



UCAM

Universidad Católica
San Antonio

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

Departamento de Ciencias de la Salud

TÍTULO: Valoración ecográfica de la atrofia muscular del supraespinoso y su relación con la patología del manguito rotador del hombro del deportista.

Autor: Josep Carles Benítez Martínez

PROF. DR. D.: JOSÉ FERNANDO JIMÉNEZ DÍAZ

(UCAM, UCLM)

PROF^a. DRA. DÑA.: CELEDONIA IGUAL CAMACHO

(UNIVERSIDAD DE VALENCIA)

PROF. DR. D.: ANTONIO J. SERRANO LÓPEZ

(UNIVERSIDAD DE VALENCIA)

Murcia, Diciembre 2011

EL DR. D. JOSÉ FERNANDO JIMÉNEZ DÍAZ, LA DRA. D^a. CELEDONIA IGUAL CAMACHO Y EL DR. D. ANTONIO J SERRANO LÓPEZ COMO DIRECTORES⁽¹⁾ DE LA TESIS DOCTORAL TITULADA “VALORACIÓN ECOGRÁFICA DE LA ATROFIA MUSCULAR DEL SUPRAESPINOSO Y SU RELACIÓN CON LA PATOLOGÍA DEL MANGUITO ROTADOR DEL HOMBRO DEL DEPORTISTA” REALIZADA POR D. JOSEP C. BENÍTEZ MARTÍNEZ EN EL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD, **AUTORIZA SU PRESENTACIÓN A TRÁMITE** DADO QUE REÚNE LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA SU DEFENSA.

LO QUE FIRMO, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LOS REALES DECRETOS 56/2005 Y 778/98, EN MURCIA A 31 DE OCTUBRE DE 2011.

⁽¹⁾ Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos.

A Esther, mi mujer

A Ester y Màxim, mis hijos

Porque el esfuerzo siempre vale la pena.

Al “Pare Putatiu” que sempre està darrere, atent.

Al trabajo, análisis y autocontrol; claves de la superación.

Agradecimientos:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado, directa o indirectamente, en la realización de esta Tesis.

A mis directores de Tesis, Prof. Dr. D. José Fernando Jiménez Díaz, Prof^a. Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho y Prof. Dr. D. Antonio J. Serrano, por la confianza que han depositado en mi, por el tiempo, y por el esfuerzo dedicado por cada uno de ellos para que este proyecto llegase a buen puerto.

Al profesor Dr. D. Rafael Aleixandre por facilitarme los recursos y artículos que de otra manera no hubiese podido conseguir.

A GE HealthCare por su cortesía y colaboración al proporcionarnos el material para realizar las ecografías de este estudio. Especialmente en la persona de D. Javier Gálvez, por su ayuda y quién ha sabido entender la rentabilidad científica que supone esta colaboración.

Un agradecimiento muy especial al Prof. Dr. D. Emilio Soria Olivas, por toda su ayuda, consejos y colaboración en la elaboración de la presente Tesis. Ha sido un placer poder contar con su aportación desinteresada, sus palabras de aliento y sus buenos consejos.

A D. Yasser Alhkdar por estar siempre dispuesto a encontrarme sujetos, por alentarme a seguir adelante en los momentos más complicados de este largo camino, y simplemente por contar con su amistad.

A D. José Casaña Granell por toda su ayuda y colaboración en los aspectos técnicos e informáticos en la elaboración de la Tesis, y por su generosa amistad.

A D. Alberto Pardo, por ayudarme a contactar con los equipos de Balonmano y coordinar la toma de datos en estos clubes.

Al Servicio de Deportes de la Universidad Politécnica de Valencia, especialmente a los Servicios Médicos y a la persona de Dña. Lirios Dueñas por toda su colaboración al facilitarme sujetos para el estudio y colaborar en la organización de la toma de datos.

A D. Miguel Maeso Olivares por ayudarme a aumentar la muestra de esta tesis proporcionándome el acceso a tenistas.

Al Club WaterPolo UPV, al Club WaterPolo Nazaret, al Club Balonmano Alcácer, al Club Balonmano Algemesí, al Club Balonmano UPV, a la Escuela de Tenis TennisVal y a los deportistas que de manera individual han prestado sus hombros para la consecución de esta tesis.

A mis compañeros del Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Valencia, especialmente a los Profesores Dr. D. José Sánchez Frutos, Dr. D. Luis Villaplana Torres, Dr. D. José Pérez Moltó, Dr. D. Felipe Querol Fuentes por toda su ayuda, sus consejos, sus palabras de aliento y compartir su experiencia.

Me gustaría resaltar y valorar la paciencia y el interés de todos los sujetos de este estudio, su disponibilidad y colaboración. A todos mi más sincero reconocimiento y gratitud.

INDICE

Indice.....	9
Siglas y Abreviaturas.....	11
Indice de figuras.....	13
Indice de tablas.....	15
1. Introducción.....	17
1.1.Justificación del estudio.....	19
1.2.Antecedentes.....	19
1.3.Estado actual del problema.....	31
1.4.Recueroo anatómico y fisiológico.....	32
1.5.Prevencción y Patología del hombro.....	37
1.6.Fisiología muscular. Fuerza y trofismo.....	42
1.7.Recueroo ecográfico.....	43
2. Hipótesis y objetivos.....	45
2.1.Hipótesis.....	47
2.2.Objetivos.....	47
3. Materiales y métodos.....	49
3.1.Diseño y Pacientes.....	51
3.2.Análisis estadístico.....	68
3.2.1. Niveles de significación.....	70
3.3.Manejo de los datos.....	70
3.4.Consideraciones éticas.....	70
4. Resultados.....	73
4.1.Estudio Preliminar.....	75
4.2.Características iniciales de los grupos.....	76
4.2.1. Grupo Control.....	77
4.2.1.1. Pruebas de Normalidad.....	77

4.2.1.2. Medias, desviaciones y rangos.....	80
4.2.2. Grupo Estudio.....	80
4.2.2.1. Pruebas de normalidad.....	80
4.2.2.2. Medias, desviaciones y rangos.....	82
4.3. Estadística Inferencial.....	82
4.3.1. Comparación de una variable por grupos.....	82
4.3.2. Comparación entre variables por grupos.....	84
4.3.2.1. Supuestos y pruebas de normalidad.....	84
4.3.2.2. Pruebas de contraste de hipótesis multivariado.	88
5. Discusión.....	91
6. Conclusiones.....	105
Bibliografía.....	109
ANEXO I: Tabla de datos experimentales.....	127
ANEXO II. recogida de datos del estudio.....	131
ANEXO III. Hoja de información y consentimiento.....	154

3. SIGLAS Y ABREVIATURAS

AGT	Acromio Great Trocanter
AHD	Acromio Humeral Distance
CSA	Cross Sectional Area (Área de Sección Transversa)
EVA	Escala Visual Analógica
GC	Grupo Control
GE	Grupo Estudio
ICC	Correrelación Intra-clase
IMC	Índice de Masa Corporal
NRS	Numeric Rate Scale
R	Ratio
RMN	Resonancia Magnética Nuclear
SD	Standard Desviation (Desviación Estándar)
SDQ	Shoulder Disability Questionaire
SIS	Subacromial Impingement Syndrom
SRQ	Shoulder Rating Questionaire
TAC	Tomografía Axial Computerizada
X	Promedio

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	LEYENDA	PÁGINA
1	<i>Ilustración de Monro donde se muestra el espacio subacromial y los tejidos que lo delimitan.</i>	20
2	<i>Cálculo del ratio de ocupación en una vista oblicuo-sagital.</i>	28
3	<i>Nivel del corte en el plano oblicuo-sagital</i>	28
4	<i>Acción del manguito rotador en la biomecánica glenohumeral.</i>	36
5	<i>Mecanismo de compresión del manguito rotador.</i>	38
6	<i>Con una mano el clínico fija la escápula y con la otra levanta el brazo del paciente hacia delante, en aducción a la altura de la escápula. La prueba es positiva si reproduce los síntomas, delatando un conflicto subacromial.</i>	58
7	<i>Imagen de la prueba del músculo supraespinoso de Jober.</i>	59
8	<i>Aparato de Ecografía utilizado en la toma de datos.</i>	60
9	<i>Posición del sujeto para la exploración ecográfica muscular y articular.</i>	61
10	<i>Referencias marcadas en el sujeto para la toma de imágenes ecográficas musculares.</i>	62
11	<i>Esquema de la orientación adecuada en la toma de imágenes ecográficas del músculo supraespinoso.</i>	62
12	<i>Imagen oblicuo/sagital de la ecografía del músculo supraespinoso donde se ha delimitado el Área de Sección Transversa (1) y la Sección Transversa (2).</i>	63

14 JOSEP C. BENÍTEZ MARTÍNEZ

13	<i>Imagen longitudinal del músculo supraespinoso y del trapecio superior. Sección Transversa del Supraespinoso (1) y Sección Transversa del Trapecio Superior (2).</i>	64
14	<i>Imagen ecográfica donde se muestran las distancias AHD (1) y AGT (2).</i>	65
15	<i>Posición del sujeto para la visualización del tendón del músculo supraespinoso.</i>	66
16	<i>Imagen ecográfica de un corte longitudinal del tendón del músculo supraespinoso.</i>	67
17	<i>Imagen ecográfica de un corte transversal del tendón del músculo supraespinoso.</i>	67
18	<i>Gráficos de normalidad para el grupo control.</i>	79
19	<i>Gráficos de normalidad para el grupo estudio.</i>	82

INDICE DE TABLAS

TABLA	LEYENDA	PÁGINA
1	<i>Datos para la correlación intraclase del tipo (2,1).</i>	76
2	<i>Valores descriptivos de la muestra.</i>	77
3	<i>Valores en las pruebas de normalidad para el grupo control.</i>	78
4	<i>Medias (X), Desviación Estándar (s) y Rango, para los grupos control, estudio y la muestra en su conjunto.</i>	80
5	<i>Valores en las pruebas de normalidad para el grupo estudio.</i>	81
6	<i>Resultados de la homocedasticidad (prueba de Levene) y la prueba t para muestras independientes.</i>	83
7	<i>Resultado de las pruebas no paramétricas.</i>	83
8	<i>Resultados de la regresión lineal múltiple para el grupo control, en la que observamos que la ecuación de regresión en su conjunto es estadísticamente significativa (sig. <0.05).</i>	84
9	<i>Resultados del supuesto de normalidad multivariante, mediante las distancias de Mahalanobis.</i>	85
10	<i>Resultados de la regresión lineal múltiple para el grupo estudio, en la que observamos que la ecuación de regresión en su conjunto es estadísticamente significativa (sig. <0.05).</i>	85
11	<i>Resultados del supuesto de normalidad multivariante, mediante las distancias de Mahalanobis.</i>	86
12	<i>Resultados de la prueba de Box</i>	87
13	<i>Resultados de la prueba de Levene.</i>	87
14	<i>Resultados de las pruebas de contraste multivariado.</i>	88
15	<i>Resultados de las de efectos intersujetos.</i>	89

16	<i>Resultados de los estadístico descriptivos para las tres variables estudiadas.</i>	90
17	<i>Valores comparativos entre nuestro estudio y los obtenidos por Azzoni et al. para el espacio subacromial.</i>	101

INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

De acuerdo con varios estudios epidemiológicos, la prevalencia de dolor de hombro en la población general podría ser mayor de 6-11% en adultos por debajo de 50 años, incrementando la tasa al 16-25% en mayores.^{1, 2, 3, 4, 5} El dolor de hombro es a menudo considerado de naturaleza benigna con un pronóstico favorable, pero los síntomas podrían ser persistentes o recurrentes en muchos pacientes^{6, 7, 8, 9}.

Clínicamente puede resultar difícil diferenciar los patrones de dolor de las lesiones de manguito rotador, la patología del tendón del bíceps y la bursitis subdeltoidea.

Ha sido demostrado que el diagnóstico clínico de las condiciones periarticulares en el hombro doloroso no es muy exacto comparado con el diagnóstico con Ecografía⁶¹. Una posible explicación de esta baja exactitud de la valoración clínica podría ser la ausencia de correlación entre los hallazgos clínicos y las anomalías anatómicas en el hombro.

De ahí la justificación de este estudio con el que, de manera general, vamos a profundizar en la importancia del uso de la ecografía para la valoración muscular.

Nos permitirá conocer la importancia que adquiere el músculo supraespinoso en el cuadro clínico del conflicto subacromial y su relación con el dolor, que es el síntoma preponderante por el que los pacientes se deciden a tomar parte en el proceso, poniéndose en buenas manos.

1.2. ANTECEDENTES

La ilustración más antigua que se conoce fue encontrada en la tesis de Monro presentada en París en 1788 con el título de *All the Bursae Mucosae of the Human Body*.

En 1834 Smith había realizado una descripción excepcional de las lesiones de la cápsula que involucraban la inserción del tendón del supraespinoso y la porción larga del bíceps a nivel de su inserción supraglenoidea.

Codman, entre 1911 y 1927 describió una de las causas más graves de dolor y limitación funcional en el hombro: la ruptura del tendón del supraespinoso, para la cual recomendaba su tratamiento quirúrgico en forma temprana con la finalidad de no perder la función del hombro.

El concepto de conflicto es la unificación de una serie de desordenes que afectan al hombro^{10, 11, 12, 13}, tales como la tendinitis, el desgarro del manguito rotador, la tendinitis del bíceps y la bursitis subdeltoidea.

En 1972, Neer propuso su concepto de conflicto del manguito rotador sobre el margen anterolateral del acromion, con una clasificación en tres estadios de la patología del tendón que iba del Estadio I, tendinitis del manguito rotador vista en el adulto joven, al Estadio III, rotura tendinosa vista en pacientes de mayor edad¹⁴. La bursitis subdeltoidea, la tendinitis del bíceps (ocasionalmente asociada a una subluxación del tendón) y los cambios degenerativos en la articulación acromioclavicular a menudo acompañan a las lesiones del manguito rotador y el síndrome del conflicto subacromial (impingement)¹⁵.

Se ha publicado que la implicación de la porción larga del bíceps está presente en cerca del 85% de los pacientes con desgarro doloroso del manguito rotador¹⁵. La explicación de estos hallazgos es que el tendón del bíceps y la bursa

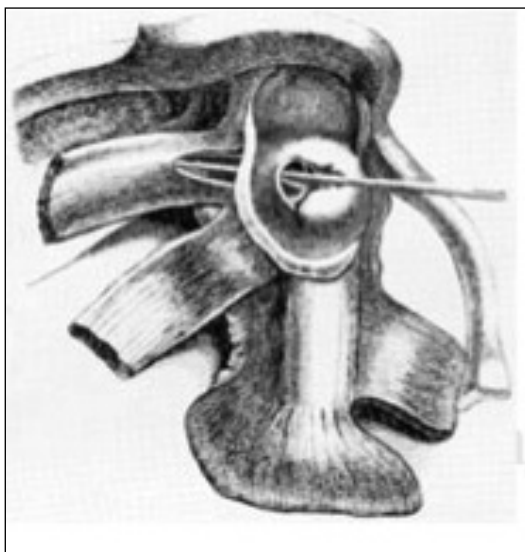


Figura 1. Ilustración de Monro donde se muestra el espacio subacromial y los tejidos que lo delimitan.

subdeltoidea están expuestas a las fuerzas mecánicas que contribuyen al conflicto subacromial, debido a su localización anterior en el área del conflicto.

Se han usado varios sistemas de anotación para valorar, mediante puntos, los resultados del tratamiento en el hombro^{16,17}. Los puntos son obtenidos sobre la base de criterios objetivos derivados del examen físico y criterios subjetivos determinados durante una entrevista con el paciente.

El “Shoulder Disability Questionnaire” (SDQ) parece ser un instrumento valioso para valorar el estado funcional tanto en estudios intervencionistas, como en observacionales, usando cuestionarios para responder el propio paciente y siendo fácil de completar en pocos minutos¹⁸. El SDQ mostró un efecto tope en un grupo de personas con dolor de hombro¹⁹. Estos autores identificaron 16 condiciones específicas en cuestionarios para la evaluación de la función física en pacientes con disfunciones del hombro. Ninguno de los cuestionarios demostró resultados satisfactorios para todas las categorías. Estas conclusiones demuestran las limitaciones de los cuestionarios de evaluación.

Aun así, es adecuado utilizar estos cuestionarios con el fin de aproximarnos a la percepción clínica del deportista y la incapacidad para las actividades de la vida diaria que puede mostrar.

Los cuestionarios con pocos puntos y más cortos de cumplimentar son más prácticos para utilizar en la rutina de evaluación clínica. La mejor escala es siempre la que se adapta a un contexto particular, donde el contexto es definido por la disfunción, la población y el tratamiento. No existen criterios para estandarizar la utilización de cuestionarios que midan la calidad de la medida subjetiva de la salud. Asimismo, no encontramos cuestionarios específicos para deportistas con dolor de hombro.

La Escala Visual Analógica (EVA) ha sido utilizada como medio para valorar y cuantificar el dolor en la literatura científica. Asimismo, ha sido estudiado y relacionado con las actividades físicas y la funcionalidad del

Miembro Superior de los sujetos que referían dolor en el hombro. También se han utilizado diferentes escalas de valoración del dolor para determinar la importancia clínica del efecto de un tratamiento. Sin embargo, debido a la naturaleza subjetiva del dolor, la importancia clínica no siempre es fácil de determinar²⁰. Los pacientes interpretan las escalas de medición de manera muy diferente al registrar las puntuaciones de dolor y las referencias pueden variar ampliamente. Esto es especialmente cierto para las escalas que no tienen un significado específico, tales como el ampliamente utilizado 0-10 o escala de calificación numérica²¹.

Farrar et al. (2001)²² demostraron una estrecha asociación entre los cambios en la PINRS (pain intensity numerical rating scale) y el PGIC (patient global impression of change). La consistencia de sus resultados sugieren que en poblaciones de pacientes muy diferentes se interpretan los cambios en el PINRS de manera similar. La diversidad de los pacientes que configuran su población de estudio proporciona un fuerte apoyo para la validez externa de estos resultados. Concluyen presentando un amplio análisis que determina que el valor de los datos derivados del cambio en PINRS es el que mejor representa una mejoría clínica.

En otro estudio²³, se utilizó la EVA para medir el dolor en sujetos en los que, o bien tenían dolor, o bien se les provocaba de manera experimental para posteriormente aplicar una terapia antiálgica. Esta escala ha demostrado ser fiable^{24, 25}, generalizable^{26, 27} y válida²⁴. Se concluyó diciendo que es útil, tanto para estudios clínicos, como para experimentales en los que se mida el dolor²⁶.

Por otra parte, las mediciones realizadas con la EVA suelen mostrar una mayor cantidad de datos incompletos que las medidas realizadas con NRS (Numeric Rate Scale), presumiblemente porque las medidas de NRS son menos abstractas y más fáciles de entender. Asimismo, se asocia una mayor dificultad para obtener medidas del dolor con la EVA en sujetos de mayor edad²⁸.

Si bien la EVA es un parámetro de medición del dolor validado²⁹, su

utilización requiere de unos cuidados y metodología de aplicación que pueden reducir su cumplimentación. La EVA ha demostrado correlacionarse y ser válida para el dolor leve a moderado³⁰.

Dado que en nuestro estudio la toma de datos es realizada por el investigador y que disponemos de tiempo para explicar a nuestros sujetos en que consiste la EVA y que es lo que pretendemos registrar, no pensamos que pueda presentar los inconvenientes citados en estas líneas.

La exploración clínica mediante pruebas que pongan en tensión diferentes estructuras con el fin de acercarse a la posible afectación, también ha sido estudiada en la literatura científica. Naredo et al³¹ (2002) concluyeron que la exploración física, compuesta por una serie de pruebas clínicas, tuvo una sensibilidad baja en el diagnóstico clínico de las lesiones del hombro, especialmente el desgarro del manguito rotador y la bursitis subdeltoidea. Sin embargo, la especificidad fue alta para algunas de estas lesiones tales como el desgarro del manguito rotador y bastante buena para la lesión del infraespinoso, subescapular, la bursitis subdeltoidea, y la participación de la articulación acromio-clavicular. No obstante, fue muy baja para detectar la lesión del supraespinoso, la tendinitis del bíceps y el conflicto subacromial. La exploración física fue incapaz de diferenciar la tendinitis del desgarro y el desgarro total del tendón del parcial.

ANTECEDENTES SOBRE ECOGRAFÍA DEL HOMBRO.

La ecografía tiene considerables ventajas sobre otras técnicas de imagen: rutinariamente puede ser utilizada para un examen dinámico del sistema músculo-esquelético; es rápida y fácil de realizar; no tiene efectos secundarios³², y los costes son bajos. Ha sido demostrada su exactitud y fiabilidad en el diagnóstico de un amplio rango de desórdenes del hombro comparada con la artrografía^{33, 34, 35}, resonancia magnética^{36, 37}, artroscopia^{38, 39, 40} y hallazgos quirúrgicos^{41, 42, 43}. Varios estudios han mostrado la exactitud de la ecografía para la detección de lesiones del manguito rotador comparada con hallazgos quirúrgicos con un índice de correlación de más de 0,85^{44, 45, 46, 47, 48} y una fiabilidad

interobservador de 0,63⁴⁹.

Las desventajas de la ecografía incluyen la imposibilidad de visualizar la cara posterior de los tendones del supraespinoso e infraespinoso y una visión limitada de la articulación glenohumeral y el labrum. Sin embargo, muchas lesiones del manguito rotador se dan en la llamada “zona crítica” situada en la parte anterior de los tendones. Además, la ecografía es considerada como la técnica de imagen mas operador-dependiente. Sin embargo, los resultados de cualquier técnica de imagen dependen de la habilidad del examinador.

La exactitud de la exploración ecográfica es mayor en el entorno clínico que en la práctica experimental de la investigación en la que se usa únicamente una imagen estática, en comparación con el estudio dinámico que se realiza en la sesión diagnóstica.

