



Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

TÍTULO DE LA TESIS

**VALORACIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA. ESTUDIO DE REPRODUCTIBILIDAD Y VALIDACIÓN DE SU USO EN SUJETOS CON CAPSULITIS ADHESIVA DE HOMBRO**

TESIS DOCTORAL presentada por  
**SUSANA ALONSO GÜEMES**

Director/a:  
**DR. MIGUEL ÁNGEL RUIZ IBAN**

**Alcalá de Henares, 2022**





*A mi querido Luis*

*Y a nuestros hijos Sara, Pablo, Miguel y David*

*Siempre*



## AGRADECIMIENTOS

Desde que terminé la carrera de medicina, el estudio y la labor asistencial han ocupado la mayor parte de mi tiempo. Elaborar esta tesis ha sido para mí una oportunidad de sumergirme en el mundo de la investigación y un bonito reto, que no hubiera llegado a buen término sin la ayuda y el apoyo de muchas personas.

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mi director y tutor de Tesis, el Dr. Ruiz Ibán, de mente inquieta, espíritu científico y excelente cirujano. También lo considero amigo. Si esta tesis ha salido adelante, ha sido especialmente gracias a él. Quiero agradecerle la confianza depositada. Gracias por su actitud docente, su supervisión continua y su paciencia, tolerando mis retrasos y animándome siempre a seguir adelante.

También quiero agradecer a los integrantes de la Unidad de Hombro y Codo del Hospital Ramón y Cajal, por su colaboración en esta investigación.

Gracias a los voluntarios y a los pacientes que accedieron a formar parte de este estudio.

A nivel personal, quiero agradecer a mis padres, Resti y Marisa, por educarme como la persona que soy. Con su esfuerzo personal y desde la sencillez, hicieron posible que llegara a ser médico. Inculcaron en mi cualidades tan importantes como la humildad, la honestidad, el respeto y la empatía. Me enseñaron el valor la perseverancia para alcanzar los objetivos y a superar las dificultades. Junto a mis hermanos, Alberto y Anabel, constituyen un apoyo en la distancia.

También agradecer a los amigos: Elisa, Merce, Isa, Ana, Fátima, Belén, Pilar, Nuria, José, Marisol... seguro que se me olvida alguno... siempre presentes a pesar de largas ausencias. Las Doctoras me han dado consejos sobre la elaboración de esta tesis, y todos me han brindado su apoyo y palabras de ánimo

Y dejo para el final a las personas sobre las que se construye lo que soy y lo que hago.

Gracias a Luis, mi gran amor, maestro, amigo... origen y destino. Es una de las personas más inteligentes y cultas que conozco. Nunca se cansa de aprender. Alimenta mi espíritu y estimula mi mente. Me transmite ese espíritu inconformista, romántico y algo ingenuo de los que creen que se puede mejorar el mundo y hacerlo un lugar mejor para todos. Me enseña a ser exigente conmigo misma y con mi trabajo. Siempre cree en mí.

A nuestros hijos: Sara, Pablo, Miguel y David. Les agradezco sus sonrisas y los abrazos. Me admira su energía vital, las ganas continuas de hacer cosas, de aprender, de reír, su curiosidad infinita... Sin pretenderlo, me han enseñado que la capacidad de asombro es el inicio de toda investigación.





## RESUMEN

El movimiento global del hombro deriva de la acción coordinada de la articulación glenohumeral y de la escapulotorácica. La contribución de cada articulación al movimiento no se discrimina en la práctica clínica, pudiendo llevar a infravalorar situaciones de rigidez glenohumeral.

Se plantean dos objetivos: 1. Encontrar un sistema sencillo y reproducible para medir la movilidad glenohumeral aislada. 2. Medir selectivamente la movilidad glenohumeral en sujetos con capsulitis adhesiva y determinar si su patrón evolutivo es útil para evaluar la gravedad y el pronóstico, permitiendo modificar el tratamiento.

En la primera parte del estudio, se describe un nuevo método para medir la movilidad glenohumeral aislada basado en la goniometría, con el sujeto en sedestación y bloqueo manual de la escápula por un único examinador (*método GRASP*). Se miden la abducción (GHABD), la rotación externa (GHROTEX) y la rotación interna (GHROTIN) con el brazo a 45°. Se estudia la reproductibilidad intra e interobservador mediante un estudio observacional prospectivo en una muestra de 30 voluntarios sanos (60 hombros), con paridad de sexos y una mediana de edad de 42 años. Los coeficientes de correlación intraclase (CCI) intraobservador son GHABD = 0.84±0.07 GHROTEX = 0.63±0.09 y GHROTIN = 0.61±0.14. Los CCI interobservador son GHABD = 0.86±0.06; GHROTEX = 0.68±0.12 y GHROTIN = 0.62±0.14. Estos resultados son similares a los obtenidos en la valoración goniométrica de la movilidad global del hombro.

En la segunda parte, se analiza la importancia de medir selectivamente la movilidad glenohumeral en la capsulitis adhesiva utilizando el método descrito. Se estudia prospectivamente una muestra de 20 pacientes (7 hombres y 13 mujeres; mediana de edad 51,8 años) tras iniciar tratamiento conservador. Se buscan variables predictivas precoces (en los dos primeros meses) del fracaso de dicho tratamiento y se encuentra asociación estadísticamente significativa con: mejoría ≤10% en GHABD (p=0,017; Odds Ratio (OR)=20 [1,7-238,6] p=0,01), mejoría ≤10% en GHROTEX (p=0,0047; OR=31,67 [1,5-685,3] p=0,02) y mejoría <2 en el dolor mínimo, mensurado a través de una escala discreta de 0 a 10 en los dos primeros meses (p=0,014; OR=23,2 [1,1-493] p=0,04)

Se concluye que el método GRASP es un sistema reproducible para medir selectivamente la movilidad glenohumeral y que la medida de la movilidad glenohumeral aislada en la capsulitis adhesiva y del dolor mínimo ayudan a identificar precozmente los casos en los que fracasará el tratamiento conservador.





# ÍNDICE

<b>LISTADO DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>1 INTRODUCCION .....</b>	<b>3</b>
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	4
<b>2 ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
2.1 ANATOMIA DE LA CINTURA ESCÁPULO-HUMERAL.....	7
2.1.1 ANATOMÍA EVOLUTIVA.....	7
2.1.2 EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRO.....	9
2.1.3 ANATOMÍA DEL HOMBRO.....	13
2.2 BIOMECANICA DEL HOMBRO .....	35
2.2.1 MOVILIDAD .....	35
2.2.2 ESTABILIDAD .....	38
2.3 EVALUACION DEL MOVIMIENTO DEL HOMBRO .....	42
2.3.1 TERMINOLOGÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS.....	42
2.3.2 MEDICIÓN DE LA MOVILIDAD DEL HOMBRO .....	45
2.4 CAPSULITIS ADHESIVA.....	65
2.4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y TERMINOLOGÍA .....	65
2.4.2 EPIDEMIOLOGÍA.....	66
2.4.3 FISIOPATOLOGÍA .....	67
2.4.4 PRESENTACIÓN CLÍNICA.....	69
2.4.5 DIAGNÓSTICO .....	71
2.4.6 TRATAMIENTO .....	72
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>83</b>
<b>4 MATERIAL Y METODO.....</b>	<b>87</b>
4.1 REPRODUCTIBILIDAD DE LA MEDIDA DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL .....	87
4.1.1 SISTEMA DE MEDIDA: MÉTODO “GRASP” .....	87
4.1.2 PROTOCOLO DE MEDIDA .....	88
4.1.3 EVALUACIÓN DE LA REPRODUCTIBILIDAD DEL METODO GRASP.....	93
4.2 VALORACIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FALLO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR. ....	97
4.2.1 SUJETOS A ESTUDIO .....	97
4.2.2 PROTOCOLO DE TRATAMIENTO.....	98
4.2.3 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	99
4.2.4 ASPECTOS ETICOS.....	100
4.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	101
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>105</b>
5.1 REPRODUCTIBILIDAD DE LA MEDIDA DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL MEDIANTE EL MÉTODO GRASP .....	105
5.2 MEDICIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR .....	114
5.2.1 SITUACIÓN CLÍNICA INICIAL .....	114
5.2.2 TRATAMIENTO REALIZADO .....	116
5.2.3 RESULTADOS FINALES .....	117
5.2.4 COMPARACIÓN DE LOS PACIENTES QUE NO PRECISARON CIRUGÍA Y LOS QUE FUERON INTERVENIDOS.....	120

5.2.5	VARIABLES PREDICTORAS DEL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR .....	129
5.2.6	ANALISIS POST HOC.....	143
<b>6</b>	<b>DISCUSION.....</b>	<b>149</b>
6.1	DISCUSION SOBRE LA NATURALEZA DEL PROBLEMA Y LA PERTINENCIA DEL ESTUDIO .....	149
6.1.1	IMPORTANCIA DE LA VALORACION DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL.....	149
6.1.2	LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA PARA LA VALORACIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL EN LA PRÁCTICA CLÍNICA.....	150
6.2	DISCUSION SOBRE LA METODOLOGÍA.....	152
6.2.1	METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE MEDIDA: MÉTODO GRASP .....	152
6.2.2	METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y DE SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FALLO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR. ....	155
6.3	DISCUSION SOBRE LOS RESULTADOS.....	164
6.3.1	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE REPRODUCTIBILIDAD DEL METODO GRASP.....	164
6.3.2	DISCUSION SOBRE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR.....	171
6.4	CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS PRESENTADAS .....	189
6.4.1	HIPÓTESIS 1: EL MÉTODO GRASP PARA MEDIR LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA NO ES REPRODUCIBLE NI UTILIZABLE EN LA PRÁCTICA CLÍNICA.....	189
6.4.2	HIPÓTESIS 2: CONOCER LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN SUJETOS CON RIGIDEZ PRIMARIA DE HOMBRO NO ES ÚTIL A LA HORA DE DEFINIR LA GRAVEDAD DEL PROCESO, SU EVOLUCIÓN O SU PRONÓSTICO.....	189
6.5	PERSPECTIVAS DE FUTURO .....	191
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>197</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b> ¡Error! Marcador no definido.		
<b>APÉNDICES .....</b> <b>227</b>		
APÉNDICE 1: Hoja de información y consentimiento para participar en el estudio de reproductibilidad del método GRASP.....		227
APÉNDICE 2: Hoja de recogida de datos del estudio sobre la reproductibilidad de la medida de la movilidad glenohumeral (método GRASP). ....		230
APÉNDICE 3: Aprobación del estudio de reproductibilidad del método GRASP por el Hospital Ramón y Cajal y el Comité de Ética de la Investigación (CEIm).....		231
APÉNDICE 4: Protocolo aprobado por CEIm sobre el estudio de Reproductibilidad en sujetos sanos de un sistema de medida goniométrico de la movilidad glenohumeral.....		235
APÉNDICE 5 : Hoja de información y consentimiento para participar en el estudio sobre movilidad glenohumeral en pacientes con capsulitis adhesiva.....		252
APÉNDICE 6 : Cuestionario breve modificado del dolor-forma corta .....		256
APÉNDICE 7: Test de Constant- Murley .....		258
APÉNDICE 8: Hoja de recogida de datos del estudio sobre movilidad glenohumeral en pacientes con capsulitis adhesiva. ....		259
APÉNDICE 9 : Aprobación del estudio de resultados clínicos y funcionales de los sujetos con capsulitis adhesiva de hombro por el comité de ética (CEI/CEIm) del Hospital Ramón y Cajal (AproCEIC 020/21) .....		260

APÉNDICE 10 : Protocolo aprobado por CEI/CEIm sobre el registro de los resultados clínicos y funcionales de los sujetos con capsulitis adhesiva de hombro evaluados en el Hospital universitario Ramón y Cajal .....	264
APÉNDICE 11 : Valores de cada una de las variables de movilidad de hombro estudiadas en los voluntarios .....	279
APÉNDICE 12 : Publicaciones relacionadas con este trabajo .....	280
• Ruiz Iban MA, Alonso Güemes S, Ruiz Díaz R, Asenjo Gismero CV, Lorente Gomez A, Diaz Heredia J. Evaluation of the inter and intraobserver reproducibility of the GRASP method: a goniometric method to measure the isolated glenohumeral range of motion in the shoulder joint. <i>J Exp Orthop.</i> 2021 May 15;8(1):37.....	280
• Ruiz Ibán MA, Alonso Güemes S, Ruiz Díaz R, Diaz Heredia J, de Rus Aznar I, Lorente Moreno R. Assessment of isolated glenohumeral range of motion in patients with adhesive capsulitis can help predict failure of conservative treatment: a pilot study. <i>Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.</i> 2022 Jun;30(6):2099-2104.....	287



# LISTADO DE ABREVIATURAS



## LISTADO DE ABREVIATURAS

AINEs:	Antiinflamatorios no esteroideos
CEI:	Comité de ética de la investigación.
CEIm:	Comité de ética de la investigación con medicamentos.
DE:	Desviación estándar.
GHABD:	Abducción pasiva glenohumeral.
GHROTEX:	Rotación externa pasiva glenohumeral.
GHROTIN:	Rotación interna pasiva glenohumeral.
ICC:	Coefficiente de correlación intraclase.
INT CONF:	Intervalo de confianza.
OR:	<i>Odds Ratio</i>
P <sup>BH</sup> :	Valor crítico de p según el método de Benjamini-Hochberg.
RIQ:	Rango intercuartílico.
RM:	Rango de movimiento.
RMN:	Resonancia magnética nuclear.
TABD:	Abducción pasiva global.
TC:	Tomografía computerizada.
TFLEX:	Flexión pasiva global.
TROTEX:	Rotación externa pasiva global.
TROTIN:	Rotación interna pasiva global
UE:	Unión Europea





# INTRODUCCIÓN



# 1 INTRODUCCION

El hombro es un sistema complejo donde 4 articulaciones -glenohumeral, escapulotorácica, esternoclavicular y acromioclavicular- funcionan sincrónicamente para permitir una movilidad en los 3 planos del espacio. En general, se atribuyen 2/3 del movimiento global del hombro a la articulación glenohumeral (“movilidad glenohumeral”) y el resto al complejo escápulo-clavícula-tórax (“movilidad escapulotorácica”) (Goldstein, 2004; Inman et al., 1996; Lucas, 1973).

En el ámbito experimental hay sistemas de medida para discriminar la movilidad de cada una de las articulaciones que conforman el hombro. Entre ellos se incluyen estudios en cadáver, radiología simple bidimensional o fluoroscopia, imágenes de tomografía computerizada o resonancia magnética, técnicas con clavos transóseos, sistemas de tridimensionales de análisis del movimiento, etc (Kim DS, 2017). Estos métodos son difícilmente implementables en la consulta médica.

En el ámbito clínico, la valoración del movimiento se realiza a través de estimación visual o de goniometría. Habitualmente se valora la movilidad global del hombro activa o pasiva. (van de Pol et al., 2010). Para medir la movilidad glenohumeral aislada es necesario algún método de estabilización escapular y la movilización debe ser pasiva, ya que en el movimiento activo es inevitable la intervención de la escápula (White & Norkin, 2016b). No existe acuerdo sobre el mejor método de medida del rango glenohumeral y los sistemas descritos tienen una reproductibilidad limitada (Boon & Smith, 2000; Wilk et al., 2009).

Discriminar déficit selectivo del rango glenohumeral es útil en trastornos que afectan predominantemente a la articulación glenohumeral y cursan con rigidez. En estas situaciones se produce un aumento compensador de la movilidad escapulotorácica (Fayad et al., 2008; Lin et al., 2006; Vermeulen et al., 2002) y la rigidez puede verse enmascarada si solo se explora el rango global.

En la capsulitis adhesiva se produce dolor y disminución de la movilidad secundarios a contractura y fibrosis de la cápsula glenohumeral (Neviaser, 1945). Su historia natural no está claramente establecida. Clásicamente se ha considerado un proceso autolimitado, pero los resultados dependen del método de evaluación utilizado. Las escalas subjetivas muestran resultados favorables con el tratamiento conservador, con disminución del dolor y mejoría de la movilidad; pero cuando se analiza objetivamente

la movilidad del hombro y se profundiza en las restricciones para movimientos máximos, ejercicios de fuerza o deportes, el porcentaje de limitación asciende a más del 50% (Wong et al., 2017). Esta paradoja puede ser debida a que los pacientes mejoran su función y su rango global a expensas de una hipermovilidad escapulotorácica compensadora, pero sin resolver la rigidez glenohumeral, originándose una discinesia global de hombro que perpetúa el dolor y la discapacidad.

## **1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

En los sujetos con rigidez de hombro, no está bien definido como se afecta el rango de movilidad glenohumeral respecto del rango global, ni su evolución en el tiempo. Esto es debido, en parte, a que no existe un método consensuado para medir selectivamente la movilidad glenohumeral de forma reproducible en la práctica clínica.

Un candidato claro para discriminar el movimiento glenohumeral del rango global es el paciente con capsulitis adhesiva, donde la limitación del movimiento se produce por contractura y fibrosis de la cápsula glenohumeral. En estos pacientes no se conoce si el grado de afectación específica del rango glenohumeral tiene relación con la gravedad del cuadro o tiene utilidad para planificar un tratamiento o para el control evolutivo.

# ANTECEDENTES



## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 ANATOMIA DE LA CINTURA ESCÁPULO-HUMERAL

#### 2.1.1 ANATOMÍA EVOLUTIVA

El hombro humano se especializa a partir del modelo de los mamíferos primitivos, en los cuales el hombro pierde congruencia ósea y se transforma en una estructura menos estable pero más flexible y móvil que en sus precursores anfibios y reptiles. El patrón articular básico de los marsupiales consiste en una clavícula bien desarrollada, articulando con el esternón por medial y, por lateral, con una escápula plana, bastante ancha y con una coracoides moderadamente desarrollada. A partir de ahí, el esquema articular diverge en cuatro direcciones, según la extremidad se especializa para correr, volar, nadar o bracear.

El ser humano se incluye dentro de los mamíferos adaptados para el braceo. Su hombro se caracteriza por una clavícula fuerte y una escápula ancha y bien desarrollada, con una coracoides grande. (Bechtol, 1980).

Los cambios filogenéticos del hombro humano se produjeron para adaptarse a sus demandas funcionales. La bipedestación del hombre transformó el tórax, aplanándolo en sentido anteroposterior y modificó la posición de la escápula, llevándola a dorsal y a unos 45° de la línea media (fig. 2.1). Con ello la fosa glenoidea se dirigió más lateral; secundariamente, la cabeza humeral sufrió cierta rotación externa y la diáfisis humeral, rotación interna (O'Brien, 2017).

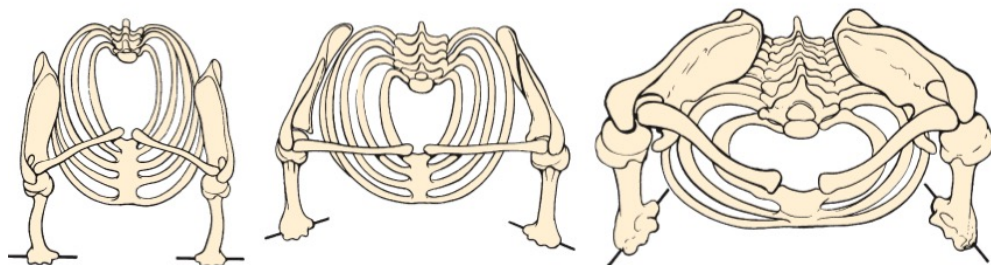


Fig. 2.1: Disminución de la dimensión anteroposterior de la caja torácica y migración de la escápula. Rotación relativa de la cabeza humeral y de la diáfisis humeral. Tomado de O'Brien M, Taylor SA, Ramkumar PN, White AE. *Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint*. 2017. In: Rockwood and Mantsen's. *The Shoulder*. Philadelphia: Elsevier. Fifth. [1-33. e3].

La escápula presentó cambios importantes en su morfología (fig. 2.2): la fosa infraespinosa se agrandó secundariamente a los cambios en los pares de fuerzas elevadores del hombro: el par deltoides-infraespinoso humano ha reemplazado al bíceps-supraespinoso de las especies pronógradas.

