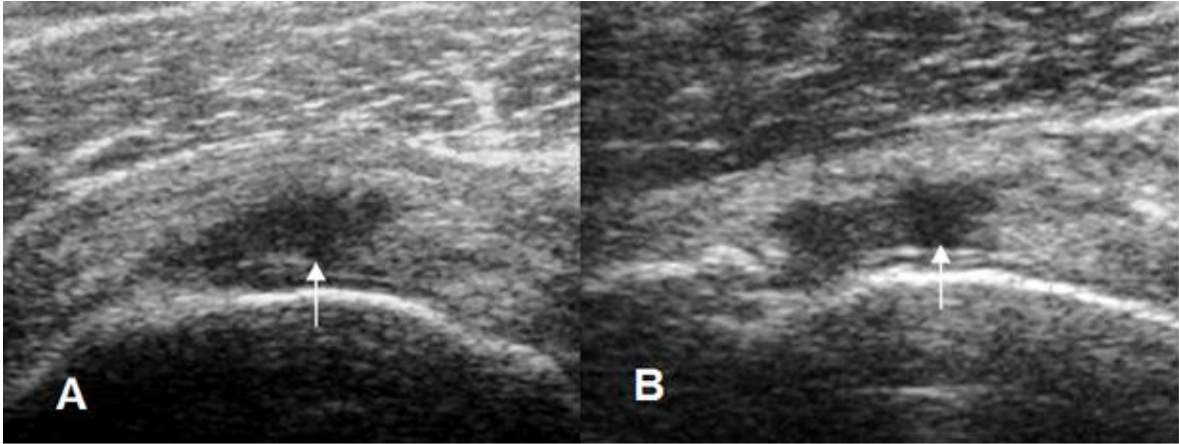


Figura 13. Ruptura parcial del tendón supraespinoso. A y B: Ecografía coronal. Zonas hipoeicoicas en la superficie humeral, por ruptura parcial.

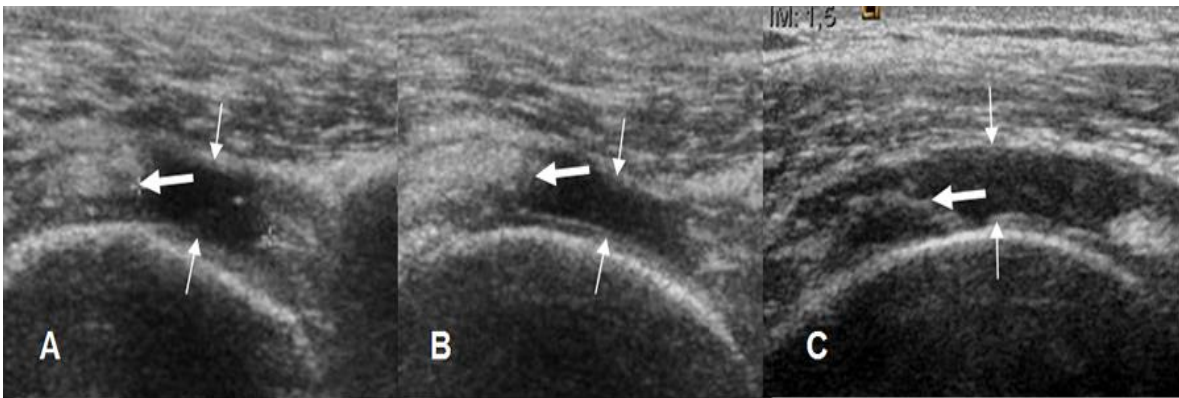


Figura 14. Ruptura del tendón supraespinoso. A, B y C: Ecografía coronal. Solución de continuidad de espesor completo en el tendón del supraespinoso, que está ocupada por líquido (flechas delgadas), secundario a ruptura completa. Extremo del tendón retraído. (Flecha gruesa).

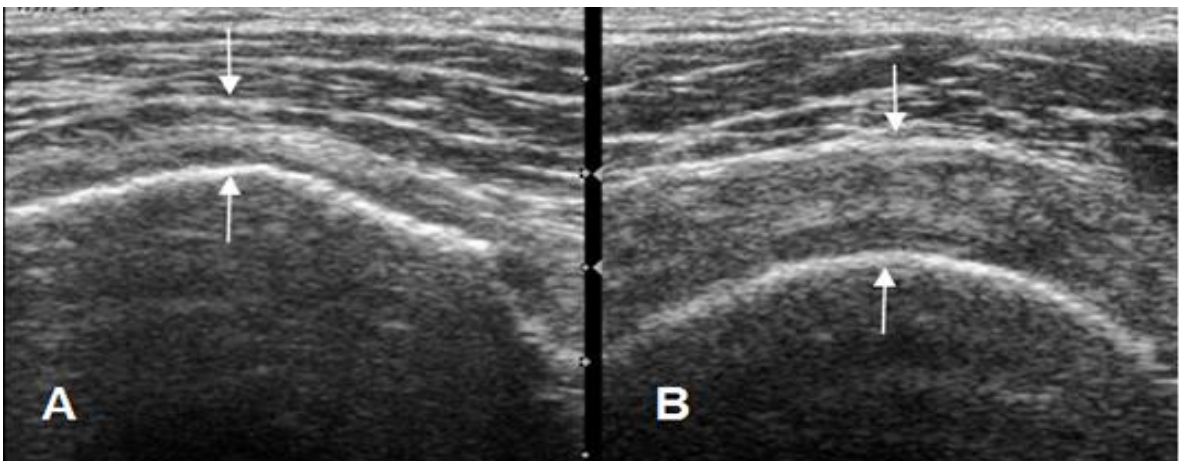


Figura 15. Ruptura parcial del supraespinoso. Ecografía coronal. Adelgazamiento del tendón supraespinoso en A, por ruptura parcial. Tendón normal, en el lado contralateral, foto B.



## Tomografía computarizada

El desarrollo de las otras técnicas tomográficas como ecografía y resonancia magnética han reducido el número de exploraciones realizadas mediante tomografía computarizada (TC) en la valoración de la enfermedad del hombro. No está indicada para la valoración de tejidos blandos como es el complejo del manguito rotador, salvo se sospeche de lesión ósea asociada como traumatismo. La TC es un método excelente para la valoración de fragmentos óseos, de luxaciones y de cuerpos libres articulares.

El pos proceso de los estudios obtenidos con los tomógrafos modernos (helicoidales multicorte) permite reconstruir imágenes en los diferentes planos del espacio y obtener modelos tridimensionales. (Botella, 2009). (Figura 16)

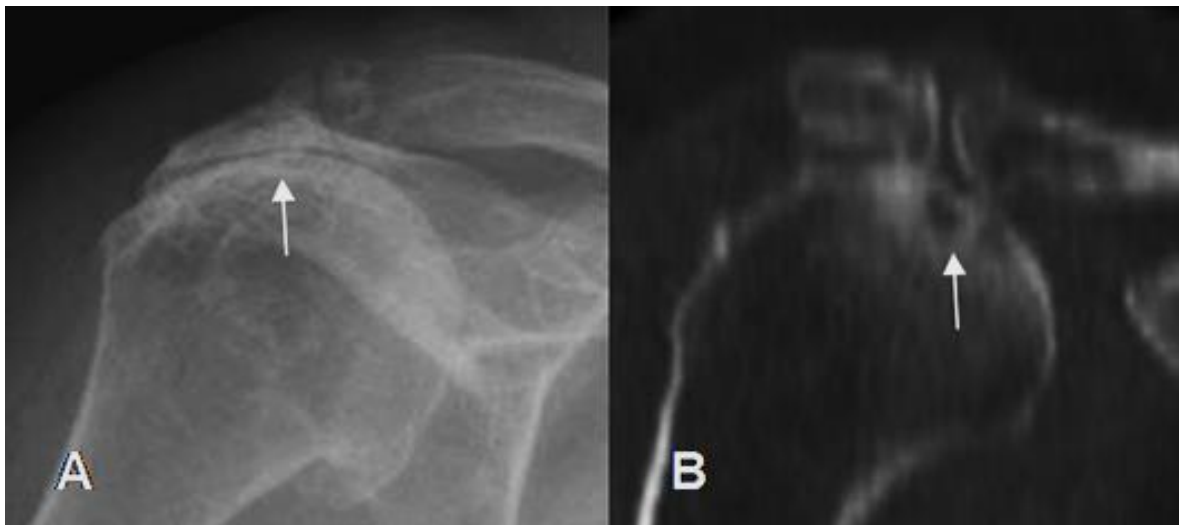


Figura 16. Ruptura del tendón supraespinoso. A. Rx AP. Cambios degenerativos con pérdida del espacio acromiohumeral y esclerosis asociada, por ruptura del supraespinoso. B: TC con reconstrucción sagital.

## **Resonancia Magnética**

La resonancia magnética es, sin lugar a dudas, la prueba de elección en el diagnóstico de las rupturas de los tendones del manguito rotador mostrando de forma muy clara todas las estructuras anatómicas donde la presencia de atrofia muscular y de infiltración grasa indican un mal pronóstico (Schafer, 2002). También permite una valoración óptima de: cavidad glenoidea, cabeza humeral, cartílago, acromion, tendones, labrum y ligamentos glenohumerales en múltiples planos. Los protocolos de exploración deben incluir imágenes en densidad protónica, secuencias T1 y T2. Las imágenes en T1 y densidad protónica tienen alta relación entre la señal y el ruido y producen una elevada resolución espacial. Por su parte, las imágenes en T2 son sensibles a las alteraciones patológicas, principalmente cuando se combinan con técnicas de supresión grasa. En los protocolos de exploración se adquieren planos coronales oblicuos y sagitales, paralelos y perpendiculares al recorrido del tendón supraespinoso, respectivamente, y planos axiales. La proyección coronal evalúa fundamentalmente el músculo y el tendón supraespinoso, el espacio subacromial, la bolsa subdeltoidea y la articulación acromioclavicular. Los estudios sagitales evalúan los músculos y los tendones del manguito rotador, el arco coracoacromial y la morfología acromial. Las imágenes axiales permiten evaluar fundamentalmente el labrum y la corredera bicipital. La artrografía por resonancia magnética puede detectar con mayor facilidad la dolencia que afecta al labrum y a los ligamentos glenohumerales y está principalmente indicada en el estudio de la inestabilidad glenohumeral.

Los tendones de todos los grupos musculares, se aprecian como estructuras hipointensas en todas las secuencias, en relación con los sitios de origen e inserción. (Farber, 2006) (Figura 17 a 21).

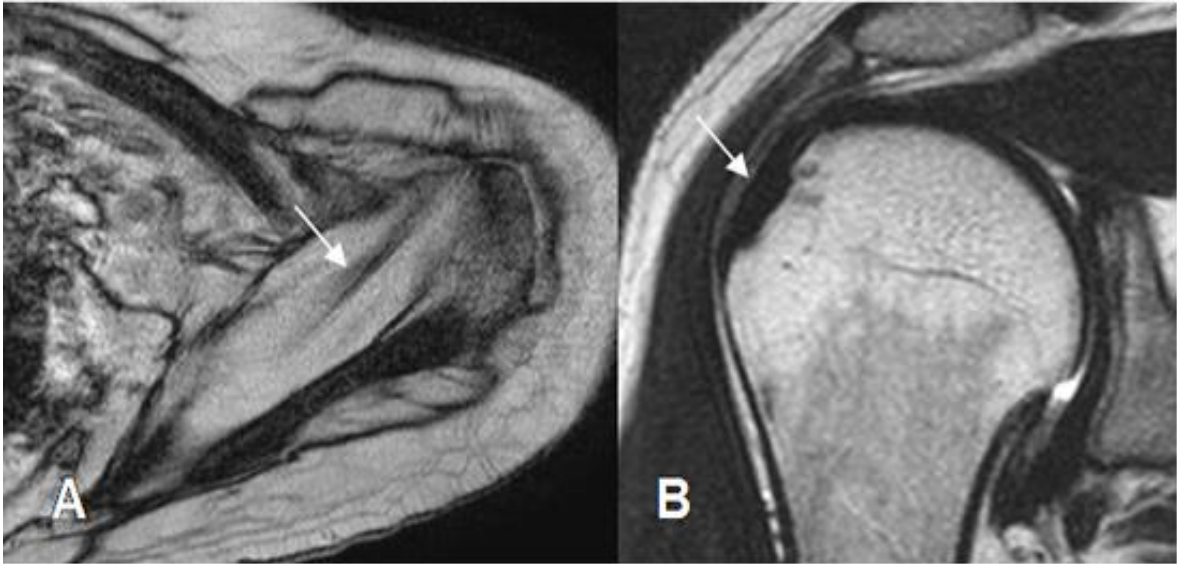


Figura 17. Tendón del supraespinoso normal. A. RM axial en GRE / FAST FIELD ECHO (FFE).  
B. RM coronal en T2. Supraespinoso normal, con inserción en la tuberosidad mayor.