La ecografía con transductores de alta resolución y alta frecuencia, con Doppler color y *Power Doppler* es un método de costo reducido, no invasivo, de gran importancia en el diagnóstico diferencial del hombro doloroso. En la bibliografía se hace referencia a una sensibilidad del 91-95% y una especificidad y exactitud del 90% en el diagnóstico de las rupturas de espesor parciales y completas del manguito rotador.

Los objetivos de la ecografía en el hombro doloroso son:

1- Ubicar la causa del dolor en alguna de las estructuras anatómicas del hombro a saber: tendón del supraespinoso, del infraespinoso, del subescapular; porción larga del bíceps, músculo deltoides, bursas subdeltoidea, subescapular y otras de la zona, recesos sinoviales, articulaciones acromioclavicular y glenohumeral, cartílago articular; hueso cortical, tejido celular subcutáneo y muescas supraespinosa y espinoglenoidea.

2- Diagnóstico diferencial de los distintos tipos de patología que afectan a

cada una de esas estructuras tendinosas, como son, la tendinosis y la ruptura parcial.

La ruptura de los tendones del manguito (en realidad toda la patología del mismo), se produce en la zona crítica del tendón supraespinoso ubicado a 1 cm proximal a su inserción en la gran tuberosidad.

Las rupturas pueden ser crónicas o agudas. Las primeras, son las más frecuentes en deportes de lanzamiento o en deportistas que presentan inestabilidad glenohumeral.

Las rupturas agudas se asocian en general a caídas, luxaciones del hombro, rupturas del tendón del bíceps asociadas a esfuerzos deportivos o accidentes y además se pueden sobreagregar a las lesiones crónicas.

En los pacientes con sospecha de ruptura del manguito rotador, los objetivos de la ecografía serán⁵⁰:

1. Definir los tendones involucrados. El orden de frecuencia en que se desgarran los tendones del manguito es la siguiente: supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor siendo ésta última muy poco frecuente.
2. Establecer si las rupturas son completas o parciales en su espesor o grosor (de superficial a profundo), o completas o parciales en su ancho (de anterior a posterior en el supraespinoso).
3. Si la ruptura es de grosor parcial, establecer si el compromiso es de la superficie humeral, bursal o si es intrasustancia (dentro de sí misma sin tocar ni la superficie bursal ni el cartílago humeral).
4. Si existe o no un desgarramiento masivo. En el primer caso los extremos del tendón estarán separados por más de 5 cm y en general en estos casos hay más de un tendón del manguito afectado.

En la ruptura completa del tendón supraespinoso pueden verse signos

primarios, secundarios y asociados. Los signos primarios (criterios mayores) corresponden a la discontinuidad focal de las fibras y son:

- a) Ausencia del tendón.
- b) Afinamiento difuso del tendón o pseudoatrofia.
- c) Defecto focal hipoecoico.
- d) Defecto focal hiperecoico rodeado por tendón hipoecoico hinchado. Es raro.

Los signos secundarios (criterios menores), son la consecuencia de la discontinuidad focal de las fibras y son:

- a) Músculo deltoides sobre cabeza humeral (signo de la tuberosidad desnuda, dada la ausencia del supraespinoso).
- b) Ocupación del defecto por líquido, sangre, tejido de granulación, herniación de la bursa o del deltoides.
- c) Pérdida del borde convexo.
- d) Hiperecogenicidad de la interface del cartílago.
- e) Unión musculotendinosa retraída (en los desgarros totales, o sea espesor y ancho completos).

Los signos asociados son también criterios menores y corresponden a la presencia de líquido anormal en el hombro en estructuras que no son los tendones afectados.

- a) En bursa subdeltoidea-subescapular.
- b) En la vaina de la porción larga del bíceps.
- c) En el receso glenoideo posterior.
- d) En la articulación acromioclavicular o signo del Geysler.

En la ruptura parcial del tendón del supraespinoso se corresponde con la

discontinuidad focal de las fibras que producirán:

- a) Defecto hipoecoico en la superficie bursal.
- b) Defecto hipoecoico en la superficie cartilaginosa.
- c) Defecto hipoecoico intrasustancia.
- d) Patrón de ecogenicidad mezclada (reborde rasgado).
- e) Línea hipoecoica en el tendón.
- f) Línea ecogénica en el tendón.
- g) Tendón adelgazado focalmente si la ruptura parcial en espesor es crónica.

ECOGRAFÍA DEL MÚSCULO SUPRAESPINOSO

Las tendinopatías del manguito rotador deberían ser consideradas como parte de una afectación del conjunto muscular.

La atrofia muscular y la degeneración grasa empeoran con la extensión anatómica de un desgarro de todo el grosor del manguito y con la duración de los síntomas^{51, 52}.

Thomazeau et al⁵³ (1996) plantean la cuestión de si existe un límite de degeneración muscular más allá del cual la reparación directa del tendón no pueda ser propuesta sin ciertos riesgos.

Para valorar la atrofia del supraespinoso ha sido descrita una técnica⁵³ en imágenes de RMN en la cual se calculó el ratio de ocupación de la fosa supraespinosa por el vientre muscular del supraespinoso. Para ello se seleccionó un imagen oblicuo-sagital y se demarcaron de forma manual los límites de las superficies del contorno muscular (S1) y del contorno de la fosa (S2), calculando automáticamente los ratios. $R=S1/S2$. (Figura 2)

Para delimitar la localización, en el estudio anterior se realizaron cortes a diferentes niveles, siendo el más adecuado para establecer los ratios aquel que

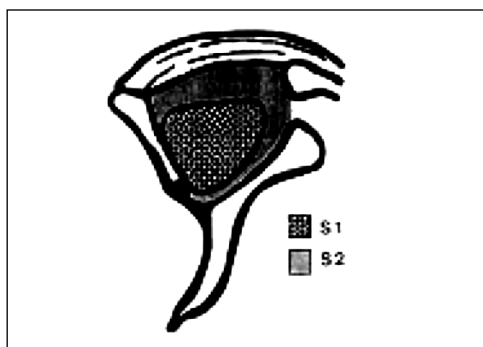


Figura 2. Cálculo del ratio de ocupación en una vista oblicuo-sagital

pasa a nivel del borde medial de la coracoides y el borde lateral de la espina, justo encima del proceso espinoglenoideo (Figura 3). Este estudio preliminar sugería que el corte 1 daba mayores límites óseos para la fosa supraespinosa y probablemente representaba el nivel más

realizable para los cálculos del ratio de ocupación.

La relación entre los desgarros del manguito rotador y la atrofia del supraespinoso, también fueron relevantes en este estudio. En las tendinopatías más graves los ratios disminuían, de manera que se demostraba una mayor atrofia. También se concluyó que la edad no influía cuando se relacionaba la afectación del tendón con la atrofia, aunque estas diferencias si que se apreciaron en el grupo de individuos sanos, donde se observaron diferencias entre 5 voluntarios sanos de menos de 40 años (R 0.77, SD 0.05, edad media 25 años) y 10 voluntarios sanos mayores de 40 años (R 0.67, SD 0.06, Edad media 56 años)(p 0.03). El ratio es fácil de calcular y se encontró una buena correlación entre los resultados de tres radiólogos independientes.

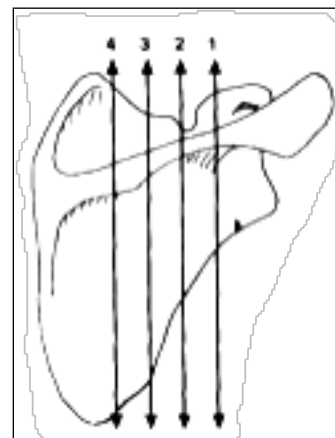


Figura 3. Nivel del corte en el plano oblicuo-sagital

Asimismo, Thomazeau et al (1996) concluyeron afirmando que la atrofia parece desarrollarse con la evolución de la tendinopatía, aun sin desgarro. Esta afirmación pone en entredicho los estudios de Gouttallier et al (1994) quienes afirmaban que la degeneración grasa es específica de los desgarros del manguito.

Para concluir establecen una clasificación de la atrofia en tres estadios:

Estadio I → Ratios entre 1 y 0.60. El músculo puede ser considerado normal o ligeramente atrofiado.

Estadio II → Ratios entre 0.60 y 0.40. Sugiere una atrofia moderada.

Estadio III → Ratios menores de 0.40. Indica una atrofia severa.

Esta atrofia es muy posible que se instaure por un lado motivada por la inactividad relativa como consecuencia de la tendinopatía, y por otro, como consecuencia de la inhibición muscular que se produce ante un estímulo álgico aunque éste sea subliminal.

La atrofia y la degeneración grasa son dos expresiones diferentes de la misma afectación muscular, y nos va a interesar estudiar una u otra en función del medio de diagnóstico por imagen utilizado, de la calidad del mismo y de la habilidad del examinador.

La atrofia grasa de los músculos del manguito rotador asociada a los desgarros del tendón es un importante factor pronóstico para el resultado anatómico y funcional después de la reparación quirúrgica del manguito^{54, 55}. La reparación del manguito obtiene malos resultados en presencia de una atrofia grasa importante y la función del hombro permanece alterada^{56, 57}.

La atrofia grasa ha sido estudiada principalmente mediante resonancia magnética, sobretodo en un plano oblicuo sagital^{58, 59}.

La ecografía, también, ha suscitado estudios, como el de Strobel et al⁶⁰ que encontraron que la visibilidad de los contornos externos del músculo supraespinoso fue significativamente inferior en músculos con atrofia grasa en comparación con músculos normales. La atrofia grasa fue asociada con una pérdida significativa de la visibilidad del tendón central. Además, la visibilidad del patrón penniforme fue también asociada con la atrofia grasa del músculo. La ecogeneidad del tejido muscular fue marcadamente más alta en músculos con atrofia grasa.

Estos autores concluyeron que la degeneración grasa es un importante factor pronóstico negativo en la cirugía del manguito rotador e implica un desgarro crónico del tendón. Así, un grado 2 o mayor de atrofia grasa es clínicamente relevante. Asimismo, concluyeron que al existir pacientes en los que no se puede realizar una resonancia magnética (claustrofobia, implantes o marcapasos) la ecografía es un método relativamente barato y fácilmente disponible en el que se puede detectar y diagnosticar una atrofia grasa del supraespinoso, siendo un factor pronóstico importante en la planificación de una intervención quirúrgica y en un adecuado tratamiento conservador.

Hay que resaltar, que generalmente, la ecogenicidad del tejido muscular es un hallazgo inespecífico con muchas posibles causas, tales como un traumatismo, una denervación subaguda o una miositis.

Strobel et al⁶⁰. concluyen afirmando que la evaluación del vientre muscular del supraespinoso y del infraespinoso debería ser incluida en la exploración ecográfica del hombro en pacientes con sospecha de rotura del manguito rotador.

La determinación de los puntos de medida del músculo supraespinoso son de gran importancia, ya que las mediciones difieren significativa y sistemáticamente según el punto, y no así en otros músculos, como por ejemplo, el vasto externo del cuádriceps, según Nielsen et al⁶¹. Asimismo, la intensidad para el músculo supraespinoso de los pacientes aparecieron más altas que la de los sujetos sanos. De ahí, que nos interese medir no sólo la sección transversa (CSA), sino también la calidad de la imagen, es decir, la tonalidad de la imagen. A mayor hipoecogenicidad (más negro) y menor hiperecogenicidad (menos blanco) la calidad muscular es mayor.

Estos autores concluyeron afirmando que encontraron diferencias entre la localización de las medidas en el músculo supraespinoso, indicando que no existe homogeneidad del músculo. Esto está de acuerdo con hallazgos anatómicos previos⁶².

1.3. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

La patología del hombro, en los deportes en los que el miembro superior desempeña una importante labor en la consecución de sus objetivos, puede llegar a ser muy invalidante y provocar una disminución del rendimiento.

Estos deportes tienen en común el realizar sus gestos deportivos con los miembros superiores y gran parte de estos por encima de la horizontal del hombro. Asimismo, en muchos de ellos el lanzamiento es el gesto más representativo de su práctica deportiva. Nos referimos a deportes como el balonmano, baloncesto, voleibol, tenis, waterpolo y la natación, entre otros.

De ahí, que la detección precoz de esta afectación sea muy relevante, así como las estructuras que mayor implicación adquieren en la presentación del cuadro.

El cuadro clínico más habitual es el denominado “impingement” o conflicto subacromial. Se ha constatado en diferentes lesiones del aparato locomotor en deportistas una atrofia muscular relacionada con la patología, pero no existen suficientes datos que nos permitan conocer si esta atrofia se produce durante la instauración de la lesión (en el caso de lesiones por microtrauma) o por el contrario, se produce como consecuencia de la inhibición funcional que produce el dolor.

Asimismo, en la actualidad, la ecografía se está presentando como un método de valoración muscular muy interesante y que ofrece muchas ventajas. Se utiliza para valorar la atrofia del multifido cervical y su relación con la disfunción^{63, 64}, en el análisis de laboratorio sobre la motricidad humana y el comportamiento de los tejidos^{65, 66}, el patrón de reclutamiento motor en el músculo⁶⁷, los movimientos paradójicos que se producen en la bipedestación⁶⁸, y como medio de “feedback” en la reeducación motriz en las lesiones lumbares⁶⁹.

1.4. RECUERDO ANATÓMICO Y FISIOLÓGICO

El complejo articular del hombro es una articulación con unos componentes anatómicos bien diferenciados pero que desde el punto de vista clínico deben ser estudiados con un enfoque funcional.

Cuatro músculos componen el mango de los rotadores: el supraespinoso, el subescapular, el infraespinoso y el redondo menor. Algunos autores recientemente han propuesto que también se considere la porción larga del bíceps como parte de esta estructura debido a sus propiedades biomecánicas a nivel de la articulación.

El supraespinoso tiene su origen en la fosa supraespinosa de la escápula por encima de la espina de la misma, así como en la profundidad del músculo trapecio y del arco coraco-acromial y se inserta en la fosa superior de la tuberosidad mayor del húmero pasando por debajo del acromion y de la articulación acromioclavicular. Está inervado por el nervio supraescapular que proviene de las raíces C4, C5, C6, ramas del tronco superior del plexo braquial. Su acción principal es mantener centrada la cabeza humeral en la glenoides y permitir que actúe el deltoides para que se lleve a cabo la abducción. También contribuye a la elevación del hombro en aproximadamente 30 grados junto con otros músculos como el deltoides, bíceps, subescapular e infraespinoso, ayudando también a la flexión. Su irrigación proviene de la arteria supraescapular que entra junto con el nervio por la escotadura supraescapular.

El músculo deltoides es considerado habitualmente como el motor primario del hombro (articulación glenohumeral). Los manuales neurológicos y ortopédicos afirman que cuando un paciente presenta una parálisis axilar, éste es incapaz de elevar el brazo por sí mismo, por que pende como un látigo o se produce un hombro flácido⁷⁰.

*Kay et al*⁷¹, creen que la parálisis del músculo deltoides enmascara la rotura concomitante del manguito rotador y dificulta muchísimo su diagnóstico.

*Simonich y Wright*⁷², afirman que las roturas del manguito asociadas con las lesiones del plexo braquial son muy raras, que la combinación simultánea de luxación anterior del hombro, lesión del plexo braquial y rotura del manguito rotador, no constituyen nada más que ejemplos casuísticos. En el año 1995, *Groh y Rockwood*⁷³, describieron dos casos de esta combinación, que lo denominaron como la triada terrible del hombro e indicaron que sólo dos casos fueron publicados anteriormente por *González y López*⁷⁴ en 1991.

Hace más de 10 años existía un desconocimiento de la cinética y cinemática de la articulación glenohumeral y la consiguiente sobreestimación del papel del deltoides en la movilidad activa del hombro y como consecuencia de ello la errónea concepción de la biomecánica glenohumeral.

Lo esencial de esta concepción, generalmente admitida, se expresa brevemente por palabras de *Neer*, que opinó que el deltoides es el primer motor de la articulación glenohumeral y afirmó que pese a que la porción media del deltoides actúa al unísono con el supraespinoso, o sea, si el deltoides es infuncional, el supraespinoso no puede sustituirlo en la función de elevar el brazo. La mayoría de los ortopedistas están de acuerdo con su afirmación errónea, aquella que con el paso del tiempo se convirtió en un dogma de fe, un mito, que muchos continúan siguiendo, pese a que este dogma de una manera radical, contradice a los hechos de la realidad evidentes. Por desgracia, en este concepto falso se basan también las teorías actuales de la mecánica glenohumeral.

Fue *Codman* el primero quien con toda razón afirmaba, que el primer motor glenohumeral es el músculo supraespinoso⁷⁵.

*Roper y Brooks*⁷⁶, afirmaron que en caso de parálisis del deltoides, la abducción del brazo se inicia por el supraespinoso, hacia los 70° por la porción larga del bíceps y por el tríceps, y se acaba por el pectoral mayor. *DePalma*⁷⁷, explicó el fenómeno con una hipertrofia del supraespinoso y *Giné*⁷⁸, por la actuación del supraespinoso en situación de estrés. *Watson*⁷⁹, pensó que la elevación activa del brazo en caso de la parálisis del deltoides es posible, gracias a

la actuación del pectoral mayor y otros músculos que atraviesan la articulación glenohumeral. Al fin, *Nakatsuchi*⁸⁰, fue forzado a confesar que hasta hoy no se tenía una explicación satisfactoria o aceptable del fenómeno por escasez de observaciones.

*Saha*⁸¹, dividió los músculos de la cintura escapular en tres grupos: el grupo de primeros motores (primarios), el grupo de músculos timones (ruedas de timón) y el grupo de músculos depresores del húmero. El primer grupo lo constituyen el deltoides y la porción clavicular del pectoral mayor, el segundo grupo lo constituyen el supraespinoso, infraespinoso y subescapular; la acción principal consiste en la estabilización de la cabeza humeral en la glenoides durante el movimiento del brazo. Los depresores son la porción externa del pectoral mayor, redondos mayor y menor y dorsal ancho. Tal división no se justifica, ni desde el punto de vista anatómico, ni funcional y es de notar, además, que el supraespinoso no se menciona como uno de músculos fijadores de la cabeza humeral.

*Solonen*⁸², supuso que los movimientos activos en la articulación glenohumeral son enteramente posibles sin la participación activa del supraespinoso, por que su significación es completamente cuantitativa y su papel es fijar la cabeza humeral en el glenoides. Entretanto, el único argumento a favor del deltoides como el primer motor glenohumeral y la fuente de sobrevaloración de su papel en los movimientos activos del brazo, es su magnitud y fuerza.

*Jones*⁸³, obtuvo los datos evidentes y convincentes sobre el predominio del supraespinoso y del manguito rotador para la movilidad activa del hombro.

La actividad electromiográfica del músculo supraespinoso es máxima durante la abducción a 100° y después progresivamente disminuye.

Experimentos biomecánicos en cadáveres son incapaces de reproducir el juego muscular de un hombre vivo, aunque aproximadamente permiten obtener datos dudosos y por eso, conducen a error y conclusiones falsas⁸⁴.

Alnot y Valenti^{85, 86}, revelaron que en las parálisis aisladas del nervio circunflejo, siempre existe una abducción activa verdadera del hombro, que conduce frecuentemente a errores y demoras en los diagnósticos. Mientras que en las parálisis asociadas de los nervios circunflejo y supraescapular, se notaba una parálisis completa de la abducción asociada a una parálisis de la rotación externa; por ello obtuvieron los resultados buenos y excelentes en los pacientes con la fuerza postoperatoria del deltoides de Kendall a 0 y la del supraespinoso de Kendall a 3, mientras los resultados malos fueron en los pacientes con la fuerza del deltoides de K3-K4 y la del supraespinoso de K0.

El supraespinoso, desempeña un papel determinante en la abducción verdadera del brazo. La articulación glenohumeral es asegurada por el músculo supraespinoso, ya que abre el ángulo escapulo-humeral. Por tanto, si el supraespinoso está paralizado o el tendón se encuentra roto, el paciente no puede comenzar a abrir el ángulo escápulo-humeral y la abducción no se puede realizar⁸⁷.

Codman dio un concepto real y correcto de la función del supraespinoso que puede por sí solo elevar el brazo. Si el paciente tiene la parálisis del deltoides sólo y el supraespinoso intacto, puede elevar el brazo o viceversa, pero si este último está también paralizado o su tendón ha sido roto, no podrá elevarlo.

Así pues, el único argumento a favor del deltoides como el primer motor glenohumeral y la fuente de sobrevaloración de su papel en los movimientos activos del brazo, es su magnitud y fuerza. Es bastante con recordar el ejemplo de *David y Goliat* para estimar tal argumento como dudoso por lo menos.

En resumen, si se analiza el concepto general de la función de la articulación del hombro como resultado de la cooperación compleja de todos los músculos de la cintura escapular, se concluye que el primer motor glenohumeral es el manguito rotador del hombro y el músculo supraespinoso es una parte importantísima del manguito. El deltoides es un músculo auxiliar y suspensorio

sólo capaz de deslizar el húmero hacia arriba con el brazo al lado o apretar la cabeza humeral contra el glenoides, con el brazo abducido a los 90°.

En caso de parálisis del deltoides, el supraespinoso siempre tiene la capacidad de realizar la abducción verdadera y fuerte del brazo, sin alguna ayuda del deltoides. Deben diferenciarse la rotura del manguito y la parálisis del supraescapular.

En la biomecánica del lanzamiento debemos diferenciar estos dos aspectos. Por un lado los estabilizadores pasivos articulares: el rodete glenoideo, los ligamentos glenohumerales, acromiocracoideo, acromioclavicular, y por otro los estabilizadores activos y centinelas de la cinemática articular, de los cuales el más importante es el músculo supraespinoso.

Como se aprecia en la *figura 4* la activación del supraespinoso provoca un recentraje de la cabeza humeral y evita el estrechamiento del túnel subacromial provocado por la acción del deltoides que coapta la articulación hacia el techo subacromial, que generaría fricción sobre el manguito rotador y terminaría por producir una lesión del mismo.