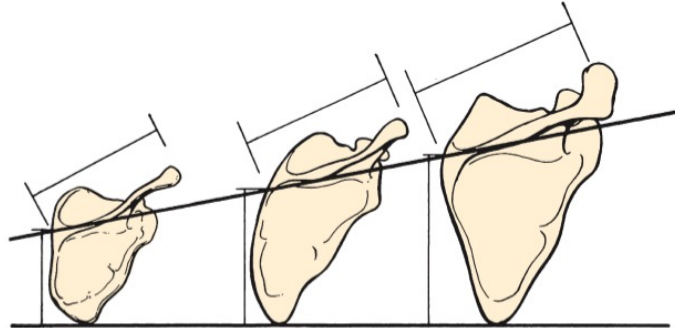


Fig. 2.2: Aumento progresivo de la fosa infraespinosa y del acromion. Tomado de O'Brien M, Taylor SA, Ramkumar PN, White AE. *Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint*. 2017. In: Rockwood and Mantsen's *The Shoulder*. Philadelphia: Elsevier. Fifth. [1-33. e3].

Los músculos escapulohumerales y los axioescapulares también se han ido adaptando a la función de nuestro hombro: la mayor contribución del deltoides se ha reflejado en un aumento de su masa muscular, en la migración distal del tubérculo deltoideo en el húmero (para aumentar el brazo de palanca) y en un aumento en el tamaño del acromion (fig. 2.3); los músculos axioescapulares (serrato anterior, romboides, elevador de la escápula y trapecio) se han ido diferenciando para anclar la escápula a la caja torácica, funcionando como estabilizadores escapulares.



Fig. 2.3: Aumento de la masa muscular deltoidea y migración de su inserción distal. Tomado de O'Brien M, Taylor SA, Ramkumar PN, White AE. *Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint*. 2017. In: Rockwood and Mantsen's *The Shoulder*. Philadelphia: Elsevier. Fifth. [1-33. e3].



## 2.1.2 EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRO

El desarrollo prenatal se divide en dos grandes periodos: el embrionario y el fetal. El periodo embrionario comprende las ocho primeras semanas de gestación y el fetal, la etapa restante hasta el nacimiento (Sadler & Langman, 2012).

En el periodo embrionario (también llamado organogénesis), el cigoto se divide y progresa su diferenciación y desarrollo hasta constituir los principales órganos internos y externos, siendo la diferenciación prácticamente completa al final de la semana ocho. Después, estas estructuras crecen y maduran durante el periodo fetal hasta el nacimiento (O'Brien, 2017).

### 2.1.2.1 PERIODO EMBRIONARIO

Al final de la cuarta semana, los primordios que forman las extremidades aparecen como elevaciones pequeñas en la pared ventrolateral del cuerpo. Estos primordios consisten en un saco de ectodermo lleno de mesodermo y tienen unos 3mm de largo.

Cada extremidad se encuentra perfilada en la cara dorsal por un surco y en la cara ventral por una depresión. La depresión del primordio de la extremidad superior forma la fosa axilar.

Durante la quinta semana se producen varios cambios simultáneamente: Los nervios periféricos crecen a partir del plexo braquial hacia el mesénquima de los primordios y estimula el desarrollo muscular. Al mismo tiempo, el núcleo central del húmero comienza a condrificarse, dejando un área en el blastema llamada interzona, que no se condifica y que es la precursora de la articulación del hombro. En este momento la escápula se sitúa a nivel de C4 y C5, y la clavícula comienza su osificación.

Durante la sexta semana, la interzona adquiere una configuración de tres capas, donde una capa condrógena yace a cada lado de una capa laxa de células y ya es posible diferenciar el reborde glenoideo, aunque todavía no existe cavitación ni formación de articulaciones. La escápula crece considerablemente, extendiéndose desde C4 hasta T7 y aparece el núcleo de osificación primario del húmero.

Al inicio de la séptima semana, las extremidades superiores rotan 90° en sentido lateral a lo largo de su eje longitudinal. La articulación del hombro ya está formada, y la parte media de la interzona disminuye de densidad y aumenta su cavitación. La escápula ha descendido y se extiende desde la primera hasta la quinta costilla. También ha migrado

el plexo braquial en sentido caudal y se sitúa a nivel de la primera costilla. Los últimos grados de desplazamiento en sentido inferior de la escápula se producen más tarde.

Hacia la octava semana el embrión mide entre 25mm y 31mm de largo, la articulación del hombro tiene la misma forma que en el adulto, y los ligamentos glenohumerales constituyen engrosamientos en la cápsula (Hita-Contreras et al., 2018; O'Brien, 2017) (fig. 2.4).



Fig. 2.4: Embriones humanos de 8 semanas (a: corte sagital; b: corte transversal). H: Cabeza humeral; S: escápula; Flecha grande: cavidad articular; SP: espina de la escápula; A: acromion; GL: labrum glenoideo; JC: cápsula articular; SS: tendón del músculo subescapular; ISM: músculo infraespinoso; ISMt: tendón del infraespinoso; D: deltoides; asterisco: tendón de la porción larga del bíceps; IS: surco intertubercular o corredera bicipital; flecha pequeña: membrana sinovial cabeza de flecha: ligamento transverso; CP: apófisis coracoides. Tomado de *Hita-Contreras F, Sánchez-Montesinos I, Martínez-Amat A, Cruz-Díaz D, Barranco RJ, Roda O. Development of the human shoulder joint during the embryonic and early fetal stages: anatomical considerations for clinical practice. J Anat. 2018;232(3):422-30*

### 2.1.2.2 PERIODO FETAL

El desarrollo fetal consiste fundamentalmente en el crecimiento de las estructuras que se diferenciaron y desarrollaron durante el periodo embrionario. La morfología macroscópica del hombro es similar a la postnatal.

El acromion, la glena y el húmero proximal son cartilagosos, mientras que la clavícula y el cuerpo de la escápula están parcialmente osificados. Los núcleos de osificación primarios aparecen entre la semana 10 y la 12 (Hita-Contreras et al., 2018).

La coracoides es prominente (fig. 2.5). El acromion es cartilaginoso y posee una curva suave que se acomoda en la cara superior de la cabeza del húmero.

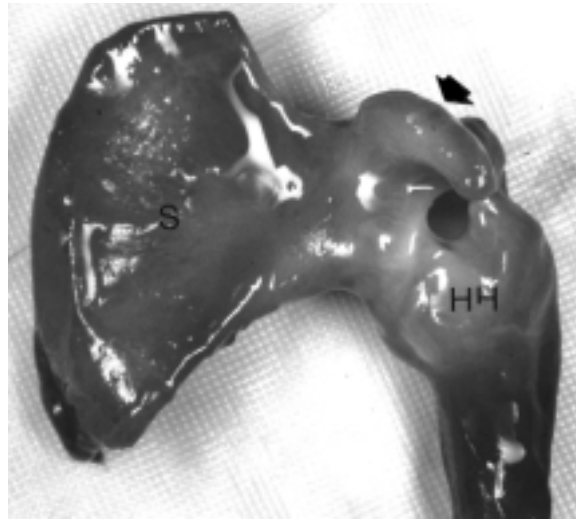


Fig. 2.5: Hombro izquierdo en un feto de 22 semanas. Se aprecia una coracoides prominente (flecha) con relación al arco coracoacromial. S: escápula; HH: cabeza humeral. Tomado de Fealy S, Rodeo SA, Dicarlo EF, O'Brien SJ. *The developmental anatomy of the neonatal glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. 2000;9(3):217-22.*

Hay un aumento gradual de las dimensiones de la glenoides y el húmero proximal a medida que avanza la gestación. En el feto, la glena posee una inclinación lateral del reborde superior en relación con el reborde inferior en el plano coronal, a diferencia del hombro adulto, cuya orientación es más vertical.

Los tendones del manguito rotador, el ligamento coracoacromial y el ligamento coracohumeral son evidentes entre las semanas 13 y 14. (Fig. 2.6)

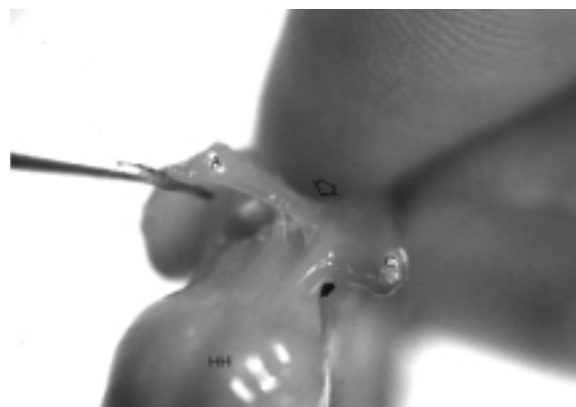


Fig. 2.6: Ligamentos coracohumeral (flecha negra) y coracoacromial (flecha abierta) a las 14 semanas de gestación. A: acromion; C: apófisis coracoides; HH: Cabeza humeral. Tomado de Fealy S, Rodeo SA, Dicarlo EF, O'Brien SJ. *The developmental anatomy of the neonatal glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. 2000;9(3):217-22.*

La cápsula glenohumeral se inserta de manera similar al hombro maduro. La cápsula anterior se hace más gruesa que la posterior. El labrum glenoideo se identifica como una estructura distinta a las 13 semanas. Los ligamentos glenohumerales superior y medio se identifican como engrosamientos capsulares, mientras que el ligamento glenohumeral inferior forma una estructura bien definida a partir de las 14 semanas. En este momento también se puede identificar el intervalo rotador (Fealy et al., 2000; O'Brien, 2017) (fig. 2.7).

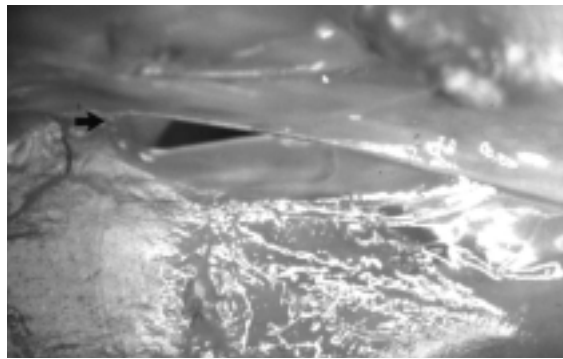


Fig. 2.7: Intervalo rotador (flecha) visible en feto de 14 semanas. Tomado de Fealy S, Rodeo SA, Dicarlo EF, O'Brien SJ. *The developmental anatomy of the neonatal glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9(3):217-22.

### 2.1.3 ANATOMÍA DEL HOMBRO

La función principal del hombro es el movimiento. Su anatomía le permite una gran movilidad y la distingue del resto de articulaciones del cuerpo humano.

A continuación, haremos un repaso de los huesos, articulaciones y músculos, con referencia a su inervación.

#### 2.1.3.1 OSTEOLOGÍA

La cintura escapular conecta el tronco con la extremidad superior y está compuesta por la clavícula y la escápula. La articulación del hombro supone la unión del húmero proximal con la cintura escapular.

##### 2.1.3.1.1 ESCÁPULA

La escápula es un hueso plano triangular, que está unido al tórax mediante inserciones musculares y a la clavícula, mediante la articulación acromioclavicular.

Posee tres bordes (superior, medial o vertebral y lateral o axilar) y tres ángulos (superior, inferior y lateral). Se distinguen dos caras: la costal (anterior) y la posterior. La cara anterior es la que está en contacto con la caja torácica y constituye la articulación escapulotorácica. Desde la superficie posterior, la espina de la escápula se proyecta lateralmente, terminando en el acromion, que forma la punta más lateral del hombro.

El ángulo lateral de la escápula es grueso y fuerte, con una gran expansión que forma la fosa glenoidea. Esta forma una depresión poco profunda y se orienta ligeramente hacia adelante y hacia arriba, para afrontarse con la cabeza humeral y formar la articulación glenohumeral.

Justo medial a la fosa glenoidea, desde el cuello de la escápula, se proyecta hacia arriba la apófisis coracoides, que sirve de unión para varios ligamentos y músculos (Drake, 2020; Goldstein, 2004). (Fig. 2.8)

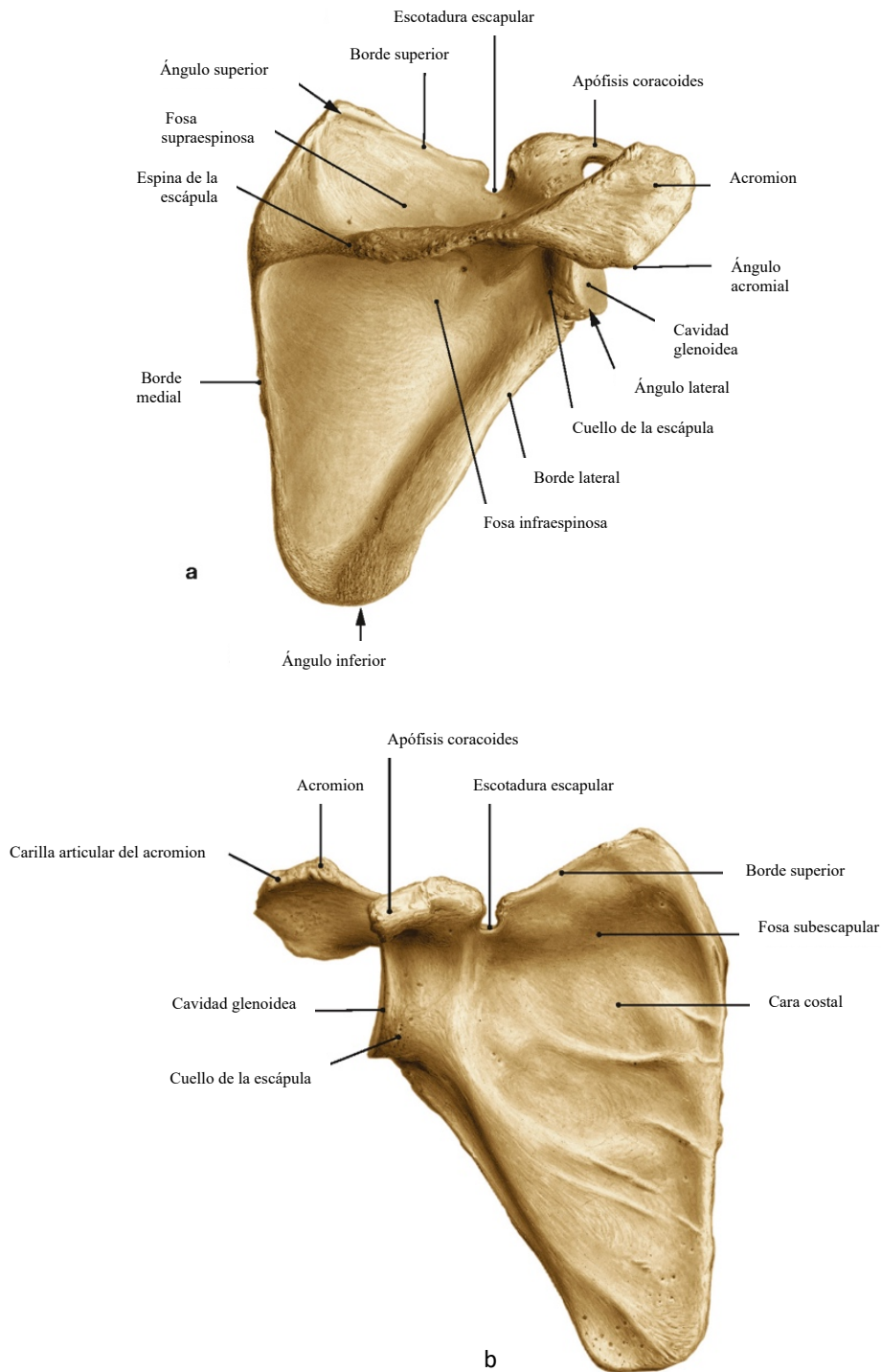


Fig. 2.8: Escápula, vistas dorsal (a) y ventral (c). Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018 (Waschke, 2018)*.

### 2.1.3.1.2 CLAVÍCULA

La clavícula es un hueso largo y en forma de S horizontal (fig. 9).

En sus dos tercios mediales es redondeada y convexa hacia adelante y se sitúa por delante del paquete neurovascular de la extremidad superior en su tránsito desde el cuello

hacia la axila. Su extremo medial se expande y encaja en la muesca del manubrio esternal para formar la articulación esternoclavicular.

El tercio lateral es aplanado y se curva hacia atrás para articular con la escápula en la articulación acromioclavicular. (Goldstein, 2004)

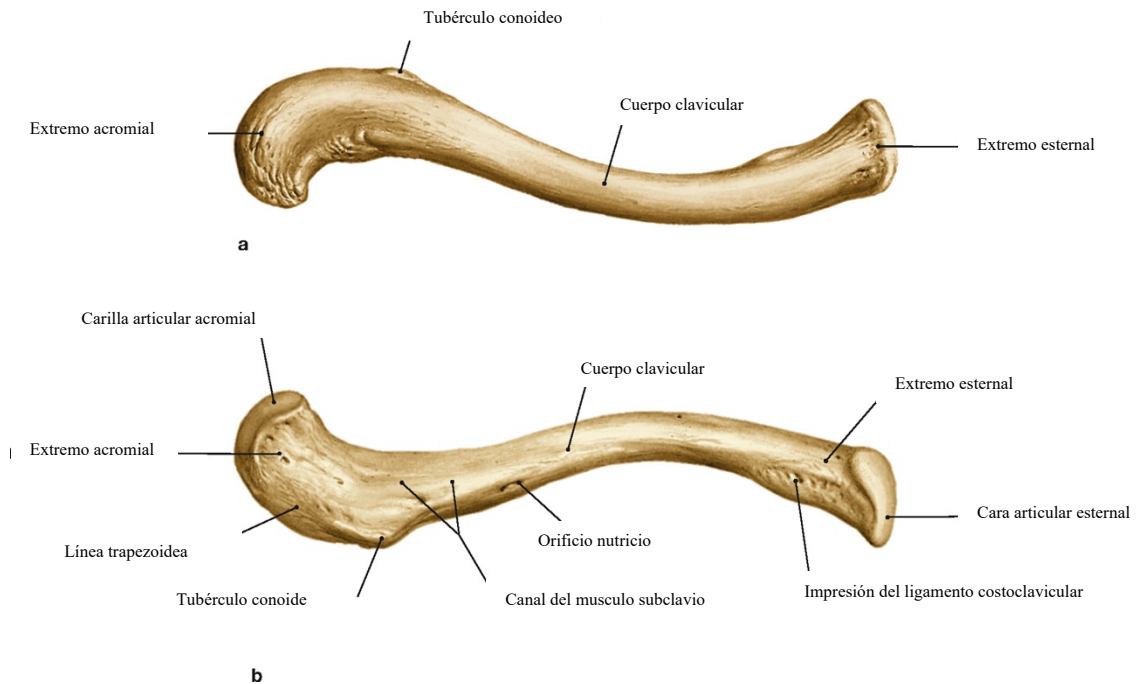


Fig. 2.9: Clavícula derecha; a: visión craneal; b: visión caudal. Tomado de Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.

### 2.1.3.1.3 HÚMERO PROXIMAL

La cabeza humeral, hemisférica, se dirige en sentido superior, medial y ligeramente dorsal para articularse con la cavidad glenoidea, de un tamaño mucho menor.

El cuello anatómico, inmediatamente inferior a la cabeza, sirve como zona de anclaje de la cápsula articular del hombro.

El cuello quirúrgico se ubica en la zona metafisaria, por debajo de las tuberosidades.

La tuberosidad mayor o troquíter, lateral a la cabeza, sirve como punto de inserción para los músculos supraespinosos, infraespinoso y redondo menor (de anterior a posterior, respectivamente). La tuberosidad menor o troquín, solo posee una inserción muscular, el último de los músculos del manguito rotador, el subescapular.

El surco bicipital se encuentra entre las dos tuberosidades y alberga el tendón de la porción larga del bíceps (Shuler, 2009) (Fig. 2.10).