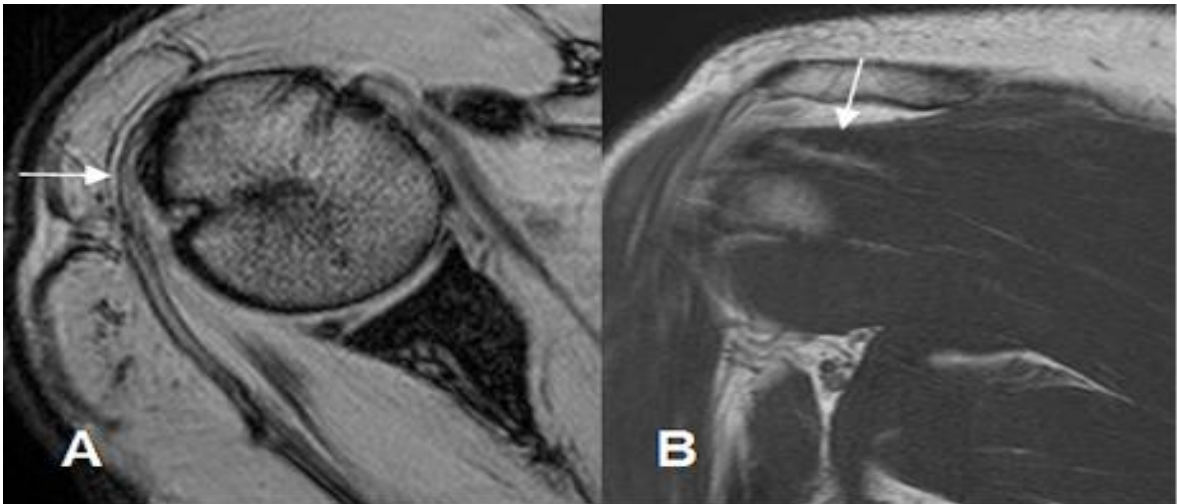


Figura 18. Tendón del infraespinoso normal. A: RM axial en FFE y B: RM coronal en T1.

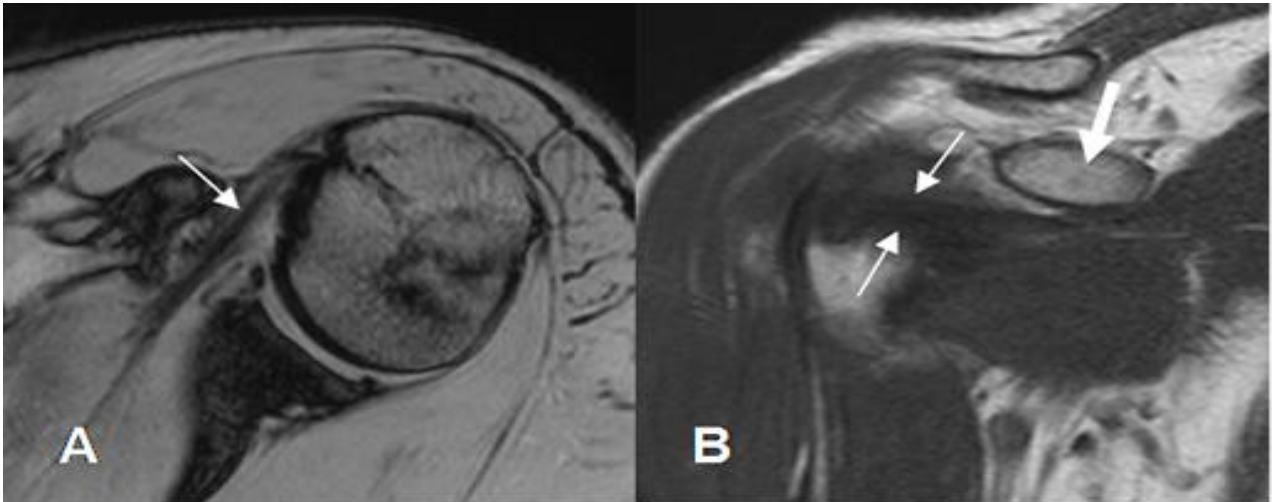


Figura 19. Tendón del subescapular normal. A: RM axial en FFE y B: RM coronal en T1. Inserción en la tuberosidad menor. Su relación con la apófisis coracoides (flecha gruesa), ayuda a diferenciarlo del redondo menor.

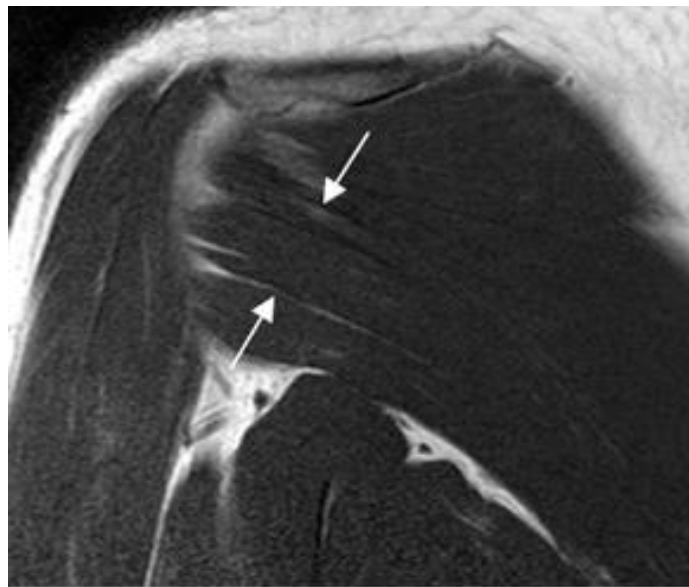


Figura 20. Tendón del redondo menor normal. RM coronal en T1. Inserción en la tuberosidad mayor.

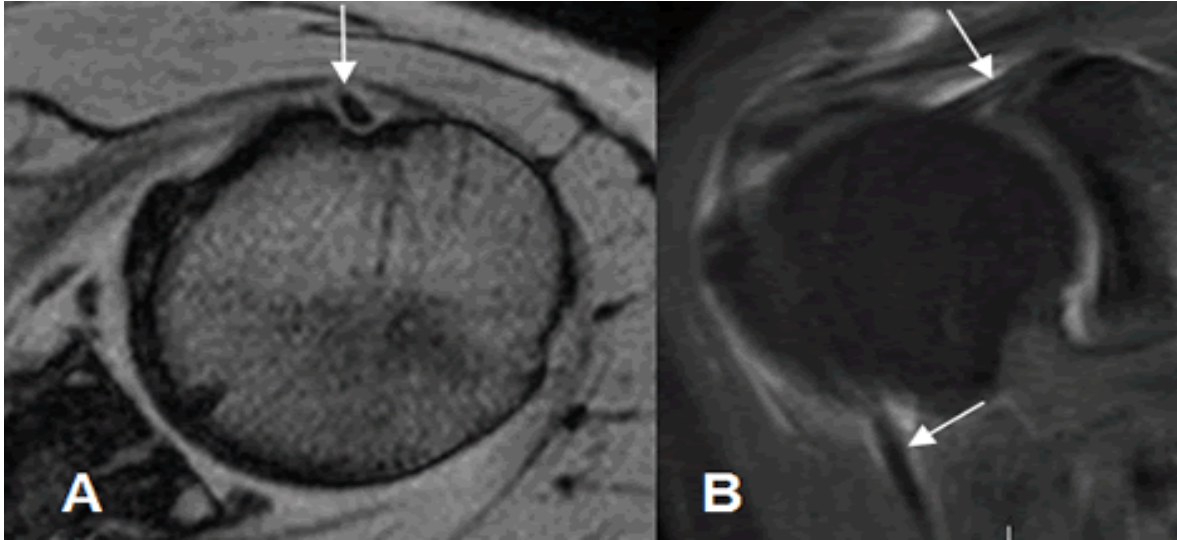


Figura 21. Tendón de la cabeza larga del bíceps normal. A: RM axial en FFE y B: RM coronal en STIR. Origen del tendón a nivel supraglenoideo y después ocupa la corredera bicipital.

Los pioneros en la utilización de la resonancia magnética para la exploración del manguito rotador fueron Kneeland *et al* (Kneeland, 1987) sin embargo no corroboraron la sensibilidad y especificidad de dicho método. Iannotti *et al.* (Salter,2003) (Iannotti,1991) describieron una sensibilidad del 89% y una especificidad del 100% en la detección de rupturas del manguito no sometidas a cirugía previa. Todas las rupturas que se pasaron por alto eran de grosor parcial (Shellock,2001). También la resonancia magnética permite identificar factores de mal pronóstico, como la retracción tendinosa, la atrofia y la infiltración grasa del vientre muscular, e identificar lesiones asociadas en la articulación glenohumeral (Iannotti,1991). (Figura 22)

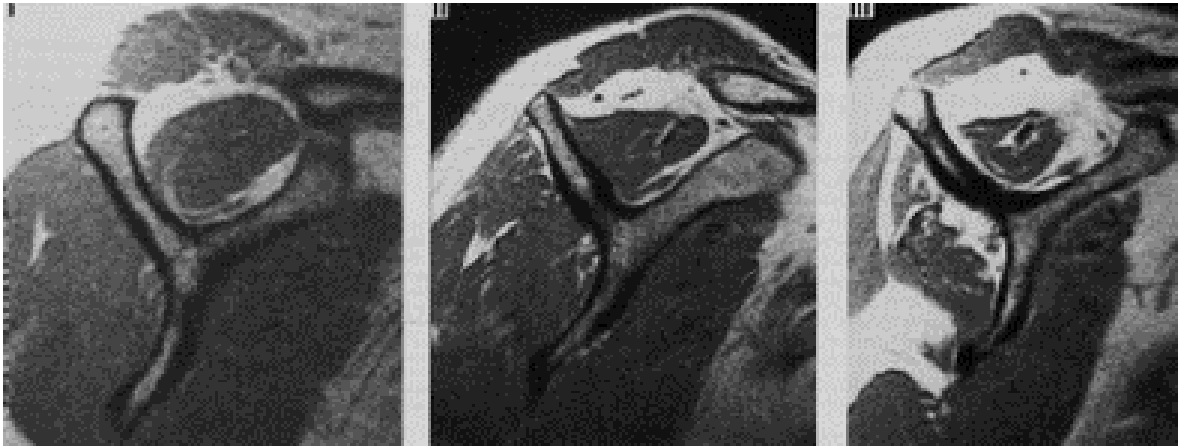


Figura. 22. Imágenes de RM en plano sagital que muestran distintos grados de atrofia muscular del supraespinoso.

La artroresonancia magnética mejora la diferenciación entre cambios degenerativos intratendinosos, rupturas parciales y rupturas totales (Davidson, 2005) (Stetson, 2005) con una sensibilidad del 91 % y un falso negativo del 9% (Figura 23,24). En las rupturas parciales articulares, hay que efectuar en el momento de la artroresonancia magnética la maniobra de ABER (extremidad superior en abducción y rotación externa) (Figura 25), ya que la presencia de la ruptura se visualiza con mucha exactitud. (Gerber, 2011)

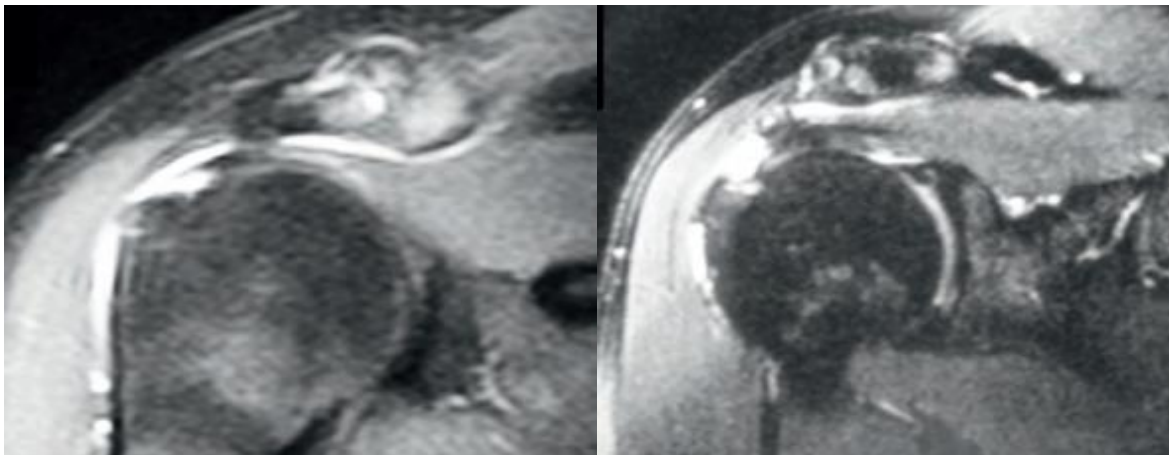


Figura 23. Dos ejemplos de artroresonancia en plano coronal de roturas parciales bursales.