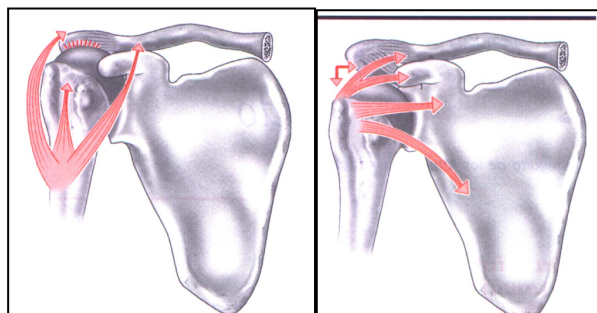


Figura 4: Acción del manguito rotador en la biomecánica glenohumeral

En este punto se establece un círculo vicioso lesional, ya que al no activarse el supraespinoso con la intensidad y momento adecuado, el estrechamiento produce una irritación tendinosa que inhibe al músculo, perpetuándose de esta forma el cuadro.

1.5. PREVENCIÓN Y PATOLOGÍA DEL HOMBRO

PREVENCIÓN.

La prevención de las lesiones del hombro en el deporte se ha adecuado a sus dos entidades más importantes como son las inestabilidades y el conflicto subacromial con la afectación del manguito rotador.

Aun así, de manera general, la prevención requiere básicamente realizar un buen calentamiento antes de empezar la actividad deportiva, aumentar la flexibilidad y la fuerza con un entrenamiento de pretemporada que debe continuarse durante la temporada competitiva, ejecutar correctamente las técnicas del deporte y emplear el equipo adecuado.

Esta prevención, específicamente, en ambos cuadros clínicos se ha centrado en la reeducación del recentraje humeral, la activación del supraespinoso para tal fin y el control del movimiento por parte de los estabilizadores de escápula y depresores de la cabeza humeral. Asimismo, numerosos protocolos de ejercicio han sido diseñados con el fin de mejorar la fuerza de los músculos del manguito rotador.

PATOLOGÍA DEL HOMBRO

El conflicto subacromial, también conocido como “impingement”, es una patología prevalente con una frecuencia que oscila entre el 5% y el 47% de la población según las fuentes. Se describe como el estrechamiento del túnel subacromial, por donde discurren los tendones del manguito rotador y que cursa con dolor y/o hipersensibilidad en el manguito rotador e impotencia funcional.

En la literatura se describen dos síndromes de “impingement” o conflicto bien diferenciados. Los síndromes de conflicto interno son un grupo de condiciones que resultan del pinzamiento de los tejidos blandos del manguito rotador y la cápsula articular sobre la glenoide o entre la glenoide y el humero. Ellos no deberían ser confundidos con las condiciones del conflicto del manguito y la bursa como consecuencia del pinzamiento sobre el arco acromial y al que se denomina conflicto externo⁸⁸.

El conflicto externo, es la irritación mecánica del mango de los rotadores causada por los componentes del arco subacromial entre los que se encuentran: el acromion, la articulación acromioclavicular y la apófisis coracoides (*Figura 5*).

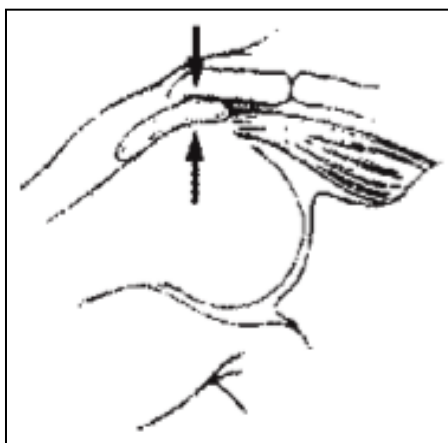


Figura 5. Mecanismo de compresión del manguito rotador.

Neer, en 1972 propuso que la diferencia en tamaño y forma de las estructuras del arco coracoacromial eran relevantes en la génesis de la patología del mango rotador. Describió que el tercio anterior de la superficie del acromion, el ligamento coracoacromial y la articulación acromioclavicular son áreas que pueden comprimir y lesionar la estructura del mango rotador.

El síntoma predominante en el síndrome del pinzamiento es el dolor de intensidad variable que se exagera por las noches debido a una subluxación de la cabeza humeral en la que la cápsula se contrae y se relaja alternativamente generando el dolor. Estos síntomas pueden acompañarse de limitación funcional de la articulación del hombro que puede llegar a la rigidez en la fase aguda, el paciente se queja de dificultad para vestirse, peinarse, levantar objetos por encima de su cabeza, así como otras limitaciones de la vida diaria.

La exploración física es muy importante y como primer paso dentro de la inspección se debe buscar la posibilidad de que exista atrofia del deltoides o de los músculos que integran el mango rotador, sobre todo del supraespinoso. La palpación de la región del borde lateral del acromion y de la región de la bursa genera dolor importante. Puede haber crepitación a la palpación debida a la hipertrofia de la bursa subacromial o bien a un desgarro del mango rotador. En algunos casos se puede encontrar edema a nivel de la articulación acromioclavicular, sobre todo en su porción anterior que puede estar originado

por una artrosis de esta estructura. Si este problema se asocia con una lesión de la porción larga del bíceps se puede encontrar dolor también a nivel de la corredera bicipital.

Cuando un síndrome de pinzamiento se asocia a lesiones parciales del mango rotador, clínicamente se puede manifestar por dolor y limitación funcional del hombro; sin embargo, el paciente puede elevar el brazo más de 90°. En cambio, cuando existe una lesión completa o severa del mango rotador, sobre todo de los músculos supraespinoso e infraespinoso, la movilidad va a estar en relación al tamaño del desgarro; los desgarros mayores producen debilidad y limitación funcional pero el movimiento pasivo sí se puede llevar a cabo.

ETIOPATOGENIA

Existen muchas causas que pueden producir dolor en el hombro, pero las lesiones de los tejidos blandos periarticulares que involucran a tendones y bursas son los más comunes y son a menudo asociados con un conflicto crónico del manguito rotador sobre el margen anterolateral del acromion.

La causa de la lesión de estas estructuras es también multifactorial, pudiendo participar factores extrínsecos como sobrecarga del tendón y microtraumas repetidos, así como factores intrínsecos como son: pobre vascularidad sobre el mango en conjunto y alteraciones biomecánicas del mismo.

La irrigación no sólo es afectada por el factor edad sino también por factores dinámicos, notándose que la irrigación del tendón del supraespinoso depende en buena medida de la posición de la extremidad torácica, ya que cuando se lleva a cabo la abducción de ésta se produce una disminución importante en el flujo sanguíneo hacia las estructuras tendinosas mencionadas.

Los factores descritos en la etiología del síndrome de pinzamiento pueden ser divididos en intrínsecos y extrínsecos.

Los *factores extrínsecos* son aquellos que actúan fuera del mango rotador y se dividen en primarios y secundarios. Los factores extrínsecos primarios son el resultado del choque mecánico del mango rotador contra la porción anteroinferior del acromion, lo que produce una lesión progresiva del tejido tendinoso y los *factores extrínsecos* secundarios ocurren por el estrechamiento de la salida del supraespinoso, lo que aumenta la fricción durante su desplazamiento. Un ejemplo de este factor es el relativo a la inestabilidad glenohumeral, ya que se ha reportado una relación entre inestabilidad y síndrome de pinzamiento subacromial secundario principalmente en atletas jóvenes.

Los *factores intrínsecos* se refieren principalmente a los problemas de vascularidad ya comentados.

Neer dividió el síndrome de pinzamiento en tres estadios:

Estadio I. Edema y hemorragia. Ocurre principalmente en pacientes menores de 25 años de edad. Es reversible y responde a tratamiento conservador.

Estadio II. Existe fibrosis y tendinitis. Por lo general se presenta en pacientes entre los 25 y 40 años de edad. Si no responde a tratamiento conservador se debe pensar en descompresión subacromial y desbridación.

Estadio III. Se caracteriza por una lesión parcial o total del mango rotador. Su mayor incidencia es en pacientes mayores de 40 años y su tratamiento será la reparación abierta o artroscópica.

En el diagnóstico diferencial se deben diferenciar varias entidades, como son:

1. Lesiones del bíceps
2. Capsulitis adhesiva
3. Inestabilidad glenohumeral
4. Síndrome de pinzamiento subcoracoideo
5. Radiculopatía cervical
6. Artrosis glenohumeral
7. Artrosis cervical

8. Lesión del plexo braquial
9. Neuropatía del nervio supraescapular
10. Tendinitis calcificada
11. Artrosis acromioclavicular
12. Lesiones de SLAP

LESIONES DEL HOMBRO EN EL DEPORTISTA

Dos entidades podemos identificar en el medio deportivo: las lesiones agudas; las lesiones crónicas o por microtrauma.

Las lesiones agudas en el hombro generalmente se producen durante la práctica de deportes de contacto. Las lesiones más corrientes son, por regla general, las luxaciones de las articulaciones acromioclavicular y glenohumeral, las fracturas de clavícula y las contusiones del manguito rotador.

Las lesiones crónicas suelen asentar en el seno de los deportes de lanzamiento. Nicholas et al (1977)⁸⁹, analizaron 63 deportes y descubrieron que el movimiento que se hace al lanzar era, con mucho, el movimiento más corriente.

El mecanismo del lanzamiento se divide en tres segmentos: a) Armado; b) Aceleración; c) Acompañamiento.

El estudio de la biomecánica del lanzamiento muestra cuales son las fuerzas de torsión extremas que se desarrolla, así como las enormes velocidades que se alcanzan. Debido a las exigencias de los entrenamientos y de la competición, cualquier desequilibrio muscular o articular o el empleo de una técnica incorrecta pueden provocar lesiones.

Bennett (1959)⁹⁰ fue el primero en estudiar los problemas en el hombro de los lanzadores de béisbol. Aunque dicho término no existía aun en aquella época, trató un tipo de problema de compresión en el que el músculo supraespinoso se

deshilacha. Estableció que entre los lanzadores de béisbol era difícil registrar roturas del tendón del supraespinoso. Su principal descubrimiento fue un proceso artrósico en el que aparece un espolón en los segmentos posteroinferiores del rodete glenoideo.

En general, los lanzadores experimentan un cambio en el grado de movimiento del hombro, dado que aumentan la rotación externa y disminuye la interna (con un movimiento de abducción de 90°).

Hoy en día se cree que las sobrecargas excéntricas y las insuficiencias de las fibras del tendón del músculo supraespinoso a menudo causan problemas en el hombro de los lanzadores, lo cual puede producir una compresión secundaria. La subluxación de la parte anterior se manifiesta a veces con signos de compresión y anomalías en el manguito de los rotadores.

1.6. FISIOLÓGÍA MUSCULAR. FUERZA Y TROFISMO

Han sido numerosos los autores que han hablado sobre la importancia del trofismo muscular, más concretamente de su manifestación funcional que es la fuerza, en la aparición del dolor y en el control del movimiento. Una mala ejecución del movimiento de manera repetitiva termina por producir daños en el tejido.

La ecografía es una herramienta válida para valorar cuantitativamente el grosor del músculo esquelético, y se ha encontrado una alta correlación entre el grosor muscular, el volumen muscular y la fuerza⁹¹.

El grosor muscular es la distancia perpendicular entre la aponeurosis superficial y la aponeurosis profunda de un músculo^{92, 93}. Es una medida lineal, obtenida normalmente de un corte mediante ecografía. Esta variable se correlaciona con el área de sección transversal anatómica⁹⁴ (CSA) y ha sido utilizada para monitorizar variaciones producidas por el entrenamiento⁹⁵.

El Área de Sección Transversa (CSA) es la superficie que se delimita después de realizar un corte perpendicular al eje mecánico de un músculo. Ha sido ampliamente utilizado en la bibliografía, debido a la relativa facilidad con la que se obtiene y a que es un buen indicador del tamaño real del músculo⁹⁶, especialmente si buscamos el corte en el que el músculo presenta el máximo CSA⁹⁷.

El músculo supraespinoso, por su localización es difícil de valorar su tropismo de manera indirecta mediante la medición de perímetros, y asimismo, por su biomecánica es imposible de aislar de la contracción del deltoides para poder valorar la fuerza.

1.7. RECUERDO ECOGRÁFICO

Actualmente, asistimos a una generalización en el uso de la ecografía como método indirecto para valorar las cualidades musculares, en este caso la fuerza^{97,98,99}, y más concretamente la sección transversa del músculo y por su localización, la valoración del músculo supraespinoso mediante esta técnica puede ser de gran ayuda.

La ecografía, o ultrasonografía en la literatura anglosajona, es un método diagnóstico exacto en el diagnóstico de los desgarros del manguito rotador en manos de investigadores experimentados^{100, 101}. Sin embargo, son escasos los estudios que incluyen la calidad muscular¹⁰².

En ecografía, el tejido muscular aparece oscuro, mientras la grasa y el tejido conjuntivo son brillantes^{103, 104, 105}. El músculo sano aparece oscuro con nitidez y líneas brillantes, mientras los músculos con diferentes enfermedades neuromusculares, como distrofia muscular, miopatía o desordenes de neurona motora, son más brillantes y más difusos en la estructura cuando los vemos en ecografía^{106, 107}. Los músculos no entrenados y de ancianos aparecen con puntitos

más brillantes comparado con los jóvenes saludables o los ancianos entrenados¹⁰⁸.

La evaluación ecográfica de músculos en humanos ha sido realizada en estudios sobre el cuádriceps, los brazos, la espalda y los músculos mandibulares^{109, 110}.

Se ha especulado sobre la posibilidad de que varias formas de enfermedades musculoesqueléticas y sobrecargas podrían facilitar la formación de tejido no contráctil en el músculo^{111, 112}.

En el hígado Layer et al¹¹³ demostraron que el tejido conectivo mostraba un débil incremento en la intensidad del nivel de gris, mientras que la suma de tejido conjuntivo a un tejido graso dado podría reducir el brillo de la imagen. Así, la intensidad está lejos de servir para distinguir entre diferentes texturas de tejido graso y tejido conjuntivo y si un incremento del brillo de la imagen es asociado con grasa o tejido conjuntivo.

El espacio subacromial se delimita por la cabeza del humero, el acromion y el ligamento coracoacromial. Entre estas estructuras se encuentran la bursa subacromial, los tendones del manguito rotador y el tendón de la porción larga del bíceps, que son localizaciones comunes de procesos inflamatorios y degenerativos. El principal factor patogénico en el desarrollo del SIS es la lesión del manguito rotador. Éste puede estar producido por causas anatómicas o funcionales. Su implicación en la tendinopatía del manguito rotador ha sido recogida por varios autores. Cholewinski et al¹¹⁴, compararon el grosor del manguito rotador y la distancia entre el borde infero-lateral del acromion y el ápex del troquíter (AGT) mediante ecografía.

La distancia Acromio-Humeral (AHD) ha sido utilizada para ver diferencias entre sujetos con SIS y sujetos sanos. Se han observado diferencias entre estos grupos mediante RMN^{115, 116} o radiología simple¹¹⁷ (5). Desmeules et al¹¹⁸, validaron la utilización de la AHD y su uso para monitorizar los efectos de un programa de rehabilitación en sujetos con SIS.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. HIPÓTESIS

El dolor de hombro produce una disminución del tamaño del vientre muscular del supraespinoso en deportistas.

HIPÓTESIS NULA: El dolor de hombro no produce una disminución del tamaño del vientre muscular del supraespinoso en deportistas.

2.2. OBJETIVOS

De manera general, vamos a profundizar en el uso de la ecografía para la valoración muscular.

Mediante el examen ecográfico del músculo supraespinoso, aportaremos datos objetivos que permitan realizar una prevención de la patología del manguito rotador en el conflicto subacromial, o al menos minimizar la clínica característica de este cuadro y mejorar los procesos de recuperación.

Esperamos aportar nuevos conocimientos sobre el funcionamiento del músculo supraespinoso en la biomecánica del hombro, así como conocer su importancia en la patología del manguito rotador.

Pretendemos demostrar la eficacia de la ultrasonografía músculo-esquelética en el estudio y prevención de lesiones de hombro del deportista.

Trataremos de establecer parámetros de referencia para una detección precoz del conflicto subacromial mediante la ecografía del músculo supraespinoso, que permita llevar a cabo una prevención de la lesión del manguito rotador. Asimismo, con estos datos, esperamos poder valorar

ecográficamente la evolución del conflicto subacromial, mediante el estudio de la atrofia muscular del supraespinoso.

Valorar otros factores mecánicos, como la altura del túnel subacromial, y su relación con la patología del manguito rotador.

Observar la importancia del trofismo muscular en la presentación de la clínica del conflicto subacromial.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DISEÑO Y PACIENTES

Se ha realizado un estudio observacional, transversal y comparativo sobre la importancia de una serie de variables, descritas posteriormente, en el dolor del hombro del deportista lanzador.

La muestra la componen 81 deportistas, varones y practicantes de tiro con arco (5), carrera (1)¹ escalada (2), esgrima (1), frontenis (1), badminton (1), pelota valenciana (1), rugby (2), balonmano (31), baloncesto (1), tenis (8), waterpolo (20) y natación (7).

El proceso de selección de los sujetos se llevó a cabo contactando con ellos a través de entrenadores, preparadores físicos y fisioterapeutas. Se seleccionaron deportes en los que existía un gesto de lanzamiento con el brazo o un armado del mismo.

Todos los sujetos de estudio, previamente firmaron un Consentimiento informado y se respetaron las normas de Helsinki para estudios de investigación en humanos. Este estudio cuenta con la aprobación por parte del Comité de Ética y Estudios en Humanos de la Universidad Católica de Murcia.

La selección del grupo control y del grupo de estudio se hizo con posterioridad a la toma de datos. En el grupo de estudio se han incluido aquellos sujetos en los que la Escala Visual Analógica (EVA) del dolor era igual o mayor de 30^{119, 120} y/o registraron una puntuación por debajo de 90 en el "Shoulder Rating Questionnaire" (SRQ), dado que es un valor frecuente en sujetos asintomáticos a los que se les ha pasado este cuestionario¹²¹. Así, Vad et al. (2002)¹²² clasificaron las puntuaciones obtenidas en el SRQ como 90-100 excelente, 80-89 buena, 70-79 aceptable y menor de 70 como pobre. En sus resultados las puntuaciones

¹ Este sujeto había sido jugador de balonmano hasta 6 meses antes de incluirlo en el estudio.

obtenidas en los sujetos con patología del hombro oscilaban entre los 42 (grupo que recibió tratamiento conservador) y 81 después del tratamiento.

El SRQ fue seleccionado por Dawson et al. (1999)¹²³ como el más adecuado para su estudio, ya que este es uno de los pocos cuestionarios de hombro autocumplimentado que ha demostrado ser fiable y válido para la evaluación de la inestabilidad glenohumeral.

El procedimiento de toma de datos siguió el siguiente orden:

1. Presentación del estudio y firma del formulario de consentimiento informado.
2. Recogida de datos personales y anamnesis.
3. Realización de los cuestionarios de valoración del hombro.
4. Pruebas clínicas.
5. Valoración ecográfica muscular.
6. Valoración ecográfica tendinosa.

Los criterios de exclusión generales fueron:

1. Padecer enfermedad reumática diagnosticada.
2. Fractura o reconstrucción del complejo osteoarticular del hombro mediante osteosíntesis.
3. osteosíntesis.
4. Hernia discal cervical diagnosticada.

Los criterios de inclusión generales fueron:

1. Practicar deporte que utilice los Miembros Superiores.
2. Firma del consentimiento informado.
3. Pacientes adultos entre 18 y 65 años de ambos sexos.
4. Comprometerse a colaborar con el estudio durante los 8 meses posteriores a

su valoración inicial.

Los criterios de inclusión en el grupo de estudio fueron:

- Valoración igual o menor de 90 puntos en el cuestionario de valoración del hombro (Shoulder Rating Questionnaire) y/o EVA igual o mayor a 30.

El resto de sujetos no excluidos y que no se encuentran dentro de los parámetros de inclusión en el grupo de estudio pasaron a formar parte del grupo control.

Se les informó que si en cualquier momento de la temporada tuviesen problemas en el hombro que debían notificarlo para volver a valorar ecográficamente el supraespinoso, y revisar las mediciones realizadas con anterioridad, y así establecer una correlación. No se dio ningún caso.

Las variables independientes de nuestro estudio fueron: la edad, el sexo, la talla, el peso, IMC, relación de otras lesiones padecidas, disciplina deportiva practicada y años de práctica de dicha actividad.

La toma de datos en los diferentes sujetos se centró en obtener las siguientes variables dependientes e independientes:

1. Área de Sección Transversa y Sección Transversa ecográfica del músculo supraespinoso en el punto de mayor diámetro transversal.
2. Sección transversal ecográfica del trapecio superior.
3. Grosor del tendón del supraespinoso.
4. Escala Visual Analógica (EVA) del dolor.
5. Escala de disfunción obtenida en el cuestionario traducido "Shoulder Rating Questionnaire" de valoración del hombro.
6. Escala de disfunción obtenida en el cuestionario traducido "Shoulder

Disability Questionaire”.

7. Duración de la lesión en semanas.
8. Horas de práctica deportiva.
9. Distancia entre Acromion y la cabeza humeral medida ecográficamente.
10. Distancia entre Acromion y el tróquiter medida ecográficamente.
11. Resultado de la prueba clínica de valoración del Músculo supraespinoso conocida como Prueba de Jobe.
12. Resultado de la prueba clínica de Valoración del conflicto subacromial conocida como prueba de Neer.

A todos los sujetos se les realizó una anamnesis previa y un cuestionario sobre los datos necesarios para el estudio. En la anamnesis se incluyeron los valores de la EVA durante la práctica deportiva y una vez finalizada la misma.

La toma de datos se dividió en tres apartados:

1. Cuestionarios de valoración del hombro y anamnesis.
2. Exploración física.
3. Exploración ecográfica.

1. Cuestionarios de valoración del hombro y anamnesis.

El primer paso fue realizar la anamnesis donde se incluyó la EVA y los datos generales recogidos en el presente estudio, como fueron, los datos personales, el deporte practicado, años de práctica, horas de entrenamiento semanales, si el dolor en el hombro le impide la práctica deportiva, lesiones padecidas en los hombros, edad, se tomo el peso, la estatura para el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC), así como, la existencia de alguno de los criterios de exclusión.