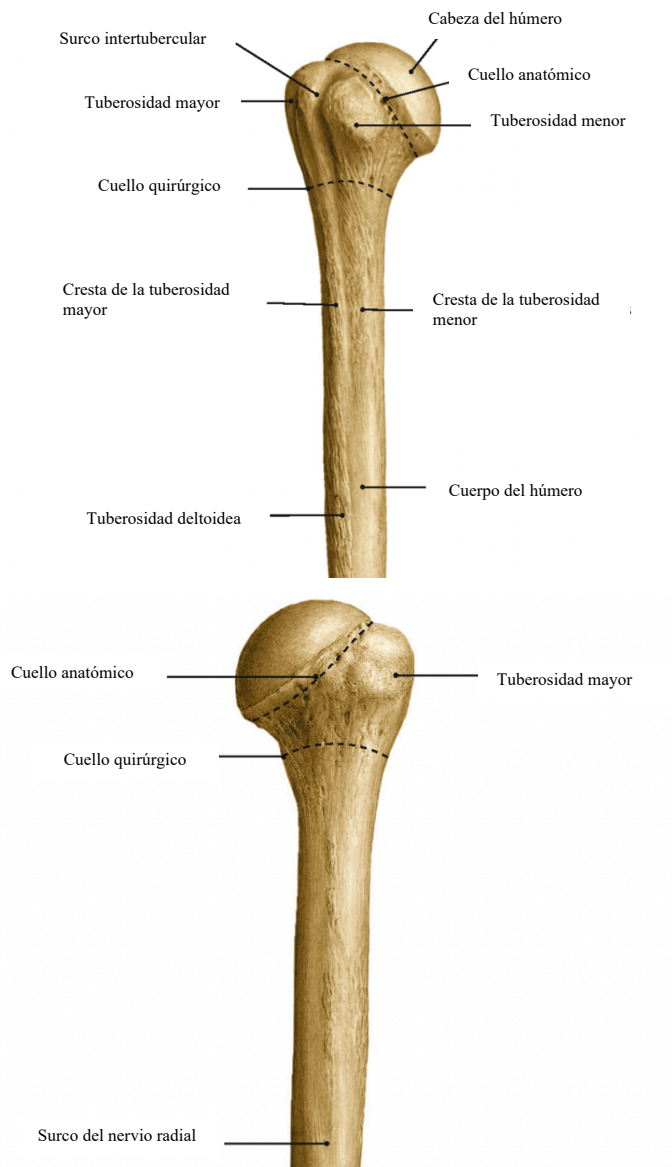


Fig. 2.10: Visión anterior, y posterior del húmero proximal. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*



### 2.1.3.2 ARTROLOGÍA

La gran amplitud de movimiento del hombro se distribuye en tres articulaciones diartrosicas: la glenohumeral, la acromioclavicular y la esternoclavicular. Estas dos últimas, en combinación con los espacios fasciales entre la escápula y el tórax, se conocen en conjunto como *articulación escapulotorácica*. Debido a la falta de congruencia en las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular, la movilidad de la articulación escapulotorácica depende básicamente del deslizamiento entre la escápula y el tórax, y supone aproximadamente un tercio del total de la elevación del hombro; el resto ocurre en la articulación glenohumeral. Las tres articulaciones diartrodiales están estructuradas con poca estabilidad ósea y su estabilidad está basada en sus ligamentos y en la musculatura adyacente (Jobe, 2016).

#### 2.1.3.2.1 ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

Es la única articulación entre la extremidad superior y el esqueleto axial. Posee una estabilidad ósea mínima y las superficies óseas son planas, con un disco intraarticular. Sus principales ligamentos son los esternoclaviculares anterior y posterior (también llamados ligamentos capsulares). El ligamento esternoclavicular posterior es el que más resiste la depresión del extremo lateral de la clavícula (Bearn, 1967).

El ligamento interclavicular va de una clavícula a otra, y puede estar ausente o no palparse hasta en el 22% de la población (Bearn, 1967). También contribuye a la estabilidad articular cuando el extremo lateral de la clavicular desciende.

Los ligamentos costoclaviculares anterior y posterior van desde la primera costilla a la superficie inferior de la clavícula; son el principal limitador de la elevación pasiva de la clavícula y previenen los movimientos de protracción y retracción (Bearn, 1967) (Fig. 2.11).

Los movimientos que se dan en la articulación acromioclavicular son de 30 a 35° de elevación (que se produce entre los 30 y 90° de elevación del brazo (Inman et al., 1996)), 35° de desplazamiento anteroposterior, y rotación de 40 a 55° alrededor de su eje longitudinal (se produce con abducción del brazo mayor de 70 u 80°) (Jobe, 2016).

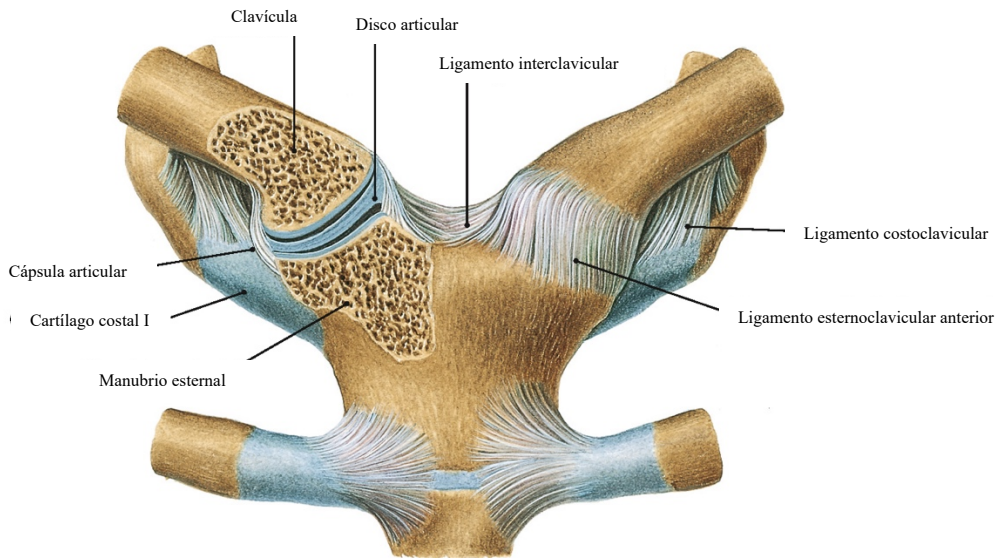


Fig. 2.11: Articulación esternoclavicular: visión ventral de ambos lados. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

### 2.1.3.2.2 ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

Es la única articulación entre la clavícula y la escápula. Las superficies articulares están separadas por un disco, de tamaño y forma variable, que sufre una progresiva degeneración a partir de la segunda década de la vida (Depalma, 1963). Su cápsula articular es más gruesa en sus superficies superior, anterior y posterior y más fina en la inferior. En ella se producen movimientos de rotación de aproximadamente  $20^\circ$  entre la clavícula y el acromion; estos se producen durante los primeros  $20^\circ$  y los últimos  $40^\circ$  de elevación del brazo (Inman et al., 1996).

Sus ligamentos (fig. 2.12) pueden dividirse en acromioclaviculares y coracoclaviculares (conoide y trapezoide). La estabilidad anteroposterior de la articulación acromioclavicular depende fundamentalmente de los ligamentos acromioclaviculares y la estabilidad vertical, de los coracoclaviculares (Fukuda et al., 1986).

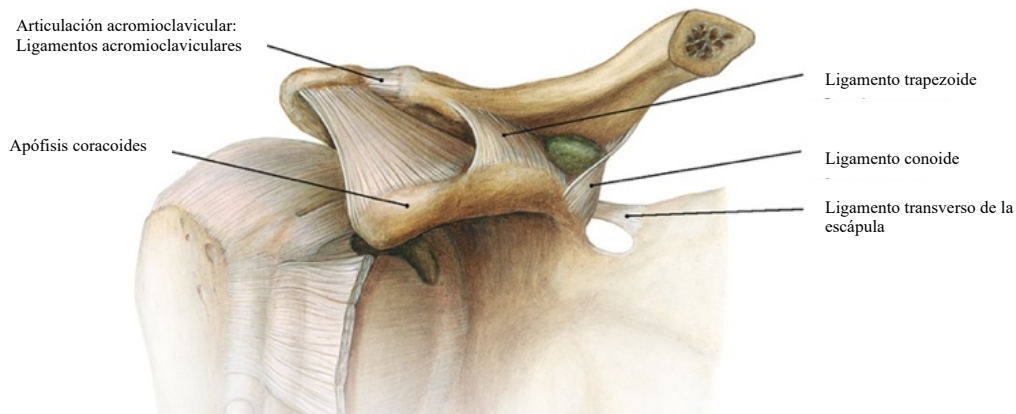


Fig. 2.12: Articulación acromioclavicular, lado derecho; visión ventral. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

### 2.1.3.2.3 ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

Se trata de una articulación del tipo enartrosis, formada por la cabeza humeral y la glenoides escapular (fig. 2.13).

En posición anatómica, la cabeza está dirigida hacia superior medial y posterior, con el troquín en posición anterior y el troquíter lateral. El manguito rotador se inserta en dichas tuberosidades y el tendón de la porción larga del bíceps se sitúa en el surco bicipital entre ambas (Goldstein, 2004).

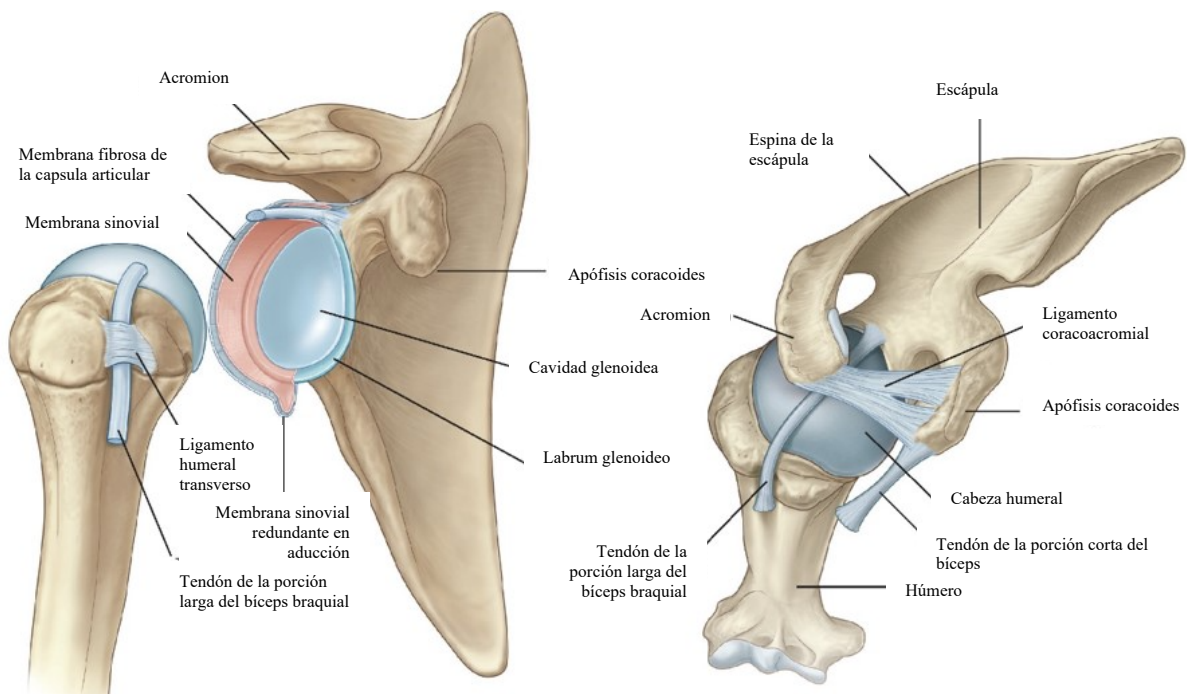


Fig. 2.13: Visión anterior de la articulación glenohumeral mostrando sus superficies articulares (izquierda) y visión superior (derecha). Tomado de *Drake RLV, A Wayne. Mitchell Adam WM. Upper limb. In: Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM, Tibbitts RM, Richardson PE, Horn A, editors. Gray's atlas of anatomy. 3rd. ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.*

La **superficie glenoidea** (fig. 2.13) tiene forma de pera y es prácticamente perpendicular al cuerpo de la escápula, con una retroversión promedio de 7,4° (Saha, 1971) y una inclinación superior respecto al borde medial de la escápula de 10-15°. Su radio de curvatura es más grande que la cabeza humeral y su superficie total es de tres a cuatro veces menor que la del húmero. La cavidad glenoidea es poco profunda con un margen ligeramente sobreelevado, al que se adhiere un anillo de fibrocartílagos, denominado *labrum glenoideo*. El labrum profundiza la cavidad articular, aumenta la congruencia y genera un efecto de succión, siendo un factor importante en la estabilidad general de la articulación. Dos pequeños tubérculos por encima y por debajo de la cavidad (tubérculo supraglenoideo e infraglenoideo) sirven de anclaje para las porciones largas del bíceps y tríceps, que también actúan como estabilizadores de la cabeza humeral (Goldstein, 2004; Halder et al., 2000).

La **cápsula articular** (fig. 2.14) es gruesa y fuerte pero laxa, especialmente en la parte inferior, para permitir un gran rango de movimiento. Está adherida al húmero alrededor de los márgenes articulares de la cabeza, excepto en la parte inferior que se une al cuello quirúrgico. La cápsula abraza por completo la articulación glenohumeral y se inserta en la escápula más allá del labrum, en el cuello glenoideo. Con el brazo colgando libremente a un lado, se forma un receso holgado en la porción inferior, llamado *receso axilar*, que permite alojar la cabeza humeral durante la abducción completa. Las situaciones que producen contracturas o fibrosis de la cápsula dan como resultado la restricción del movimiento glenohumeral (Goldstein, 2004).

Histológicamente, la cápsula está compuesta por tres capas; la capa interna y la externa están formadas por fibras dirigidas en el plano frontal desde la glena hasta el húmero, mientras que en la capa intermedia las fibras se disponen en el plano sagital. Un engrosamiento de la capa intermedia refuerza el receso axilar. El espesor de la cápsula es mayor en la porción anterior que en la posterior (Halder et al., 2000). En la porción articular, está revestida de la capa sinovial.

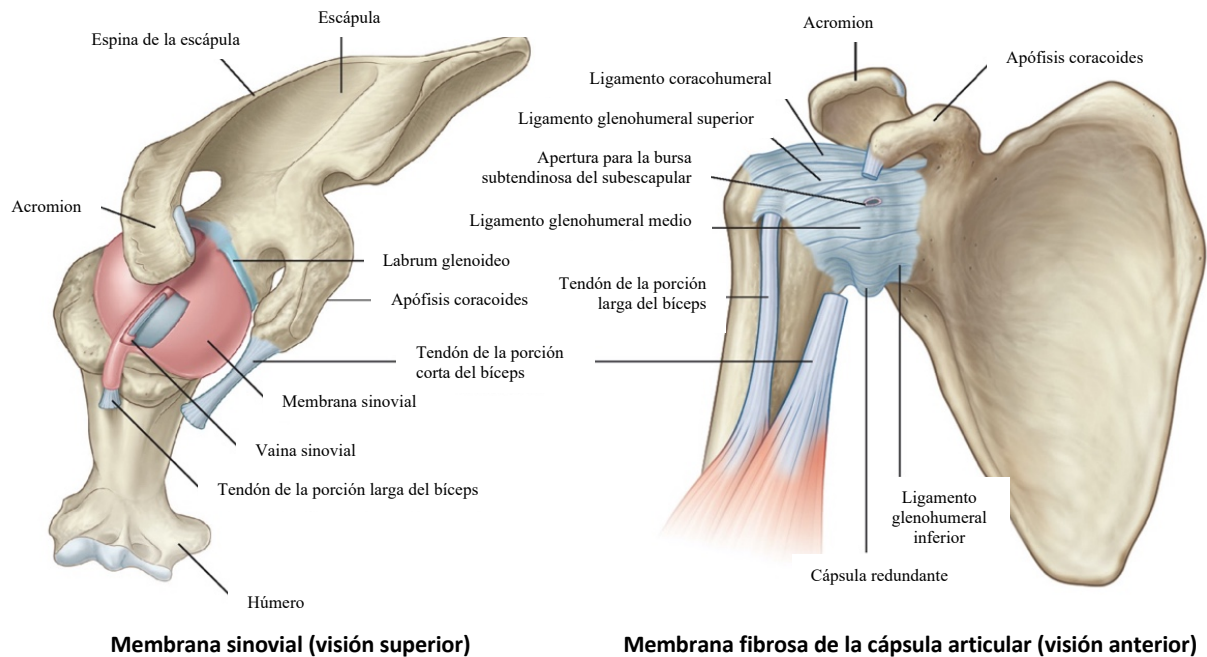


Fig. 2.14: Visión de la membrana sinovial (visión superior) a la izquierda y de la cápsula articular (visión anterior). Tomado de Drake RLV, A Wayne. Mitchell Adam WM. Upper limb. In: Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM, Tibbitts RM, Richardson PE, Horn A, editors. *Gray's atlas of anatomy*. 3rd. ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.

Los engrosamientos más importantes y constantes en la cápsula del hombro se denominan ligamentos y varían de forma espesor y lugar de unión.

El **ligamento coracohumeral** (fig. 2.15) es una banda fuerte que se origina en la base y cara lateral de la apófisis coracoides, por debajo del ligamento coracoacromial. Se dirige en sentido transversal hasta insertarse en el troquíter. Su borde anterior es más definido en su porción medial y se fusiona con la cápsula en la parte lateral. El borde posterior no se distingue de la cápsula restante. Aunque su función biomecánica no es del todo conocida, parece que es responsable de la de suspensión estática de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea cuando el brazo está colgando. Con abducción, el ligamento se relaja y pierde su capacidad de soportar al húmero (O'Brien, 2017).

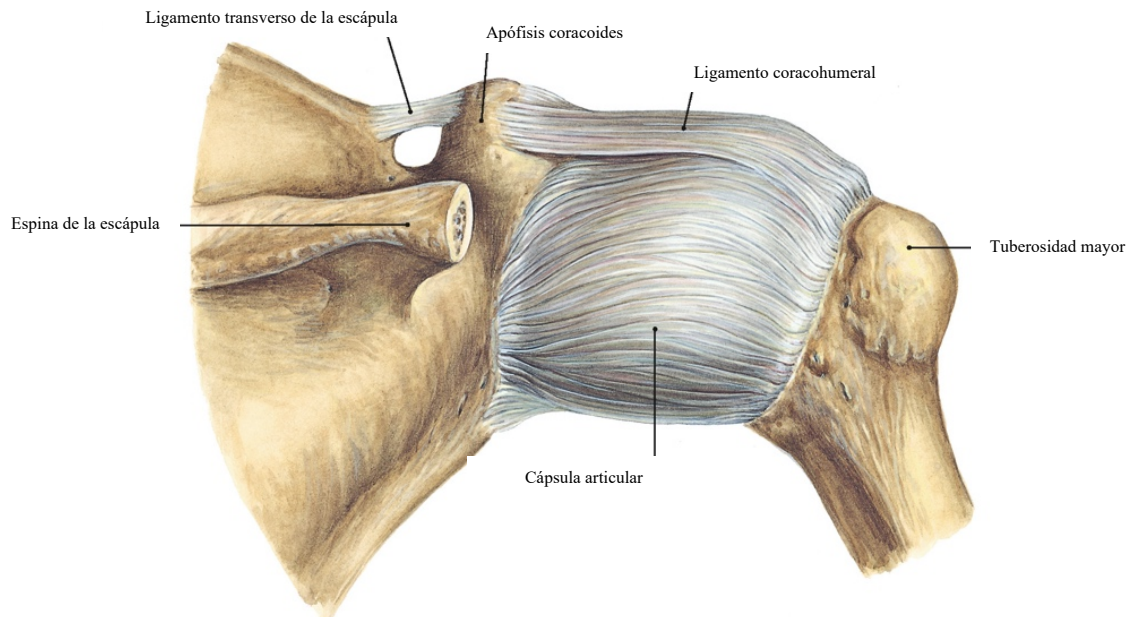


Fig. 2.15. Articulación del hombro, lado derecho; visión dorsal. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

El **ligamento humeral transverso** está formado por unas cuantas fibras transversales de la cápsula que se extienden entre las tuberosidades mayor y menor (fig. 2.13 izquierda); ayuda a contener el tendón largo del bíceps en su corredera.

Los **ligamentos glenohumerales** (fig. 2.16) son refuerzos de colágeno de la cápsula que no son visibles desde la superficie externa. Su función depende de la integridad de sus fibras colágenas, de sus inserciones y de la posición del brazo.

- *Ligamento glenohumeral superior*: es una estructura relativamente constante, aunque de tamaño y grosor variable, que comienza por delante del origen de la cabeza larga del bíceps. Su inserción glenoidea puede ser de tres tipos: a veces tiene un origen común con el tendón del bíceps, otras veces proviene del labrum ligeramente anterior al bíceps y otras se origina en el ligamento glenohumeral medio. Se inserta en la fosita de la cabeza, apoyándose sobre el troquín.