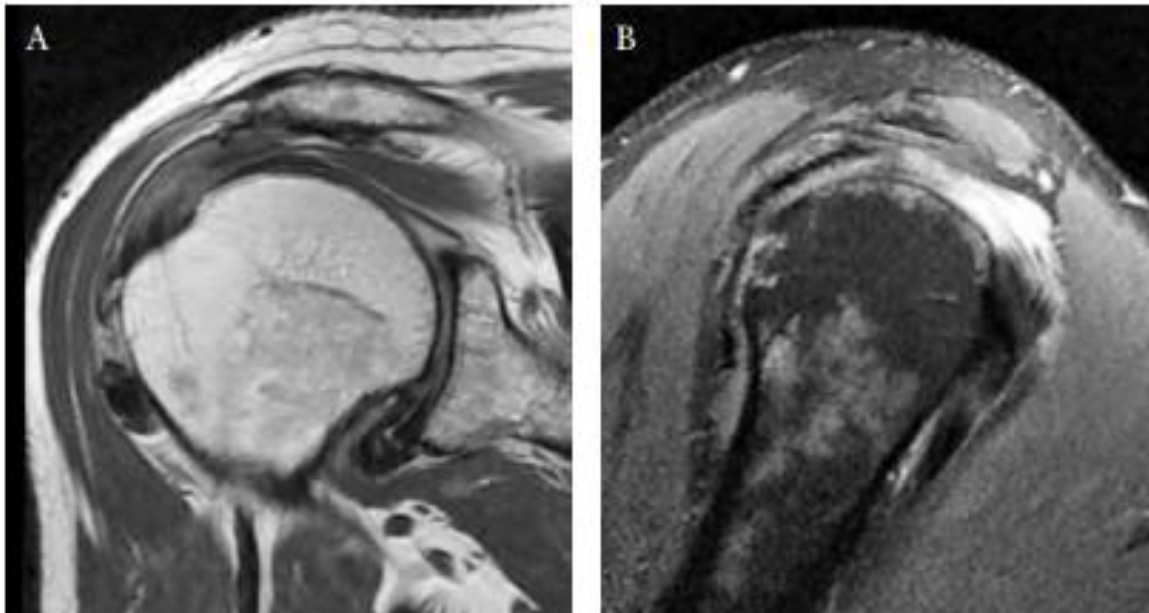


Figura. 24. RM cortes sagitales (A) (B) de una rotura de espesor completo del supraespinoso con retracción del borde libre del tendón y atrofia muscular.



Figura 25. A. Arthroresonancia con maniobra de Aber mostrando inserción del tendón supraespinoso normal. B. Arthroresonancia con maniobra de Aber mostrando rotura parcial bursal en la inserción del supraespinoso.

## **Infiltración grasa y atrofia muscular**

Originalmente descrita por Goutallier y Bernageau, la infiltración grasa es una condición degenerativa musculotendinosa del manguito rotador, que suele darse después de una ruptura, caracterizándose por la atrofia de las fibras musculares, fibrosis y acumulación de grasa dentro y alrededor del músculo (Goutallier, 1994). En la mayoría de los casos se produce en pacientes de edad avanzada, con frecuencia se asocia con una reducción del potencial regenerativo del tendón relacionada con el envejecimiento del manguito rotador. Actualmente, dada la estrecha relación entre los músculos y tendones del manguito rotador, un diagnóstico precoz de la infiltración grasa debe ser necesaria para mejorar los resultados después de la reparación quirúrgica y comprender mejor pronóstico y evolución de los pacientes con patología a este nivel. Esta opinión, surge de los sistemas de clasificación actuales para la infiltración grasa que tiene como objetivo definir el impacto de esta enfermedad en los resultados funcionales y clínicos de los pacientes con patología del manguito rotador (Gumucio, 2014).

### **Clasificación de la Infiltración grasa y Atrofia Muscular**

El sistema de clasificación de la infiltración grasa mediante la escala de Goutallier fue inicialmente por tomografía computarizada (TC) utilizando imágenes axiales de los músculos infraespinoso y subescapular para predecir los resultados clínicos y las características biomecánicas (integridad) después de la reparación quirúrgica del tendón del manguito de los rotadores (Tabla 1) Figura 26,27 ( Goutallier, 1994).



**TABLA 1. CLASIFICACION DE LA INFILTRACION GRASA  
GOUTALLIER**

<b>Grado 0</b>	Normal	Sin rastros de grasa
<b>Grado 1</b>	Normal	Pequeñas cantidades de grasa dentro de las fibras musculares
<b>Grado 2</b>	Patológico	Superior la proporción de músculo a grasa
<b>Grado 3</b>	Patológico	Igual proporción de músculo a la de grasa
<b>Grado 4</b>	Patológico	Más grasa que músculo

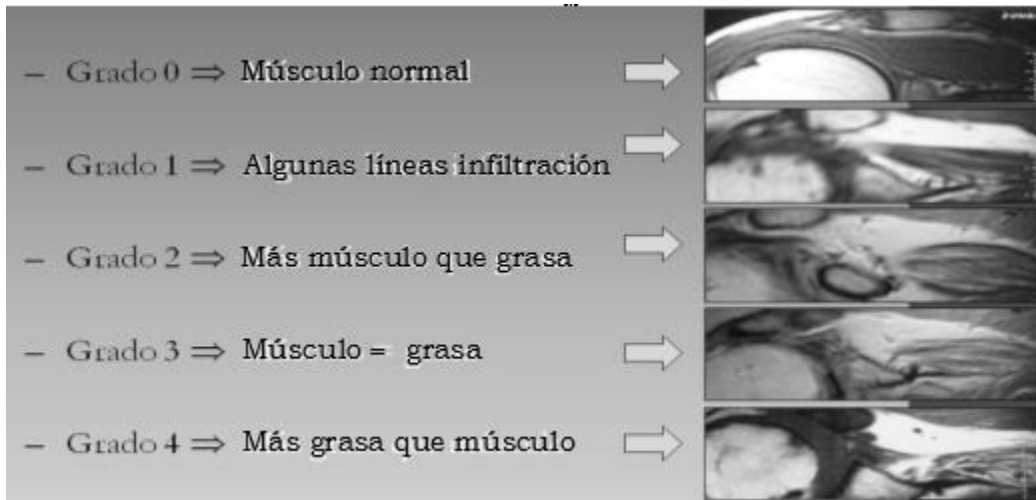


Figura. 26. Clasificación de Goutallier en infiltración grasa por Resonancia Magnética.



Figura 27. Estudio por Resonancia Magnética de la infiltración grasa del manguito rotador después de una fractura de húmero proximal tratada de forma conservadora.

Fuchs aplicó el mismo sistema de clasificación de imágenes por resonancia magnética (Tabla. 2) (Fuchs, 1999). La fiabilidad de estos sistemas se puso a prueba sucesivamente, sin diferencias evidentes entre la tomografía computarizada y resonancia magnética (Schaefer, 2002). Otro criterio, llamado "el signo de la tangente", se introdujo en 1998 para evaluar la atrofia del complejo muscular del manguito rotador, específicamente, el músculo supraespinoso. Este signo es valorado en un corte sagital de resonancia magnética y consiste en que el músculo supraespinoso debe cruzar la línea trazada entre el borde superior de la coracoides y la espina de la escápula. En casos de atrofia, el borde superior del músculo, se localiza inferior a esta línea (Solayar Gandhi, 2016) Esta muestra presenta una buena fiabilidad entre observadores, 100% de sensibilidad, especificidad del 85%, el 67% de valor predictivo positivo, 100% valor predictivo negativo (Schaefer, 2002). Cuando es positivo, este signo está altamente correlacionado con la extensión de la ruptura del manguito rotador, y puede ser predictivo de las buenas posibilidades de éxito para reparar la ruptura. Figura 28

**TABLA 2. CLASIFICACION DE FUCHS**

GRADO	CONTENIDO GRASO DEL MANGUITO ROTADOR
Leve	Sin contenido graso a mínimo
Moderado	Más músculo que grasa
Severo	Contenido graso es igual/mayor que músculo

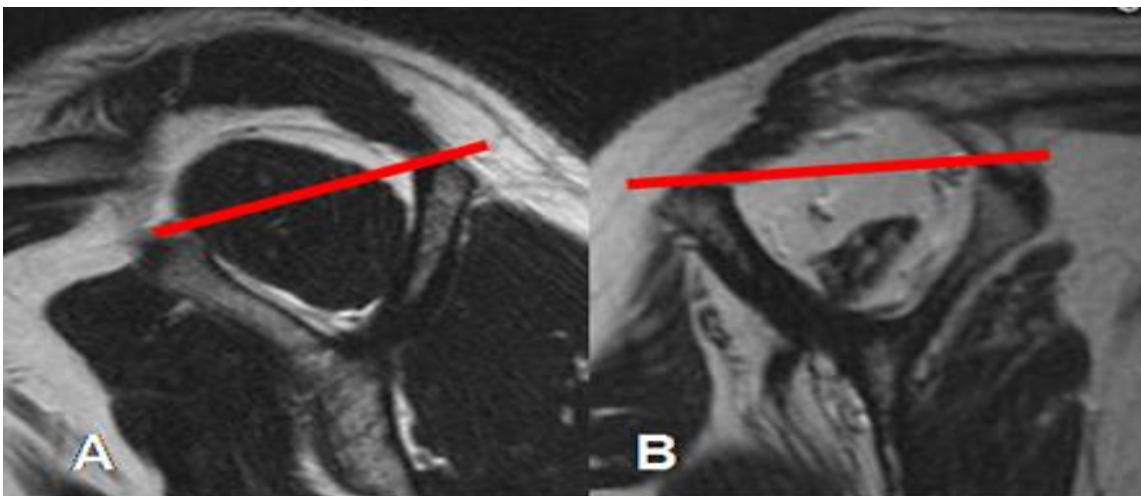


Figura 28. Signo de la tangente.

A. RM sagital en T2. Supraespinoso normal, cruzando la línea tangente.

B. RM sagital en T2. Supraespinoso atrófico, por debajo de la línea tangente.

Rulewicz han encontrado una alta correlación entre la positividad del “signo de la tangente” positivo y la presencia de una etapa de 2 o más de escala de Goutallier (Rulewicz, 2013). Un método para medir la atrofia muscular ha sido propuesto por Thomazeau (Thomazeau, 1997) y Schaeffer (Schaefer, 2002): la “proporción de ocupación” para evaluar el porcentaje de la atrofia del músculo supraespinoso. En una imagen de resonancia magnética con vista en “Y” se mide el área del músculo supraespinoso y se coloca en relación con el área de la fosa supraespinosa: cuando la relación de ocupación disminuye el tamaño

de la atrofia aumenta. (Figura 29,30). Cuando la relación es de entre 1,00 y 0,60 (etapa I), el músculo se considera normal o ligeramente atrofiado; cuando es entre 0,60 y 0,40 (fase II), moderadamente atrofiada; y por debajo de 0,40 (etapa III), severamente atrofiado. (Khoury, 2008).