La EVA consiste en una línea recta de 10 cm. de longitud, con las leyendas “Sin dolor” y “dolor máximo” en cada extremo. El paciente anota en la línea el

grado de dolor que siente de acuerdo a su percepción individual, midiendo el dolor en milímetros desde el punto cero (sin dolor). La EVA es hoy de uso universal. Es un método simple, que ocupa poco tiempo, aún cuando requiere un cierto grado de comprensión y de colaboración del paciente. Tiene buena correlación con las escalas descriptivas, buena sensibilidad y confiabilidad, es decir, es fácilmente reproducible^{124, 125}.

La EVA se ha utilizado en diversos estudios como medio de control del dolor y su evolución^{126, 127, 128}. Al igual que Andersen¹²⁹ hemos tomado 30 (mm) como punto de inflexión para incluir a un sujeto, con esta intensidad percibida de dolor, en el grupo de estudio.

En un estudio para ver la eficacia del bloqueo del nervio supraescapular en el manejo del dolor de hombro¹³⁰ se utilizó el umbral de mayor de 50 para incluir a los sujetos en el grupo con dolor de hombro, además de otros parámetros.

Los *cuestionarios* consistieron en rellenar un formulario con diversas preguntas sobre la funcionalidad y sintomatología del hombro en diversas actividades y situaciones. Para nuestro estudio hemos seleccionado el "Shoulder Rating Questionnaire" y "Shoulder Disability Questionnaire".

Uno de los cuestionarios que se utilizaron, el "Shoulder Rating Questionnaire" incluye seis apartados de anotación diferenciados: valoración global, dolor, actividades diarias, actividades recreativas y deportivas, trabajo, y satisfacción.

En el primer apartado, la valoración global consiste en una escala visual analógica de 10 cm. Una línea recta los extremos de la cual son definidos como límites de la respuesta o sensación a medir. En este caso, la escala es desde 0 (muy mal) a 10 (muy bien), con intervalos de medida en milímetros entre 0 y la marca del paciente.

Cada uno de los otros registros consisten en una serie de preguntas con 5 posibles respuestas de 1 (el peor) a 5 (el mejor). Cada apartado es valorado de forma separada por los valores medios de las preguntas completadas y multiplicado por dos. Así, el resultado posible para cada dominio va de 2 (el peor) a 10 (el mejor).

El apartado de dolor consiste en cuatro preguntas que valoran la severidad del dolor en reposo (pregunta 2) y durante actividades (pregunta 3), la frecuencia del dolor que interfiere el sueño (pregunta 4) y la frecuencia del dolor severo (pregunta 5).

El apartado de actividades diarias consiste en seis preguntas, incluyendo una que requiere una valoración general de la limitación de las actividades diarias (pregunta 6) y una serie de preguntas que valoran la dificultad en las actividades diarias más comunes, tales como ponerse o quitarse una camiseta, peinarse, alcanzar un estante por encima de la cabeza, lavarse o frotarse la espalda y cargar la compra (preguntas 7 a 11).

El apartado de actividades recreativas y deportivas consiste en tres preguntas. Una pregunta de manera general por las limitaciones en las actividades deportivas y recreativas (pregunta 12), otra requiere una valoración del grado de dificultad en el lanzamiento de una balón con la mano o el servicio de tenis (pregunta 13), y la tercera permite al paciente seleccionar una actividad que le guste y que valore su limitación en esta actividad (pregunta 14).

El apartado de trabajo incluye una pregunta no graduada que establece el tipo de trabajo (pregunta 15) y cuatro preguntas graduadas que valoran la frecuencia con la que algún trabajo se hace con dificultad (pregunta 16), la dificultad para trabajar eficientemente (pregunta 17) y la necesidad de trabajar menor tiempo al día (pregunta 18) o cambiar la forma en la que habitualmente se realiza un trabajo (pregunta 19).

El apartado de satisfacción (pregunta 20) consiste en una sola pregunta

sobre el grado de satisfacción de pobre a excelente. Este apartado no se incluye en el resultado final y se presenta de forma separada.

Finalmente, el apartado de importancia (pregunta 21) permite al paciente establecer las dos áreas en las que más desearía mejorar. Estas son marcadas con el 1 la más importante y 2 para la segunda más importante. Este apartado tampoco se contabiliza en el cómputo global.

Un sistema sugerido para ponderar el cálculo del marcador total fue desarrollado después de consultar con varios cirujanos de hombro y pacientes para que valoraran la importancia relativa de cada uno de los apartados. La máxima valoración fue de 15 puntos para la valoración global (resultado del apartado multiplicado por 1,5), 40 puntos para el dolor (multiplicar por 4), 20 puntos para las actividades diarias (multiplicar por 2), 15 puntos para las actividades recreativas y deportivas (multiplicar por 1,5) y 10 puntos para el trabajo (multiplicar por 1). De esta forma el marcador total es de 17 a 100 puntos. Donde 100 sería la mejor puntuación, en lo que se refiere a un hombro sano.

2- Exploración Física.

Se realizaron diferentes pruebas clínicas para detectar la posible afectación, desde el punto de vista de los hallazgos en la exploración física, en las diferentes estructuras que pueden estar involucradas y que son objeto de estudio en la presente Tesis Doctoral. Las pruebas seleccionadas fueron dos, la prueba de Neer y la de Jobe, las cuales son utilizadas para detectar un síndrome de conflicto subacromial y la afectación del tendón del músculo supraespinoso respectivamente.

La prueba de Neer tiene como objetivo poner de manifiesto la presencia de un conflicto subacromial. El paciente se encuentra en sedestación, con el explorador de pie detrás del sujeto. Colocando una mano sobre el tercio proximal del antebrazo, se efectúa una elevación del hombro con éste en rotación interna. La mano proximal se sitúa sobre la escápula. La aparición de dolor o malestar en

la región, especialmente al final del arco de movimiento, delata la existencia de un conflicto de espacio¹³¹.



Figura 6. Con una mano el clínico fija la escápula y con la otra levanta el brazo del paciente hacia delante, en aducción a la altura de la escápula. La prueba es positiva si reproduce los síntomas, delatando un conflicto subacromial.

Este conflicto se pone de manifiesto con la elevación anterior, y ante un estrechamiento patológico del espacio subacromial se produce una impactación de la tuberosidad mayor contra la bóveda constituida por la superficie anteriorinferior del acromión y el ligamento coracoacromial, con la consiguiente compresión de las estructuras subacromiales, -tendón del supraespinoso, bursa subdeltoidea y tendón de la porción larga del bíceps-.

Esta prueba también resulta positiva en capsulitis retráctil, inestabilidades anteriores y procesos articulares inflamatorios.

En la prueba de Jobe, cuyo objetivo es valorar el músculo supraespinoso y su inserción tendinosa, el paciente se encuentra en sedestación con ambos hombros abducidos 90°, rotados internamente y los antebrazos en pronación, de modo que los pulgares siempre estarán orientados hacia abajo. Los miembros superiores se encuentran en el plano del omoplato, es decir, a unos 30° de antepulsión horizontal. El examinador se encuentra detrás del sujeto¹³¹.

Se solicita el mantenimiento de la posición ante la aplicación de una fuerza descendente en ambos brazos. La prueba se muestra positiva cuando aparece dolor o incapacidad para mantener la posición.



Figura 7. Imagen de la prueba del músculo supraespinoso de Jobe.

3- Exploración Ecográfica.

Para la *exploración ecográfica* se utilizó un Ecógrafo Logic-e (GE HealthCare, WI, USA), con una sonda 12L-RS, una frecuencia de 5-13 MHz y un transductor lineal de 38 mm. Se estandarizaron los parámetros del sistema de captación de imagen y se mantuvieron constantes durante todas las medidas, con el fin de

poder comparar los cambios entre imágenes sin que puedan influir dichos parámetros en la observación de las diferencias.



Figura 8 Aparato de Ecografía utilizado en la toma de datos.

Se recurrió a un gel de contacto para un adecuado acople acústico, con especial atención en no ejercer una excesiva presión sobre la piel que pudiese modificar las imágenes tomadas del tejido muscular, lo que hubiese podido influir en la intensidad de la escala de grises y en los volúmenes obtenidos.

La exploración ecográfica se dividió en tres apartados:

1. Exploración muscular.
2. Exploración tendinosa.
3. Exploración articular.

Durante toda la exploración ecográfica el paciente/deportista estuvo sentado sobre una silla, con el examinador de pie detrás de él.

Para la exploración muscular el paciente se situó en sedestación con el hombro en rotación neutra, para lo que se solicitó que pusiera el borde cubital de la mano sobre el muslo homolateral con el codo a 90° de flexión y pegado a la cintura con el fin de que, también, la flexo-extensión sea neutra^{60,132}.



Figura 9: Posición del sujeto para la exploración ecográfica muscular y articular.

Se procedió a marcar el punto de medida y la orientación de la sonda. Para ello, se midió la distancia entre el margen lateral del acromion y el margen medial de la escápula a nivel de la espina del omoplato con una cinta métrica, trazando una línea paralela a dos centímetros de la espina de la escápula, para a continuación delimitar la mitad de la misma y a dos centímetros lateralmente marcar el punto de medida y el ángulo de orientación para el corte sagital⁶¹. Las mediciones se realizaron en el lado derecho y el lado izquierdo, tomando imágenes de los dos planos coronal (longitudinal al tendón central) y oblicuo-sagital (transversal al vientre muscular)¹³³.



Figura 10: Referencias marcadas en el sujeto para la toma de imágenes ecográficas musculares.

Para identificar el ángulo de orientación, se trazó sobre la línea paralela a 2 cm. de la espina de la escápula, con una angulación de 90° , una línea que determinara el punto y orientación de la sonda para obtener el valor de CSA del músculo supraespinoso. Este aspecto se tuvo en consideración debido a que una variación en el ángulo podría dar un área mayor o menor, en función del caso. Según aumentamos el ángulo el área a medir sería mayor, al abarcar mayor sección muscular, y a la inversa. De ahí que la orientación ha de ser perpendicular a la fosa supraespinosa.

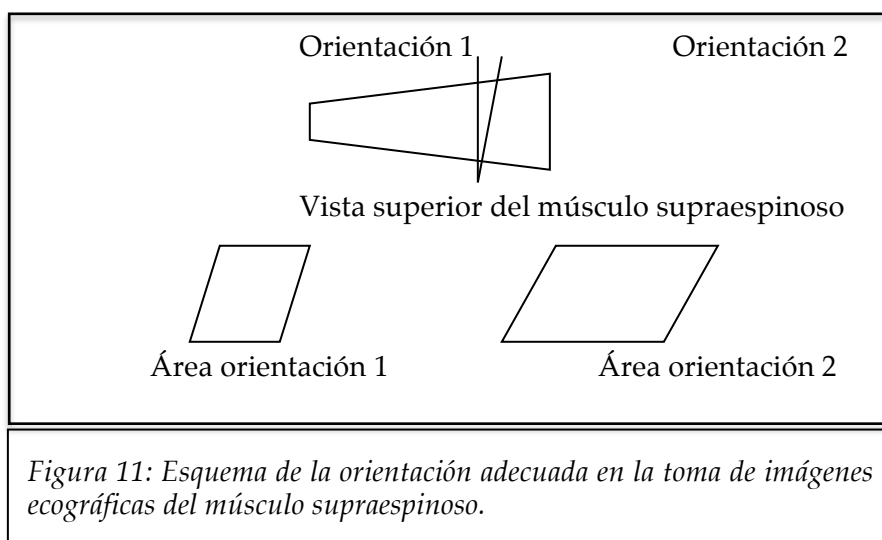


Figura 11: Esquema de la orientación adecuada en la toma de imágenes ecográficas del músculo supraespinoso.

El vientre muscular se evaluó en dos planos. El primer plano perpendicular al eje longitudinal del vientre muscular y a la fosa supraespinosa, en el punto marcado para tal fin. Este punto coincide con la parte más gruesa del vientre muscular. El segundo plano paralelo al tendón central del músculo, perpendicular al plano de la primera imagen¹³⁴, para ello se gira la sonda 90°. La orientación de la sonda fue perpendicular al ángulo de la fosa que forman la pared ósea escapular y el suelo de la espina escapular, donde el tendón central se aprecia con mayor nitidez y claridad.

La imagen obtenida en el plano oblicuo/sagital sirvió para delimitar el área (CSA) del vientre muscular mediante la utilidad para delimitar áreas del ecógrafo, siguiendo los contornos de la aponeurosis muscular observada en la imagen y la Sección Transversa mediante la utilidad de medición de distancia.

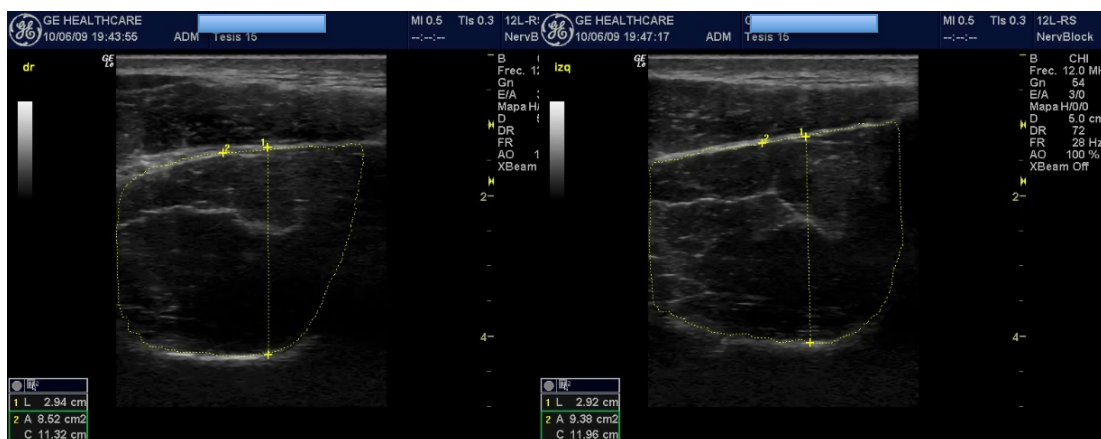


Figura 12: Imagen oblicuo/sagital de la ecografía del músculo supraespinoso donde se ha delimitado el Área de Sección Transversa (1) y la Sección Transversa (2).

En la imagen longitudinal del músculo se midió la sección transversa, delimitada por el periostio de la fosa supraespinosa y la aponeurosis superior del vientre muscular del supraespinoso en su límite con el trapecio. En este mismo punto se procedió a medir la sección transversa del músculo trapecio superior, desde su aponeurosis inferior a su aponeurosis superior, por debajo del tejido celular subcutáneo.

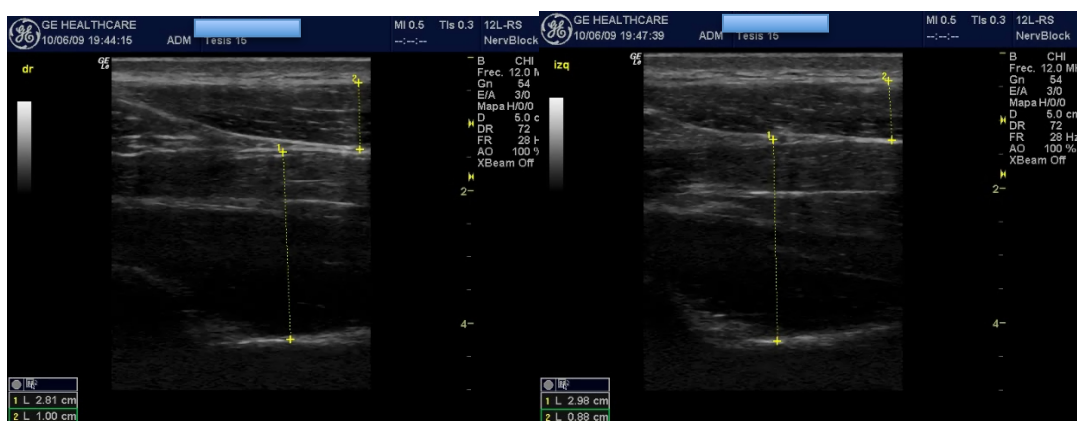


Figura 13: Imagen longitudinal del músculo supraespinoso y del trapecio superior. Sección Transversa del Supraespinoso (1) y Sección Transversa del Trapecio Superior

El grado de atrofia grasa del vientre muscular del supraespinoso ha sido valorado, con anterioridad por Goutallier et al¹³⁵, de la manera siguiente: 0 = no existe grasa intramuscular; 1 = algún trazo de grasa; 2 = grasa con menos extensión que el músculo; 3 = grasa igual que músculo; 4 = mayor extensión de grasa que de músculo. La descripción original del gradiente se basó en los hallazgos en imágenes TAC, aunque también se puede utilizar en imágenes de RM. Sobre la base de estos resultados, un grado 2 o mayor atrofia grasa se definió como substancial, y estos resultados son usados como estándar de referencia para la evaluación de imágenes obtenidas mediante ecografía.

En nuestro estudio, para la evaluación de la atrofia grasa, la visibilidad de los contornos del músculo, patrón penniforme (arquitectura de las fibras musculares en relación al tendón central) y el tendón central fueron graduadas para usar una escala de tres puntos: grado 0 = contornos musculares claramente

visibles; grado 1 = estructuras parcialmente visibles; grado 2 = estructuras no muy visibles. Además, se ha comparado la ecogenicidad del músculo respecto al trapecio (grado 0 = iso o hipoecógeno; grado 1 = ligeramente más ecógeno; grado 2 = marcadamente más ecógeno). Así, el diagnóstico de atrofia grasa supone que un grado 2 se encuentre en al menos uno de los criterios evaluados mediante ecografía.

Para la exploración articular el sujeto se dispuso en la misma posición que para la exploración muscular, pidiéndole que tuviese los hombros lo más relajados posible, para evitar la contracción involuntaria del trapecio y de esta manera verse modificada la posición de la escápula.

Con el sujeto en esta posición se procedió a identificar ecográficamente el pico del acromion y el borde superior del tróquiter. Una vez congelada la imagen se tomaron las distancias subacromiales más utilizadas y estudiadas: la AHD (Acromio Humeral Distance) que es el espacio real entre el suelo del acromión y el techo de la cabeza del húmero (Fig. 14, medida 1), y la AGT (Acromio Great Trochanter) que va del pico del acromion al borde superior del tróquiter (Fig. 14, medida 2).

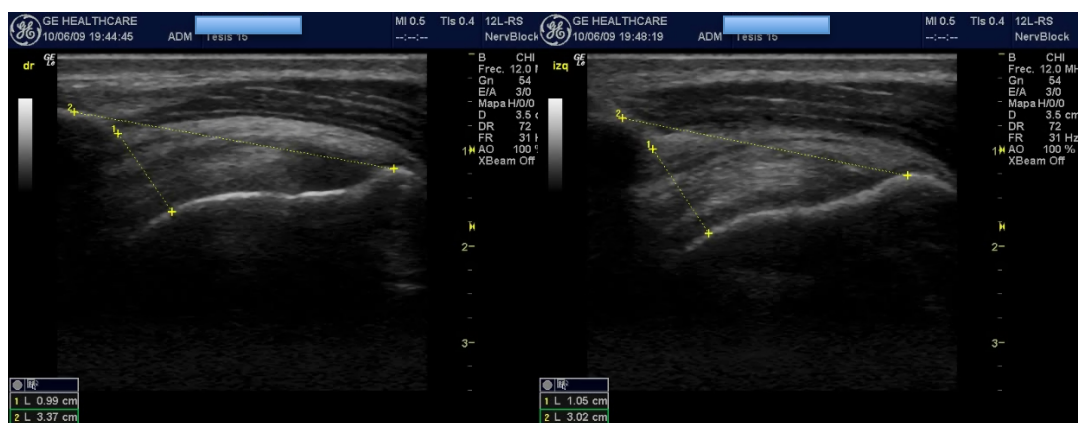


Figura 14. Imagen ecográfica donde se muestran las distancias AHD (1) y AGT (2).

Para la exploración tendinosa el paciente se situó en sedestación, delante del explorador debiendo colocar su brazo en hiperextensión, rotación interna y

aducción para poner al descubierto la máxima porción del tendón supraespinoso que discurre por debajo del acromion, provocando que éste se encuentre en tensión. Se le solicitó al sujeto que pusiese el dorso de la mano entre ambas escápulas (Fig. 15).



Figura 15. Posición del sujeto para la visualización del tendón del músculo supraespinoso.

En esta posición se realizaron cortes del tendón colocando la sonda en el eje coronal del cuerpo para el estudio longitudinal del tendón (Fig. 16) y en el eje transversal para la exploración axial (Fig. 17). Fue necesario visualizar nítidamente la cortical humeral y su cartílago para saber que la sonda está posicionada correctamente.

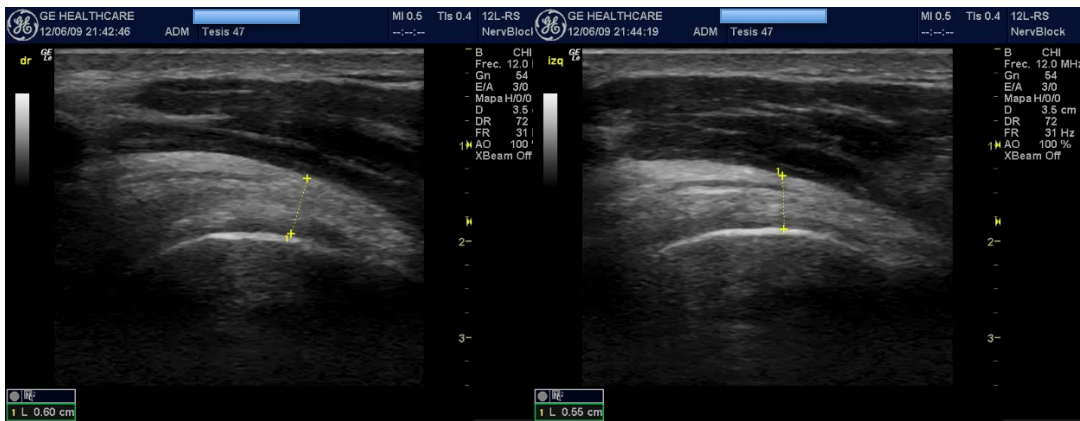


Figura 16. Imagen ecográfica de un corte longitudinal del tendón del músculo supraespinoso.