Los estudios biomecánicos indican que el ligamento glenohumeral superior contribuye muy poco a la estabilidad estática de la articulación glenohumeral (Schwartz et al., 1987)

-*Ligamento glenohumeral medio*: Es el más variable de los ligamentos glenohumerales. Puede estar ausente o presentar grandes variaciones en su tamaño. Cuando existe, casi siempre se origina en el labrum, inmediatamente por debajo del ligamento glenohumeral superior o en el cuello glenoideo adyacente. Se inserta en el



húmero en un punto medial al troquín, bajo el tendón del subescapular, al cual se adhiere. Su contribución a la estabilidad estática es variable, pero cuando es grueso, actúa como limitador secundario a la traslación anterior del húmero, cuando el ligamento glenohumeral inferior está lesionado (Schwartz et al., 1987).

*-Ligamento glenohumeral inferior:* Es una compleja estructura que constituye el principal estabilizador estático del hombro en abducción. Su estructura recuerda una hamaca y consta de una banda anterior, una posterior y un saco axilar en medio. Los autores han denominado a este conjunto *complejo del ligamento glenohumeral inferior*.

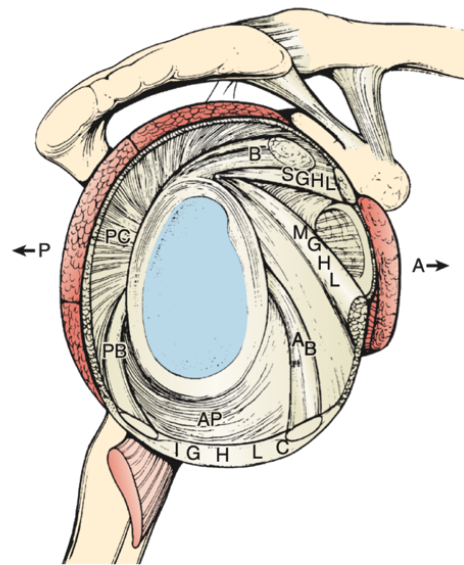


Fig. 2.16: Descripción anatómica de los ligamentos glenohumerales y del complejo del ligamento glenohumeral inferior. A: anterior; AB: Banda anterior; AP: Receso axilar; B: tendón del biceps; MGHL: ligamento glenohumeral medio; P: Posterior; PB: Banda posterior; PC: Cápsula posterior; SGHL: ligamento glenohumeral superior. Tomado de O'Brien M, Taylor SA, Ramkumar PN, White AE. *Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint*. 2017. En: Rockwood and Mantsen's *The Shoulder*. Philadelphia: Elsevier. Fifth ed.

Desde el punto de vista macroscópico, el complejo del ligamento glenohumeral inferior se origina en el labrum o en el cuello glenoideo, y se inserta en el cuello anatómico del húmero. El origen de las bandas anterior y posterior se describe en referencia a la esfera de un reloj. La banda anterior, se inserta en el reborde glenoideo anterior entre las 2:00 y las 4:00 horas y la posterior entre las 7:00 y las 9:00.

En la cabeza humeral, las bandas ligamentosas se insertan en las caras anterior y posterior del cuello humeral, cerca de la unión cabeza-cuello. Esta inserción puede tener dos configuraciones morfológicas distintas: una inserción tipo collar en forma de C o una inserción en forma de V (presentes en un 50% cada una) (O'Brien et al., 1990)

La función estabilizadora del ligamento glenohumeral inferior es dependiente de la posición del hombro. Con el brazo a 90° de abducción y rotación externa, la banda anterior es el principal estabilizador articular mientras que, con el brazo en flexión y rotación interna, la función estabilizadora la asume la banda posterior (O'Brien et al., 1990; O'Brien et al., 1987).

Además de los ligamentos, toda la cápsula glenohumeral, excepto en la porción inferior, está reforzada por los tendones del manguito rotador (supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular). Los tendones se adhieren a la cápsula en diferentes longitudes y en su conjunto forman un **manguito capsulotendinoso** (fig. 2.16).

Existe un espacio triangular en la región anterior del hombro, situado entre los tendones del supraespinoso y subescapular, que se denomina **intervalo rotador** (fig. 2.17). Este intervalo es una zona de pequeño tamaño que contiene el ligamento coracohumeral, el ligamento glenohumeral superior, el tendón de la porción larga del bíceps y una fina capa de cápsula.

Es un área importante desde el punto de vista clínico, porque su lesión se asocia a un aumento de la traslación glenohumeral y del rango de movimiento, mientras que su estrechamiento tiene el efecto contrario. Además, la fibrosis y contractura del intervalo rotador están asociados con patologías que generan rigidez articular, como la capsulitis adhesiva o la artrosis glenohumeral (Provencher & Saldua, 2008).

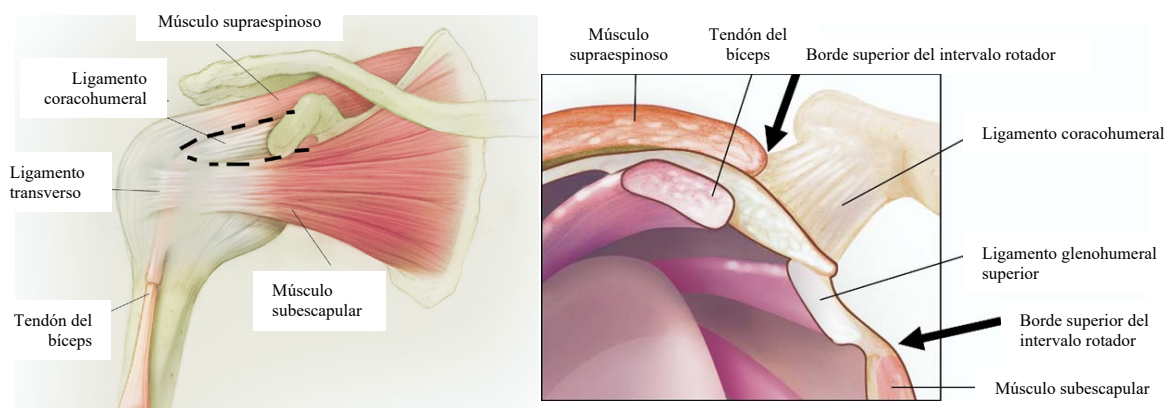


Fig. 2.17. Ilustraciones del intervalo rotador. a: visión frontal del hombro que muestra la localización del intervalo. B: Corte sagital, mostrando los componentes del intervalo rotador. Tomado de Provencher MT, Saldua NS. *The Rotator Interval of the Shoulder: Anatomy, Biomechanics, and Repair Techniques. Operat Tech Orthop.* 2008(18):9-22.



La inervación de la articulación glenohumeral, sigue la *Ley de Hilton*, según la cual los nervios que atraviesan una articulación originan ramas para esta y la inervan. Por tanto, la inervación de los ligamentos, la cápsula y la membrana sinovial está constituida por fibras medulares y no medulares del nervio axilar, el supraescapular, el subescapular y el musculocutáneo, además de algunas ramas pequeñas del cordón posterior del plexo braquial. La contribución relativa de cada nervio es inconstante, pudiendo ser mínima o ausente en el caso del musculocutáneo. Después de perforar la cápsula articular, las ramas nerviosas forman una red o plexo para inervar la capa sinovial (O'Brien, 2017) (fig. 2.18).

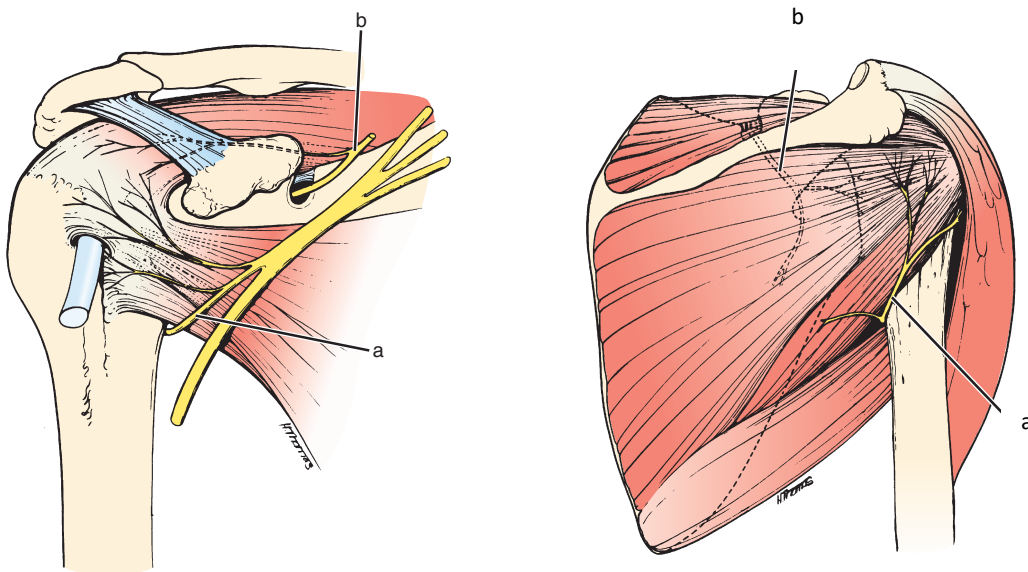


Fig. 2.18: Inervación de la articulación glenohumeral, cara anterior (izquierda) y posterior (derecha). La mayor parte de la inervación proviene de los nervios axilar (a) y supraescapular (b). Tomado de O'Brien M, Taylor SA, Ramkumar PN, White AE. *Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint*. 2017. En: Rockwood and Mantsen's. *The Shoulder*. Philadelphia: Elsevier. Fifth ed.

### 2.1.3.3 MUSCULATURA DEL HOMBRO

Podemos dividirlos en músculos escapulotorácicos, músculos glenohumerales y músculos periarticulares

#### 2.1.3.3.1 MÚSCULOS ESCAPULOTORÁCICOS

Los músculos escapulotorácicos incluyen el trapecio, romboides, elevador de la escápula, serrato anterior, pectoral menor y subclavio (Jobe, 2016) (fig. 2.19).

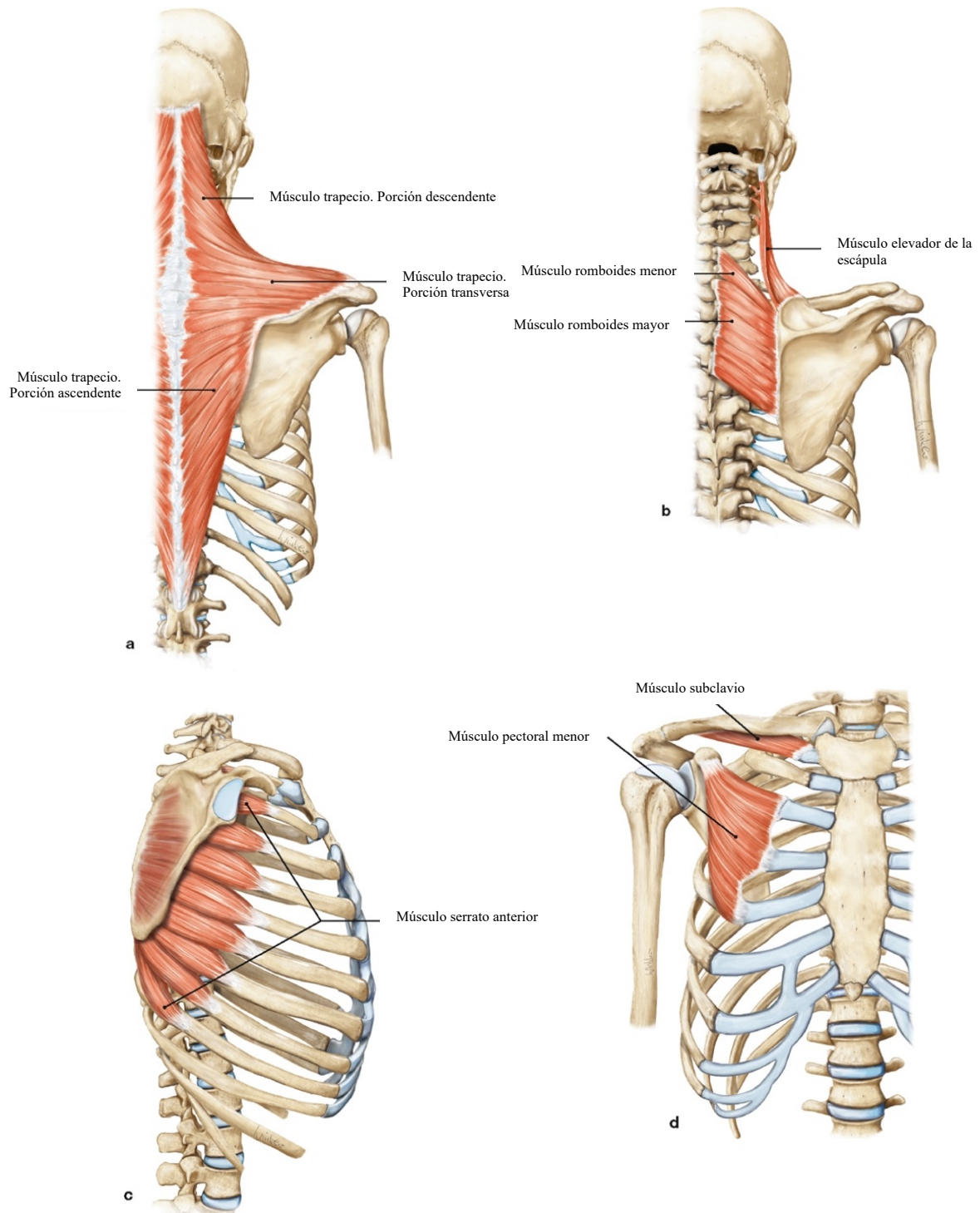


Fig. 2.19: Músculos escapulotorácicos (visión dorsal); a: trapecio; b: romboides y elevador de la escápula; c: Serrato anterior; d: subclavio y pectoral menor. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

## Trapecio

Se origina en las apófisis espinosas de C7 a T12. Su borde inferior puede llegar desde T8 a L2. El tercio superior del trapecio se localiza por encima de C7 y se origina

en el ligamento nucal o en la protuberancia occipital externa. Se inserta en el tercio distal de la clavícula (fibras superiores), en el acromion y la espina de la escápula (fibras medias e inferiores) (fig. 2.19a).

En conjunto actúa como retractor de la escápula, donde las fibras superiores se usan básicamente para elevar el ángulo lateral.

Está inervado por el nervio espinal accesorio (par craneal XI)

### **Romboides**

El romboide menor se origina en la parte inferior del ligamento nucal, de C7 a T1, y se inserta en la parte posterior de la base medial de la espina escapular. El romboide mayor se origina de T2 a T5 y se inserta en la parte posterior del borde medial de la escápula (fig. 2.19b).

La acción de los romboides es retraer la escápula; dado su trayecto oblicuo, también participan en su elevación.

Los romboides están inervados por el nervio escapular dorsal (C5)

### **Elevador de la escápula y serrato anterior**

El **elevador de la escápula** se origina en las apófisis transversas de C1 a C3 o C4 y se inserta en el ángulo superior de la escápula (fig. 2.19b). Tiene la función de levantar el ángulo superior de la escápula y, junto al serrato anterior, realiza la rotación ascendente de la escápula. Está inervado por ramas profundas de C3 y C4 (parte de la inervación de C4 procede del nervio escapular dorsal).

El **serrato anterior** se origina en las costillas primera a novena, en la pared anterolateral de la caja torácica, y se inserta en el borde medial de la escápula, desde el ángulo superior al inferior (fig. 2.19c). Su función consiste en estabilizar la escápula y participa en su rotación ascendente. Es más activo durante la flexión que en la abducción, porque en esta se requiere una cierta retracción escapular. Su inervación procede del nervio torácico largo (C5-C6 y C7).

### **Pectoral menor**

Se origina en la pared torácica de la segunda a la quinta costilla y se inserta en la base del lado medial de la coracoides (fig. 2.19d) con variaciones frecuentes (23%) y aberrantes hacia el ligamento coracoacromial, la cápsula glenohumeral, la clavícula, o el húmero.(Lee et al., 2018)

Su función es alargar la escápula cuando esta se retrae y deprimir el ángulo lateral, o rotar en sentido inferior la escápula cuando se encuentra en rotación superior. Su inervación procede del nervio pectoral medial (C8, T1).

### **Subclavio**

Se origina en la primera costilla y se inserta en la superficie inferior del 1/3 medial de la clavícula (fig. 2.19d). Su inervación proviene del nervio subclavio. Su función es estabilizar la articulación esternoclavicular durante el movimiento, en especial en la aducción y extensión contra resistencia, como al colgarse de una barra.

## *2.1.3.3.2 MÚSCULOS GLENOHUMERALES*

### **Deltoides**

Es el músculo glenohumeral mayor y más importante. Consta de tres partes principales: la anterior, originada en el tercio lateral de la clavícula (porción claviclar); el tercio medio, que nace en el acromion (porción acromial); y el tercio posterior, que se origina en la espina de la escápula (porción espinal). Se inserta en el tubérculo deltoideo del húmero (fig. 2.20).

La activación de las tres porciones deltoideas es diferente según el movimiento del hombro y la función del músculo varía según la modificación en la dirección de las fibras a medida que cambia la posición articular (Hecker et al., 2021).

El deltoides actúa en cualquier elevación del brazo y la pérdida de su función se considera un desastre (Groh et al., 1994). Su participación mayor se produce en la abducción de 0 a 120° donde aporta alrededor hasta el 72% de su fuerza (Hecker et al., 2021).

La inervación del deltoides proviene del nervio axilar (C5-C6).

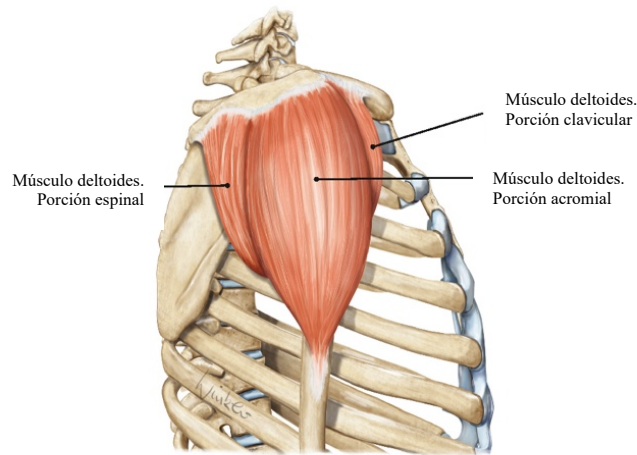


Fig. 2.20: Ilustración del músculo deltoides con sus tres porciones. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, vol 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

### Manguito rotador

El manguito rotador se compone de cuatro músculos: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular (fig. 2.21).