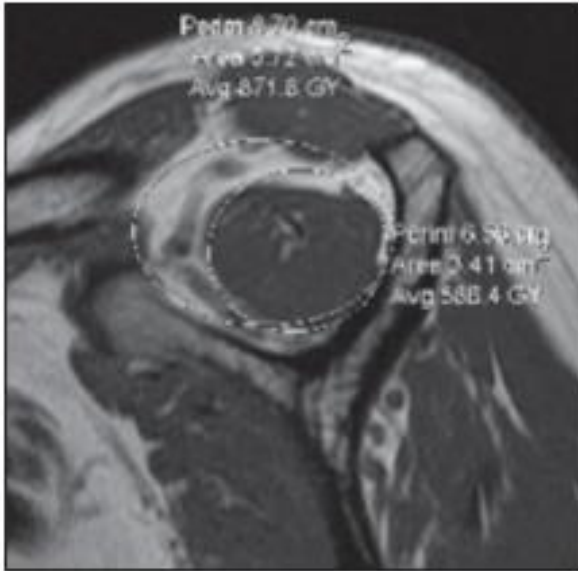


Figura 29. Cálculo del ratio de ocupación por RM en el hombro. Se utilizó la herramienta elipse en la consola PACS para delinear los contornos del músculo supraespinoso y los de su fosa, como se muestra en la imagen ponderadas en T1 sagital. Se observa músculo supraespinoso normal (sin atrofia) en mujer de 56 años de edad. El ratio de ocupación es  $3,41 / 5,72 = 0,60$  cm<sup>2</sup>.



Figura 30. Cálculo del ratio de ocupación por RM en el hombro. Se observa músculo supraespinoso con atrofia severa en mujer de 68 años de edad. Usando el método de elipse el ratio de ocupación es de  $2,11 / 6,08 \text{ cm}^2 = 0,35$ .

Se observan distintos cambios en la arquitectura musculotendinosa después de un ruptura y retracción: acortamiento de la fibra, mayor ángulo de penación (ángulo entre una orientación fascículo y el eje del tendón) e infiltración grasa. (Meyer, 2004) (Farshad, 2011) (Gerber, 2009). Todos estos cambios se pueden apreciar en la resonancia magnética. Al comparar la ecografía y la resonancia magnética para la evaluación de la atrofia y la

infiltración grasa del músculo supraespinoso, los dos métodos proporcionan una sensibilidad comparable, aunque es difícil distinguir la infiltración moderada de severa. (Khoury, 2008)

En la actualidad se sigue evaluando la influencia del envejecimiento sobre la infiltración grasa. Inicialmente se pensó que la degeneración grasa no estaba relacionada con el envejecimiento y sólo se producía en presencia de ruptura (Goutallier, 1994) (Thomazeau, 1996) (Zanetti, 1998). Una evidencia más reciente sugiere que la edad hace referencia a la gravedad de la ruptura y, por tanto, la gravedad de la infiltración grasa y atrofia (Melis B., 2010). La Infiltración grasa es progresiva e irreversible en los casos no tratados. Los cambios grasos comienzan desde el inicio de la ruptura o incluso antes de los síntomas y progresa más rápido en pacientes con ruptura previa (Nagasaki, 1994). En promedio, los cambios en la etapa 2 se aplican desde la aparición de los síntomas a alrededor de 3 - 4 años y la etapa 3 - 4 tarda alrededor de 6 años (Jost, 2006). Es bien sabido que a mayor degeneración muscular del manguito rotador, mayor será la tasa de fracaso en su reparación (Thomazeau, 1997) (Gerber, 2000) (Warner, 2001). Los informes iniciales de las mejoras en la atrofia del manguito rotador después de la reparación por Thomazeau *et al* han sido cuestionados en los estudios más recientes de Gladstone *et al* que encontró que la reparación del manguito rotador no alteró positivamente la infiltración grasa ni atrofia. Gladstone *et al* mostraron, además, que las rupturas fueron mayores en el supraespinoso con atrofia. Se informó de más de 67% de rupturas en degeneración grado 2 (Gladstone, 2007). Es necesario, por tanto, que se realicen reparaciones del manguito rotador antes del desarrollo de la infiltración grasa/atrofia que puede mejorar las tasas de curación y por lo tanto, los resultados funcionales (Goutallier, 2003) (Ellman, 1993).

### **Enfoques biológicos y regenerativos en infiltración grasa/atrofia muscular**

Existen terapias basadas en células madre para la reparación y la regeneración musculotendinosa que también se pueden usar para la gestión de la infiltración grasa y atrofia muscular. (Uysal, 2010) Específicamente, las células satélite o las células madre mesenquimales pueden promover la regeneración de los músculos dañados y mejorar la condición de la atrofia muscular (Kawiak, 2006). El efecto de las inyecciones de células progenitoras del periostio y polietilenglicol diacrilato unido a la proteína-2 morfogenética del hueso (PPC-BMP-2-hidrogel) en pacientes con rupturas del manguito rotador es alentadora promoviendo la neoformación de fibrocartilago, el cual tiene una acción inductiva en el tendón y el hueso, mejorando el proceso curativo de tendón-hueso. La administración local de células madre derivadas del tejido adiposo promueve la cicatrización tendinosa, y aumenta la infiltración grasa, induciendo cambios electrofisiológicos, biomecánicos e histológicos (Oh J., 2013). A pesar de que la administración de factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) y de plaquetas ricas en plasma (PRP) ( Zhang, 2003) mejoran las propiedades biomecánicas (resistencia a la tracción y rigidez) del tendón de Aquiles reparado quirúrgicamente (Maffulli, 2011), no hay evidencia de que estos productos se utilizan en la infiltración grasa del hombro (Del Buono, 2011).

### **Infiltración grasa y los resultados después de la reparación del manguito rotador**

Un estudio en 220 hombros sometidos a seguimiento en un promedio de 37 meses después de la cirugía reparadora mostró que los resultados funcionales se correlacionaron positivamente con la etapa de infiltración grasa presente en la línea de base y en el último seguimiento. (Goutallier, 2009) También se ha encontrado evidencia de recurrencia de la

ruptura en el 28% de los pacientes sometidos a reparación de una ruptura aislada del tendón supraespinoso, con poca degeneración grasa en etapas de menos de 2. (Fuchs, 2006).

Por otro lado, un estudio en 60 pacientes sometidos a reparación artroscópica del manguito rotador mostró que la infiltración grasa de alto grado y el aumento de la distancia glenohumeral inferior son factores predictivos negativos después de la reparación de rupturas completas del manguito rotador (Dwyer, 2013).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se ha observado que en la ruptura de los tendones del manguito rotador existe determinado grado de infiltración grasa. Sin embargo, no hay reporte que haya establecido que exista relación entre la ruptura con el grado de infiltración grasa miotendinosa.

Además, su falta de detección en el reporte radiológico impide un manejo profiláctico oportuno para evitar rupturas.

### **Preguntas:**

- ¿Existe detección y confirmación de la infiltración grasa en el reporte radiológico?
- ¿Existirá relación significativa entre la infiltración grasa y la ruptura musculotendinosa en el manguito rotador?



## **JUSTIFICACIÓN**

- Las rupturas del manguito rotador son comunes, por lo que se considera un estudio de magnitud importante.
- El informe médico radiológico suele omitir la descripción del grado de infiltración grasa en los tendones del manguito rotador, restándole importancia a esta patología.
- Existe falta de aporte teórico que relacione infiltración grasa del manguito rotador con su ruptura, por lo que se considera de importante trascendencia.
- No se ha demostrado implicación directa de la infiltración grasa sobre las rupturas parciales o completas del manguito rotador a nivel nacional.
- El alcance correlacional del estudio es indispensable así como un estudio factible de realizar.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar la relación entre el grado de infiltración grasa en los tendones del manguito rotador y la presencia de ruptura parcial o completa del tendón.

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Evaluar por resonancia magnética nuclear el grado de infiltración grasa con la presencia de ruptura parcial o completa de los tendones del manguito rotador.
- Relacionar el grado de infiltración grasa en los tendones del manguito rotador con la presencia de ruptura parcial o completa de tendón por rango de edad y sexo.
- Describir los diagnósticos realizados por el médico imagenólogo tratante para la valoración del grado de infiltración grasa.

## **HIPÓTESIS CIENTÍFICA**

Se espera encontrar que exista relación positiva entre el grado de infiltración grasa y la ruptura musculo-tendinosa en el manguito rotador, así como ausencia de la detección y confirmación del grado de infiltración grasa en el reporte radiológico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

- Tipo de estudio: Descriptivo/correlacional
- Método de observación: Transversal
- Temporalidad: Retrospectivo.
- Tipo de muestreo: No probabilístico

### **Población**

- 220 resonancias magnéticas de hombro

### **Periodo de estudio**

- 3 años 6 meses, enero de 2013- junio 2016.

### **Tamaño de la muestra**

- 162 Resonancias magnéticas de hombro

### **Criterios de selección**

#### *Criterios de inclusión*

- Todo paciente con resonancia magnética de hombro del período de 2013-2016 (Junio) con sospecha de lesión del manguito rotador.
- Edad 15-85 años
- Reporte de RM
- Interpretación por mismo Radiólogo

#### *Criterios de exclusión*

- Pacientes a los cuales se les realizó Resonancia Magnética de hombro bajo sospecha de otro tipo de lesión que no sea del manguito rotador.
- Pacientes con fractura o lesión musculotendinosa previa de hombro.
- Pacientes con cirugía previa.

- Estudios con interpretación de otro médico radiólogo.
- Pacientes con resonancia magnética de hombro bilateral.

### **Aspectos éticos de la investigación**

Para la elaboración de dicha investigación se respetó la identidad de cada uno de los pacientes y se cuidó de los aspectos señalados en la Ley General de Salud en materia de investigación médica.

No fue necesario el uso de consentimiento informado debido a que el primer contacto se lleva a cabo con el estudio de imagen.

### **Recursos empleados**

- *Recursos humanos:*
  - Integrantes del equipo de tesis ( Dra. Ruiz, Dr. González, Biól. Pacheco, Dr. Luna, Dra. González, Dr. Méndez).
- *Recursos físicos:*
  - Estudios de resonancia magnética de hombro de Hospital CIMA e IMAGINN almacenados en PACS, RIS.
  - Equipo de Resonancia Magnética Philips (Alemania). 1.5 Tesla New Intera V 10.3. Antena de superficie adaptada
  - Equipo de Resonancia Magnética GE Healthcare (U.S.A). 1.5 T Signa Excite 4 Ch. Antena 3-Ch Hombro.
- *Recursos financieros:*
  - Los estudios de imagen serán proporcionados por el Hospital CIMA y gabinete IMAGINN.

## Categorización de las variables según la metodología

En el estudio se categorizaron variables independientes y variables dependientes.

Las variables independientes son aquellas cuyo valor no depende de otra variable. Dentro de las variables independientes en el estudio están:

- Género: se define como la condición orgánica que distingue un hombre de la mujer.

En el estudio abarcamos femenino y masculino.

- Edad: hace referencia al tiempo que ha vivido una persona, lo cual se expresa en años.

Las variables dependientes se definen como aquellas cuyo valor depende del que tome otra variable. En el estudio encontramos tres:

- Infiltración grasa: acumulación de grasa a nivel miotendinoso
- Ruptura miotendinosa: Interrupción del trayecto fibrilar en un músculo o un tendón
- Escala la Goutallier: Escala de medición cualitativa del grado de infiltración grasa de la unión musculo-tendinosa.

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Indicador</b>
<b>Género</b>	<b>Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer</b>	<b>Se asigna en dos géneros: Femenino Masculino</b>	<b>Dicotómica</b>	<b>1- Femenino 2- Masculino</b>
<b>Edad</b>	<b>Tiempo que ha vivido una persona</b>	<b>---</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Años</b>

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Indicador</b>
<b>Infiltración grasa musculotendinosa</b>	<b>Acumulación de grasa en el músculo</b>	---	<b>Cualitativa</b>	<b>0-Ausencia 1-Presencia</b>
<b>Ruptura musculotendinosa</b>	<b>Interrupción del trayecto fibrilar en un músculo o un tendón</b>	---	<b>Cualitativa</b>	<b>1- Parcial 2- Completa</b>
<b>Escala Goutallier</b>	<b>Escala de medición cualitativa del grado de infiltración grasa de la unión musculotendinosa</b>	---	<b>Cualitativa</b>	<b>Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3 Grado 4</b>

### **Descripción general del estudio**

- Se revisaron resonancias magnéticas de ambos hombros en un período comprendido desde 2013 (enero) hasta 2016 (15 Jun) que se llevaron a cabo en dos instituciones privadas de la Localidad.
- Se revisaron en total 220 resonancias magnéticas de hombro específicamente.
- Se tomaron en cuenta estudios con sospecha de lesión del manguito rotador así como otros criterios de inclusión, exclusión y eliminación, arrojando una muestra total de 162 Resonancias Magnéticas.
- En cada uno de los estudios de resonancia magnética de hombro de la muestra total se valoró la presencia o ausencia de ruptura tendinosa parcial o completa en secuencias T2 y DP en cortes sagitales, coronales y axiales.
- Se hizo valoración del grado de infiltración grasa en secuencias T1 y DP FAT SAT en adquisiciones sagitales, coronales y axiales en cada uno de los estudios que comprendían la muestra.
- Se revisó cada reporte radiológico con la intención de encontrar la escala de Goutallier integrado al diagnóstico final en el informe médico.