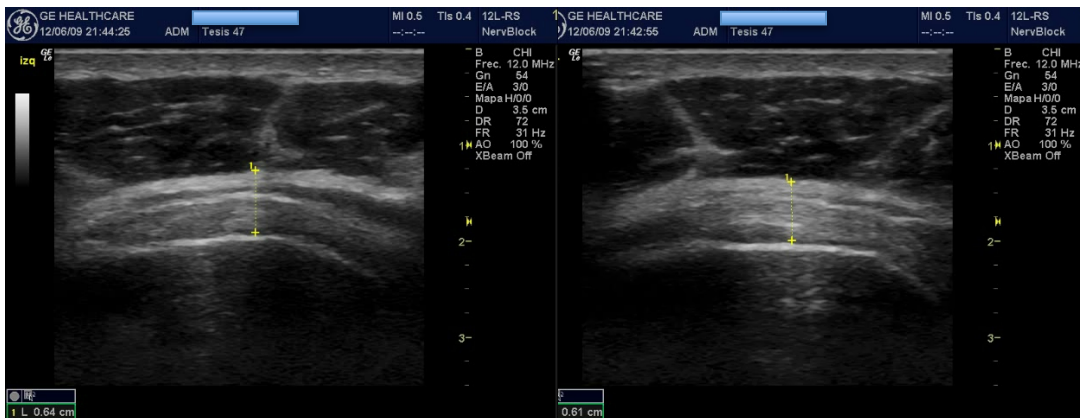


Figura 17. Imagen ecográfica de un corte transversal del tendón del músculo supraespinoso.

Realizando cortes longitudinales, el tendón del músculo supraespinoso tiene la forma de un “pico de loro”, en el que la punta del pico es la inserción del

mismo en la tuberosidad mayor del húmero. Presenta una estructura fibrilar típica de los tendones pero hay que tener en cuenta que en la zona de inserción humeral hay fibras con dirección oblicua que pueden provocar el artefacto de anisotropía.

Mediante cortes transversales aparece la típica imagen en rueda, en cuyo centro aparece una línea hiperecoica que corresponde al húmero y en la zona más externa se encuentra el tendón del supraespinoso con la bursa subacromial y el músculo deltoides por encima. Es necesario considerar que en los cortes transversales puede aparecer una zona hipo o anecoica al lado del tendón de la porción larga del bíceps que corresponde al intervalo libre entre dicho tendón y el supraespinoso y que no debe ser confundido con una rotura del mismo.

3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se hicieron pruebas de normalidad, de estadística descriptiva y de estadística inferencial. Se utilizó el método de Chauvenet para detectar posibles Outliers. Para calcular la normalidad se utilizaron estadísticos de forma (índice de asimetría y curtosis), homocedasticidad (Prueba de Levene), la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Shapiro-Wilk. Se hallaron los cuantiles, estadísticos de tendencia central (media, mediana y moda), medidas de dispersión (Rango, desviación típica y Error típico de la media).

El estudio estadístico inferencial se llevó a cabo mediante tres vías:

1. Comparación de una variable cuantitativa por grupos.
2. Comparación entre variables cuantitativas de mayor significación clínica por grupos.

1. COMPARACIÓN DE UNA VARIABLE POR GRUPOS.

Partiendo de la hipótesis que las diferentes variables dependientes medidas no gozarán de relación entre sí, procederemos a comparar mediante la t de

Student para grupos independientes (Grupo Control vs Grupo Estudio), y en el caso de no seguir una distribución normal aplicaríamos la prueba U de Mann-Whitney, a las siguientes variables:

1. Área de Sección Transversa ecográfica del músculo supraespinoso (CSA).
2. Sección Transversa ecográfica del músculo supraespinoso en el punto de mayor diámetro transversal.
3. Sección transversal ecográfica del trapecio superior.
4. Grosor del tendón del supraespinoso.
5. Horas de práctica deportiva.
6. Distancia entre Acromion y la cabeza humeral medida ecográficamente (AGT).
7. Distancia entre Acromion y el tróquiter medida ecográficamente (AHD).

Asimismo, calculamos el grado de relación entre las distintas variables, mediante las gráficas de dispersión y el coeficiente de correlación de Pearson.

2. COMPARACIÓN ENTRE VARIABLES POR GRUPOS.

Dado que se utilizaron para el cálculo estadístico, en este apartado, tres variables dependientes: CSA, Grosor del tendón del supraespinoso y el AHD, por un lado y estas tres variables junto con el AGT y la Sección transversal del Trapecio superior, para un cálculo ampliado de relación entre variables, se recurrió al Análisis Multivariante: MANOVA.

Se procedió a la comprobación de la homogeneidad de las matrices de varianza-covarianza mediante la prueba de box y la Normalidad Multivariante mediante las distancias de Mahalanobis. Asimismo, al cálculo de la intensidad de las correlaciones entre variables con gráficas de dispersión y el coeficiente de correlación de Pearson.

Consideramos que estas variables dependientes pueden estar relacionadas, en mayor o menor medida, en la aparición de la sintomatología típica de un Conflicto Subacromial.

3.2.1. Niveles de significación

Se estableció como nivel de significación estadística el valor $p < 0,05$, valor que se considera adecuado de forma universal en investigaciones biomédicas.

3.3. MANEJO DE LOS DATOS

Los datos originales fueron vertidos manualmente en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2011), codificando numéricamente las variables cualitativas, y verificados. A continuación se realizaron las transformaciones de variables mediante fórmulas de cálculo con objeto de facilitar el análisis estadístico.

La tabla de datos fue exportada a un programa estadístico (SPSS Mac 19.0) para proceder a su análisis.

3.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los pacientes tienen derecho a la privacidad y a que ésta se mantenga. La identificación de información de los pacientes no deben ser publicadas en los trabajos de investigación, a menos que sea totalmente necesario y que el paciente o su guardián otorguen el respectivo consentimiento informado de manera escrita para la publicación¹³⁶. Para que la comunidad científica tenga conocimiento de los derechos de los pacientes, éstos han sido definidos en los manuales de buenas prácticas de investigación como el publicado por la OMS¹³⁷ y que ha sido tenido en cuenta en este trabajo.

El “consentimiento informado” se define como la explicación a un paciente o sujeto de estudio, orientado y consciente acerca de la naturaleza de su

enfermedad, los efectos que tiene la misma en su vida diaria y los riesgos/beneficios que el tratamiento o intervención de la misma conlleva, para así proceder a presentar las opciones más efectivas. La información que se le otorgue al paciente debe ser completa, y la colaboración del paciente en estudios científicos debe ser conseguida sin coerción, es decir, sin influencias psicológicas que pueda ejercer el investigador sobre el sujeto^{138, 139}.

El consentimiento informado se basa en tres principios éticos: la autonomía, beneficencia y justicia. El principio de autonomía se basa en la posibilidad de que cada persona le sea otorgado respeto, tiempo y oportunidad para decidir¹⁴⁰.

El consentimiento informado debe ser cumplido en toda su totalidad, sobre todo en investigaciones científicas, no se debe explicar sólo el inicio de la fase investigativa sino que se le debe decir al paciente todo, tanto los efectos positivos que tenga la investigación en su vida como los negativos, dándole así al paciente la libertad de retirarse del estudio en el momento que lo decida.

En este estudio se pasó una hoja de consentimiento informado que rellenó toda la muestra (Anexo III).

RESULTADOS

4.1. ESTUDIO PRELIMINAR

Presentamos, en primer lugar, los resultados del estudio preliminar que analizaba la variabilidad intra e interobservador para las variables medidas ecográficamente, como son el grosor del tendón, el Área de Sección Transversa (CSA), la AHD y la distancia AGT. Se incluyeron 10 sujetos fuera del estudio. Todos los sujetos fueron evaluados por 2 examinadores independientes. La toma de datos se realizó siguiendo el siguiente protocolo:

1. El primer examinador realizó la medición del CSA, AHD y AGT. Posteriormente colocó al sujeto en la posición adecuada para proceder a realizar la misma operación para el grosor del tendón.
2. Diez minutos después, el segundo evaluador repitió el mismo procedimiento.
3. Al día siguiente el examinador principal repitió el mismo proceso.

Ambos examinadores fueron ciegos respecto a los valores obtenidos, tanto en las mediciones consecutivas de cada uno de ellos mismos, como de los valores obtenidos por el otro examinador.

Se calculó la fiabilidad intra-examinador de cada uno de los examinadores con el coeficiente de correlación intra-clase (ICC), utilizando las medidas realizadas por cada uno de ellos. También calculamos la fiabilidad inter-examinador tomando las medidas realizadas por cada uno de ellos la primera toma de datos.

Se obtuvo los I.C.C. que se muestran en la Tabla 1. Todos fueron superiores a 0.90, lo que indica una concordancia muy buena.

Variable	Grosor tendón	CSA	AHD	AGT
ICC Intra-observador	0.98	0.97	0.99	0.97
ICC Inter-observador	0.98	0.97	0.97	0.96

Tabla 1. Datos para la correlación intraclass del tipo (2,1).

Con este apunte inicial que nos permitió valorar los datos como reproducibles, desarrollamos los resultados de esta tesis.

4.2. CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LOS GRUPOS

La estadística descriptiva se ha dividido en función de los grupos de sujetos analizados. En cada apartado se han incluido los resultados de las variables, con pruebas de normalidad, medias, desviaciones típicas y rangos.

Se ha aplicado el método de Chauvenet para detectar posibles Outliers, no observando ninguno, por tanto la muestra definitiva del estudio la siguen conformando 81 sujetos, 43 sujetos en el Grupo Control y 38 sujetos el Grupo Estudio.

En la Tabla 2 podemos observar los valores que caracterizan la muestra en general y para cada uno de los grupos.

Variable/Grupo	Control X(s)	Estudio X(s)	Ambos X(s)
Edad	24,21 (7,9)	28,26 (8,4)	26,11 (8,4)
Peso	81,6 (8)	78,6 (9,8)	80,2 (9)
Estatura	181 (4)	179 (7)	180 (6)
IMC	24,8 (2)	24,3 (2,3)	24,6 (2,2)
Dominante dr	42	35	77
Dominante izq	1	3	4

Tabla 2. Valores descriptivos de la muestra.

4.2.1. Grupo Control

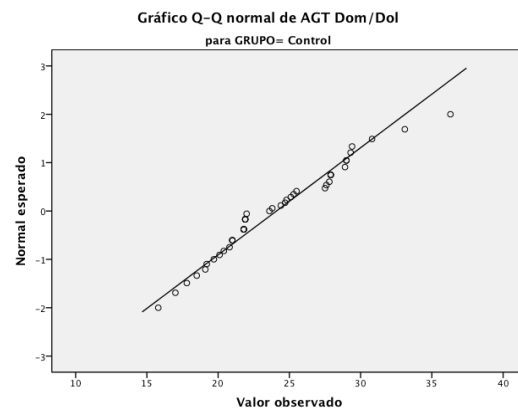
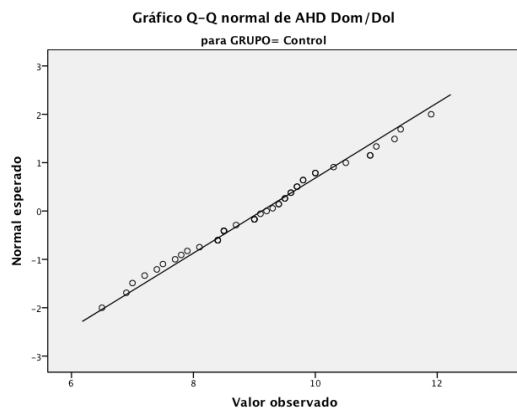
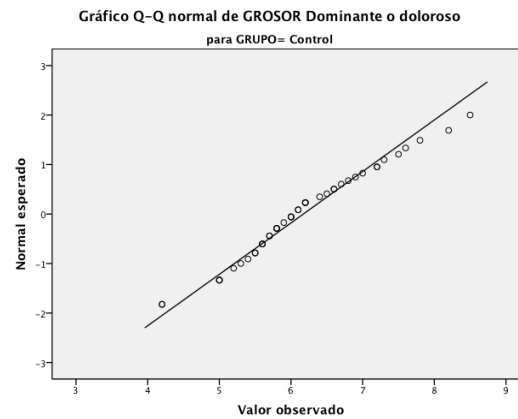
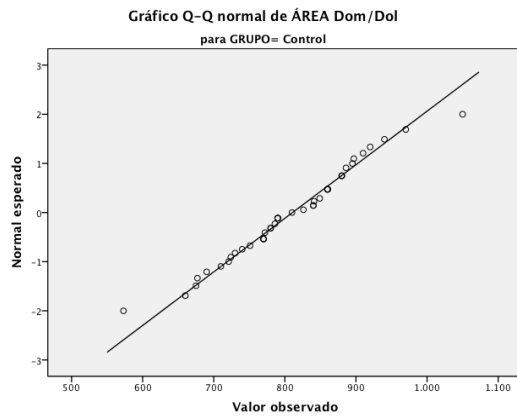
La estadística del grupo control ha sido agrupada en pruebas de normalidad y los valores de medias, desviaciones típicas y rangos.

PRUEBAS DE NORMALIDAD

Para evaluar si las variables utilizadas seguían una distribución normal, se utilizó el test de W de Shapiro-Wilk, el test de Kolmogorov-Smirnov (Tabla 3), así como el gráfico Q-Q normal (Gráficos), y se calcularon los coeficientes de curtosis y asimetría de cada una de ellas (Tabla 3).

Grupo Control	Shapiro-Wilk	K-S	Curtosis	Asimetría
CSA	0,922	0,2	0,491	-0,059
Grosor tendón	0,605	0,165	0,106	0,333
AHD	0,887	0,2	-0,415	0,042
AGT	0,218	0,004	-0,079	0,488
Sección Supraespinoso	0,606	0,2	1,102	0,4
Sección trapecio	0,634	0,2	-0,607	0,18
Horas práct. Deportiva	0,003	0	-0,349	0,649
Años de práctica	0,218	0,051	0,598	0,183

Tabla 3. Valores en las pruebas de normalidad para el grupo control.



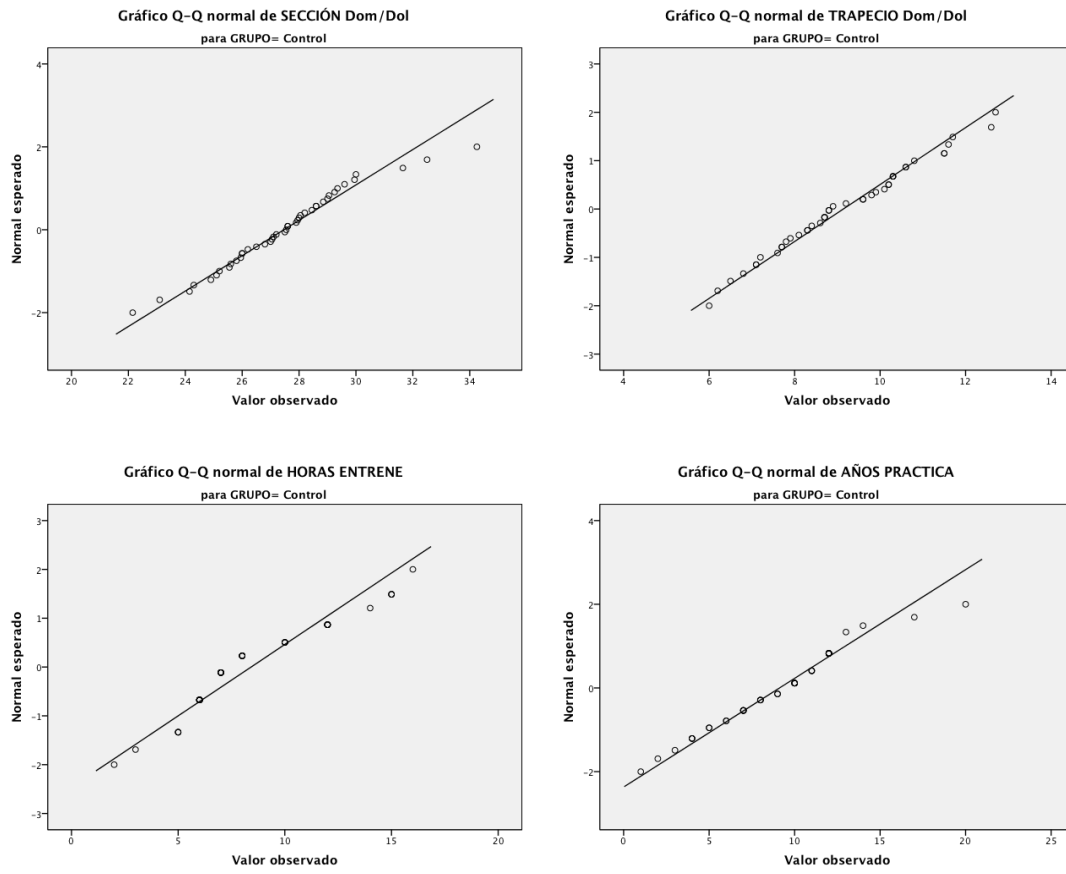


Figura 18. Gráficos de normalidad para el grupo control.

MEDIAS, DESVIACIONES Y RANGOS.

Los resultados se han agrupado por variables y se muestran en la Tabla 4, junto con los datos del grupo estudio.

Variable	Control		Estudio		Ambos	
	X(s)	Rango (max/min)	X(s)	Rango (max/min)	X(s)	Rango (max/min)
CSA	810 (91)	1050 / 573	752 (108)	1000 / 550	779 (106)	1050 / 550
Grosor Tendón	6,17 (0,96)	8,5 / 4,2	5,61 (0,85)	7,1 / 3,1	5,88 (0,93)	8,5 / 3,1
AHD	9,12 (1,28)	11,9 / 6,5	9,10 (1,27)	11,7 / 6,1	9,03 (1,26)	11,9 / 6,1
AGT	24,09 (4,51)	36,3 / 15,8	22,69 (4,72)	33,7 / 12,7	23,14 (4,40)	36,3 / 12,7
Sección Supraespinoso	27,46 (2,34)	34,25 / 22,15	26,51 (2,64)	31,25 / 22	26,99 (2,54)	34,25 / 22
Sección Trapecio	9,13 (1,69)	12,7 / 6	9,09 (2,47)	16,3 / 5,1	9,10 (1,93)	16,3 / 5,1
Horas práct. Deportiva	8,4 (3,4)	16 / 2	6,8 (2,1)	12 / 4	7,7 (2,9)	16 / 2
Años de práctica	9,1 (3,8)	20 / 1	12,1 (7,9)	33 / 3	10,5 (6,2)	33 / 1

Tabla 4. Medias (X), Desviación Estándar (s) y Rango, para los grupos control, estudio y la muestra en su conjunto.

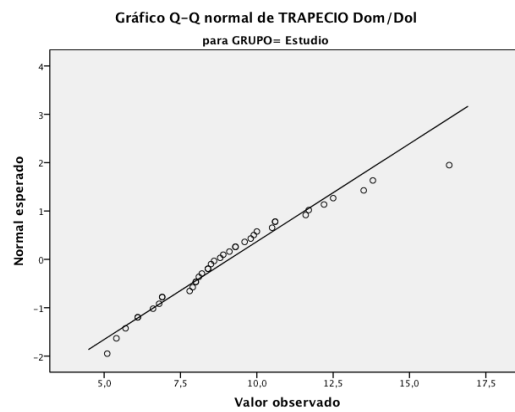
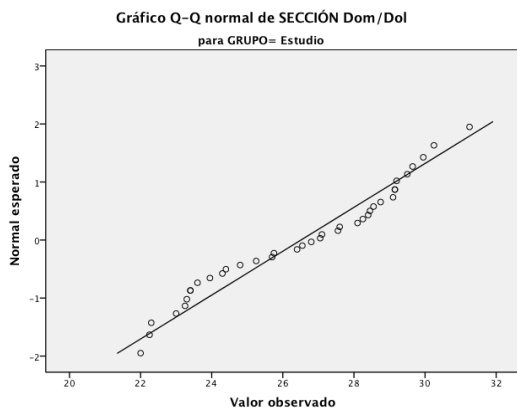
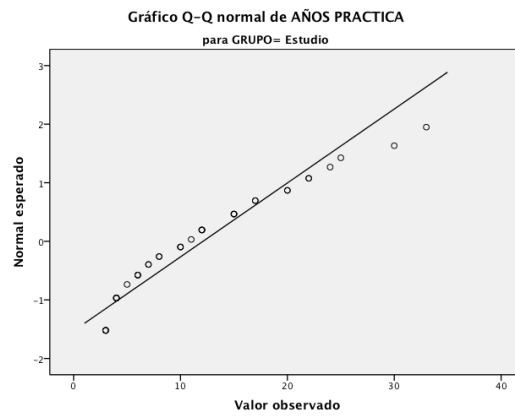
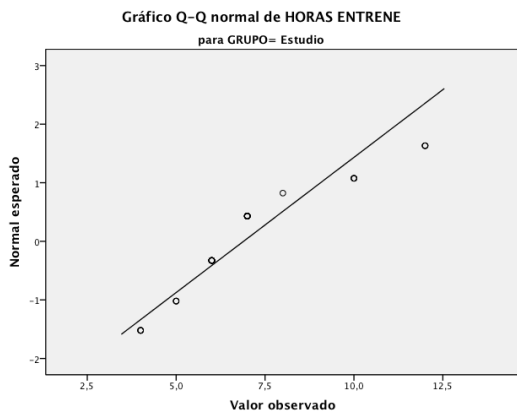
4.2.2. Grupo Estudio

PRUEBAS DE NORMALIDAD

Para evaluar si las variables utilizadas seguían una distribución normal, se utilizó el test de W de Shapiro-Wilk, el test de Kolmogorov-Smirnov (Tabla 5), así como el gráfico Q-Q normal (Gráficos), y se calcularon los coeficientes de curtosis y asimetría de cada una de ellas (Tabla 5).