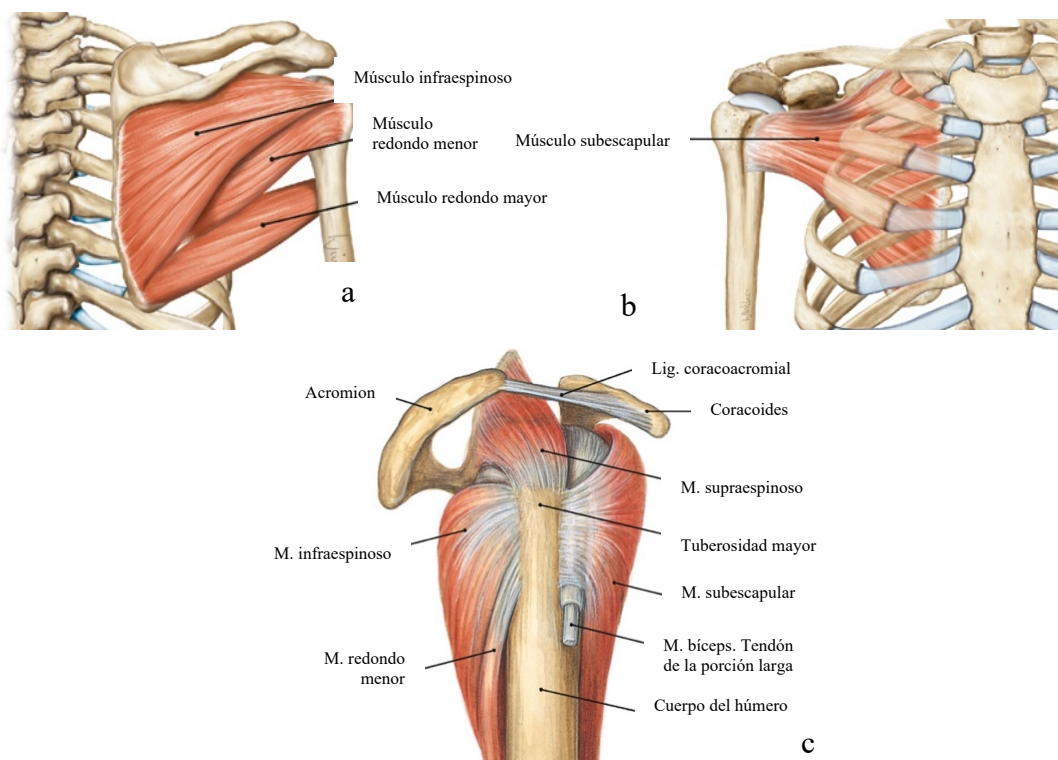


Fig. 2.21: Ilustraciones de los músculos que componen el manguito rotador: a: visión dorsal; b: visión ventral; c: visión lateral. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

**Músculo supraespinoso:** Se origina en la fosa supraespinosa escapular y se inserta en el troquíter. Comparte su inserción tendinosa con el infraespinoso en la parte posterior y con el ligamento coracohumeral en la cara anterior (figs. 2.21c) (Jobe, 2016). Está inervado por el nervio supraescapular (C4-C6) (Halder et al., 2000).

El supraespinoso forma parte del par de fuerzas que estabiliza la articulación glenohumeral por compresión e inicia la elevación. En caso de parálisis de este músculo, se requiere más fuerza deltoidea, pero el resto del manguito rotador puede suplir su función estabilizadora de la cabeza humeral para lograr un rango completo de movimiento (Perry, 1988).

**Músculo infraespinoso:** Es el segundo músculo más activo de manguito rotador (Perry, 1988). Se origina en la fosa infraespinosa de la escápula y se inserta en el troquíter, compartiendo inserción con el supraespinoso y redondo menor (figs. 2.21a y 2.21c). Está inervado por el nervio supraescapular (C4-C6).

Su función es estabilizar la articulación evitando el desplazamiento posterior y superior (Ovesen & Nielsen, 1985) y genera hasta el 60% de la fuerza de rotación externa (Jobe, 2016).

**Músculo redondo menor:** Tiene su origen en el borde lateral de la escápula y en la fascia del infraespinoso y se inserta en el troquíter, por debajo del infraespinoso (figs. 2.21a y 2.21c). Está inervado por la rama posterior del nervio axilar (C5-C6) (Halder et al., 2000).

El redondo menor actúa como estabilizador articular, resistiendo la traslación posterior y superior y, junto a las fibras posteriores del deltoides, es responsable de hasta un 45% de la fuerza de rotación externa (Colachis et al., 1969).

**Músculo subescapular:** Se origina en la fosa subescapular y se inserta en el troquíter. En su trayecto cruza el surco entre las tuberosidades mayor y menor y forma parte de la corredera bicipital (figs. 2.21b y 2.21c).

Su inervación depende del nervio subescapular (C5-C8) (Halder et al., 2000).

Es el único componente del manguito rotador que estabiliza la articulación frente a la traslación anterior e inferior y actúa como un fuerte rotador interno (Halder et al., 2000; Inman et al., 1996; Sharkey & Marder, 1995). Es considerado también un estabilizador

pasivo, debido a la densa estructura de colágeno de su tendón y su fusión con los ligamentos glenohumerales medio e inferior (Turkel et al., 1981; Urayama et al., 2001).

### **Musculo redondo mayor**

Se origina de la superficie posterior del ángulo inferior de la escápula y se inserta a través de un tendón en el margen medial del surco intertubercular (fig. 2.21a).

Actúa como rotador interno, aductor y extensor del húmero.

Está innervado por el nervio subescapular (C5-C7). (Halder et al., 2000).

### **Musculo coracobraquial**

Se origina, junto con la porción corta del bíceps, en la coracoides y se inserta en la superficie anteromedial de 1/3 medio humeral (fig. 2.22). Participa en la flexión y abducción glenohumeral.

Está innervado por el nervio musculocutáneo. (Halder et al., 2000)

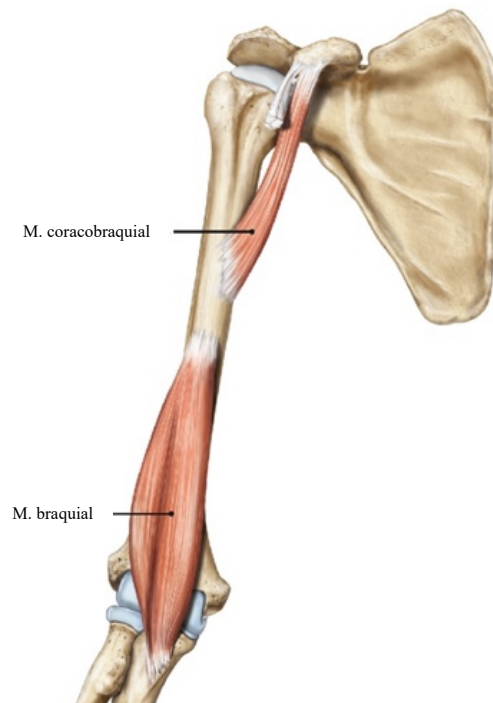


Fig. 2.22: Ilustración del músculo coracobraquial. Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*



### 2.1.3.3.3 MÚSCULOS POLIARTICULARES

Son músculos que actúan sobre la articulación glenohumeral y sobre otra, más frecuentemente la escapulotorácica.

#### **Pectoral mayor**

Se distinguen 3 porciones según su origen medial: la *clavicular*, que se origina en la porción anterior y medial de la clavícula; la *esternocostal*, que se inserta en el esternón y las costillas segunda a cuarta; y la *abdominal*, desde las costillas quinta y sexta y la fascia del músculo oblicuo externo. Las tres porciones tienen una inserción lateral común en el borde lateral del surco intertubercular (fig. 2.23 izquierda).

El pectoral mayor actúa como un potente aductor y rotador interno, y la porción clavicular participa en la flexión. Indirectamente desciende el ángulo lateral de la escápula.

Está inervado por los nervios pectoral medial y lateral (Halder et al., 2000).

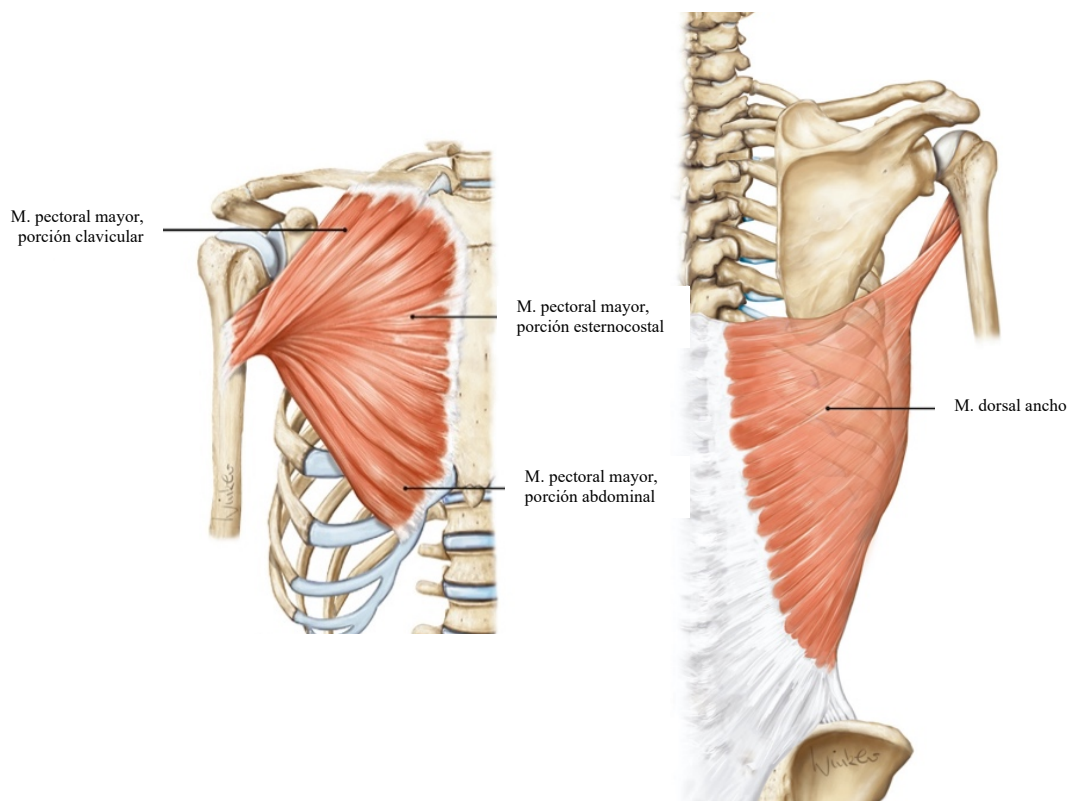


Fig. 2.23: Ilustraciones de los músculos pectoral mayor (izquierda) y dorsal ancho (derecha). Tomado de *Paulsen, Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*



### **Dorsal ancho**

Se origina desde las apófisis espinosas de T7-T12, de la fascia toracolumbar y de las costillas decima a duodécima (fig. 2.23 derecha). Existen variantes con una porción escapular, que se origina en el borde inferior de la escápula. Es el aductor más potente, así como rotador interno y extensor del hombro. Indirectamente, deprime y retrae el ángulo lateral de la escápula.

Su inervación depende del nervio toracodorsal (C7-C8) (Halder et al., 2000).

### **Bíceps braquial**

Se distinguen dos porciones: la *porción larga* se origina en el tubérculo supraglenoideo, tiene un trayecto intraarticular hasta su salida de la cápsula por el surco intertubercular; la *porción corta* se origina en la coracoides. Ambas porciones tienen una inserción común en la tuberosidad bicipital del radio lateralmente y en la fascia cubital del antebrazo medialmente (fig. 2.24 izquierda).

Aunque actúa como estabilizador de la cabeza humeral (Itoi et al., 1993; Itoi et al., 1994), su principal función se realiza sobre el codo, como flexor y supinador.

Está inervado por el nervio musculocutáneo (C5-C6) (Halder et al., 2000).

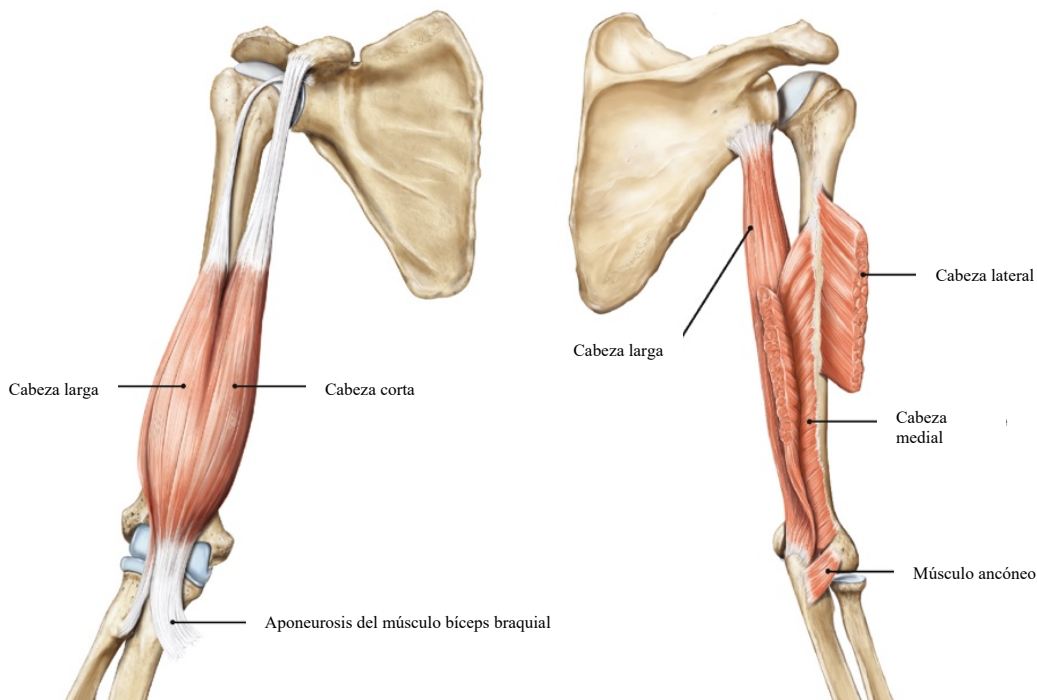


Fig. 2.24. Ilustraciones de bíceps braquial, visión ventral (izquierda) y de la cabeza larga del tríceps, visión dorsal (derecha). Tomado de Paulsen, *Friedrich Sobotta Atlas of Anatomy, Vol. 1, 16th ed., English/Latin. Munich: Elsevier; 2018.*

### **Tríceps braquial**

En el hombro sólo tiene implicación la cabeza larga del tríceps. Esta se origina en el tubérculo infraglenoideo y el labrum inferior y se inserta, junto con los otros dos vientres musculares en el olecranon (fig. 2.24 derecha).

Participa en la extensión glenohumeral, aunque la principal función de todo el músculo es la extensión de codo.

Está inervado por el nervio radial (Halder et al., 2000).

## 2.2 BIOMECANICA DEL HOMBRO

El arco completo de movilidad del hombro precisa del movimiento de la articulación glenohumeral y de todos los componentes de la articulación escapulotorácica, de forma simultánea (Inman et al., 1996).

La correcta función articular se basa en un estricto equilibrio entre la movilidad y la estabilidad.

### 2.2.1 MOVILIDAD

La movilidad del hombro es posible gracias a la conformación ósea de la articulación glenohumeral y a la cápsula glenohumeral voluminosa, que no restringe el movimiento salvo en los últimos grados.

La anatomía de la articulación glenohumeral permite movimientos relativamente libres de flexión-extensión, abducción-aducción y rotación externa e interna. Los principales músculos implicados en estos movimientos se indican a continuación en la Tabla 2.1.

Flexión	Pectoral mayor (porción clavicular) Deltoides (fibras anteriores)
Extensión	Dorsal ancho Deltoides (fibras posteriores)
Rotación interna	Pectoral mayor Dorsal ancho Redondo mayor Subescapular
Rotación externa	Infraespinoso Redondo menor Deltoides (fibras posteriores)
Abducción	Deltoides Supraespinoso
Aducción	Pectoral mayor Dorsal ancho Redondo mayor Subescapular

Tabla 2.1: Principales movilizadores de la articulación glenohumeral. Tomado y traducido de Goldstein B. *Shoulder anatomy and biomechanics. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2004;15(2):313-49*

La descripción de los movimientos del hombro generalmente está simplificada, ya que la articulación escapulotorácica se mueve en conjunto con la articulación glenohumeral; por ejemplo, cuando el brazo se flexiona se produce una protracción de la

escápula y, por el contrario, sucede una retracción en extensión. Esta contribución de la escapulotorácica adquiere su mayor importancia en la elevación activa del brazo por encima de la cabeza, tanto en flexión como en abducción. Sin ella, la flexión y abducción están limitadas a 90° aproximadamente (Goldstein, 2004).

La acción coordinada de las articulaciones glenohumeral y escapulotorácica se conoce como *ritmo escapulohumeral* (Halder et al., 2000). Por cada 15° de abducción del brazo, 10° ocurren en la articulación glenohumeral y los otros 5° son debidos a la rotación de la escápula sobre el tórax (Lucas, 1973) (fig. 2.25). Aunque la proporción no es constante en todo el rango de movimiento, el ratio global se mantiene alrededor de 2:1 en sujetos sanos (Halder et al., 2000).

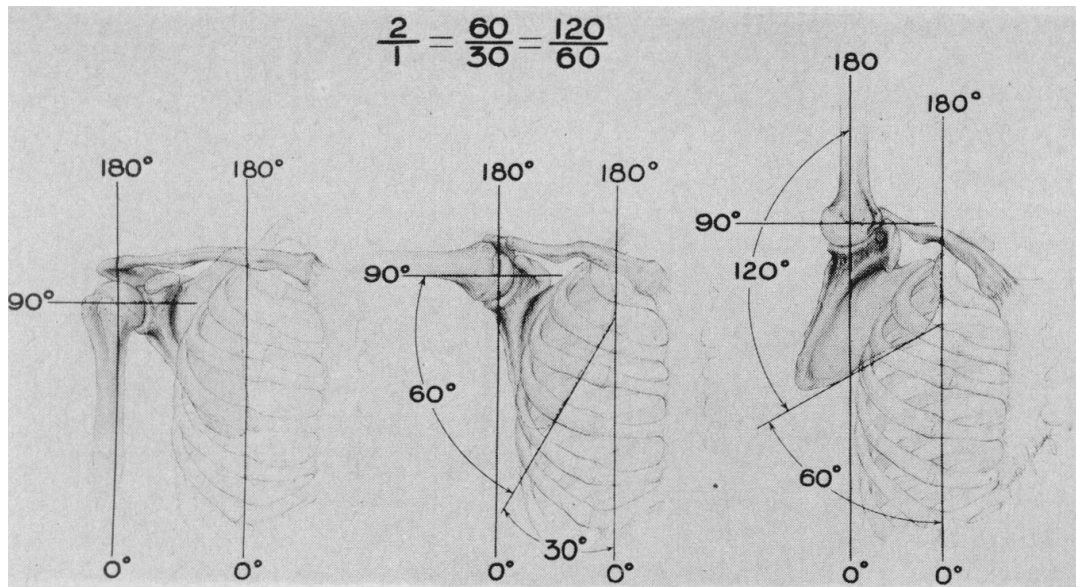


Fig 2.25: Ritmo escapulohumeral. Tomado de Lucas DB. *Biomechanics of the shoulder joint. Arch Surg. 1973;107(3):425-32*

Se describen tres fases en la abducción, que igualmente pueden distinguirse en la flexión.

En la primera fase, la abducción se lleva a cabo mediante la contracción del deltoides y del supraespinoso. A aproximadamente 90°, el movimiento se bloquea debido al contacto entre el troquíter y el acromion. La rotación externa del húmero en este momento permite llevar el troquíter a una posición más posterior, evitando el choque y permitiendo unos grados adicionales de movilidad. Esto explica por qué los individuos con contractura en rotación interna del húmero no pueden abducir por completo, pero pueden realizar flexión anterior (fig. 2.26).

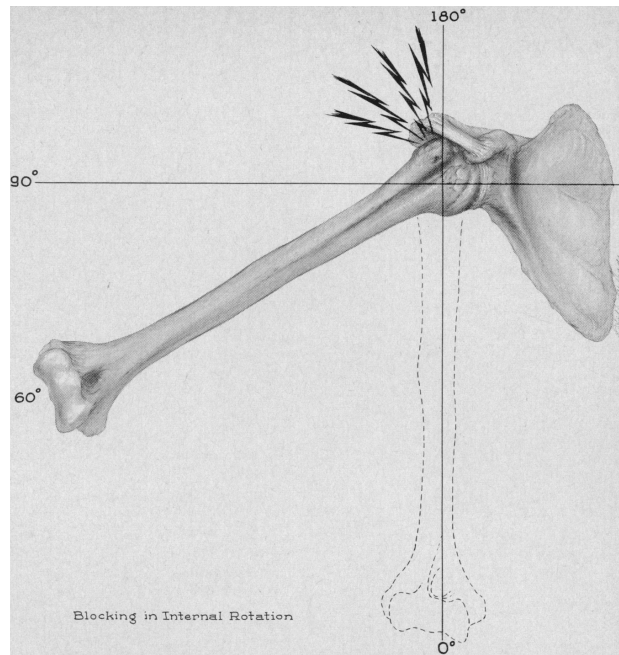


Fig. 2.26: Movilidad glenohumeral bloqueada en rotación interna. Tomado de Lucas DB. *Biomechanics of the shoulder joint. Arch Surg. 1973;107(3):425-32*

En la segunda fase, la rotación hacia arriba de la cavidad glenoidea permite otros 60° más de abducción (fig. 2.27). Esta rotación glenoidea se produce por un movimiento de rotación de toda la cintura escapulotorácica. Las fibras superiores y medias del trapecio y el serrato anterior rotan la escápula y la superficie glenoidea se orienta hacia arriba. Cuando la escápula rota, se produce movimiento en la acromioclavicular, hasta que los ligamentos se tensan y se genera un movimiento de rotación a lo largo de la clavícula.