- Con base a los análisis previos se llegó a una construcción de Base de Datos en Excel donde se estableció un resumen estadístico de los datos encontrados en la investigación.

### **Análisis estadístico**

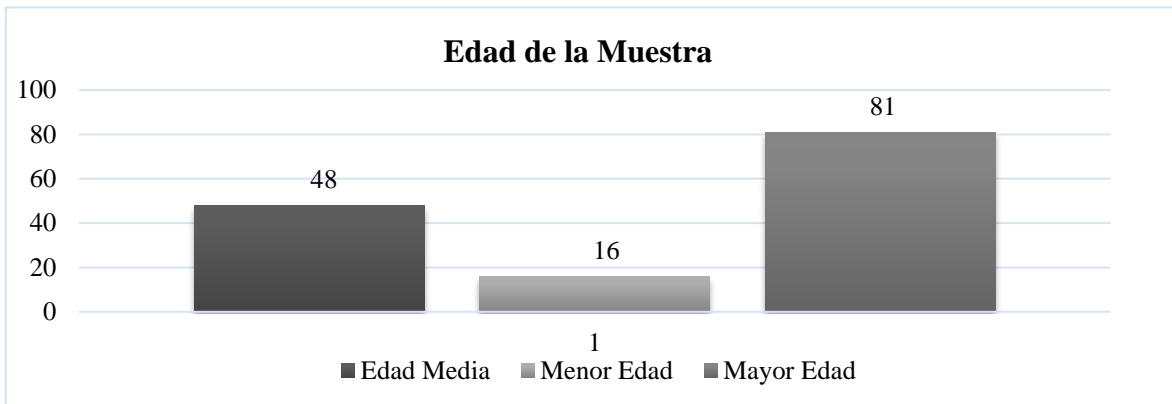
Se llevó a cabo análisis de estadística descriptiva para las variables numéricas, prueba exacta de Fisher y Análisis de Chi cuadrada así como uso del programa IBM SPSS V.24 para Windows bajo una confiabilidad del 95% para correlacionar el grado de infiltración grasa de Goutallier con la presencia de Ruptura Parcial y/o Completa de la unión miotendinosa.



## RESULTADOS

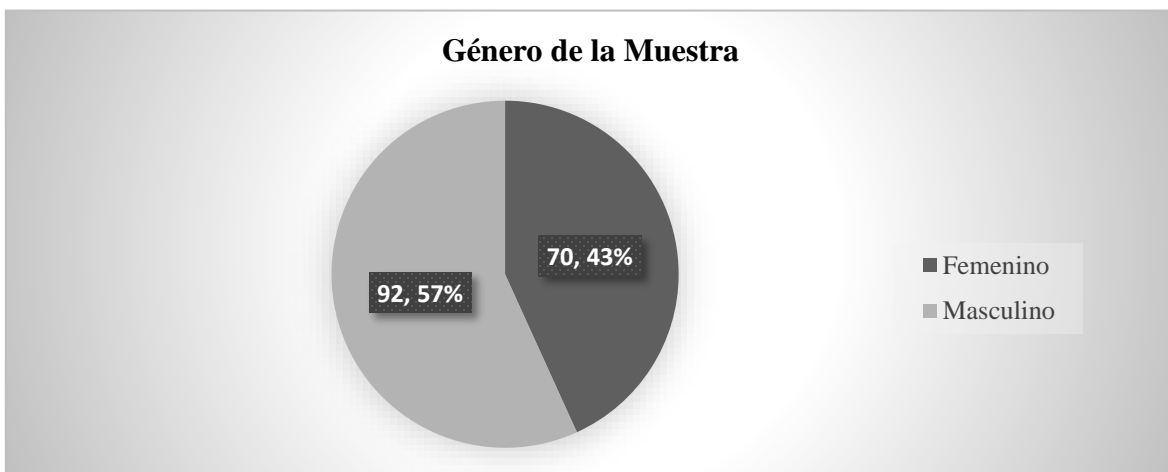
En nuestro estudio, tuvimos una muestra total de 162 resonancias magnéticas de hombro, que mostraba un amplio rango de edad, donde la edad mínima fue de 16 años y la máxima de 81 años, con una media de 48.19 años arrojando una variación estándar de 15.1. (Gráfica 1).

**Gráfica 1. Imagen que muestra los rangos de edad de la muestra del estudio y la media.**



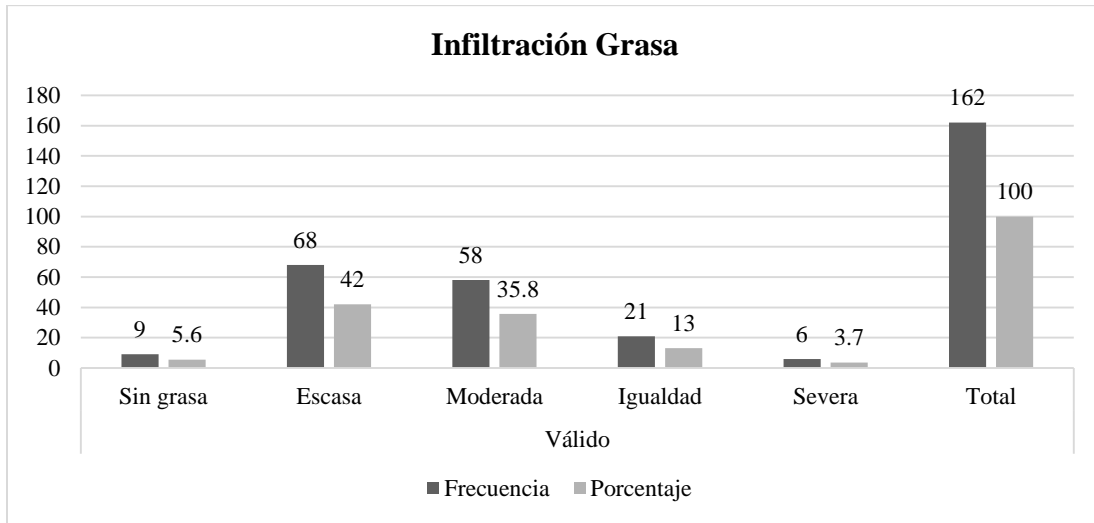
La muestra estuvo conformada predominantemente por estudios de imagen correspondientes al sexo masculino las cuales representaban el 57% de la muestra. (Gráfica 2).

**Gráfica 2. Imagen que muestra el género de la muestra que tuvo predominancia.**



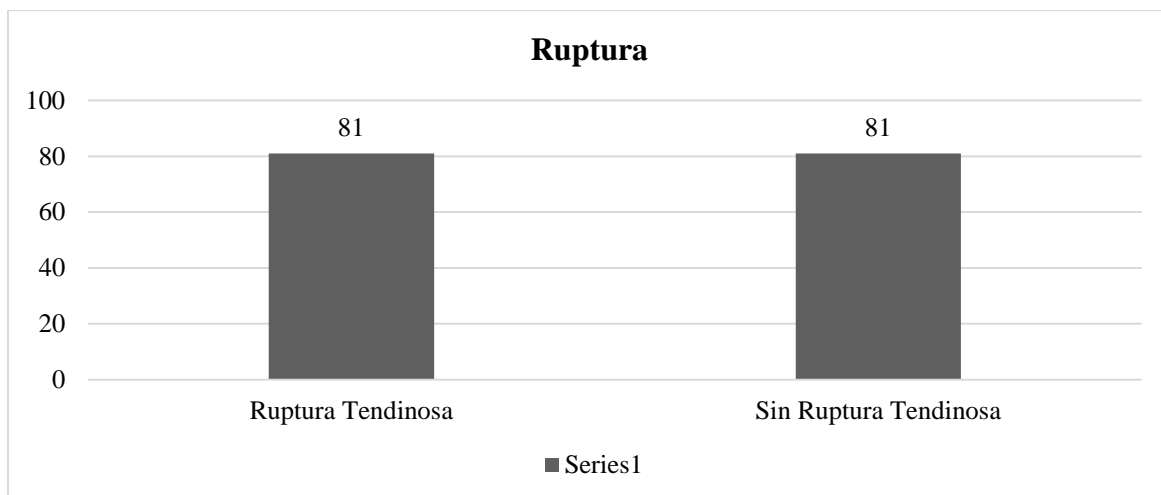
Se encontró que en las resonancias magnéticas de hombro existe predominio de infiltración grasa de tipo escaso que corresponde a grado 1 de Goutallier que pertenece al 42% de la muestra. (Gráfica 3)

**Gráfica 3. Imagen que muestra los distintos grados de infiltración grasa**



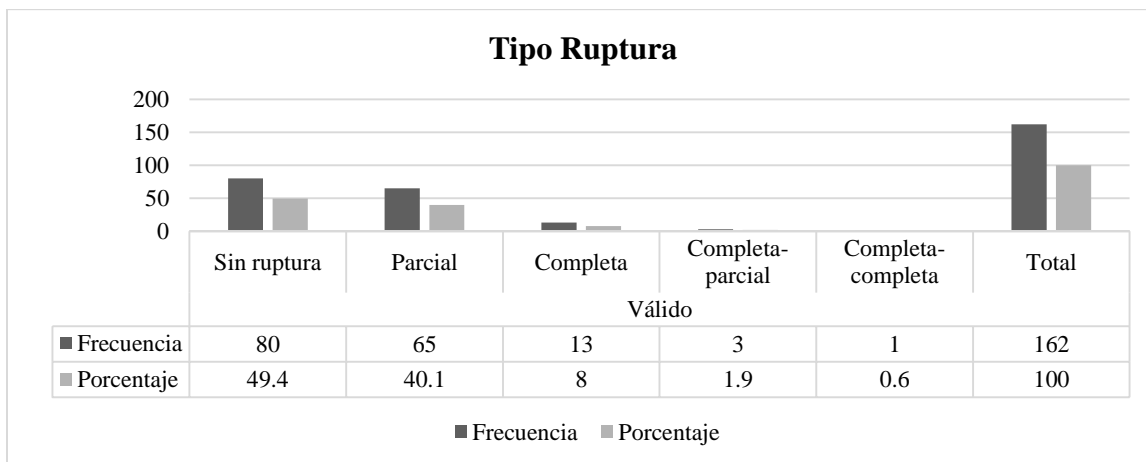
Se encontró que el 50% de la muestra presentaban ruptura tendinosa de tipo parcial o completa. (Gráfica 4)

**Gráfica 4. Imagen que muestra cantidad de rupturas tendinosas en la muestra.**



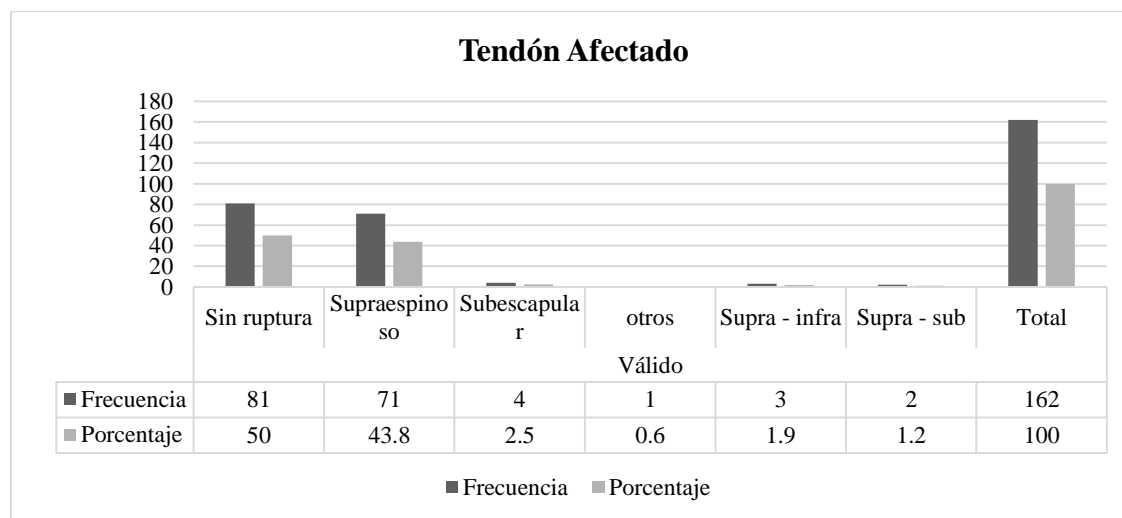
En nuestro estudio, del 50% de las resonancias magnéticas que presentaban ruptura tendinosa existe un predominio de la ruptura parcial con 40.1% sobre 8% de la ruptura completa. (Gráfica 5).