Grupo Estudio	Shapiro-Wilk	K-S	Curtosis	Asimetría
CSA	0,921	0,2	-0,371	0,258
Grosor tendón	0,326	0,2	0,652	-0,666
AHD	0,508	0,2	0,059	-0,359
AGT	0,649	0,2	-0,382	0,265
Sección Supraespino	0,052	0,176	-1,257	-0,166
Sección trapecio	0,165	0,2	0,799	0,785
Horas práct. Deportiva	0	0	0,698	1,103
Años de práctica	0,006	0,07	0,147	0,878

Tabla 5. Valores en las pruebas de normalidad para el grupo estudio.



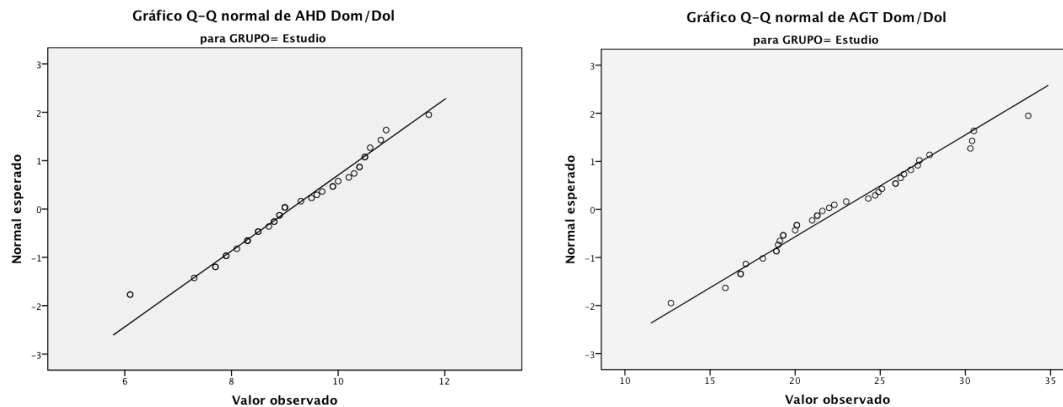


Figura 19. Gráficos de normalidad para el grupo estudio.

MEDIAS, DESVIACIONES Y RANGOS.

Los resultados se han agrupado por variables y se muestran en la Tabla 4 junto con los datos del grupo control.

4.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

En este apartado se ha realizado una comparación entre los grupos control y estudio, se ha calculado la diferencia de valores entre grupos y su comportamiento.

4.3.1. Comparación de una variable por grupos

Las comparaciones entre los grupos control y estudio se ha calculado mediante pruebas t para muestras independientes, a excepción de las variables "Horas de entrenamiento" y "Años de práctica" que no cumplían con el supuesto de normalidad, por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney.

En la prueba t para muestras independientes aplicamos la prueba de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas (homocedasticidad).

Los resultados de las pruebas t para muestras independientes se recogen en la tabla 6, mientras que los resultados de las pruebas no paramétricas aparecen en la tabla 7.

		Prueba de Levene	Prueba t Sig. (bilateral)
CSA	Se han asumido varianzas iguales	,272	,011
GROSOR	Se han asumido varianzas iguales	,544	,008
AHD	Se han asumido varianzas iguales	,983	,956
AGT	Se han asumido varianzas iguales	,720	,175
SECCIÓN	Se han asumido varianzas iguales	,087	,088
TRAPECIO	Se han asumido varianzas iguales	,099	,919

Tabla 6. Resultados de la homocedasticidad (prueba de Levene) y la prueba t para muestras independientes.

Estadísticos de contraste^a

	HORAS ENTRENE	AÑOS PRACTICA
U de Mann-Whitney	591,500	687,000
W de Wilcoxon	1332,500	1633,000
Z	-2,178	-1,235
Sig. asintót. (bilateral)	,029	,217

a. Variable de agrupación: Grupo

Tabla 7. Resultado de las pruebas no paramétricas.

4.3.2. Comparación entre variables por grupos

Dado que no existen datos relevantes en la literatura que asignen el grado de implicación de cada una de las variables del estudio en el dolor de hombro del lanzador, y con el fin de observar como se comportan en su conjunto se ha realizado un análisis MANOVA (análisis multivariante de la varianza). Para ello hemos seleccionado las siguientes variables: CSA, Grosor del tendón y AHD.

Hemos comprobado la homogeneidad de las matrices de varianza-covarianza mediante la prueba de Box, así como la normalidad mediante las denominadas distancias de Mahalanobis.

SUPUESTOS Y PRUEBAS DE NORMALIDAD.

ANOVA^{b,c}

Modelo	Suma de cuadrados	l	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	1449,238		483,079	3,642	,021 ^a
Residual	5172,762	9	132,635		
Total	6622,000	2			

a. Variables predictoras: (Constante), AHD Dom/Dol, ÁREA Dom/Dol, GROSOR Dominante o doloroso

b. Grupo = Control

c. Variable dependiente: Sujeto

Tabla 8. Resultados de la regresión lineal múltiple para el grupo control, en la que observamos que la ecuación de regresión en su conjunto es estadísticamente significativa (sig. <0.05).

Estadísticos sobre los residuos^{a,b}

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	N
Valor pronosticado	10,43	36,56	22,00	5,874	43
Valor pronosticado tip.	-1,970	2,479	,000	1,000	43
Error típico de valor pronosticado	1,960	5,602	3,372	,997	43
Valor pronosticado corregido	11,01	41,08	22,08	6,158	43
Residual	-19,893	22,720	,000	11,098	43
Residuo típ.	-1,727	1,973	,000	,964	43
Residuo estud.	-1,765	2,025	-,003	1,008	43
Residuo eliminado	-20,781	23,944	-,082	12,175	43
Residuo eliminado estud.	-1,817	2,113	-,006	1,019	43
Dist. de Mahalanobis	,240	8,960	2,930	2,304	43
Distancia de Cook	,000	,162	,025	,030	43
Valor de influencia centrado	,006	,213	,070	,055	43

a. Grupo = Control

b. Variable dependiente: Sujeto

Tabla 9. Resultados del supuesto de normalidad multivariante, mediante las distancias de Mahalanobis.

ANOVA^{b,c}

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1423,174	3	474,391	5,126	,005 ^a
Residual	3146,326	34	92,539		
Total	4569,500	37			

a. Variables predictoras: (Constante), AHD Dom/Dol, GROSOR Dominante o doloroso, ÁREA Dom/Dol

b. Grupo = Estudio

c. Variable dependiente: Sujeto

Tabla 10. Resultados de la regresión lineal múltiple para el grupo estudio, en la que observamos que la ecuación de regresión en su conjunto es estadísticamente significativa (sig. <0.05).

Estadísticos sobre los residuos^{a,b}

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	N
Valor pronosticado	48,35	75,88	62,50	6,202	38
Valor pronosticado tip.	-2,282	2,157	,000	1,000	38
Error típico de valor pronosticado	1,748	5,438	3,000	,871	38
Valor pronosticado corregido	47,90	74,72	62,54	6,288	38
Residual	-16,215	20,391	,000	9,221	38
Residuo típ.	-1,686	2,120	,000	,959	38
Residuo estud.	-1,778	2,265	-,002	1,010	38
Residuo eliminado	-19,532	23,282	-,043	10,257	38
Residuo eliminado estud.	-1,840	2,422	,002	1,034	38
Dist. de Mahalanobis	,248	10,850	2,921	2,382	38
Distancia de Cook	,000	,240	,029	,048	38
Valor de influencia centrado	,007	,293	,079	,064	38

a. Grupo = Estudio

b. Variable dependiente: Sujeto

Tabla 11. Resultados del supuesto de normalidad multivariante, mediante las distancias de Mahalanobis.

Por los resultados obtenidos en ambos grupos y siendo el límite máximo de la Dist. de Mahalanobis para 3 variables dependientes menor del valor crítico de 16,27 podemos concluir que en nuestro caso no hay ningún outlier multivariante, por lo que además se mantiene la normalidad multivariante.

**Prueba de Box sobre la
igualdad de las matrices
de covarianzas^a**

M de Box	7,022
F	1,122
gl1	6
gl2	43344,548
Sig.	,346

Contrasta la hipótesis nula de que las matrices de covarianza observadas de las variables dependientes son iguales en todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + Grupo

Tabla 12. Resultados de la prueba de Box.

La prueba de Box para la homogeneidad de las matrices de varianza-covarianza en nuestro caso se cumple el supuesto con una significación de 0,346.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^a

	F	gl1	gl2	Sig.
CSA	1,224	1	79	,272
Grosor Tendon	,370	1	79	,544
AHD	,000	1	79	,983

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + Grupo

Tabla 13. Resultados de la prueba de Levene.

La prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas nos da una significación superior a 0,05 en todos los casos, por lo que podemos concluir que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

PRUEBAS DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS MULTIVARIADO.

Las pruebas de contraste de hipótesis multivariado nos indican si hay o no diferencias entre los grupos Control y Estudio en la combinación realizada de las variables dependientes. Es decir, si existen diferencias globales en el conjunto de las variables dependientes, pero no en qué variable o variables dependientes concretas se dan esas diferencias entre grupos.

Contrastes multivariados^c

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.	Eta al cuadrado parcial	Parámetro de no centralidad Parámetro	Potencia observada ^b	
Intersección	Traza de Pillai	,993	3425,065 ^a	3,000	77,000	,000	,993	10275,196	1,000
	Lambda de Wilks	,007	3425,065 ^a	3,000	77,000	,000	,993	10275,196	1,000
	Traza de Hotelling	133,444	3425,065 ^a	3,000	77,000	,000	,993	10275,196	1,000
	Raíz mayor de Roy	133,444	3425,065 ^a	3,000	77,000	,000	,993	10275,196	1,000
Grupo	Traza de Pillai	,148	4,458 ^a	3,000	77,000	,006	,148	13,373	,862
	Lambda de Wilks	,852	4,458 ^a	3,000	77,000	,006	,148	13,373	,862
	Traza de Hotelling	,174	4,458 ^a	3,000	77,000	,006	,148	13,373	,862
	Raíz mayor de Roy	,174	4,458 ^a	3,000	77,000	,006	,148	13,373	,862

a. Estadístico exacto

b. Calculado con $\alpha =$

c. Diseño: Intersección + Grupo

Tabla 14. Resultados de las pruebas de contraste multivariado.

Dado que la significación es menor de 0,05 se acepta la existencia de diferencias entre ambos grupos para las variables dependientes.

Al haber obtenido resultados significativos en los contrastes multivariados, presentamos a continuación, las diferencias específicas en cada uno de las variables dependientes.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Variable depen.	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial	Parámetro de no centralidad Parámetro	Potencia observada ^b
Modelo corregido	CSA	68179,730 ^a	1	68179,730	6,815	,011	,079	6,815	,732
	G. T.	6,184 ^c	1	6,184	7,440	,008	,086	7,440	,769
	AHD	,005 ^d	1	,005	,003	,956	,000	,003	,050
Intersección	CSA	49306787,138	1	49306787,138	4928,218	,000	,984	4928,218	1,000
	G. T.	2804,352	1	2804,352	3373,920	,000	,977	3373,920	1,000
	AHD	6701,299	1	6701,299	4077,657	,000	,981	4077,657	1,000
Grupo	CSA	68179,730	1	68179,730	6,815	,011	,079	6,815	,732
	G. T.	6,184	1	6,184	7,440	,008	,086	7,440	,769
	AHD	,005	1	,005	,003	,956	,000	,003	,050
Error	CSA	790394,517	79	10004,994					
	G. T.	65,664	79	,831					
	AHD	129,830	79	1,643					
Total	CSA	50581443,000	81						
	G. T.	2903,270	81						
	AHD	6857,480	81						
Total corregida	CSA	858574,247	80						
	G. T.	71,848	80						
	AHD	129,835	80						

a. R cuadrado = ,079 (R cuadrado corregida = ,068)

b. Calculado con alfa =

c. R cuadrado = ,086 (R cuadrado corregida = ,075)

d. R cuadrado = ,000 (R cuadrado corregida = -,013)

Tabla 15. Resultados de las de efectos intersujetos.

Estadísticamente se recomienda que la significación apreciada en esta prueba inter-sujetos se interpreten mediante un ajuste de Bonferroni: es decir, se acepten las diferencias solo si la significación es menor de 0,05 dividido por el número de variables dependientes, que en nuestro caso son 3, debiendo ser la significación menor de 0,017. En nuestros datos, este supuesto se cumple en la CSA ($t=0,011$) y el grosor del Tendón ($t=0,008$), pero no así en la AHD ($t=0,956$).

En la siguiente tabla como las diferencias entre las medias de la variable dependiente AHD son mínimas.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación típica	N
CSA	Control	810,7674	91,72730	43
	Estudio	752,6316	108,67890	38
	Total	783,4938	103,59623	81
Grosor Tendon	Control	6,1721	,96247	43
	Estudio	5,6184	,85039	38
	Total	5,9123	,94768	81
AHD	Control	9,1209	1,28833	43
	Estudio	9,1053	1,27469	38
	Total	9,1136	1,27395	81

Tabla 16. Resultados de los estadístico descriptivos para las tres variables estudiadas.

DISCUSIÓN

El dolor de hombro en deportistas que realizan el gesto de lanzamiento con el brazo es muy prevalente, con mayor o menor intensidad y, en ocasiones, muy incapacitante, llegando incluso a impedir la práctica deportiva.

Con independencia del grado de afectación estructural, que si que parece tener una cierta proporcionalidad con el grado de incapacidad, existen otros factores que delimitan la intensidad del dolor y la incapacidad provocada.

Es por ello, que en el presente trabajo se ha estudiado la implicación del trofismo muscular del músculo supraespinoso, mediante la medición del CSA, con ecografía, en la intensidad del dolor y la incapacidad.

En el análisis estadístico se obtuvieron diferentes niveles de significación, en unos casos confirmando nuestra hipótesis de trabajo y en otros no.

En la CSA se observaron diferencias significativas entre los grupos con una $p=0,011$ ($<0,05$). Esto significa que los sujetos del grupo estudio tenían significativamente menor área de sección muscular del músculo supraespinoso que el grupo control con un promedio y desviación estándar de 752 mm^2 (108) para el grupo estudio y de 810 mm^2 (91) para el grupo control.

El grosor del tendón del músculo supraespinoso apareció significativamente ($p=0,008$) más delgado en el grupo estudio ($X=5,61 \text{ mm}$ $s=0,85$) que en el grupo control ($X=6,17 \text{ mm}$ $s=0,96$). Lo que implica que en nuestra serie se produce un adelgazamiento del tendón del supraespinoso ante los microtraumatismos repetidos como consecuencia del gesto del lanzamiento y su posterior desaceleración. En otros tendones se ha descrito un aumento del grosor por efecto de los microtraumas repetitivos como consecuencia del fenómeno de desorganización y degeneración del tendón, es decir tendinosis. Es muy posible que el mecanismo lesional que soporta el supraespinoso sea diferente, al producirse un microtrauma por fricción con las estructuras del techo del túnel subacromial y que este mecanismo produzca el adelgazamiento del tendón.

Las distancias medidas ecográficamente para valorar el estado del túnel subacromial, como son la AHD y la AGT, no fueron estadísticamente significativas al comparar ambos grupos.

En la AHD se obtuvo una $p=0,956$ con unos valores promedio en el grupo estudio de 9,10 mm y una desviación estándar de 1,27 y para el grupo control 9,12 mm y 1,28 respectivamente. Este dato nos muestra que en nuestra serie no existió un estrechamiento significativo del túnel anatómico medido en reposo.

En la distancia AGT se midió una $p=0,175$ con unos valores promedio en el grupo estudio de 22,69 mm y una desviación estándar de 4,72 y para el grupo control 24,09 mm y 4,51 respectivamente. Aunque no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas, se observó una tendencia en el grupo estudio a tener una menor distancia en reposo entre el pico del acromion y el tróquiter medido ecográficamente. Probablemente sea debido a un mayor tono o retracción de los rotadores internos, principalmente del pectoral mayor, aspecto que no se puede confirmar debido a que no se realizó ninguna prueba específica para su comprobación.

En cuanto a la sección transversa del músculo supraespinoso no se obtuvieron diferencias significativas $p=0,088$ ($X=26,51$ mm $s=2,64$ GE; $X=27,46$ mm $s=2,34$ GC). Esto quizá sea debido a la morfología del propio músculo, donde su CSA se ve más afectada por los cambios de trofismo muscular que no el diámetro del propio músculo, que se asienta en la fosa supraespinosa.

En la sección transversa del músculo trapecio superior no se obtuvieron diferencias significativas ($p=0,919$ GE $X=9,09$ mm $s=2,47$ GC $X=9,13$ mm $s=1,69$), por lo que se puede considerar que en nuestra muestra el trapecio superior no se vió afectado ni por atrofia, ni por hipertrofia ante la presencia de dolor en el hombro en un deportista lanzador.

Por último, se estudió la importancia del número de horas de entrenamiento en la presencia del dolor de hombro. En este caso si que existieron diferencias significativas ($p=0,021$) entre el grupo control y el grupo estudio. En el grupo estudio los deportistas entrenaban menos ($X=6,8h$. $s=2,1$) que los del grupo control ($X=8,4h$. $s=3,4$). Seguramente el entrenamiento es un factor profiláctico del dolor en el hombro del lanzador por su efecto positivo en la estabilización dinámica del gesto. Los sujetos que dedican menos tiempo a su entrenamiento, es posible, que sean más agresivos con el mismo, realizando sobretodo lanzamientos y pocos ejercicios de fortalecimiento y de compensación muscular.

En cuanto a la relación entre variables para ver la implicación en la aparición de dolor en el hombro del deportista lanzador, los resultados del ANOVA para las variables CSA, Grosor del Tendón del Supraespinoso y AHD, apareció significativa con una $p=0,006$ (significación por ajuste de Bonferroni para tres variables $p=0,017$), por lo que estas tres variables son muy importantes en la aparición del dolor. Como se ha reseñado en los párrafos precedentes la variable AHD, en nuestra serie, sería la que menor implicación tomó. En este punto hay que destacar, como característica particular de nuestra muestra, que todos los sujetos eran deportistas en el momento de realizar la valoración, con mayor o menor dolor durante la actividad, pero sin incapacidad funcional para la práctica deportiva, y que fueron deportistas, es decir, físicamente activos, lo que pudo significar un factor favorable en la preservación del espacio subacromial.

Respecto a los estudios que relacionan la patología del hombro, el manguito rotador, los músculos rotadores y el dolor, la selección de los sujetos que se incluyeron en cada grupo fue muy heterogénea.

Lo más común fue el uso de la EVA para cuantificar el dolor como instrumento de valoración clínica^{141, 142, 143}. Al igual que en nuestro estudio, numerosos autores han utilizado el valor de una EVA ≥ 3 para incluir a estos sujetos en el grupo con dolor¹⁴⁴. En su estudio, Andersen et al¹⁴⁵, los sujetos con alguna afectación en el hombro, promediaron una EVA de 4,79 (0,13). Ardic et al¹⁴⁶, unos promedios de $7,5 \pm 2,1$ y un rango de 2-10. Kener et al.¹⁴⁷, tomaron como

hombro sintomático aquellos sujetos con dolor en la EVA >3 en las últimas seis semanas, y obtuvieron una EVA promedio de $6,33 \pm 2,1$ en sujetos sin desgarro del manguito rotador, $4,33 \pm 1,7$ con desgarro parcial y $4,80 \pm 2,0$ en sujetos con desgarro total. En nuestro estudio los valores de la EVA para el grupo estudio fueron $3,34 \pm 2,5$.

En cuanto al SRQ, Ludewing et al¹⁴⁸, obtuvieron unos resultados promedio en el grupo con sintomatología de 65,9 (1,96) y 72,5 (1,99) en los que recibieron intervención y los que sirvieron de control, respectivamente. Y 93,8 (2,28) el grupo asintomático. En nuestro estudio los valores fueron 78,03 (13,31) para el grupo estudio y 98,6 (2,78) el grupo control.

Se debe considerar, asimismo, la implicación del supraespinoso en los movimientos del hombro, para poder entender con mayor claridad la afectación de su trofismo que se aprecia en nuestros resultados. Así, la fuerza activa del manguito rotador contribuye significativamente a la estabilización de la articulación glenohumeral¹⁴⁹. En nuestro estudio fue significativo que en los sujetos con dolor en el hombro la CSA fue menor que en el grupo control, lo que significaría una menor capacidad de estabilización activa, o lo que es lo mismo, menor fuerza. Lovering et al¹⁵⁰, demostraron que la arquitectura muscular es un aspecto determinante de la función muscular, entre ellos el tamaño del músculo (CSA), además del ángulo de pennación y la longitud de las fibras, y estas características anatómicas podrían ser utilizadas para predecir la función muscular. Tal es la importancia del músculo supraespinoso en la función del hombro que un fracaso en la estabilización podría desembocar en un pinzamiento debido a la migración superior de la cabeza humeral¹⁵¹. Por lo tanto, una pérdida de la masa y la fuerza, por lesión o como consecuencia de una intervención quirúrgica del manguito rotador, probablemente los haría más vulnerables a la fatiga debido a la atrofia por desuso. La fatiga de estos músculos comprometería especialmente la cinemática normal de la articulación glenohumeral y escapular¹⁵². Quizá por ello, en nuestro estudio, aun existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p=0,011$) entre el CSA del grupo control (810 mm^2 -91-) y estudio (752 mm^2 -108-), estas diferencias, cuantitativamente no son muy acusadas, ya que todos los sujetos estaban en activo en el momento de realizar la

valoración muscular.