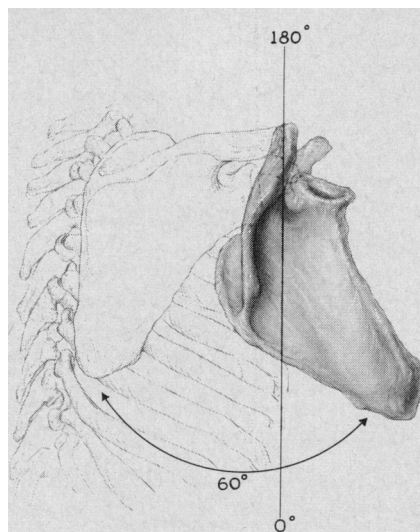


Fig. 2.27: Rotación lateral de la escápula. Tomado de Lucas DB. *Biomechanics of the shoulder joint. Arch Surg. 1973;107(3):425-32*

La tercera fase de la abducción implica una flexión lateral del tronco, que permiten los últimos grados de abducción para alcanzar la posición vertical del brazo.

Las tres fases no son estrictamente secuenciales, sino que se solapan. Cualquier evento o patología que interfiera con alguna de ellas, produce una pérdida de la abducción o la flexión (Goldstein, 2004). Sin embargo, como participan varias articulaciones en el movimiento del hombro, la pérdida selectiva de movilidad en una de ellas puede ser compensada, al menos de forma parcial, aumentando la movilidad en la otra y modificando el ritmo escapulohumeral. Así, en pacientes con rigidez glenohumeral por capsulitis adhesiva o artrosis glenohumeral, se produce un aumento de la rotación lateral de la escápula, para ayudar a la elevación del brazo (disminuye el ritmo escapulohumeral) (Fayad et al., 2008; Lin et al., 2006; Vermeulen et al., 2002).

### 2.2.2 ESTABILIDAD

La estabilidad del hombro se consigue mediante los elementos óseos, ligamentosos y musculares, que controlan el centro de rotación articular durante todo el rango de movimiento (Kibler, 1997). Estos estabilizadores actúan de forma coordinada, aunque su importancia varía según la amplitud del movimiento. Así, en desplazamientos articulares pequeños, son más importantes los estabilizadores dinámicos (músculos), mientras que los estabilizadores estáticos (cápsula articular y ligamentos) adquieren mayor importancia en desplazamientos grandes de la cabeza humeral, ya que en rangos intermedios se encuentran laxos y no contribuyen a la estabilidad (Malicky et al., 1996).

La coordinación entre estabilizadores estáticos y dinámicos se consigue a través de un arco reflejo denominado *propiocepción*. Existen mecanorreceptores propioceptivos en la cápsula articular, los ligamentos, los músculos y la piel, que suministran información al sistema nervioso periférico y central. Esta información se procesa y genera un comando motor de retroalimentación a los músculos, que permite mantener la estabilidad articular y producir el movimiento voluntario (Ager et al., 2017).

Para entender los mecanismos estabilizadores del hombro, los dividiremos según el rango de movilidad.

### a) Estabilidad en grados de movilidad máxima.

Se distinguen tres factores responsables de la estabilidad al final del movimiento del hombro: óseos, ligamentosos y musculares.

La **estabilidad ósea** es el factor menos importante, cuando está intacta. La superficie glenoidea es relativamente plana y abarca poca cabeza humeral, por lo que la estabilidad ósea es precaria. El labrum glenoideo es esencial para mejorar la congruencia.

Los **ligamentos y la cápsula articular** son cruciales en la estabilidad al final del movimiento. Están laxos en la mayor parte de las posiciones articulares para permitir una gran movilidad, hasta que se alcanzan los últimos grados. Entonces, se tensan y actúan a modo de riendas, evitando el desplazamiento de la cabeza humeral.

Finalmente, los **músculos y sus respectivos tendones** estabilizan la articulación, por un lado, porque alcanzan su límite elástico al final del movimiento, actuando también como riendas y, por otro lado, porque sus propiedades contráctiles añaden un elemento dinámico de estabilización. (Goldstein, 2004)

### b) Estabilidad en grados intermedios de movimiento.

Aunque hay varios elementos estabilizadores, como por ejemplo el volumen articular limitado y la adhesión-cohesión; los más importantes son los mecanismos dinámicos: el alineamiento glenohumeral y la coaptación de la articulación glenohumeral.

El **alineamiento glenohumeral** se refiere a la posición relativa de la escápula con el húmero y las fuerzas que se generan alrededor. Como el húmero y la escápula son móviles, la alineación óptima depende de una compleja interacción de *pares de fuerzas* (fuerzas musculares opuestas que trabajan al unísono para generar un determinado movimiento, a la vez que estabilizan la escápula).

Para mantener el equilibrio en la articulación glenohumeral en cualquier posición del brazo, se requieren un mínimo de tres fuerzas: la primera está representada por el peso de la extremidad, actuando sobre su centro de gravedad; la segunda es la musculatura abductora, representada predominantemente por el deltoides; y la tercera, la resultante de las fuerzas anteriores actuando a través del centro de rotación en dirección opuesta al deltoides. Esta última fuerza es el resultado de la presión y la fricción de la cabeza humeral contra la glena y la fuerza depresora de los músculos subescapular, infraespinoso y redondo menor (Inman et al., 1996).

Dependiendo de la posición de los extremos articulares en el espacio, las fuerzas generadas alrededor del hombro serán muy variables. Así, para una misma posición del húmero, la posición de la escápula en protracción o retracción puede cambiar la relación de la cabeza humeral respecto a la glenoides, haciendo necesaria más o menos fuerza muscular para mantener la estabilidad (fig. 2.28).

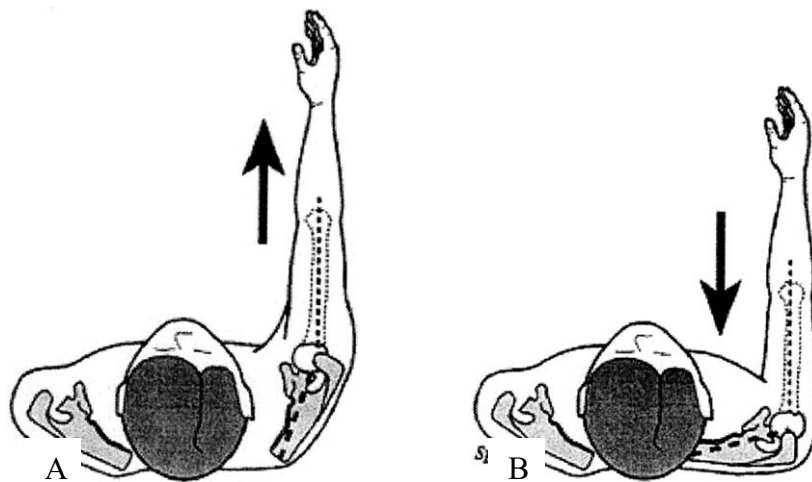


Fig. 2.28. A: Escápula en protracción, situándose en un plano más sagital; el húmero se alinea con el centro de la glenoides y la fuerza muscular requerida para mantener la estabilidad es pequeña. B: Escápula en retracción, situando la glena en posición lateral; el húmero pierde alineación con la glena, requiriendo más fuerza muscular para la estabilidad. Tomado de Goldstein B. *Shoulder anatomy and biomechanics. Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2004;15(2):313-49

La **coaptación de la articulación glenohumeral** mantiene la cabeza humeral comprimida contra la cavidad glenoidea en todas las posiciones del hombro. Esta compresión está generada por los músculos periarticulares, que actúan como estabilizadores dinámicos, relajándose para permitir el movimiento y contrayéndose para estabilizar la cabeza humeral en la glenoides. Los principales músculos responsables de la coaptación son los músculos del manguito rotador, asistidos por el tendón de la porción larga del bíceps. Otros músculos escapulotorácicos, como el dorsal ancho o el pectoral mayor, también pueden ayudar a mantener la cabeza humeral contra la fosa glenoidea, aunque principalmente son movilizadores primarios del húmero.

La coaptación es necesaria durante el reposo y el movimiento.

Durante el reposo, los músculos del manguito rotador y los músculos largos del brazo mantienen su tono activo y previenen la subluxación infraglenoidea de la cabeza humeral.



Durante los movimientos activos, los músculos periarticulares trabajan al unísono con los movilizadores primarios para mantener la coaptación. Así, en la abducción, el supraespinoso y el deltoides abducen el húmero, pero también ejercen una tracción hacia arriba de la cabeza humeral, que es neutralizada por la tracción inferior de los músculos redondo mayor y menor. Simultáneamente, el subescapular y el infraespinoso comprimen la cabeza contra la fosa glenoidea y previenen el desplazamiento superior. Por ello, lesiones extensas del manguito rotador que afecten al subescapular o infraespinoso generarán, además de debilidad, una migración de la cabeza humeral en sentido superior. (Goldstein, 2004)

## 2.3 EVALUACION DEL MOVIMIENTO DEL HOMBRO

### 2.3.1 TERMINOLOGÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS

#### Cinemática

La cinemática es el estudio del movimiento sin tener en cuenta las fuerzas que lo generan. Cuando nos referimos al cuerpo humano, la cinemática describe la movilidad de los segmentos óseos, la localización del segmento óseo en el espacio y la velocidad del segmento. Los tres tipos de movimiento que pueden estar presentes son: traslación (desplazamiento lineal), rotación (desplazamiento angular) y, la mayoría de las veces, una combinación de ambos. Mientras que la osteocinemática se focaliza en el movimiento de las diáfisis de los huesos, en la artrocinemática la atención se centra en el movimiento y la interacción de las superficies articulares (D. J. N. C. C. White, 2016).

Los movimientos articulares básicos se describen como deslizamiento, rodamiento y rotación (fig. 2.29)

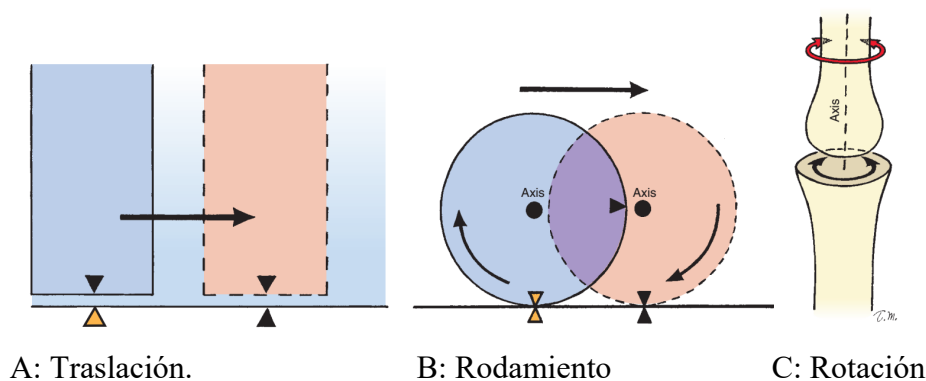


Fig. 2.29: Movimientos articulares básicos. Tomada de *White DJ, Norkin C: Chapter 1: Basic Concepts. In Measurement of Joint Motion: a Guide to Goniometry. Fifth ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2016.*

Los movimientos osteocinemáticos tienen lugar en uno de los tres planos cardinales del cuerpo (coronal, sagital y transversal) alrededor de los correspondientes ejes (medio-lateral, anteroposterior y vertical). (fig. 2.30)

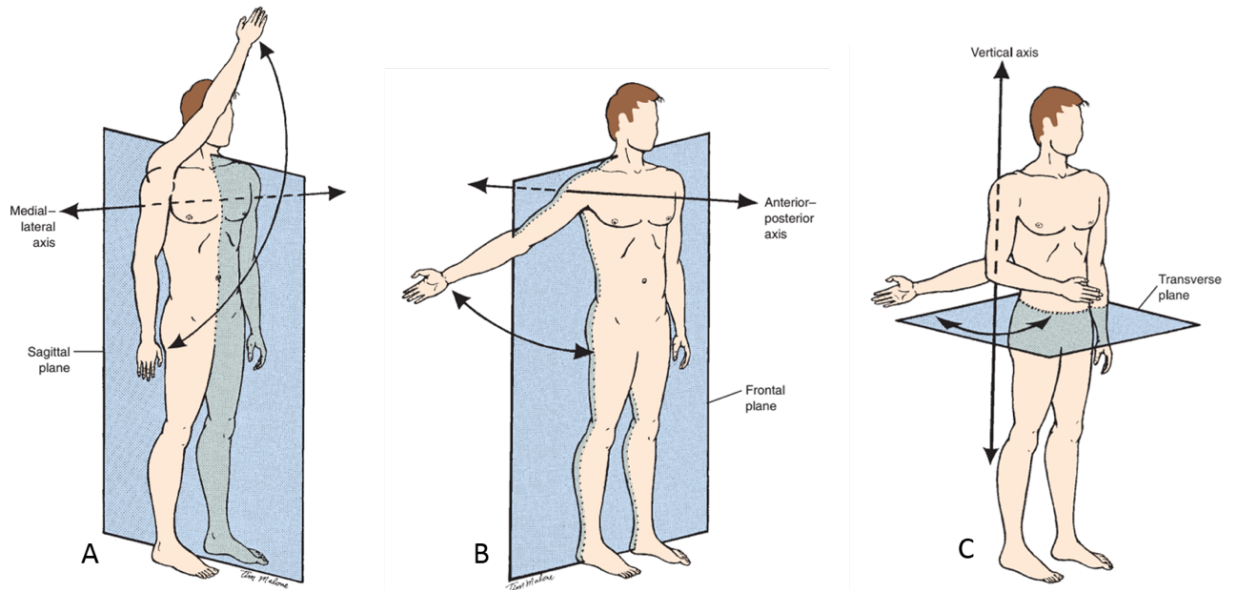


Fig. 2.30: A: Plano sagital y eje mediolateral en el que tienen lugar los movimientos de flexo-extensión. B: Plano coronal con el eje anteroposterior en el que se dan los movimientos de abducción y aducción. C: Plano transverso y eje vertical, en el que se dan los movimientos de rotación. Tomado de *White DJ, Norkin C: Chapter 1: Basic Concepts. In Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry. Fifth ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2016.*

### **Rango de movimiento (RM)**

La valoración del arco de movimiento es un apartado integral de la exploración física articular. Permite orientar el diagnóstico, medir mejoría o empeoramiento en la evolución y determinar las limitaciones funcionales.

Definimos el rango de movimiento (en inglés ROM “*range of movement*”) como el arco de movilidad en grados entre el inicio y el final del movimiento.

La posición de partida habitual es la “posición neutra o posición cero”, en la que el sujeto se coloca de pie, mirando al frente, los brazos a los lados del cuerpo, los pulgares dirigidos hacia delante y los miembros inferiores uno al lado del otro, con las rodillas extendidas y los ejes de los pies paralelos y separados a la altura de las caderas. Se diferencia de la posición anatómica en la posición de las manos, con pronosupinación neutra. (Taboadela, 2007; White & Norkin, 2016b) (fig. 2.31).

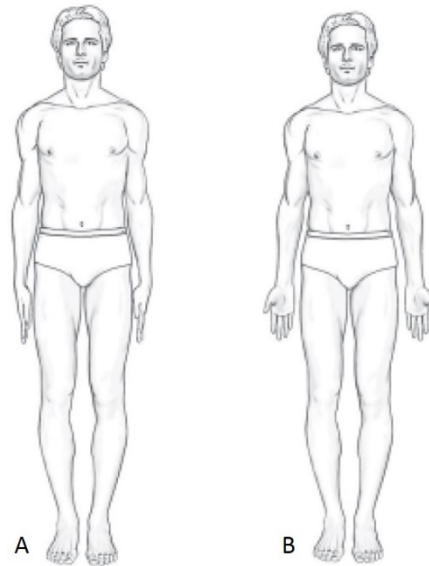


Fig. 2.31: A: Posición neutra. B: Posición anatómica. Tomada de *Taboadela, C. H: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

El sistema para medir y anotar más utilizado se denomina “sistema de 0 a 180 grados” o “sistema neutro-cero”: descrito por Silver en 1932 (Silver, 1923) y posteriormente defendido por otros autores y sociedades médicas. La posición neutra se considera que es 0°. Los movimientos prosiguen hasta los 180° (fig. 2.32).

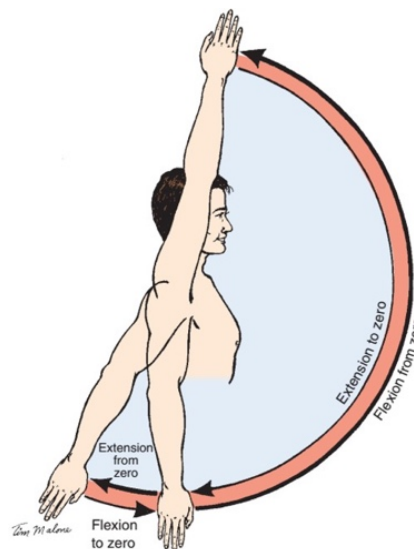


Fig. 2.32: “Método neutro-cero”: Flexión y extensión del hombro empezando en posición neutra (0°). La flexión avanza hacia delante a través de un arco de 0 a 180°. La extensión avanza hacia atrás en un arco de 0 a 180°. Tomado de *White DJ, Norkin C: Chapter 1: Basic Concepts. In Measurement of Joint Motion: a Guide to Goniometry. Fifth ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2016.*

Hay descritos otros dos sistemas de medición, de menor uso: “sistema 180 a 0 grados”, descrito por Clark en 1920, que define la posición neutra como 180° y el

movimiento progresa en un arco hasta 0° (Clark, 1920), y el “sistema 360 grados”, descrito por West en 1945 que también toma la posición neutra como 180°, progresando el movimiento hacia la flexión y abducción hasta los 0° y hacia la extensión y la aducción hasta 360° (West, 1945).

### **Clasificación del Rango de movimiento:**

El rango de movimiento puede clasificarse en activo, pasivo y activo asistido (Taboadela, 2007; White & Norkin, 2016a)

El **RM activo** es aquel que se produce por contracción muscular voluntaria, sin la asistencia externa. Informa sobre la capacidad volitiva, la función muscular, la coordinación y el movimiento articular.

El **RM activo asistido** es aquel que se produce por la contracción muscular individual ayudado por una fuerza externa (examinador, aparato mecánico, miembro sano, etc.). Se utiliza para valorar la incapacidad.

El **RM pasivo** es el que se produce por una fuerza externa al sujeto, habitualmente el examinador. El sujeto permanece relajado y juega un rol pasivo en el movimiento. Da información sobre la integridad de las superficies articulares, la elasticidad de la cápsula, los ligamentos, la fascial y la piel. En el RM pasivo tiene importancia no solo la cuantificación del movimiento sino también la sensación de tope final (“*end-feel*”), ya que las estructuras que limitan el movimiento articular tendrán una restricción más o menos elástica. La habilidad para detectar el tope final de cada movimiento requiere sensibilidad y práctica, y tanto más para diferenciar aquellas sensaciones normales de las patológicas. Por ello, la reproductibilidad de estas sensaciones es baja entre distintos examinadores (Hayes et al., 1994; Hayes & Petersen, 2001).

### **2.3.2 MEDICIÓN DE LA MOVILIDAD DEL HOMBRO**

La evaluación del arco de movimiento es una parte importante de la valoración clínica de los problemas del hombro tanto para el diagnóstico, para estimar la gravedad del cuadro y para monitorizar la evolución durante y al final del tratamiento.

La Sociedad Americana de Hombro y Codo acordó hace décadas, que los tres planos cardinales para la evaluación de la movilidad de hombro son: elevación en el plano

escapular, rotación externa con el codo pegado al cuerpo y la rotación interna usando los segmentos espinales como puntos de referencia. La abducción (elevación con el brazo en el plano coronal) no se considera un plano cardinal. En ciertas patologías como en la inestabilidad, los movimientos de rotación interna y externa se evalúan con el brazo en 90° de abducción. (Codsí M, 2017)

Para la mensuración del movimiento es necesario elegir un punto inicial para cada movimiento, considerado como punto 0, a partir del cual se mensura el arco generalmente en grados.