**Gráfica 5. Imagen que muestra los distintos tipos de ruptura que se encontraron en el estudio.**



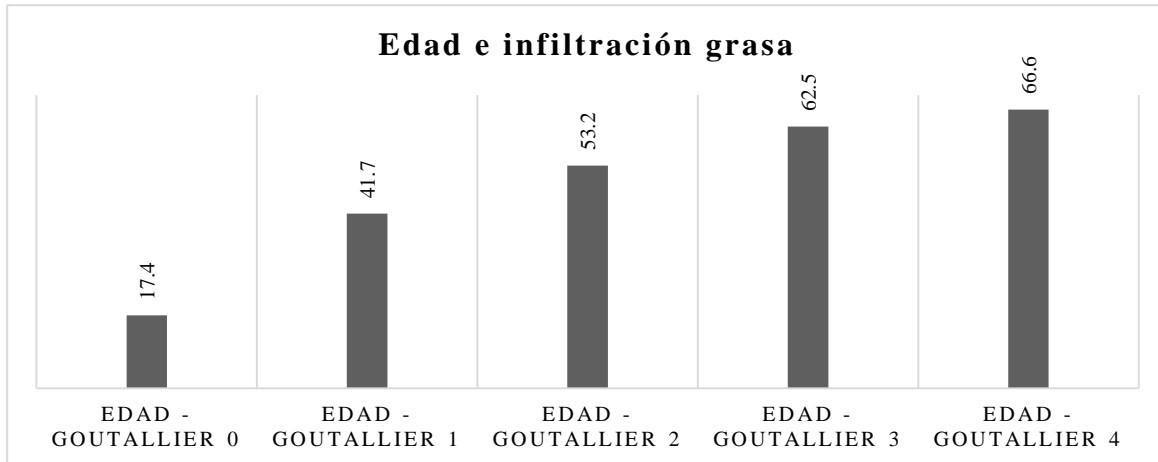
Concordante a lo que dice la literatura, se encontró que el tendón más afectado con ruptura es el supraespinoso mostrando un 43.8% de afectación sobre los otros 3 tendones del manguito rotador. (Gráfica 6).

**Gráfica 6. Imagen que muestra los distintos tendones afectados del manguito rotador.**



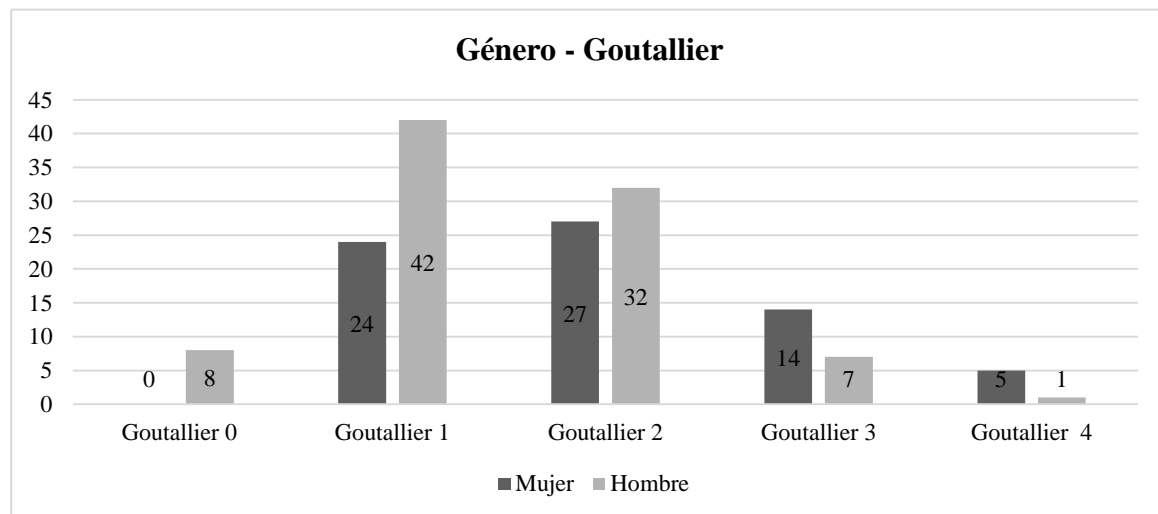
Se encontró que conforme aumenta la edad es mayor el grado de infiltración grasa, lo cual concuerda con la literatura reportada anteriormente. (Gráfica 7)

**Gráfica 7. Imagen que muestra el comportamiento del grado de infiltración grasa en la edad del paciente.**



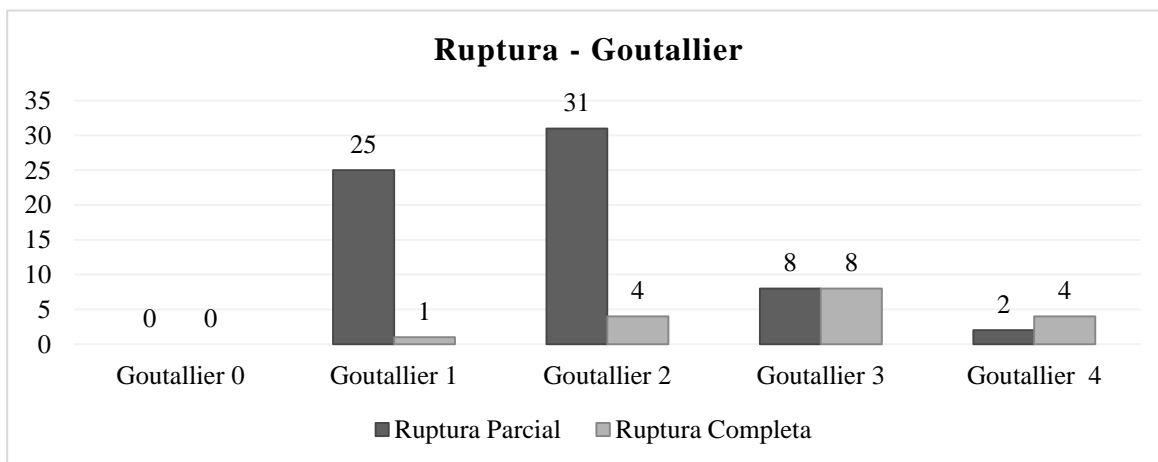
En el sexo masculino predomina la infiltración grasa con grado de Goutallier 1 y en las mujeres predomina el grado 2. (Gráfica 8).

**Gráfica 8. Imagen que muestra el comportamiento del grado de infiltración grasa por género.**



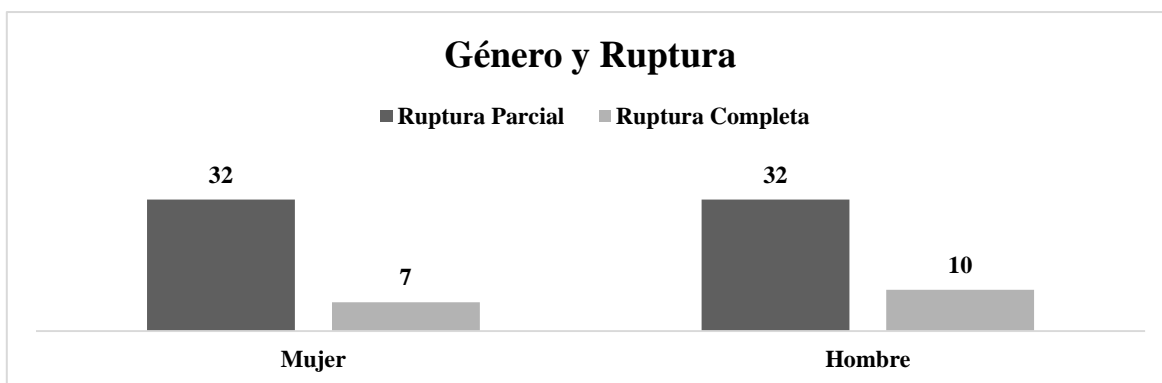
Se encontró que rupturas parciales tienen predominio de infiltración grasa con grado 2 seguidas del grado 1, mientras que las rupturas de tipo completo hay predominio del grado 3. (Gráfica 9).

**Gráfica 9. Imagen que muestra el comportamiento de la infiltración grasa en presencia de ruptura parcial y completa.**



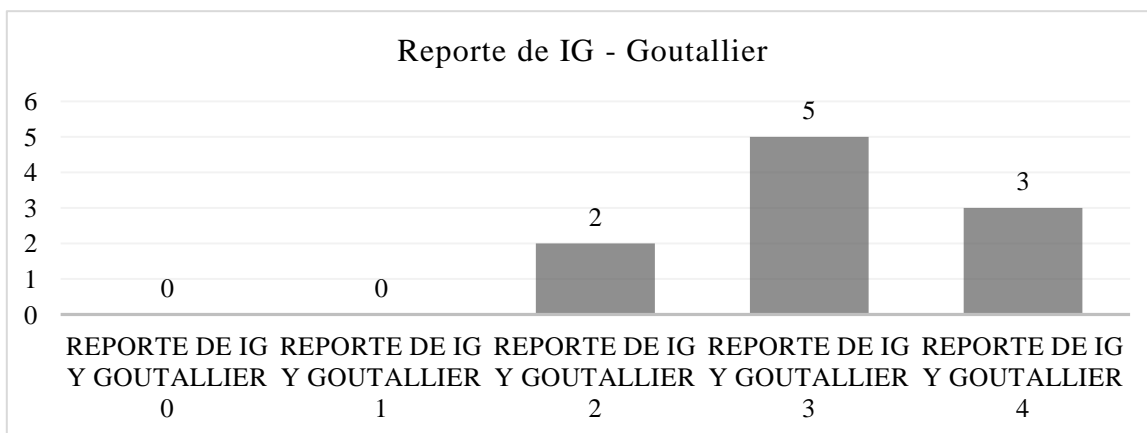
Tanto hombres como mujeres presentaban predominio de rupturas parciales en misma proporción. (Gráfica 10).

**Gráfica 10. Imagen que muestra el comportamiento de las rupturas en el género.**



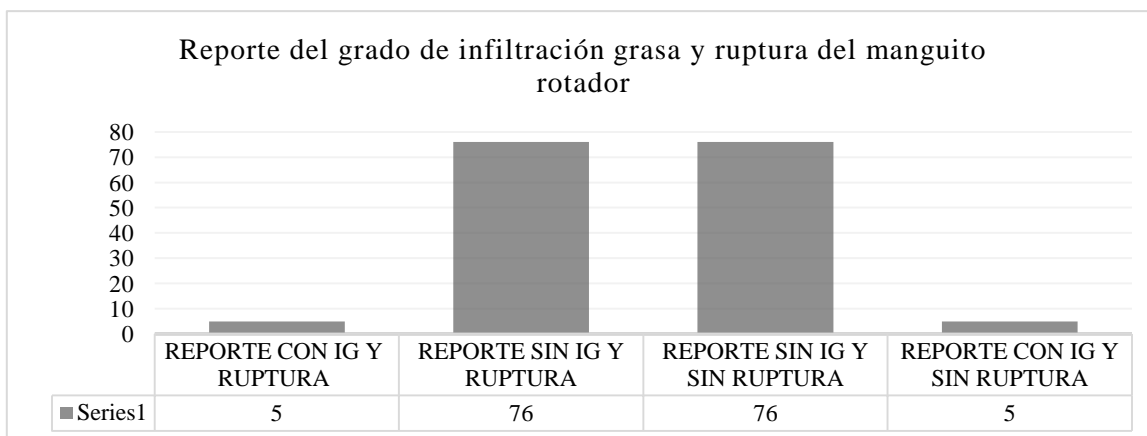
De los estudios de Resonancia Magnética de hombro, se encontró que solamente 10 de ellos contaban con descripción del grado de infiltración grasa en el reporte médico, donde predominaba el grado 3 de Goutallier. (Gráfica 11).