La valoración de los músculos rotadores externos, en algunos estudios, se realizó mediante RMN en pacientes con tendinopatía del manguito rotador. Thomazeau et al⁵³, concluyeron afirmando que el desarrollo de la atrofia muscular se relaciona con la evolución de la tendinopatía y que parece más importante en sujetos de mayor edad aun cuando son asintomáticos. Asimismo, aconsejan la valoración de la atrofia muscular previa a la cirugía reparadora del manguito rotador como factor pronóstico de la evolución posterior.

Yanagisana et al¹⁵³, obtuvieron valores del CSA en adultos normales medido mediante RMN muy similares a los de nuestro estudio para el grupo control. A una distancia de la fosa glenoidea de $30,9 \pm 2$ mm aparecía la mayor área, siendo el rango aproximado de 800 a 1000 mm², y en nuestro estudio de 573 a 1050 mm². Asimismo, Itoi et al¹⁵⁴, han estudiado la correlación entre la atrofia del músculo supraespinoso y el desgarro del manguito rotador mediante RMN con resultados similares a los de nuestro estudio: CSA para manguito intacto de 710 ± 360 mm², y para pequeños desgarros en el tendón de 600 ± 160 mm².

Diversos autores han recogido la correlación entre la atrofia grasa y la integridad del manguito rotador, así como, la influencia de la localización del desgarro del manguito rotador en el grado de atrofia muscular^{155, 156, 157}.

La ecografía ha sido y esta siendo utilizada como un método rápido, inocuo y económico de valorar el trofismo muscular. Diferentes músculos se estudiaron mediante esta técnica. Suetta et al.¹⁵⁸ valoraron el CSA, entre otros parámetros, del vasto lateral del cuádriceps en una población de mayores para comprobar la efectividad de diferentes programas de ejercicio sobre el trofismo muscular. Fernández et al¹⁵⁹, estudiaron el CSA del multifido cervical y su relación con el dolor y la hipomovilidad vertebral. También se ha estudiado el comportamiento de la unión miotendinosa¹⁶⁰ y el comportamiento penneiforme del músculo en la bipedestación¹⁶¹.

Sofka et al.¹⁶² utilizaron el aumento de la ecogenicidad y la disminución del volumen del músculo como indicadores de la atrofia muscular. Una limitación del estudio fue la falta de un estándar de referencia. Además, el grado de la atrofia muscular (leve, moderada o grave) no fue cuantificado. Strobel et al.¹⁶³ informaron de que la ecografía es sólo moderadamente precisa en la clasificación de la infiltración grasa de los músculos supraespinoso e infraespinoso. Strobel y sus colegas utilizaron cuatro parámetros (la visibilidad del contorno exterior, del tendón central, del patrón de peneación y la ecogenicidad) para evaluar simultáneamente tanto la atrofia, como la infiltración grasa, mientras que la cuantificación del grado de atrofia muscular (tamaño de los músculos), no se realizó.

Khoury et al.¹⁶⁴, optaron por utilizar la elipse alrededor de cada área del músculo y la fosa, porque este método puede ser aplicado con razonable rapidez en la consulta diaria. Concluyeron afirmando que su estudio sugería que existe una buena correlación entre la ecografía y la resonancia magnética para la evaluación de la atrofia del músculo supraespinoso y la infiltración grasa. En nuestro caso, utilizamos el trazado manual del área del corte sagital del músculo supraespinoso por considerarla más exacta, si bien es verdad que desde el punto de vista de la práctica clínica puede resultar más eficiente la utilización de la función elipse en el ecógrafo. En la investigación cobra mayor importancia la exactitud aunque se necesite más tiempo para realizar la evaluación.

Ballantyne et al.¹⁶⁵, estudiaron la actividad eléctrica de los músculos supraespinoso e infraespinoso. Encontraron que los sujetos con patología del hombro tenían una actividad significativamente mayor en el músculo infraespinoso y menor en el músculo supraespinoso. En su opinión, estos hallazgos sugerían un desequilibrio en la activación de estos músculos del manguito rotador y que este desequilibrio en la actividad muscular podría ser parte de la patología primaria que contribuye a la disfunción del hombro o ser secundaria a alguna otra patología que no pudieron determinar a partir de los resultados de su estudio. Además, encontraron una asociación entre la debilidad del supraespinoso y la inestabilidad anterior de la articulación glenohumeral, y el pinzamiento subacromial. Todos los sujetos con patología del hombro

demonstraron debilidad asimétrica.

Las lesiones del manguito rotador, específicamente del tendón del músculo supraespinoso, son complejas debido a la cantidad de variables involucradas, tales como la edad del paciente, la calidad del tejido tendinoso, el nivel de actividad física del paciente, el grado de atrofia, la presencia de artrosis y otros problemas de salud presentes¹⁶⁶.

Son numerosos los estudios que relacionan la atrofia del músculo supraespinoso con la lesión o desgarro de su tendón. Sofka et al¹⁶²., encontraron que en 34 de 45 casos con desgarro completo del tendón aparecía atrofia muscular. La presencia de atrofia muscular podría ser clínicamente importante, en concreto en pacientes con desgarro del manguito rotador. Concluyeron en su estudio sugiriendo que la evaluación de los músculos del manguito rotador debería formar parte de la exploración ecográfica del hombro.

La atrofia del músculo supraespinoso es un indicador de la funcionalidad y la fuerza del hombro estudiado y podría ser predictiva del resultado de una reparación quirúrgica de la lesión^{167,168}.

También ha sido estudiada la relación entre el área de sección transversa muscular y la fuerza isocinética máxima^{169,170}. El estudio del volumen o atrofia muscular quizá debería ser incluida dentro de la rutina de exploración mediante ecografía del hombro^{162,163,164,165,166}.

Se ha estudiado histológicamente el tendón del músculo supraespinoso lesionado apreciando una respuesta curativa baja con ausencia de inflamación aguda. Longo et al.¹⁷¹, encontraron que con una disminución de los requerimientos funcionales eran más probables los cambios en la composición de células y fibras, con una disminución en el diámetro máximo promedio de las fibras de colágeno y un aumento en la concentración de fibrillas.

Este aspecto histológico, unido al propio mecanismo lesional por

compresión y fricción¹⁷², podría explicar nuestros resultados en el menor diámetro del tendón del supraespinoso en los sujetos del grupo de estudio 5,61mm (0,85) respecto el grupo control 6,17mm (0,96). Cholewinski et al¹¹⁴. obtuvieron un rango de valores para el grupo control de 4.0-6,9 mm. y de 1,2-9,5 mm. el grupo con afectación en el tendón del supraespinoso. Asimismo, nuestros valores se corresponden con los obtenidos por Sein et al.¹⁷³, que midieron el grosor del tendón del supraespinoso mediante RMN en nadadores y el rango fue de 6 a 10 mm, con una mediana de 8 mm. Estos autores concluyen que sus resultados muestran un incremento del grosor del tendón asociado a la intensidad del entrenamiento, una característica asociada con la tendinopatía del supraespinoso. Esta conclusión no se corresponde con lo observado en nuestra muestra.

En el estudio de la AHD Ellan et al.¹⁷⁴, recogieron cuatro factores a tener en cuenta en el éxito de la reparación quirúrgica de los desgarros del manguito rotador, siendo uno de ellos el hecho de que la distancia acromiohumeral no fuese menor de 7mm. medida ecográficamente. Flatow et al.¹⁷⁵, establecieron el promedio del espacio subacromial medido con rayos X en 10-15 mm. Otros autores han medido el espacio subacromial mediante RMN¹⁷⁶ con valores de 8,2 mm con el brazo en 30° de abducción y medido en intervención quirúrgica mediante artroscopia¹⁷⁷ de 16 mm., por lo que la distancia del espacio subacromial depende en gran medida del método utilizado.

Azzoni et al.¹⁷⁸, realizaron una comparación entre el espacio subacromial medido mediante ecografía y mediante radiografía, concluyendo que los datos son muy similares. Además sus resultados son muy próximos a lo obtenidos en nuestro estudio como se puede observar en la tabla 17. Conviene tener en consideración que en nuestro trabajo la muestra estaba compuesta por hombres y en el estudio de Azzoni por hombres y mujeres.

GRUPO	Benítez et al.	Azzoni et al.
Control	11,9 / 6,5 mm	
Hombro doloroso	11,7 / 6,1 mm	16,6 / 6,9 mm
Hombro doloroso con imagen de desgarro completo		12,9 / 6,1 mm

Tabla 17. Valores comparativos entre nuestro estudio y los obtenidos por Azzoni et al. para el espacio subacromial.

En el caso de Desmeules et al.¹¹⁸, obtuvieron datos muy similares a los nuestros con una AHD en el grupo control de 9,9 mm. (1,5 DS) y de 12 mm. (1,9 DS) para el grupo con conflicto subacromial.

El hecho de que todos los sujetos de nuestro estudio estuvieran en activo respecto a la práctica deportiva puede ser indicativo de que no existía ninguna lesión de importancia, al menos clínica, en el manguito rotador, y por lo tanto no existen diferencias significativas en la AHD, como si ocurre en los estudios de Azzoni et al. y Desmeules et al.

La distancia AGT también fue observada por Cholewinski et al., encontrando una disminución de la misma en el grupo estudio (mediana 19,4; rango 11,2-31,2 mm.) respecto al grupo control (mediana 22,7; rango 18,3-29,4 mm.) y en nuestro caso también se cumplió esta tendencia, en el grupo estudio (mediana 21,8; rango 12,7-33,7 mm.) y en el control (mediana 23,6; rango 15,8-36,3mm.).

Por los resultados obtenidos se puede considerar la posibilidad de incluir la valoración de la CSA del músculo supraespinoso en la exploración ecográfica del hombro del deportista, así como, el grosor del tendón, y la AHD aunque presente menor relevancia.

Asimismo, sería aconsejable realizar ejercicios de prevención del dolor del

hombro en el deportista, encaminados a mejorar o mantener el trofismo muscular del supraespinoso, ya que cuando este disminuye parece más probable la aparición de dolor en el hombro del deportista lanzador.

El presente estudio muestra algunas limitaciones que conviene reseñar.

3. En toda la muestra, principalmente en el grupo de estudio, no se incluyó ningún sujeto que estuviese incapacitado para la práctica deportiva o que llevase cierto tiempo sin poder entrenar como consecuencia de la afectación que presentaba. Este aspecto es importante cuando comparamos nuestros datos con otros estudios, que o bien no se utilizó una población de deportistas, o bien los sujetos se veían incapacitados (en diversos grados) para las actividades de la vida diaria con el miembro superior afecto.

4. Es una limitación de este estudio no haber obtenido imágenes dinámicas del tendón del supraespinoso para su posterior evaluación, además del grosor del mismo. Se ha utilizado únicamente la imagen estática debido a su mayor objetividad y a los objetivos del estudio. Faltaría por observar si la afectación del tendón del supraespinoso influye en el CSA del músculo.

5. Se han tenido que utilizar cuestionarios para la población en general, cuando hubiese sido deseable que fuesen específicos para deportistas. No fue posible debido a que en el momento de realizar la revisión bibliográfica no se encontró ninguno específico para valorar la afectación del hombro en deportistas.

6. Debido a que en el estudio preliminar se observó que en los deportistas el grado de atrofia grasa, mediante ecografía, es difícil de diferenciar, la infiltración grasa no se ha tenido en cuenta, aun cuando es un factor cualitativo del trofismo muscular.

7. En la valoración del túnel subacromial y específicamente del AHD quizá se debería observar su comportamiento dinámico, es decir, en diferentes grados de separación, al igual que Desmeules et al, ya que en deportistas en activo no parece afectarse significativamente la distancia acromio-humeral en reposo (0° de Abducción).

Para estudios posteriores, quizá sería deseable estudiar la relación entre los niveles de fuerza, el dolor en el hombro y el CSA del músculo suprespinoso en deportistas lanzadores y establecer si existe una correlación entre estas variables.

CONCLUSIONES

1. El examen ecográfico del músculo supraespinoso, aporta datos objetivos que permiten realizar una prevención de la patología del manguito rotador en el conflicto subacromial, o al menos minimizar la clínica característica de este cuadro para mejorar el proceso de recuperación relacionado con la atrofia muscular existente en el dolor de hombro.
2. El músculo supraespinoso es clave en los movimientos de lanzamiento en el deporte, y la atrofia muscular del mismo, provoca un debilitamiento que puede favorecer la aparición de un conflicto subacromial y/o patología del manguito rotador.
3. En presencia de dolor, se produce un adelgazamiento del tendón del músculo supraespinoso en deportistas.
4. En deportistas que realizan el gesto de lanzamiento con el brazo no es relevante el estudio de la altura del túnel subacromial.
5. Queda demostrada la eficacia de la ultrasonografía músculo-esquelética en el estudio y prevención de lesiones de hombro del deportista y se debería incluir la valoración del CSA en la exploración ecográfica del hombro del deportista.
6. Las horas de entrenamiento son un factor profiláctico en la aparición de dolor de hombro y de la atrofia del músculo supraespinoso
7. Se cumple la hipótesis de este estudio, y por lo tanto, el dolor de hombro produce una disminución del tamaño del vientre muscular del supraespinoso en deportistas.

BIBLIOGRAFÍA

-
- ¹ Badley EM, Tennant A. Changing profile of joint disorders with age: findings from a postal survey of the population of Calderdale, West Yorkshire, United Kingdom. *Ann Rheum Dis* 1992;51:366-71
- ² Bjelle A. Epidemiology of shoulder problems. *Baillière's Clin Rheumatol* 1989;3:437-51.
- ³ Chakravarty K, Webley M. Shoulder joint movement and its relationship to disability in the elderly. *J Rheumatol* 1993;20:1359-61.
- ⁴ Chard MD, Hazleman R, Hazleman BL, King RH, Reiss BB. Shoulder disorders in the elderly: a community survey. *Arthritis Rheum* 1991;34:766-9.
- ⁵ Croft P. Soft tissue rheumatism. In: Silman AJ, Hochberg MC, eds. *Epidemiology of the rheumatic diseases*. Oxford: Oxford Medical, 1993:375-421.
- ⁶ Binder AI, Bulgen DY, Hazleman BL, Roberts S. Frozen shoulder: a long-term prospective study. *Ann Rheum Dis* 1984;43:361-4.
- ⁷ Chard MD, Satelle LM, Hazleman BL. The long-term outcome of rotator cuff tendinitis - A review study. *Br J Rheumatol* 1988;27:385-9.
- ⁸ Reeves B. The natural history of the frozen shoulder syndrome. *Scand J Rheumatol* 1975;4:193-6.
- ⁹ Vecchio PC, Kavanagh RT, Hazleman BL, King RH. Community survey of shoulder disorders in the elderly to assess the natural history and effects of treatment. *Ann Rheum Dis* 1995;54:152-4.
- ¹⁰ Farin PU, Jaroma H, Harju A, Soimakallio S. Shoulder impingement syndrome: sonographic evaluation. *Radiology* 1990;176:845-9.48
- ¹¹ Chard MD, Cawston TE, Riley GP, Gresham GA, Hazleman BL. Rotator cuff degeneration and lateral epicondylitis: a comparative histological study. *Ann Rheum Dis* 1994;53:30-4.53
- ¹² Neviaser TJ. The role of the biceps tendon in the impingement syndrome. *Orthop Clin North Am* 1987;18:383-6.
- ¹³ Lawson TL, Middleton WD. MRI and ultrasound evaluation of the shoulder. *Acta Orthop Belg* 1991;57(suppl I):62-9.
- ¹⁴ Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome

in the shoulder. A preliminary report. *J Bone Joint Surg [Am]* 1972;54:41–50.

¹⁵ Petersson CJ. Spontaneous medial dislocation of the tendon of the long biceps brachii. An anatomic study of prevalence and pathomechanics. *Clin Orthop* 1986;211:224–7.

¹⁶ Beaton, D. E.; and Richards, R. R.: Measuring function of the shoulder. A cross-sectional comparison of five questionnaires. *J. Bone and Joint Surg.* 1996 June;78(A):882-890.

¹⁷ Gerber, C.: Integrated scoring systems for the functional assessment of the shoulder. In *The Shoulder: A Balance of Mobility and Stability*. Edited by F. A. Matsen, III, F. H. Fu, and R. J. Hawkins. Rosemont, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1993. 531-550 p.

¹⁸ Van der Windt D, Van der Heijden G, de Winter A. Questionnaire The responsiveness of the Shoulder Disability. *Ann Rheum Dis.* 1998;57:82-87

¹⁹ Bot S, Terwee C, van der Windt D, Bouter L, Dekker J, de Vet H. Clinimetric evaluation of shoulder disability questionnaires: a systematic review of the literature. *Ann Rheum Dis* 2004;63:335–341.

²⁰ Farrar JT, Portenoy RK, Berlin JA, Kinman J, Strom BL. Defining the clinically important difference in pain outcome measures. *Pain* 2000;88:287–294.

²¹ Turk DC, Rudy TE, Sorkin BA. Neglected topics in chronic pain treatment outcome studies: determination of success. *Pain* 1993;53:3–16.

²² Farrara JT, Young JP, LaMoreaux L, Werthb JL, Michael R. Poole Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain* 2001;94:149–158.

²³ Gladys LY, Cheing MS, Christina WY, Hui-Chan PhD. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: Nonparallel Antinociceptive Effects on Chronic Clinical Pain and Acute Experimental Pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:305-312.

²⁴ Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scale as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain* 1983;17:45-56.

²⁵ Wade JB, Price DD, Haber RM, Schwartz SM, Hart RP. An emotional

component analysis of chronic pain. *Pain* 1990;40:303-10.

²⁶ Price DD, Harkins SW. The combined use of visual analogue scales and experimental pain in providing standardized assessment of clinical pain. *Clin J Pain* 1987;3:2-11.

²⁷ Harkins SW, Price DD, Braith J. Effects of extraversion and neuroticism on experimental pain, clinical pain, and illness behavior. *Pain* 1989;36:209-18.

²⁸ Jensen MP, Karoly P. Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. Turk DC, Melzack R, editors. New York: Guilford Press; 2001. 15–34p.

²⁹ Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*. 1983;17:45–56.

³⁰ Myles PS, Troedel S, Boquest M, Reeves M. The pain visual analog scale: Is it linear or nonlinear? *Anesth. Analg.* 1999;89:1517–1520.

³¹ E Naredo, P Aguado, E De Miguel, et al. Painful shoulder: comparison of physical examination and ultrasonographic findings. *Ann Rheum Dis* 2002;61:132–136.

³² Huda W, Slone RM. Review of radiologic physics. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995:162.

³³ Middleton WD, Reinus WR, Totty WG, Melson CL, Murphy WA. Ultrasonographic evaluation of the rotator cuff and biceps tendon. *J Bone Surg [Am]* 1986;68:440–50.

³⁴ Bretzke CA, Crass JR, Craig EV, Feinberg SB. Ultrasonography of the rotator cuff. Normal and pathologic anatomy. *Invest Radiol* 1985;20:311–15.49

³⁵ Hodler J, Terrier B, von Schulthess GK, Fuchs WA. MRI and sonography of the shoulder. *Clin Radiol* 1991;43:323–7.

³⁶ Alasaarela E, Takalo R, Tervonen O, Hakala M, Suramo J. Sonography and MRI in the evaluation of painful arthritic shoulder. *Br J Rheumatol* 1997;36:996–1000.

³⁷ Naredo E, Aguado P, Padrón M, Bernad M, Usón J, Mayordomo L, et al. A comparative study of ultrasonography with magnetic resonance imaging in patients with painful shoulder. *Journal of Clinical Rheumatology* 1999;5:184–92.

³⁸ Van Holsbeeck M, Kolowich PA, Eyler WR, Craig JG, Shirazi KK, Habra GK, et al. Ultrasound detection of parotator cuff. *Radiology* 1995;197:443–6. 51

³⁹ Wiener SN, Seitz WH. Sonography of the shoulder in patients with tears of the rotator cuff: accuracy and value for selecting surgical options. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160:103–7.

⁴⁰ Swen WAA, Jacobs JWG, Algra PR, Manoliu RA, Rijkmans J, Willems WJ, et al. Sonography and magnetic resonance imaging equivalent for the assessment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthritis Rheum* 1999;42:2231–8.

⁴¹ Furtschegger A, Resch H. Value of ultrasonography in preoperative diagnosis of rotator cuff tears and posoperative follow-up. *Eur J Radiol* 1988;8:69–75.

⁴² Soble MG, Kaye AD, Guay RC. Rotator cuff tears: clinical experience with sonographic detection. *Radiology* 1989;173:319–21

⁴³ Farin PU, Jaroma H. Sonographic detection of tears of the anterior portion of the rota1996;16:221–5.

⁴⁴ Bretzke CA, Crass JR, Craig EV, Feinberg SB. Ultrasonography of the rotator cuff. Normal and pathologic anatomy. *Invest Radiol* 1985;20:311–15

⁴⁵ Mack LA, Matsen FA, Kilcoyne RF, Davies PK, Sickler ME. US Evaluation of the rotator cuff. *Radiology* 1985;157:205–9

⁴⁶ Van Holsbeeck M, Kolowich PA, Eyler WR, Craig JG, Shirazi KK, Habra GK, et al. Ultrasound detection of partial-thickness tear of the rotator cuff. *Radiology* 1995;197:443–6

⁴⁷ Hodler J, Fretz CJ, Terrier F, Gerber C. Rotator cuff tears: correlation of sonographic and surgical findings. *Radiology* 1988;169:791–4.

⁴⁸ Farin PU, Jaroma H. Sonographic detection of tears of the anterior portion of the rotator cuff (subscapularis tendon tears). *J Ultrasound Med* 1996;16:221–5

⁴⁹ Swen WAA, Jacobs JWG, Algra PR, Manoliu RA, Rijkmans J, Willems WJ, et al. Sonography and magnetic resonance imaging equivalent for the assessment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthritis Rheum* 1999;42:2231–8

⁵⁰ Middleton WD. Ultrasonography of the shoulder. *Radiol Clin NorthAm* 1992;30:927-40

⁵¹ Bjorkenheim J M. Structure and function of the rabbit's supraspinatus muscle after resection of its tendon. *Acta Orthop Scand* 1989; 60 (4): 461 -3.