La misma Sociedad Americana de Hombro y codo acordó en la década de los 90 los movimientos mínimos a registrar en la exploración física del hombro. Estos son:

1. Elevación total (activa y pasiva): se produce en un plano intermedio entre los planos coronal y sagital. Da una medida más funcional que la flexión en el plano sagital o la abducción en el plano coronal
2. Rotación externa, con el brazo al lado del cuerpo (activa y pasiva)
3. Rotación externa con el brazo en 90° de abducción (activa y pasiva), siempre que el enfermo lo logre.
4. Rotación interna (activa y pasiva). (Richards et al., 1994)

Se trata de un protocolo estándar sencillo, que tiene el inconveniente de que mide la movilidad global del hombro y no la contribución de cada una de las articulaciones (glenohumeral, escapulotorácica, acromioclavicular y esternoclavicular) (Codsí M, 2017). Sin embargo, diferenciar y cuantificar la movilidad glenohumeral separadamente es importante para el diagnóstico y tratamiento de muchos problemas del hombro.

Por ello, Norkin, en su libro “Medición del movimiento articular: una guía para la goniometría” (“*Measurement of Joint Motion: a guide to goniometry*”) propone la utilización de dos métodos para la evaluación de la movilidad de hombro: el primero, para medir la movilidad activa y pasiva de todas las articulaciones del hombro (**movilidad global del hombro**), y que es útil para evaluar la funcionalidad; y el segundo para medir la **movilidad glenohumeral**, en el cual es necesario realizar movimientos de forma pasiva, con algún método para estabilización escapular (se evita la movilidad activa porque en ella es inevitable algún movimiento sincrónico de las otras articulaciones del hombro) (Norkin, 2016).

Existen muchos métodos de medida que se utilizan a nivel clínico y experimental para la movilidad global del hombro y menos para la movilidad glenohumeral. Para

analizar la utilidad de dichos métodos debemos basarnos en su validez y reproductibilidad y en su aplicabilidad clínica.

Entendemos por "validez" de un instrumento de medida, la capacidad para cuantificar adecuadamente aquello que se desea medir; en nuestro caso, el arco de movimiento articular. Por otro lado, la "reproductibilidad" hace referencia a la capacidad de repetir los resultados de las mediciones en diferentes sesiones de medida por el mismo examinador (reproductibilidad intraobservador) o por diferentes examinadores (reproductibilidad interobservador).

Para que sean clínicamente significativas, los estudios de fiabilidad de la medida del arco de movilidad deben incluir la combinación de coeficientes de correlación intraclass (ICC) e intervalos de confianza. Los ICC pueden variar de 0 a 1. Los valores de ICC por debajo de 0,5 se consideran pobres; entre 0,50 y 0,75 indican una fiabilidad moderada; entre 0,75 y 0,9 indican buena fiabilidad y aquellos por encima de 0,90 indican fiabilidad excelente (Koo & Li, 2016). El intervalo de confianza describe la variabilidad que puede haber entre una medida y la real de la población; por consenso, se ha establecido en el 95%. Un IC 95% nos indica, con una probabilidad del 95%, los valores entre los que oscilaría un valor en el total de la población.

La validez y reproductibilidad de los diferentes métodos de medida en el hombro ha sido estudiada en numerosos trabajos de investigación. Desgraciadamente, los resultados de estos estudios sugieren que ningún método de medición tiene una fiabilidad suficiente para ser acreditado como método clínico de elección para evaluar el arco de movimiento del hombro.

A continuación, haremos un resumen de los métodos de medida publicados hasta la fecha.

#### 2.3.2.1 ESTIMACIÓN VISUAL

Se trata de estimar el arco de movilidad sin la utilización de ningún aparataje adicional. Es el método más sencillo y rápido.

En una revisión sistemática de la literatura, se demuestra que su reproductibilidad es buena (ICC>0,75) para todos los movimientos excepto para la rotación interna (ICC 0,26), siendo máxima para la abducción (ICC 0,96) (van de Pol et al., 2010).

Se considera un método útil en la valoración de la disquinesia escapular, usada como variable dicotómica (normal, alterada) (Larsen et al., 2014).

Sin embargo, está demostrado que la fiabilidad es mayor cuando se utiliza algún método externo para la medición, como goniómetro o inclinómetro.

### 2.3.2.2 GONIOMETRÍA

#### 2.3.2.2.1 GONIÓMETRO UNIVERSAL

Es el instrumento más usado para medir la movilidad en la práctica clínica. Es económico, portátil y fácil de usar. Puede estar fabricado en plástico o metal. Consta de un cuerpo, que es un transportador con escala de 180° o 360° con un punto central llamado eje, y dos brazos, uno fijo que está unido al cuerpo y otro móvil que gira alrededor del eje y señala la medición en grados sobre la escala del transportador (fig. 2.33). Los hay de distintos tamaños según el tamaño de la articulación a medir.

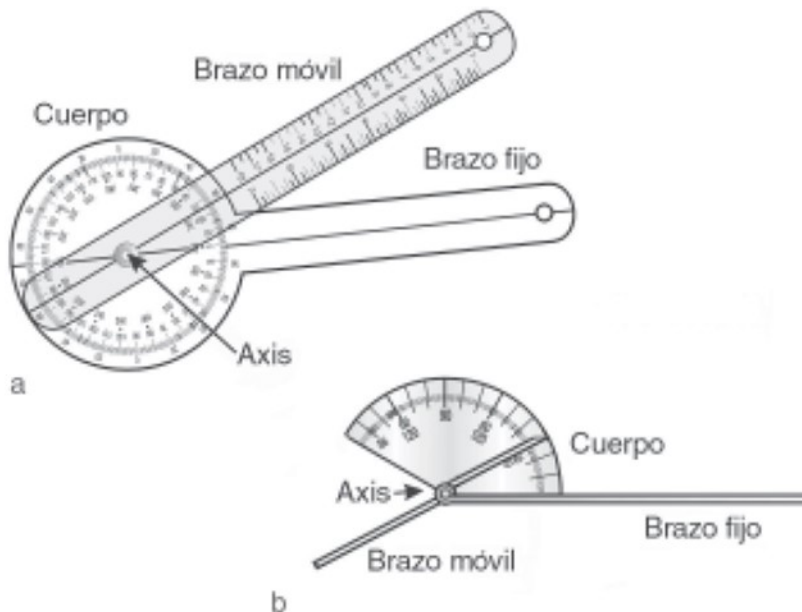


Fig. 2.33: a: Goniómetro universal para grandes articulaciones con un transportador de 360° como cuerpo con divisiones cada 1°; b: Goniómetro para dedos con un cuerpo de 5/6 de semicírculo con escala desde 30 a 180° y divisiones cada 5°. Tomado de *Taboadela, C. H: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

La posición 0 del goniómetro se logra cuando ambas ramas están superpuestas (posición 0°) o cuando están totalmente extendidas (posición 180°) y es la posición de partida para la medición (fig. 2.34).



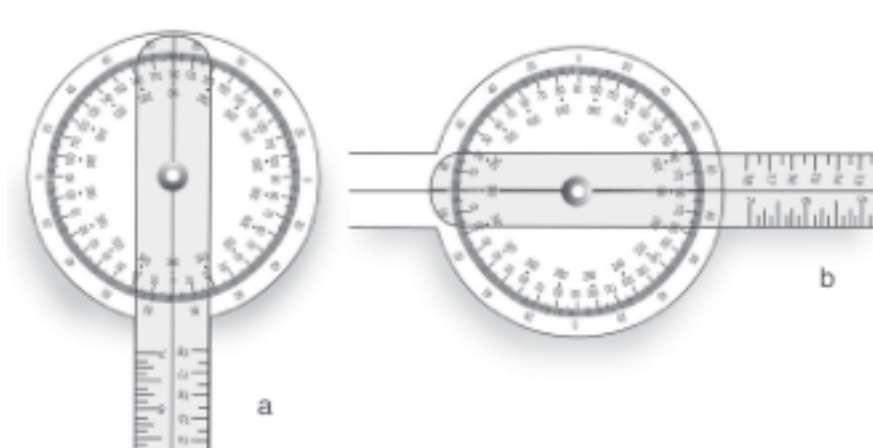


Fig. 2.34: Goniómetro en posición 0. a: con ambos brazos superpuestos (posición 0°); b: con ambos brazos extendidos (posición 180°). Tomado de *Taboadela, C. H: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

El eje de giro del goniómetro se coloca sobre un punto de referencia óseo y se hace coincidir con el eje del movimiento; los brazos se alinean longitudinalmente con los huesos proximales y distales de la articulación a medir. Uno de los brazos se considera fijo y queda estático durante el arco de movilidad, mientras que el que otro es móvil. El resultado de la medida se lee directamente en la escala del transportador (Taboadela, 2007).

En el hombro, la técnica para la medición goniométrica del rango de movimiento se describe en decúbito (Taboadela, 2007; White & Norkin, 2016b). Los puntos de referencia óseos usados para la alineación del goniómetro son el acromion, el troquíter y los epicóndilos (medial y lateral). (fig. 2.35)

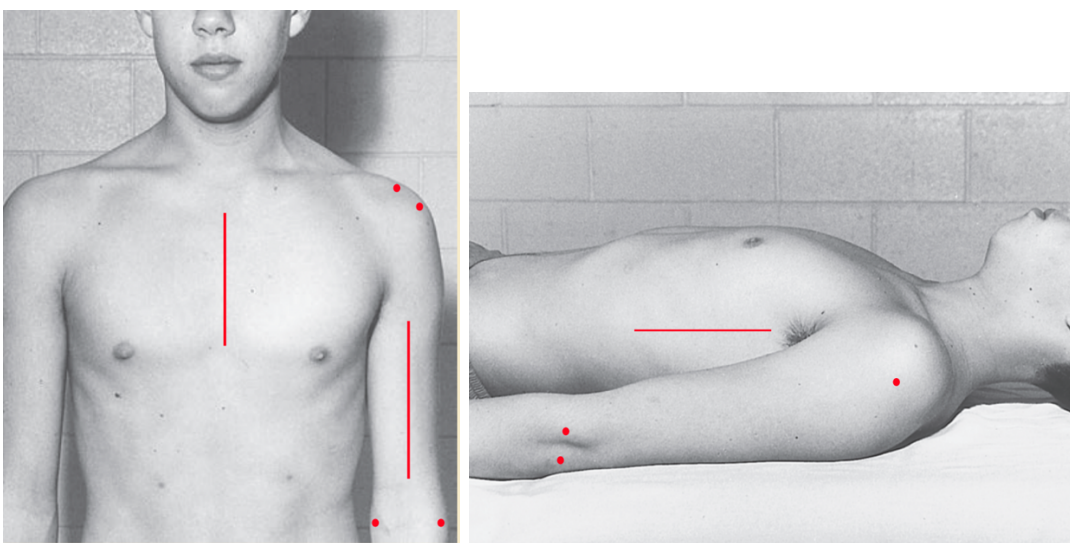


Fig. 2.35: Visión anterior (izquierda) y lateral (derecha) de los puntos de referencia óseos para la goniometría del hombro. Tomado de *Norkin C; White J. Measurement of Joint Motion. A Guide to Goniometri. FA David Company*

Norkin y White, en su libro sobre medición del movimiento articular: una guía para la goniometría (Norkin & White, 2016) sugieren dos sistemas de medida: uno para el movimiento activo o pasivo de todas las articulaciones incluidas en el complejo del hombro (movilidad global) y otro para la movilidad glenohumeral aislada.

Se detalla a continuación la metodología para medir la **movilidad global del hombro**:

- Flexión/extensión: El sujeto se coloca en decúbito (supino para la flexión y prono para la extensión) con el brazo pegado al cuerpo. El goniómetro parte de la posición de 0°. El eje de giro se sitúa sobre el troquíter, el brazo fijo se alinea con la línea medioaxilar y el brazo móvil con el eje longitudinal del húmero (fig. 2.36).

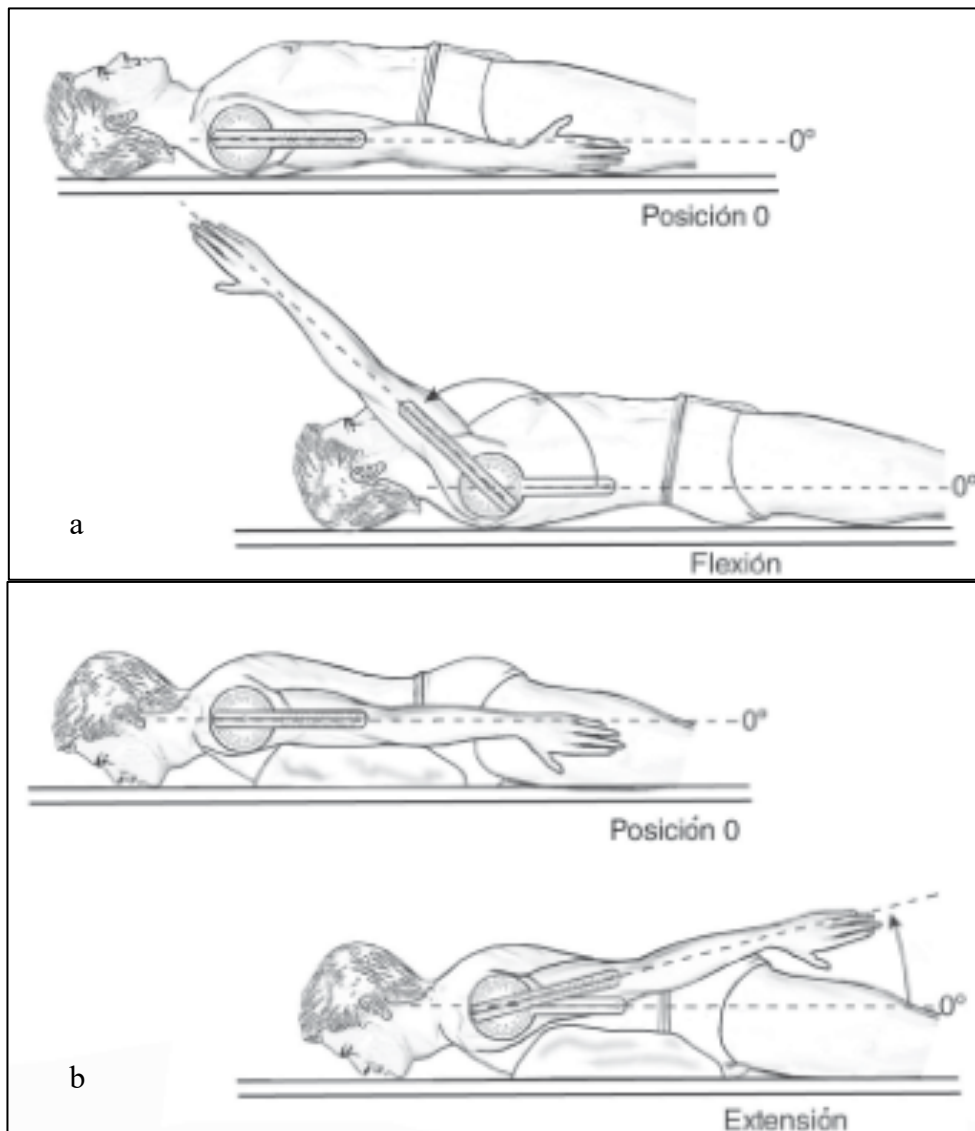


Fig. 2.36: Medida goniométrica de la flexión global (a) y de la extensión global (b). Tomado de *Taboadela, C. H: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

- Abducción/aducción: El sujeto está en decúbito supino. El goniómetro parte de la posición de  $0^\circ$ . El eje de giro se coloca en la porción anterior del acromion. El brazo fijo se sitúa en la línea medioaxilar paralelo al esternón y el brazo móvil se alinea con el eje del húmero. Para la aducción el miembro superior se acerca a la línea media por delante del tórax (fig. 2.37).

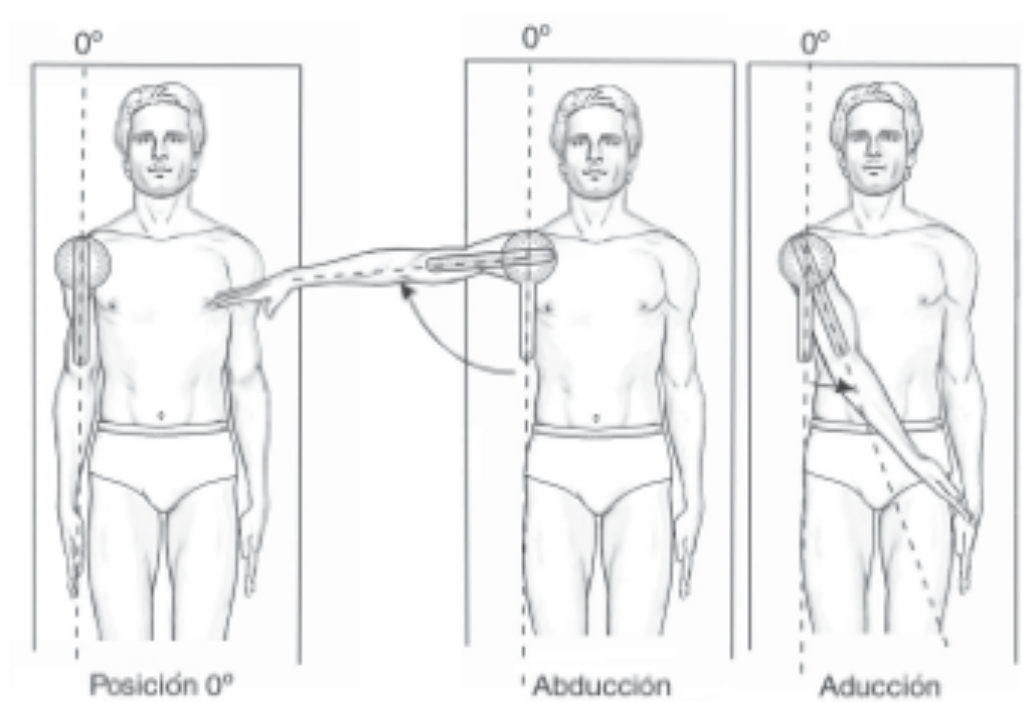


Fig. 2.37: Medida goniométrica de la abducción/aducción. Tomado de *Taboada, C. H.: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

- Rotaciones externa/interna: El sujeto se coloca en decúbito supino con el hombro abducido  $90^\circ$  y la mano señalando al techo. El centro de rotación del goniómetro se coloca sobre el epicóndilo lateral, el brazo fijo se alinea perpendicular al suelo y el brazo móvil se alinea con el eje del cúbito. Se parte de la posición  $0^\circ$  del goniómetro (fig. 2.38)

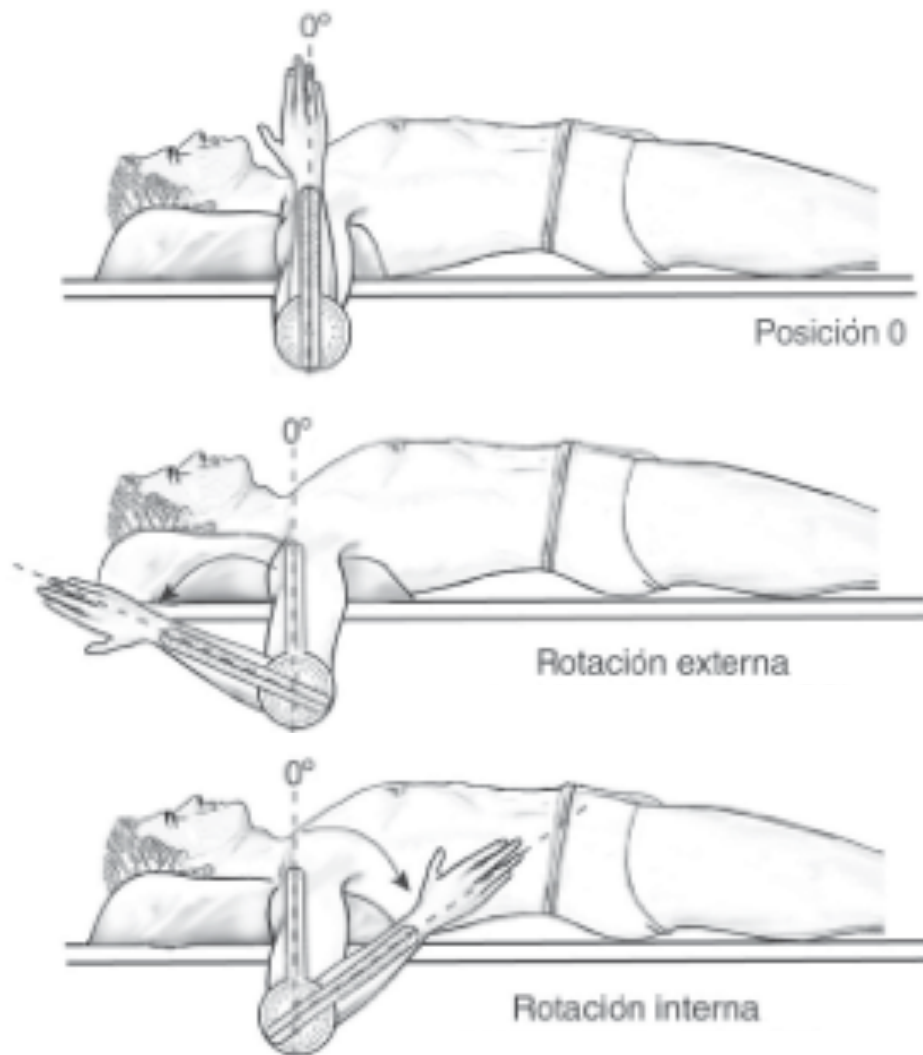


Fig. 2.38: Medida goniométrica de la rotación externa/interna. Tomado de *Taboadela, C. H: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

Para la medida de la **movilidad glenohumeral** se utilizan los mismos puntos de referencia y el mismo posicionamiento del sujeto y del goniómetro, pero se requiere un método de estabilización escapular. Además, el arco de movimiento tiene que ser pasivo, ya que en el movimiento activo es inevitable alguna intervención de la escápula. Es importante la sensación del final del movimiento (“*end feel*”), que es una percepción de tope cuando termina la movilidad glenohumeral y comienza la intervención escapular (White & Norkin, 2016a).