**Gráfica 11. Imagen que muestra el grado de infiltración grasa que predominó en el informe médico.**



Se encontró que existe predominio de no describir la infiltración grasa en el informe médico independientemente de la presencia de ruptura o ausencia en el manguito rotador (Gráfica 12).

**Gráfica 12. Imagen que muestra que no se da informe del grado de infiltración grasa en el reporte médico.**



Para valorar la diferenciación entre los resultados esperados y reportados de pacientes con infiltración grasa y que presentan ruptura del manguito rotador, se realizó una prueba exacta de Fisher. El estadístico reportó que sí existe una relación significativa entre dichas variables y que la presencia de infiltración grasa en los pacientes está relacionada con la ruptura en la estructura valorada (manguito rotador) (Cuadro 1). Por otro lado, para valorar la relación que existe entre la presencia de ruptura en el manguito rotador y el tipo de infiltración, se realizó un estadístico de Chi cuadrada cuya tabla de contingencia mostró diferencias entre las frecuencias observadas y esperadas para cada una de las categorías evaluadas del mismo modo que ocurre para valorar las frecuencias reportadas entre los pacientes que presentan ruptura e infiltración grasa (Anexo 1 y 2). Se encontró que existe una relación estadísticamente significativa ( $p=0.001$ ) entre el grado de infiltración que presenta el paciente y la presencia de ruptura en el manguito rotador (Cuadro 2).

Del mismo modo, el estadístico Chi cuadrada reveló que el grado de infiltración grasa que presentan los pacientes se relaciona de forma significativa con el tipo de ruptura que presenta el manguito rotador ( $p=0.01$ ) (Anexo3; cuadro 3).

**Cuadro 1. Prueba de exacta de Fisher que muestra la relación entre la presencia de infiltración grasa y la ruptura del manguito rotador.**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	9.529	1	.002		
Corrección de continuidad	7.529	1	.006		
Razón de verosimilitud	13.006	1	.000		
Prueba exacta de Fisher				.003	.002
Asociación lineal por lineal	9.471	1	.002		
N de casos válidos	162				

**Cuadro 2. Prueba de Chi cuadrada que muestra la relación entre el grado de infiltración reportada y la presencia de ruptura del manguito rotador.**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	21.676	4	.001
Razón de verosimilitud	25.517	4	.001
Asociación lineal por lineal	18.124	1	.001
N de casos válidos	162		

**Cuadro 3. Prueba de Chi cuadrada que muestra la relación entre el grado de infiltración reportada y el tipo de ruptura del manguito rotador.**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	78.813	16	.001
Razón de verosimilitud	53.114	16	.001
Asociación lineal por lineal	35.499	1	.001
N de casos válidos	162		



## DISCUSIÓN

La infiltración grasa es caracterizada por atrofia de las fibras musculares y acumulación de grasa dentro y alrededor de los músculos (Osti Leonardo, 2013). Sin embargo, la literatura reporta que también suele darse en causas metabólicas, desuso crónico, o como consecuencia del uso de esteroides (Gamo Villegas P., 2014). Además, suele manifestarse mayormente en pacientes de edad avanzada por que disminuye la regeneración de los tendones del manguito rotador (Goutallier, 2010) más también la edad hace referencia a la gravedad de la ruptura y, por tanto, la gravedad de la infiltración grasa (Melis B., 2010). Con base a esto, podemos decir que nuestro estudio fue concordante con el reporte de las referencias de la literatura citadas, puesto que la población de muestra, correspondía casi en su totalidad a grupo de edad cursando la quinta década de la vida y conforme aumentaba la edad aumentaba la infiltración grasa.

Por otro lado, se encontró mayormente afectado el hombro derecho que el izquierdo, posiblemente debido a que la mayoría de las personas suelen ser dextro diestras. Otro resultado a considerar, se refiere a que el género que presentó mayor patología fue el masculino seguramente a que suelen llevar a cabo movimientos que implican más fuerza y más constancia en repeticiones e movimientos.

El tendón mayormente afectado en el estudio fue el supraespinoso que se presentó en 71 casos, donde existe concordancia con la literatura debido a que el componente supraespinoso del manguito rotador es la localización más frecuente de ruptura ya que esta zona se ve afectada por alteraciones degenerativas y está sometida a mayores tensiones. (Silverstein,2006).

En nuestro estudio se encontró que la mayor cantidad de hombros con grado de infiltración grasa fue la tipo 1, habiendo cierta disparidad con la literatura (Gladstone, 2007), que reporta mayormente el grado 2, hallazgos que pueden estar en relación con el rango de edad tan amplio que se manejó en nuestro estudio. También es de considerar que existió menor grado de infiltración grasa en los hombros revisados en nuestro estudio a que se dieron más las rupturas parciales que las completas. Sin embargo, se presentó cierta controversia en distinguir la infiltración moderada a la severa, justo como se describe en la literatura (Khoury, 2008) probablemente a que la escala de Goutallier suele ser subjetiva.

Existen informes de que en caso de ruptura, la reparación del manguito rotador es afectada negativamente por la infiltración grasa, incrementando el tiempo de recuperación, por lo que es necesario se realicen reparaciones del manguito rotador antes del desarrollo de la infiltración grasa para mejorar las tasas de curación y por lo tanto, obtener resultados funcionales (Ellman, 1993; Goutallier, 2003), de ahí la importancia de la prevención que este estudio pretende hacer énfasis y establecer programas que tengan por finalidad disminuir la infiltración grasa intra, perimuscular y peritendinosa, ya que mediante este objetivo se logrará la disminución de rupturas tendinosas, disminución de los tiempos de recuperación en caso de los tendones reparados quirúrgicamente, incremento en el tiempo laboral de las personas y disminución de costos por incapacidad en las empresas.

Nuestro país y particularmente el estado de Sonora ha incrementado su industria maquiladora, requiriendo mano de obra de hombres y mujeres que utilizan predominantemente las extremidades superiores con el riesgo de afectarse alguno de sus hombros en algún momento de su vida laboral y es necesario disminuir los factores de riesgo que predispongan a una ruptura como es la infiltración grasa.

## **CONCLUSIONES**

En el presente estudio se investigó la relación directa entre las variables: grado de infiltración grasa del manguito rotador y la presencia de ruptura parcial o completa. Aunado a las herramientas estadísticas aplicadas, se obtuvo relación positiva, lo que significa que sí hay relación directa entre el grado de infiltración grasa y la presencia de ruptura del manguito rotador. Ese hallazgo conlleva a que dependiendo del grado de infiltración grasa sea necesario aplicar medidas para evitar progresión o complicación de las rupturas.

Por otro lado, en el informe médico no suele describirse el grado de infiltración grasa ni se concluye como parte del diagnóstico final, por lo que con los resultados obtenidos, se espera que se considere como punto clave y como base de ahora en adelante en cada reporte radiológico de resonancia magnética de hombro. Llevando a cabo lo anterior, se espera que muchos de los hallazgos de infiltración grasa sean de tipo incidental y se den los cuidados necesarios (profilaxis) para evitar si es posible las rupturas del manguito rotador, por lo tanto, la magnitud del hallazgo será realmente significativa tanto para el paciente como para el médico tratante.

## **RECOMENDACIONES**

Con los hallazgos en este estudio, se considera que es necesario incluir en el informe médico radiológico el análisis del grado de infiltración grasa del manguito rotador y que quede asentado como uno de los diagnósticos finales.

## LITERATURA CITADA

- Andrews JR, Broussard TS and Carson WG: Arthroscopy of the shoulder in the management of partial tears of the rotator cuff; a preliminary report. *Arthroscopy* 1: 117-122, 1985
- Bigliani LU, Kelkar R, Flatow EL, et al. Glenohumeral stability: biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clin Orthop Relat Res.* 1996; 330: 13-30
- Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce CE Jr. Arthroscopic rotator cuff repair: Analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon- to-bone repair. *Arthroscopy* 2001; 17:905-12.
- Carbone S, Gumina S, Arceri V, Campagna V, Fagnani C, Postacchini F. The impact of preoperative smoking habit on rotator cuff tear: cigarette smoking influences rotator cuff tear sizes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21 (1): 56-60.
- Clayton RA, Court-Brown CM. The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. *Injury.* 2008; 39: 1338-1344.
- Codman EA The shoulder: Rupture of the supraespinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. Boston: Thomas Todd. 1934.
- Codman EA, Akerson IB. The pathology associated with rupture of the supraspinatus tendon. *Ann Surg.* 1931; 93: 348-359.
- Davidson JF, Burkhart SS, Richards DP, Campbell SE. Use of preoperative magnetic resonance imaging to predict rotator cuff tear pattern and method of repair. *Arthroscopy* 2005; 21:1428.
- Del Buono A, Papalia R, Denaro V, Maccauro G, Maffulli N. Platelet rich plasma and tendinopathy: state of the art. *Int J Immunopathol Pharmacol*; 24: 79-83 2011

- Dwyer T, Razmjou H, Henry P, Gosselin-Fournier S, Holtby R. Association between pre-operative magnetic resonance imaging and reparability of large and massive rotator cuff tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013.
- E. Ramón Botella et al / *Reumatol Clin*. 2009;5(3):133–139
- Ellman H, Kay SP, Wirth M. Arthroscopic treatment of full-thickness rotator cuff tears: 2- to 7-year follow-up study. *Arthroscopy*. 1993; 9(2): 195-200[PubMed]
- Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 254:67-74.
- Farber A, Fayad L, Johnson T, Cascio B, Shindle M, Neubauer P, et al. Magnetic resonance imaging of the shoulder: Current techniques and spectrum of disease. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*. 2006; 88:64–79.
- Farshad M, Würgler-Hauri C, Kohler T, Gerber C, Rothenfluh D. Effect of age on fatty infiltration of supraspinatus muscle after experimental tendon release in rats. *BMC Res Notes* 2011; 4: 530
- Fuchs B, Gilbert M, Hodler J, Gerber C. Clinical and structural results of open repair of an isolated one-tendon tear of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 309-316.
- Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8: 599-605.
- Fukada H, Hamada K, Nakajima T, Yamada N, Tomonaga A, Goto M. Partial-thickness tears of the rotator cuff: a clinicopathological review based on 66 surgically verified cases. *Int Orthop* 1996; 20:257-65.

- Fukuda H. Partial-thickness rotator cuff tears: a modern view on Codman's classic. *J Shoulder Elbow Surg* 2000, 9:163-8.
- Gamo Villegas P., Cabezudo Pedraza J., S. Allodi de la Hoz, S. Santos Magadán, T. Zamora Verduga, D. Gomez Santos. RM de la patología del músculo. SERAM 2012
- Gandhi Nathan Solayar, Bradley Seeto, Darren Chen and Samuel Mac. Large/Massive Tears, Fatty Infiltration, and Rotator Cuff Muscle Atrophy: A Review Article With Management Options Specific to These Types of Cuff Deficiencies. *Shafa Ortho J.* 2016.
- Gartsmann GM, Milne JC. Articular surface partial-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4:409-15.
- Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82(4): 505-15[PubMed]
- Gerber C, Meyer DC, Frey E, von Rechenberg B, Hoppeler H, Frigg R, et al. Neer Award 2007: Reversion of structural muscle changes caused by chronic rotator cuff tears using continuous musculotendinous traction. An experimental study in sheep. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009; 18(2): 163-71[DOI][PubMed]
- Gerber C, Zubler V, Hodler J, Catanzaro S, Jost B, Fucentese SF. Dynamic imaging and function of partial supraspinatus tendons tears. *Arthroscopy*, 2011; 27:1180-6.
- Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med.* 2007; 35(5): 719-28[DOI][PubMed]

- Gotoh M, Hamada K, Yamakawa H, Inoue A, Fukuda H. Increased substance P in subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff diseases. *J Orthop Res* 1998; 16:618- 21.
- Goutallier D, Bernageau JPD. *Surgery of the Shoulder*. 1990; : 11-3
- Goutallier D, Postel J, Radier C, Bernageau J, Zilber S. Longterm functional and structural outcome in patients with intact repairs 1 year after open transosseous rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18: 521-528.
- Goutallier D, Postel JM, Bernageau J et-al. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1994; (304): 78-83. Pubmed
- Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty infiltration of disrupted rotator cuff muscles. *Rev Rhum Engl Ed.* 1995; 62(6): 415-22. PubMed
- Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003; 12(6): 550-4[DOI][PubMed]
- Goutallier D. Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Hopital Henri Mondor, Créteil. Francia. *Revue de Chirurgie Orthopédique*. Incidencia de la degeneración grasa muscular en el pronóstico de la reparación del manguito rotador. 2010.
- Gumina S, Candela V, Passaretti D, Latino G, Venditto T, Mariani L, et al. The association between body fat and rotator cuff tear: the influence on rotator cuff tear sizes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;: 1058-2746