⁵² Nakagaki K, Osaki J, Tomita Y, Tamai S. Alterations in the supraspinatus belly with rotator cuff tearing: Evaluation with magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 3 (2): 88-93.

⁵³ 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 Orthopaedica*, 1996;67:3,264 — 268

⁵⁴ Goutallier D, Postel JM, Lavau L, Bernageau J. Impact of fatty degeneration of the supraspinatus and infraspinatus muscles on the prognosis of surgical repair of the rotator cuff [in French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1999;85:668 – 676.

⁵⁵ 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;12:550 – 55423:1031–1034.

⁵⁶ Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:505–515.

⁵⁷ Uthoff HK, Matsumoto F, Trudel G, Himori K. Early reattachment does not reverse atrophy and fat accumulation of the supraspinatus: an experimental study in rabbits. *J Orthop Res* 2003;21:386 –392.

⁵⁸ Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1998;33:163–170. nostic factors in managing massive rotator cuff tears. *Clin J Sport Med* 2002;12:151– 157.

⁵⁹ 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.

⁶⁰ Strobel K, Doler J, Meyer D, Pfirrmann C, Pirkl C, Zanetti M. Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: accuracy of US. *Radiology*. 2005;237:584-589.

⁶¹ Nielsen PK, Jensen BR, Darvann T, Jørgensen K, Bakke M. Quantitative ultrasound tissue characterization in shoulder and thigh muscles – a new approach. *Musculoskeletal Disorders* 2006, 7:2.

⁶² Jensen BR, Jørgensen K, Huijing PA, Sjøgaard G: Soft tissue architecture and intramuscular pressure in the shoulder region. *Eur J Morphol.* 1995, 33:205-220.

⁶³ Fernandez-de-las-Peñas C, Albert-Sanchís JC, Buil M, Benítez JC, Alburquerque-Sedin F. Cross-sectional área of cervical multifidus muscle in females with chronic bilateral neck pain compared to controls. *J Orthop. Sports Physical Therapy.* 2008, 38:175-180.

⁶⁴ Rankin G, Stokes M, Newham D. Size and shape of the posterior neck muscles measured by ultrasound imaging: normal values in males and females of different ages. *Manual Therapy.* 2005;10: 108–115

⁶⁵ Onambele G et al. Tendon properties and postural balance. *Journal of Applied Physiology.* 2006;100: 2048-2056.

⁶⁶ Karamanidis K. Arampatzis A. Mechanical and morphological properties of different muscle–tendon units in the lower extremity and running mechanics: effect of aging and physical activity. *The Journal of Experimental Biology.* 2005;208: 3907-3923

⁶⁷ Wakeling J. Uehli K. Rozitis A. Muscle fibre recruitment can respond to the mechanics of the muscle contraction. *J. R. Soc. Interface.* 2006;3: 533–544

⁶⁸ Loram I et al. Paradoxical muscle movement in human standing. *J Physiol.* 2004;556.3: 683-689.

⁶⁹ Kermode F. Benefits of utilising real-time ultrasound imaging in the rehabilitation of the lumbar spine stabilising muscles following low back injury in the elite athlete—a single case study. *Physical Therapy in Sport.* 2004;5: 13–16

⁷⁰ Neer Ch.S. *Shoulder reconstruction.* Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1990.

⁷¹ Kay SP, Yaszemsky J, Rockwood ChA. Acute tear of the rotator cuff masked by simultaneous palsy of the brachial plexus. *J Bone Jt Surg.* 1988; 70-A: 611-2.

⁷² Simonich SD, Wright ThW. Terrible triad of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003; 12: 566-8.

⁷³ Groh GI, Rockwood CA. The terrible triad: anterior dislocation of the shoulder associated with rupture of the rotator cuff and injury to the brachial plexus. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995; 4 (1): 51-3.

⁷⁴ González D, López RA. Concurrent rotator-cuff tear and brachial plexus palsy associated with anterior dislocation of the Shoulder. *J Bone Jt Surg.* 1991; 73-A:620-1.

⁷⁵ Codman EA. Rupture of the supraspinatus tendon. *Surg Gynecol Obstet.* 1931;52: 579-86.

⁷⁶ Roper BA., Brooks D. Restoration of function following paralysis of the deltoid and spinati. *J Bone Jt Surg.* 1972; 54-B: 172.

⁷⁷ DePalma AF. *Surgery of the shoulder.* 2da ed. Philadelphia: JB Lippincott Company; 1973.

⁷⁸ Giné JG, Algara C, Domenech S. Bases biomecánicas de nuestro tratamiento quirúrgico del manguito de los rotadores. V Symposium de la Sociedad Ibérica de Biomecánica. La Coruña, diciembre; 1982.

⁷⁹ Watson MS. Examination of the shoulder; signs and approaches. In: MS Watson, editor. *Surgical disorders of the shoulder.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991. p. 29-38.

⁸⁰ Nakatsuchi Y. Nerve grafting for shoulder weakness. In: MS Watson, editor. *Surgical Disorders of the shoulder.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991. p. 627-44.

⁸¹ Saha AK. Surgery of the paralyzed and flail shoulder. *Acta Orthop Scand.* 1967;97: 5-90.

⁸² Solonen KA. A method for reconstruction of the rotator cuff after rupture. In: Ian bayley and lipmann kessel, editors. *Shoulder Surgery.* Berlin - New York: Springer-Verlag; 1982. p. 45-8.

⁸³ Jones L. The shoulder - observations on the anatomy and physiology. *Surg Gynecol Obstet.* 1942; 75: 433-44.

⁸⁴ McMahon PJ, Debski RE., Thompson WO., Warner JP, Fu FH., Woo SL.

Shoulder muscle forces and tendon excursions during glenohumeral abduction in the scapular plane. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995; 4: 199-208.

⁸⁵ Alnot J, Narakas AO, Raimondi PL, Morelli E. Paralysies traumatiques du plexus brachial de l'adulte. Lésions rétro- et infraclaviculaires. In: Paralysies du plexus brachial. J. Alnot et A.O. Narakas, editors. Paris: Expansion Scientifique Française; 1989. p. 208-16.

⁸⁶ Valenti PH. Surgical reconstruction of the axillary nerve. In: M. Post BF, Morreo RJ. editors. *Surgery of the shoulder.* St Louis: Mosby Year Book; 1990. p. 330-3.

⁸⁷ Narakas AO. Lésions du nerf axillaire et lésions associées du nerf suprascapulaire. *Rev Médicale Suisse Rom.* 1989; 109: 545-56.

⁸⁸ Grainger AJ. Internal impingement syndromes of the shoulder. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2008 Jun;12(2):127-35.

⁸⁹ Nicholas JA, Grossman RB, Hershman EB. The importance of a simplified classification of motion in sports in relation to performance. *Orthop. Clin N Am* 1977, 8:499-532.

⁹⁰ Bennett GE. Elbow and shoulder lesions of baseball players. *Am J Surg.* 1959; 98:484-92

⁹¹ Bakke M, Tuxen A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M: Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1992, 100:164-171.

⁹² Abe T., Brechue W.F., Fujita S., Brown J.B. Gender differences in FFM accumulation and architectural characteristics of muscle. *Medicine and Science Sports Exercise.* 1998;30(7):1066-1070.

⁹³ Chow R.S., Medri M.K., Martin D.C., Leekam R.N., Agur A.M., McKee N.H. Sonographic studies of human soleus and gastrocnemius muscle architecture: gender variability. *European Journal of Applied Physiology.* 2000;82(3):236-44.

⁹⁴ Brechue W.F., Abe T. The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European Journal of Applied Physiology,* 86(4):327-36.

⁹⁵ Blazevic A.J., Giorgi A. Effect of testosterone administration and weight training on muscle architecture. *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*. 2002;33(10):1688-93; 2001

⁹⁶ Kawakami Y.; Abe T., Kuno S., Fukunaga T. Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. *European Journal of Applied Physiology*. 1995;72:37-43.

⁹⁷ Bamman M.M., Newcomer B.R., Larson-Meyer D.E., Weinsier L.R., Hunter G.R. Evaluation of the strength-size relationship in vivo using various muscle size indices. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32(7):1307-1313.

⁹⁸ Fukunaga T., Miyatani M., Tachi M., Kouzaki M., Kawakami Y., Kanehisa H. Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2001;172(4):249-55.

⁹⁹ Narici MV et al., Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during six months strength training. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1996;157(2):175-186.

¹⁰⁰ Wiener SN, Seitz WH Jr. Sonography of the shoulder in patients with tears of the rotator cuff: accuracy and value for selecting surgical options. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160:103-107.

¹⁰¹ Takagishi K, Makino K, Takahira N, Ikeda T, Tsuruno K, Itoman M. Ultrasonography for diagnosis of rotator cuff tear. *Skeletal Radiol* 1996;25:221-224.

¹⁰² Sofka CM, Haddad ZK, Adler RS. Detection of muscle atrophy on routine sonography of the shoulder. *J Ultrasound Med* 2004; 23:1031-1034.

¹⁰³ Heckmatt JZ, Leeman S, Dubowitz V: Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease. *J Pediatr* 1982, 101:656-660.

¹⁰⁴ Heckmatt JZ, Pier N, Dubowitz V: Real-time ultrasound imaging of muscles. *Muscle & Nerve* 1988, 11:56-65.

¹⁰⁵ Nielsen PK, Jensen BR, Darvann T, Jørgensen K, Bakke M: Quantitative ultrasound image analyses of the supraspinatus muscle. *Clin Biomech* 2000, 15 (Suppl 1):S13-S16.

¹⁰⁶ Lamminen A, Jääskeläinen J, Rapola J, Suramo I: High-frequency ultrasonography of skeletal muscle in children with neuromuscular disease. *J Ultrasound Med* 1988, 7:505-509.

¹⁰⁷ Kiliaridis S, Engvall M, Tzakis MG: Ultrasound imaging of the masseter muscle in myotonic dystrophy patients. *J Oral Rehabil* 1995;22:619-625.

¹⁰⁸ Sipilä S, Suominen H: Ultrasound imaging of the quadriceps muscle in elderly athletes and untrained men. *Muscle & Nerve*. 1991;14:527-533.

¹⁰⁹ Eisele R, Schmid R, Kinzl L, Kramer P, Katzmaier P, Hartwig E: Soft tissue texture analysis by B-mode ultrasound in the evaluation of impairment in chronic low back pain. *European Journal of Ultrasound*. 1998;8:167-175.

¹¹⁰ Scholten RR, Pillen S, Verrips A, Zwarts MJ: Quantitative ultrasonography of skeletal muscles in children: Normal values. *Muscle & Nerve*. 2004;2003:693-698.

¹¹¹ Jensen BR, Bakke M: Prolonged work with shoulder muscles and other small muscle groups: Use, function, and pain. In *Muscle atrophy: Disuse and disease* Edited by: Capodaglio P and Narici MV. Pavia, Italy, Le Collane della Fondazione Salvatore Maugeri. 1998:149-161.

¹¹² Hargens AR, Schmidt DA, Evans KL, Gonsalves MR, Cologne JB, Garfin SR, Mubarak SJ, Hagan PL, Akeson WH: Quantitation of skeletal-muscle necrosis in a model compartment syndrome. *Bone Joint Surg (Am)*. 1981; 63-A:631-636.

¹¹³ Layer G, Zuna I, Lorenz A, Zerban H, Haberkorn U, Bannasch P, van Kaick G, Rath U: Computerized ultrasound B-scan texture analysis of experimental diffuse parenchymal liver disease: correlation with histopathology and tissue composition. *J Clin Ultrasound*. 1991;19:193-201.

¹¹⁴ Cholewinski et al. Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthr*. 2008;16:408-414

¹¹⁵ Graichen H, Bonel H, Stammberger T, et al. Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;172:1081-1086.

¹¹⁶ Hébert LJ, Moffet H, Dufour M, et al. Acromiohumeral distance in a

seated position in persons with impingement syndrome. *J Magn Reson Imaging*. 2003;18:72–79.

¹¹⁷ Deutsch A, Altchek DW, Schwartz E, et al. Radiologic measurement of superior displacement of the humeral head in the impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg*. 1996;5:186–193.

¹¹⁸ Desmeules F, Minville L, Riederer B, Côté C, Frémont P. Acromio-Humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome. *Clin J Sport Med*. 2004;14:197-205.

¹¹⁹ Tonella et al. [Transcutaneous electrical nerve stimulation in the relief of pain related to physical therapy after abdominal surgery.]. *Revista brasileira de anestesiologia*. 2006;vol.56(6):630-42.

¹²⁰ Persson et al. Validity of electrical stimulus magnitude matching in chronic pain. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2009;vol. 41(11):898-903

¹²¹ Ludewig PM, Borstad JD. Effects of a home exercise programme on shoulder pain and functional status in construction workers. *Occup Environ Med*. 2003;60:841–849.

¹²² Vad VB, Warren RF, Altchek DW, O'Brien SJ, Rose AH, Wickiewicz TL. Negative Prognostic Factors in Managing Massive Rotator Cuff Tears. *Clin J Sport Med*. 2002;12:151–157.

¹²³ Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A. The assessment of shoulder instability. The development and validation of a questionnaire. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81:420-6.

¹²⁴ Gallagher EJ, Bijur PE, Latimer C, Silver W. Reliability and validity of a visual analog scale for acute abdominal pain in the ED. *Am J Emerg Med* 2002;20: 287–290.

¹²⁵ Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med*. 2001;8:1153–1157.

¹²⁶ Litcher-Kelly L, Martino SA, Broderick JE, Stone AA. A systematic review of measures used to assess chronic musculoskeletal pain in clinical and

randomized controlled clinical trials. *J Pain*. 2007; 8:906–913.

¹²⁷ Todd KH, Funk KG, Funk JP, Bonacci R. Clinical significance of reported changes in pain severity. *Ann Emerg Med*. 1996;27:485–489.

¹²⁸ Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med*. 2001;38:633–638.

¹²⁹ Andersen LL, et al., Effect of physical exercise interventions on musculoskeletal pain in all body regions among office workers: A one-year randomized controlled trial. *Manual Therapy*. 2009; doi:10.1016/j.math.2009.08.004

¹³⁰ Di Lorenzo et al. Pain relief in early rehabilitation of rotator cuff tendinitis: any role for indirect suprascapular nerve block?. *Europa medicophysica*. 2006;42(3):195-204

¹³¹ Buckup, K. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. 1st rev. ed. Massana Montejo E, translator. Barcelona: Masson; 1997. 60-67p.

¹³² Khoury V, Cardinal E, Brassard P. Atrophy and fatty infiltration of the supraspinatus muscle: sonography versus MRI. *American Journal of Roentgenology*. 2008;190:1105-1111.

¹³³ Jensen BR, Jørgensen K, Sjøgaard G. The effect of prolonged isometric contractions on muscle fluid balance. *Eur J Appl Physiol* . 1994;69:439-444.

¹³⁴ Strobel K, Doler J, Meyer D, Pfirrmann C, Pirkl C, Zanetti M. Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: accuracy of US. *Radiology*. 2005;237:584-589.

¹³⁵ Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures: pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(304):78-83.

¹³⁶ ICMJE. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: “Writing and Editing for Biomedical Publication”. Updated February 2006. Disponible en: <http://www.icmje.org/>

¹³⁷ Manuales de buenas Prácticas en Investigación (OMS). Disponible en: http://www.who.int/medicines/areas/quality_safety/safety_efficacy/gcp1.pdf

¹³⁸ International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: writing and editing for biomedical publication. Updated February 2006. Disponible en: <http://www.icmje.org/>

¹³⁹ Colegio Americano de Médicos. "Manual de Ética". Disponible en: http://www.acponline.org/ethics/ethicman_sp.htm

¹⁴⁰ Lolas F. Aspectos éticos de la investigación biomédica. Conceptos frecuentes en las normas escritas. Rev. méd. Chile. 2001 Jun;129(6).

¹⁴¹ Bond MR, Pilowsky I. Subjective assessment of pain and its relationship to the administration of analgesics in patients with advanced cancer. J Psychosom Res. 1966;10:203–208.

¹⁴² Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain. Pain. 1976;2:175–184.

¹⁴³ Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. Pain. 1983;17:45–56.

¹⁴⁴ Tonella RM, Araújo S, Silva AMO — Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea no Alivio del Dolor Postoperatorio Relacionado con los Procedimientos Fisioterapéuticos en Pacientes Sometidos a Intervenciones Quirúrgicas Abdominales. Revista Brasileira de Anestesiología. 2006 Nov-Dezem;56(6):630-642

¹⁴⁵ Andersen LL, et al., Effect of physical exercise interventions on musculoskeletal pain in all body regions among office workers: A one-year randomized controlled trial. Manual Therapy. 2010 Feb;15(1):100-4

¹⁴⁶ Ardic et al. Shoulder impingement syndrome: relationships between clinical, functional, and radiologic findings. American journal of physical medicine & rehabilitation 2006;85(1):53-60

¹⁴⁷ Keener et al. Proximal humeral migration in shoulders with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2009;91(6):1405-13

¹⁴⁸ P M Ludewig and J D Borstad. Effects of a home exercise programme on

shoulder pain and functional status in construction workers. *Occup. Environ. Med.* 2003;60:841-849

¹⁴⁹ Wuelker N, Korell M, Thren K. Dynamic glenohumeral joint stability. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7:43-52.

¹⁵⁰ Lovering R.M., Russ D.W. Fiber Type Composition of Cadaveric Human Rotator Cuff Muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(11):674-680.

¹⁵¹ Deutsch A, Altchek DW, Schwartz E, Otis JC, Warren RF. Radiologic measurement of superior displacement of the humeral head in the impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg.*1996;5:186-193.

¹⁵² Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Scapulothoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:557-571.

¹⁵³ Yanagisawa, O. et al Appropriate slice location to assess maximal cross-sectional area of individual rotator cuff muscles in normal adults and athletes. *Magn Reson Med Sci.* 2009;8(2):65-71

¹⁵⁴ Itoi et al. Morphology of the torn rotator cuff. *J Anat.* 1995;186(2):429-34

¹⁵⁵ Shimizu et al. Atrophy of the rotator cuff muscles and site of cuff tears. *Acta Orthop Scand.* 2002;73(1):40-43

¹⁵⁶ Gerber et al. Correlation of atrophy and fatty infiltration on strength and integrity of rotator cuff repairs: a study in thirteen patients. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 2007;16(6):691-6

¹⁵⁷ Meyer et al. Asymmetric atrophy of the supraspinatus muscle following tendon tear. *J Orthop Res.* 2005;23 (2):254-8

¹⁵⁸ Suetta C, Andersen JL, Dalgas U, Berget J, Koskinen S, Aagaard P, Magnusson SP, Kjaer M. Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients. *J Appl Physiol.* 2008;105:180-186.

¹⁵⁹ Fernandez-de-las-Peñas, C. Albert-Sanchís J.C. Buil, M.A. Benítez, J.C.; Alburquerque-Sedín, F. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Apr;38(4):175-80

¹⁶⁰ Karamanidis, K. Arampatzis, A. Properties of different muscle-tendon units. *Journal Experimental Biology.* 2005;208:17

-
- ¹⁶¹ Loram, I.D. Maganaris, C.M. Lakie, M. Paradoxical muscle movement in human standing. *Journal Physiology*. 2004;556(3):683-689
- ¹⁶² Sofka CM, Haddad ZK, Adler RS. Detection of muscle atrophy on routine sonography of the shoulder. *J Ultrasound Med*. 2004;23:1031-1034
- ¹⁶³ Strobel K, Hodler J, Meyer DC, Pfirrmann CW, Pirkl C, Zanetti M. Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: accuracy of US. *Radiology*. 2005;237:584-589
- ¹⁶⁴ Khoury et al. Atrophy and fatty infiltration of the supraspinatus muscle: sonography versus MRI. *AJR American journal of roentgenology*. 2008;190(4):1105-11
- ¹⁶⁵ Ballantyne BT, O'Hare SJ, Paschall JL, et al. Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises. *Phys Ther*. 1993;73:668-682.
- ¹⁶⁶ Vad VB, Warren RF, Altchek DW, O'Brien SJ, Rose HA, Wickiewicz TL. Negative Prognostic Factors in Managing Massive Rotator Cuff Tears. *Clin J Sport Med*. 2002 May;12(3):151-7.
- ¹⁶⁷ Bjorkenheim JM. Structure and function of the rabbit's supraspinatus muscle after resection of its tendon. *Acta Orthop Scand*. 1989;60:461-3.
- ¹⁶⁸ Shen et al. Long-term functional outcomes after repair of rotator cuff tears correlated with atrophy of the supraspinatus muscles on magnetic resonance images. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons*. 2008;17(1):1S-7S.
- ¹⁶⁹ Maughan RJ, Nimmo MA. The influence of variations in muscle fibre composition on muscle strength and cross-sectional area in untrained males. *J Physiol*. 1984;351:229-311.
- ¹⁷⁰ Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol*. 1998;33:167-70.
- ¹⁷¹ Longo et al. Histopathology of the supraspinatus tendon in rotator cuff tears. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(3):533-8.
- ¹⁷² J S Lewis rotator cuff tendinopathy. *Br. J. Sports Med*. 2009;43:236-241.
- ¹⁷³ Sein et al. Shoulder Pain in Elite Swimmers: Primarily Due to Swim-

volume-induced Supraspinatus Tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010;44:105–113.

¹⁷⁴ Ellman H, Hanker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff: end result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg [Am].* 1986;68A:1136–1144.

¹⁷⁵ E.L. Flatow, L.J. Soslowky, J.B. Ticker, et al., Excursion of the rotator cuff under the acromion. Patterns of subacromial contact, *Am. J. Sports Med.* 1994;22:779–788.

¹⁷⁶ H. Graichen, H. Bonel, T. Stammberg, et al., Sex-specific differences of subacromial space width during abduction, with and without muscular activity, and correlation with anthropometric variables, *J. Shoulder Elbow Surg.* 2001;10:129–135.

¹⁷⁷ B. Tillander, R. Norlin, Intraoperative measurements of subacromial distance, *Arthroscopy.* 2007;18:347–352.

¹⁷⁸ Azzoni et al. Sonographic evaluation of subacromial space. *Ultrasonics.* 2004;42(1-9):683-7