- Gumucio J, Korn M, Saripalli A, et al. Aging-associated exacerbation in fatty degeneration and infiltration after rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 99-108.
- Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. Classifications of rotator cuff, in classifications and scores of the shoulder. Berlin, Germany, Springer Publishing, 2006.
- Hedtmann A, Fett H. Ultrasonography of the shoulder in subacromial syndromes with disorders and injuries of the rotator cuff. *Orthopäde* 1995; 24:498-508.
- Hyvonen P, Lohi S, Jalovaara P. Open acromioplasty does not prevent the progression of an impingement syndrome to a tear. *J Bone Joint Surg (Br)* 1998; 80-B:813-6.
- Iannotti JP, Zlatkin MB, Esterhai JL, Kressel HY, Dalinka MK, Spindler KP. Magnetic resonance imaging of the shoulder. Sensitivity, specificity, and predictive value. *J Bone Joint Surg (Am)* 1991; 73-A:17-29.
- Jost B, Zumstein M, Pfirrmann CW, Gerber C. Long-term outcome after structural failure of rotator cuff repairs. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88(3): 472-9 PubMed
- Kawiak J, Brzóska E, Grabowska I, et al. Contribution of stem cells to skeletal muscle regeneration. *Folia Histochem Cytobiol* 2006; 44.
- Khoury Viviane, Étienne Cardinal, Brassard Paul. Atrophy and Fatty Infiltration of the Supraspinatus Muscle: Sonography Versus MRI. *AJR*:190, April 2008.
- Kim HM, Dahiya N, Teefy SA, et al. Location and initiation of degenerative cuff tears: an analysis of three hundred and sixty shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 2010; 92: 1088-1096.

- Kneeland JB, Middletown WD and Carnera GF: MR imaging of the shoulder: Diagnosis of rotator cuff tears; AJR Am J Roentgenol 149: 333-337, 1987.
- Ko JY, Huang CC, Chen WJ, Chen CE, Chen SH, Wang CJ. Pathogenesis of partial tear of the rotator cuff: A clinical and pathologic study. J Shoulder Elbow Surg 2006; 15:271-8.
- L. Nové-Josserand, A. Godenèche, É. Noël, J.-P. Liotard, G. Walch. Enfermedades del manguito de los rotadores. Lyon, France.2008
- Lazarus MD, Sidles JA, Harryman DT, et al. Effect of a chondral-labral defect on glenoid concavity and glenohumeral stability: a cadaveric model. J Bone Joint Surg Am. 1996; 94-102.
- Lindblom K and Palmer I: Ruptures of the tendon aponeurosis of the shoulder joint the so called supraespinatus ruptures. Acta Chir Scand 82: 133-142, 1939
- Mack LA, Matsen FA, Kilcoyne JF, Davies PK, Sickler ME. Ultrasound evaluation of the rotator cuff. Radiology 1985; 157:205-9.
- Maffulli N, Del Buono A. Platelet plasma rich products in musculoskeletal medicine: any evidence? Surgeon; 10: 148-50. 24. 2011
- Melis B, DeFranco MJ, Chuinard C, Walch G . Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears. Clin Orthop Relat Res . 2010; 468(6): 1498-505
- Meyer D, Hoppeler H, von Rechenberg B, Gerber C. A pathomechanical concept explains muscle loss and fatty muscular changes following surgical tendon release. J Orthop Res 2004; 22: 1007-1007.

- Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, Holsbeek M. Rotator cuff changes in asymptomatic adults: The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg (Br)* 1995; 77-B:296-8.
- Miniaci A, Salonen D. Rotator cuff evaluation: imaging and diagnosis. *Orthop Clin North Am* 1997; 28:43-58.
- Nakagaki K, Ozaki J, Tomita Y, Tamai S. Alterations in the supraspinatus muscle belly with rotator cuff tearing: Evaluation with magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg.* 1994; 3(2): 88-93[DOI][PubMed]
- Neer CS II. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1983; 173: 70-77.
- Oh J, Chung S, Kim S, Chung J, Kim J. 2013 Neer Award: Effect of the adipose-derived stem cell for the improvement of fatty degeneration and rotator cuff healing in rabbit model. *J Shoulder Elbow Surg* 2013; S1058-2746: 00398-4.
- Ortiz Arellano D. Valoración funcional de la reparación quirúrgica artroscópica en las lesiones del manguito rotador asociado a síndrome de pinzamiento subacromial tipo III.”.México. 2014
- Osti Leonardo, Matteo Buda, Angelo Del Bueno. Fatty infiltration of the shoulder: diagnosis and reversibility. 2013.
- R. Barousse, F. Caro Mateo, S. Molinas Ortiz, J. P. Ghisi, I. Rossi, J. Buteler; Buenos aires/AR, Cadiz/ES, San miguel de Tucuman/AR. Revalorización de la técnica artrografía posterior guiada con tomografía computada en el diagnóstico de la patología glenohumeral. Poster no.: S-1030. SERAM 2014.
- Richards RR, Arik N, Bigliani LU, A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 3 (1): 347-352.

- Rockwood C and Matsen F: Hombro; 2da edición; 2000; Editorial McGraw-Hill Interamericana, capítulo 15, pp 805.
- Rocwood CA, Matsen FA. The shoulder. 2 vols. Philadelphia: Ed Wb Saunders; 1990.
- Rulewicz G, Beaty S, Hawkins R, Kissenberth M. Supraspinatus atrophy as a predictor of rotator cuff tear size: an MRI study utilizing the tangent sign. *J Shoulder Elbow Surg* 2013; 22: 6-10.
- Ruotolo C, Nottage WM, Flatow EL, Gross RM, Fanton GS. Controversial topics in shoulder arthroscopy. *Arthroscopy* 2002; 148 (suppl 1):65-75.
- Salter R: Transtornos y lesiones del sistema musculoesquelético; 3ra edición; 2003; Editorial Masson, capítulo 11, pp 316, 318-320
- Santiago-Torres J, Flanigan DC, Butler RB, Bishop JY. The effect of smoking on rotator cuff and glenoid labrum surgery: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2014.
- Savoie FH, Field ID. Antero superior instability with rotator cuff tearing: SLAC lesion. *Oper Tech Sports Medicine* 2000; 8:221-4.
- Schaefer O, Winterer J, Lohrmann C, Laubenberger J, et al: Magnetic resonance imaging of supraespinatus muscule atrofphy after cuff repair. *Clin Orthop* 403: 93-99, 2002.
- Scheibel M, Magosch P, Pritsch M, Lichtenberg S, Habermeyer P. The belly-off sign: a new clinical diagnostic sign for subscapularis lesions. *Arthroscopy* 2005; 21:1229-35

- Shellock FG, Bert JM, Fritts HM, et al: Evaluation of the rotator cuff and glenoid labrum using a 0.2 Tesla extremity magnetic resonance (MR) system: MR results compared to surgical findings. *J Magn Reson Imaging* 14: 763-770, 2001.
- Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg (Am)* 1995; 77-A:10-5.
- Silverstein BA, Viikari-Juntura E, Fan ZJ, et al. Natural course of nontraumatic rotator cuff tendinitis and shoulder symptoms in a working population. *Scand J Work Environ Health*. 2006; 32: 99-108
- Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears: Results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1991; 7:1-7.
- Stetson WB, Phillips T, Deutsch A. The use of magnetic resonance arthrography to detect partial-thickness rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg (Am)* 2005; 87-A:81-8.
- Teefey SA, Rubin DA, Middleton WD, Hildebolt CF, Leibold RA, Yamaguchi K. Detection and quantification of rotator cuff tears comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004; 86-A:708-16.
- Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F. Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop Relat Res* 1997; 344: 275-283

- Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval JM, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly. Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthop Scand.* 1996; 67(3): 264-8[PubMed]
- Urwin M, Symmons D, Allison T, et al. Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Annals Rheum Dis.* 1998; 57(11): 649-655
- Uysal A, Mizuno H. Tendon regeneration and repair with adipose derived stem cells. *Curr Stem Cell Res Ther* 2010; 5: 161-167.
- Warner JJ, Higgins L, Parsons I, Dowdy P. Diagnosis and treatment of anterosuperior rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001; 10(1): 37-46[DOI][PubMed]
- Weber SC. Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the treatment of significant partialthickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1999; 12:126-31.
- Yamanaka K, Matsumoto T. The joint side tear of the rotator cuff. A followup study by arthrography. *Clin Orthop Rel Res* 1994; 304:68-73.
- Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol.* 1998; 33(3): 163-70[PubMed]
- Zhang F, Liu H, Stile F, et al. Effect of vascular endothelial growth factor on rat Achilles tendon healing. *Plast Reconstr Surg* 2003; 112: 1613-1619. 23.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Tabla de contingencia para las frecuencias observadas y esperadas que relaciona la presencia de ruptura en el manguito rotador y la infiltración grasa.

---

			<b>Ruptura</b>		
<b>Infiltración</b>	<b>Ausente</b>		<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>	<b>Total</b>
	Ausente	Recuento	9	0	9
		Recuento esperado	4.5	4.5	9.0
	Presente	Recuento	72	81	153
		Recuento esperado	76.5	76.5	153.0
Total		Recuento	81	81	162
		Recuento esperado	81.0	81.0	162.0

---

## ANEXO 2

Tabla de contingencia para las frecuencias observadas y esperadas que relaciona el tipo de infiltración reportada y la presencia de ruptura del manguito rotador.

			Ruptura		Total
			Ausente	Presente	
<b>Tipo de Infiltración</b>	Sin grasa	Recuento	9	0	9
		Recuento esperado	4.5	4.5	9.0
	Escasa <sup>1</sup>	Recuento	42	26	68
		Recuento esperado	34.0	34.0	68.0
	Moderada <sup>2</sup>	Recuento	23	35	58
		Recuento esperado	29.0	29.0	58.0
	Igualdad <sup>3</sup>	Recuento	5	16	21
		Recuento esperado	10.5	10.5	21.0
	Mayor cantidad <sup>4</sup>	Recuento	2	4	6
		Recuento esperado	3.0	3.0	6.0
	<b>Total</b>	Recuento	81	81	162
		Recuento esperado	81.0	81.0	162.0

1: Pequeñas cantidades de grasa (estrías) dentro de las fibras musculares

2: Superior la proporción de músculo a grasa

3: Igual la proporción de músculo a grasa

4: Más grasa que músculo



### ANEXO 3

Tabla de contingencia para las frecuencias observadas y esperadas que relaciona el tipo de ruptura en el manguito rotador y el grado de infiltración grasa.

			Tipo de ruptura			Completa parcial
			Sin ruptura	Parcial	Completa	
Grado de Infiltración	Sin grasa	Recuento	8	1	0	0
		Recuento esperado	4.4	3.6	.7	.2
	Escasa <sup>1</sup>	Recuento	42	25	1	0
		Recuento esperado	33.6	27.3	5.5	1.3
	Moderada <sup>2</sup>	Recuento	23	31	4	0
		Recuento esperado	28.6	23.3	4.7	1.1
	Igualdad <sup>3</sup>	Recuento	5	8	6	1
		Recuento esperado	10.4	8.4	1.7	.4
	Mayor cantidad <sup>4</sup>	Recuento	2	0	2	2
		Recuento esperado	3.0	2.4	.5	.1
	Total	Recuento	80	65	13	3
		Recuento esperado	80.0	65.0	13.0	3.0

			Grado de ruptura	Total
			Ruptura de dos tendones	
Grado de infiltración	Sin grasa	Recuento	0	9
		Recuento esperado	.1	9.0
	Escasa <sup>1</sup>	Recuento	0	68
		Recuento esperado	.4	68.0
	Moderada <sup>2</sup>	Recuento	0	58
		Recuento esperado	.4	58.0
	Igualdad <sup>3</sup>	Recuento	1	21
		Recuento esperado	.1	21.0
	Mayor cantidad <sup>4</sup>	Recuento	0	6
		Recuento esperado	.0	6.0
	Total	Recuento	1	162
		Recuento esperado	1.0	162.0

1: Pequeñas cantidades de grasa (estrías) dentro de las fibras musculares

2: Superior la proporción de músculo a grasa

3: Igual la proporción de músculo a grasa

4: Más grasa que músculo