Hay descritos varios métodos de estabilización escapular: algunos autores usan únicamente el peso del cuerpo en supino que presiona la escápula contra la camilla (White & Norkin, 2016b) (fig. 2.39), otros añaden una fuerza manual anteroposterior contra la coracoides y la clavícula del sujeto (Boon & Smith, 2000) (fig. 2.40) y otros usan algún tipo de sujeción manual de la escápula, bien en el cuerpo de la escápula para medir la

abducción glenohumeral y la flexión (Wilk et al., 2015) (fig. 2.41) o bien sujetando la coracoides y la espina de la escápula para medir las rotaciones (agarre en forma de “C”) (Wilk et al., 2009) (fig. 2.42). En todos estos métodos se precisan dos examinadores: uno estabiliza la escápula y hace el movimiento pasivo y el otro realiza las mediciones goniométricas.

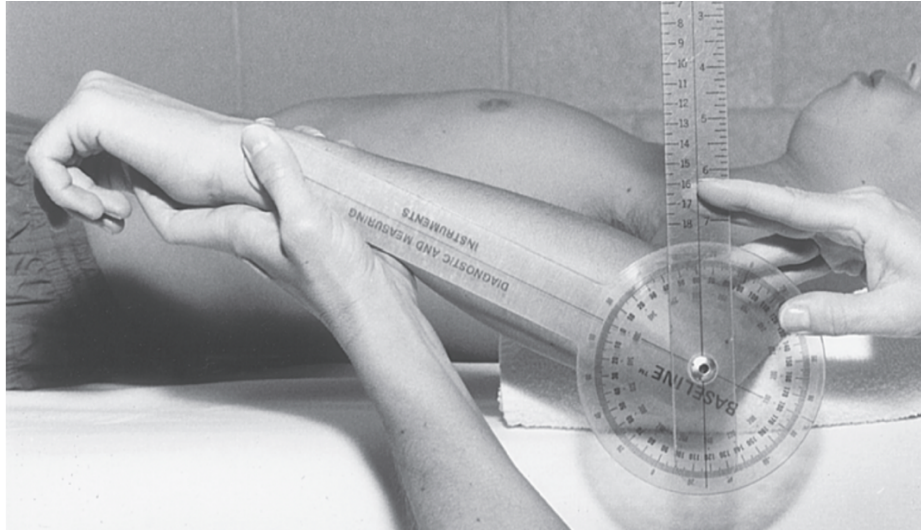


Fig. 2.39: Estabilización de la escápula mediante el peso del cuerpo contra la camilla para medir la rotación interna glenohumeral. El movimiento acaba cuando se percibe la sensación final del movimiento (“end feel”). Tomado de Norkin C; White J. *Measurement of Joint Motion. A Guide to Goniometri*. FA David Company



Fig. 2.40: Estabilización escapular mediante fuerza anteroposterior contra la coracoides y clavícula para medir las rotaciones glenohumerales. De Boon, A. J., & Smith, J. (2000). *Manual scapular stabilization: its effect on shoulder rotational range of motion*. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(7), 978-983.





Fig. 2.41: Estabilización mediante agarre manual de la escápula para medir la flexión glenohumeral. Tomado de *Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Aune, K. T., Porterfield, R. A., Harker, P., Andrews, J. R. (2015). Deficits in Glenohumeral Passive Range of Motion Increase Risk of Shoulder Injury in Professional Baseball Pitchers: A Prospective Study. Am J Sports Med, 43(10), 2379-2385.*



Fig. 2.42: Estabilización mediante sujeción manual de la coracoides y de la espina de la escápula, para medir las rotaciones glenohumerales. Tomado de *Wilk, K. E., Reinold, M. M., Macrina, L. C., Porterfield, R., Devine, K. M., Suarez, K., & Andrews, J. R. (2009). Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. Sports Health*

La mayor parte de las publicaciones sobre la movilidad del hombro se centran en medir el rango global (Boone & Azen, 1979; Greene & Wolf, 1989; Gunal et al., 1996; Hayes et al., 2001; Riddle et al., 1987). Respecto a la movilidad glenohumeral, únicamente las rotaciones han suscitado interés, debido a la pérdida progresiva de rotación interna (GIRD: *glenohumeral internal rotation déficit*) que se produce en ciertos deportes en los que el hombro y la extremidad superior se someten a movimientos repetidos por encima de la cabeza (deportes de lanzamiento o la natación). (Brumitt et al., 2008; Ellenbecker et al., 1996; Mihata et al., 2016; Torres & Gomes, 2009; Wilk et al., 2015).

La reproductibilidad intra e interobservador de la goniometría en los movimientos del hombro ha sido estudiada por muchos investigadores. En general puede decirse que la reproductibilidad intraobservador es mejor que la interobservador en todas las medidas y que aquellos examinadores con más experiencia tienen mediciones más reproducibles que los más novatos (White & Norkin, 2016b).

En las investigaciones en población sana sobre movilidad activa, se obtuvieron valores buenos de reproductibilidad intraobservador en todos los movimientos explorados (flexión, abducción, rotación externa y rotación interna) con ICC >0,90 (Boone et al., 1978; Bovens et al., 1990; Greene & Wolf, 1989; Kolber & Hanney, 2012; Sabari et al., 1998). Sin embargo, estos valores cambian cuando se evalúa la movilidad pasiva, con resultados concordantes en la flexión y abducción (ICC 0,94-0,98), pero dispares en la rotación externa (ICC 0,79-0,96) y, sobre todo, en la rotación interna (ICC 0,23-0,97). (Boon & Smith, 2000; Macedo & Magee, 2009). Cuando se utiliza algún método de estabilización escapular, mejora la reproductibilidad para la rotación interna pasiva (rotación interna glenohumeral), con ICC 0,60-0,97. La medida de la rotación externa glenohumeral tiene una reproductibilidad moderada (ICC 0,58-0,84).

La reproductibilidad interobservador, ha sido estudiada para movimientos de rotación, presentando valores inferiores que intraobservador. En concreto, la medida de la rotación externa activa tiene moderada-buena concordancia (ICC=0,63-0,93), lo mismo que la rotación externa pasiva global del hombro (ICC 0,84), y la glenohumeral (ICC 0,78), pero la medición de la rotación interna pasiva no es reproducible ni a nivel global (ICC 0,13) ni glenohumeral (ICC 0,38) (Boon & Smith, 2000; Boone et al., 1978; Bovens et al., 1990).

Cuando se evalúa la movilidad en personas con patología de hombro, la reproductibilidad intraobservador es mejor cuando se mide la movilidad pasiva, siendo excelente en la flexión, abducción y rotación interna (ICC 0,94-0,98), empeorando ligeramente en la rotación externa (0,89-0,94) (MacDermid et al., 1999; Riddle et al., 1987). Sin embargo, la reproductibilidad es heterogénea para la movilidad activa en el lado afecto en los diferentes estudios, con coeficientes (ICC) que varían desde 0,53 a 0,99 para la flexión, abducción y rotación externa e ICC 0,91-0,98 para la rotación interna (Hayes et al., 2001; Mullaney et al., 2010; Shin et al., 2012). La reproductibilidad interobservador es menor, encontrando también resultados variables según las series, pero en todas, es la rotación interna la que tiene peores resultados de reproductibilidad; así, para la flexión el ICC interobservador varía entre 0,69-0,93, para la abducción, está entre 0,69-0,89; para la rotación externa, oscila entre 0,64-0,95; y para la rotación interna, entre 0,67-0,87. (Hayes et al., 2001; Mullaney et al., 2010; Shin et al., 2012). No hemos encontrado datos de reproductibilidad de la medición goniométrica de la movilidad glenohumeral en hombros afectados de patología.

#### 2.3.2.2.2 INCLINÓMETRO

También llamado “goniómetro gravedad dependiente”, es un goniómetro que utiliza la fuerza de gravedad como punto de referencia para su calibración. El inclinómetro se ancla o se sujeta en el segmento distal de la articulación a medir, y se mide el ángulo entre el eje longitudinal del segmento distal y la línea de la gravedad. Pueden ser de fluido o de péndulo:

**-De fluido:** Posee un cuerpo formado por un transportador de 360° y una columna semicircular de líquido coloreado que contiene una burbuja de aire. El movimiento producido se lee en el cuadrante izquierdo en el punto en que la línea de la gravedad cruza la escala del transportador (fig. 2.43).

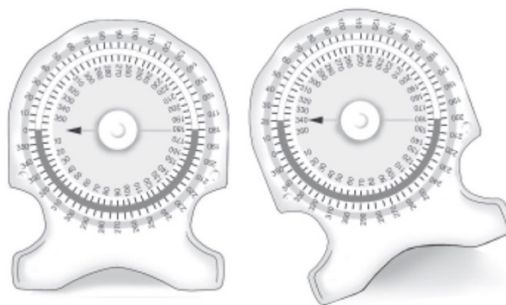


Fig. 2.43: Inclinómetro de fluido: Tomado de *Taboada, C. H: Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*



**-De péndulo:** Presenta un cuerpo que es un transportador que gira sobre su eje y una aguja que actúa como plomada desde el centro del cuerpo. Con el movimiento la aguja permanece vertical por acción de la gravedad mientras que el cuerpo gira alrededor de ella (fig. 2.44)



Fig. 2.44: Inclinómetro de péndulo: Tomado de *Taboadela, C. H: Goniometria: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.; 2007.*

Tienen la ventaja de que no precisan la alineación sobre dos segmentos óseos ni buscar el centro de rotación como el goniómetro, pero deben colocarse sobre puntos de referencia específicos para que la medición sea fiable.

Sus mediciones no son intercambiables con las goniométricas (Petherick et al., 1988; Rheault et al., 1988; Roach et al., 2013; Rome & Cowieson, 1996)

**-Inclinómetro digital:** En la actualidad, podemos encontrar inclinómetros que usan tecnología digital para las mediciones (fig. 2.45).



Fig. 2.45: Inclinómetro digital (Digital Protractor Pro 3600, Mitotoyo America, Aurora, IL, USA) Tomado de *Roach S, San Juan JG, Suprak DN, Lyda M. Concurrent validity of digital inclinometer and universal goniometer in assessing passive hip mobility in healthy subjects. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(5):680-8.*

La validez y reproductibilidad de los inclinómetros está menos estudiada. Cuando se trata de sujetos sanos, existe una buena reproductibilidad intraobservador para todos los movimientos activos (flexión, abducción y rotaciones externa e interna), siempre que las mediciones se ajusten a un protocolo de medida preestablecido y sean realizadas por examinadores con experiencia en el uso de inclinómetros, alcanzando ICC mayores de 0,95. (Kolber & Hanney, 2012; Kolber et al., 2009). La medición de las rotaciones externa e interna pasivas con inclinómetros en voluntarios sanos también tiene buena reproductibilidad intraobservador (ICC 0,89-0,99) (Cools et al., 2014).

Cuando las mediciones se hacen en pacientes con patología de hombro, presentan buena reproductibilidad intraobservador para las medidas de flexión, abducción y rotaciones (ICC 0,75-0,93), disminuyendo para las medidas de flexión y abducción glenohumeral (ICC 0,62-0,65). En estos casos, la reproductibilidad interobservador disminuye en todas las medidas, siendo buena para la abducción y rotación externa (ICC 0,83-0,90) (de Winter et al., 2004) y pobre para la en rotación interna (ICC 0,47) (Green et al., 1998). Sin embargo, la concordancia en las mediciones de abducción y rotación externa (variaciones menores de 10°) entre diferentes observadores es sólo del 70%.

#### 2.3.2.2.3 APLICACIONES GONIOMÉTRICAS EN TELÉFONOS INTELIGENTES

Los teléfonos inteligentes, a través de aplicaciones de software apropiadas pueden ser convertidos en goniómetros o inclinómetros digitales, usando sus sistemas integrados sensibles a la inclinación, lo que los hace teóricamente muy útiles en la práctica clínica habitual (fig. 2.46).



Fig. 2.46: Aplicación inclinómetro en un teléfono inteligente que es fijado a la muñeca mediante una banda. Tomado de Shin SH, Ro du H, Lee OS, Oh JH, Kim SH. *Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone. Man Ther.* 2012;17(4):298–304.

Wellmon et al. demostraron experimentalmente la validez y reproductibilidad de 2 aplicaciones móviles (*Goniometer Records* y *Goniometer Pro*) y su concordancia en las mediciones con el goniómetro universal y el inclinómetro para ángulos agudos, rectos y obtusos. Encontraron una reproductibilidad excelente (ICC 0,99) intraobservador e interobservador y una concordancia en las mediciones de entre 1° y 2° cuando se utilizaba el mismo modelo de teléfono, aunque existían variaciones de hasta 10° para las mediciones de ángulos obtusos cuando eran medidos con la misma aplicación instalada en diferentes modelos de teléfono. Se concluye que las aplicaciones goniométricas de teléfonos inteligentes podrían sustituir al goniómetro estándar o al inclinómetro en la práctica clínica (Wellmon et al., 2016). Una revisión sistemática de la literatura reciente, concluye que las aplicaciones de goniometría o inclinometría, independientemente del sistema telefónico usado (iPhone o Android), son válidas como instrumentos de medida, pudiendo sustituir a los goniómetros universales o inclinómetros, con una buena reproductibilidad intraobservador (ICC 0,88) e interobservador (ICC 0,85) (Bruyneel, 2020).

Cuando son usados en pacientes con patología de hombro, las aplicaciones móviles con inclinómetros presentan una reproductibilidad intraobservador excelente (ICC >0,90) para la valoración global del hombro activa y pasiva. La reproductibilidad interobservador es buena (ICC 0,70-0,90), salvo para la rotación interna a 90° de abducción, donde se obtienen valores aceptables (ICC 0,63-0,68) (Shin et al., 2012). Las comparaciones de las aplicaciones móviles con el goniómetro convencional presentan muy buena concordancia para todos los movimientos, aunque la variabilidad es ligeramente mayor para los movimientos de flexión (Mejia-Hernandez et al., 2018).

### 2.3.2.3 METODOS CON IMÁGENES DE RADIODIAGNÓSTICO

Se trata de métodos que incorporan las diferentes modalidades clínicas de la radiología para medir la posición de los huesos entre sí o la posición de los marcadores implantados, ya sea en imágenes estáticas o dinámicas.

### 2.3.2.3.1 *RADIOLOGÍA SIMPLE*

El análisis uniplanar de las articulaciones es una herramienta común en la práctica clínica para evaluar la patología y medir tanto rotaciones como traslaciones, aunque rara vez sirven para un análisis cinemático completo.

La primera descripción de la radiología para el análisis del movimiento del hombro se lo debemos a Inman en 1944, que demostró que todas las articulaciones de la cintura escapulohumeral se mueven simultáneamente (Inman et al., 1996). Posteriormente otros autores estudiaron la movilidad del hombro utilizando el plano escapular como referencia, con resultados muy dispares. (Freedman & Munro, 1966; Michiels & Grevenstein, 1995; Poppen & Walker, 1976).

El inconveniente de la radiología simple es que solo permite una visión uniplanar, mientras que la movilidad de hombro es tridimensional. De Groot demostró inexactitud en las mediciones basadas en la radiología, debido a la variabilidad incontrolada de la orientación escapular respecto a la pantalla y a los problemas de reconocimiento de puntos de referencia en las imágenes de rayos x, por lo que lo invalida para la comparación de medidas entre individuos. Solo serían útiles para comparar los datos de un mismo sujeto, y su variación, por ejemplo, tras un tratamiento. Esto sería válido siempre que la posición del sujeto con respecto a la cámara fuera igual. En este sentido, la mejor orientación del plano de proyección sería el plano frontal en lugar del llamado plano escapular. Sin embargo, las interpretaciones de los resultados dependen completamente del observador (de Groot, 1999).

### 2.3.2.3.2 *VIDEOFLUOROSCOPIA*

En la década de los 90, surgió un especial interés por la videofluoroscopia, que teóricamente permitía una evaluación dinámica los movimientos del hombro con una menor exposición a la radiación. Aunque se publicaron estudios con su aplicación en ámbito experimental para la valoración de la cinemática escapulohumeral (Mandalidis et al., 1999; Sugamoto et al., 2002; Talkhani & Kelly, 1997), su uso quedó limitado por sus inconvenientes: no valoraba el movimiento desde el punto de vista tridimensional, la dosis de radiación, aunque menor que la radiología planar secuencial, seguía siendo significativa y presentaba un error comparable a la radiología simple convencional o incluso mayor, debido a su naturaleza dinámica (Hill et al., 2007).

Algunos autores trataron de mejorar los inconvenientes mediante la inserción de pequeñas esferas de tantalio percutáneas en referencias óseas preestablecidas, que podían analizarse como opacidades circunscritas en la imagen radiológica con un error mínimo y añadiendo un análisis estereofotogramétrico, obteniendo imágenes (4 por segundo) mientras los sujetos hacían movimientos espirales de hombro (Hogfors et al., 1991). De este modo conseguían disminuir la dosis de radiación y valoraban el movimiento de forma multiplanar. Pero la precisión en la medición angular fue baja, lo que supuso una importante limitación del método propuesto.

#### 2.3.2.3.3 *TOMOGRAFIA COMPUTERIZADA (TC) Y RESONANCIA MAGNÉTICA (RMN).*

Ambas técnicas son de uso común en la práctica médica y permiten reconstruir imágenes tridimensionales; estas son más precisas que la radiología simple para medir algunos parámetros de interés, como la posición escapular y el ángulo crítico del hombro (Kim DS, 2017; Park et al., 2013). Sin embargo, solo proporcionan datos estáticos, y es difícil capturar imágenes en posiciones distintas a la posición neutra, debido a estructura cerrada de los equipos de imagen. Estas limitaciones se han intentado superar en algunos estudios con TC poniendo el hombro en posición neutra y en abducción máxima para evaluar la cinemática de la acromioclavicular y de la disquinesia escapular en pacientes tras fracturas o cirugía de clavícula (Kim et al., 2017; Kim et al., 2015).

También se ha planteado el uso de la RMN abierta, que permite realizar exploraciones en una postura más libre que la RMN cerrada. Así, autores como Graichen et al. estudiaron la cinemática glenohumeral y la actividad muscular mediante RMN con el brazo posicionado a intervalos de 30° de abducción activa y pasiva hasta 150° (H Graichen et al., 2000; H. Graichen et al., 2000)

A pesar de estas modificaciones, la imposibilidad para el análisis del movimiento dinámico sigue siendo una limitación importante.

Más recientemente, con los avances tecnológicos de la tomografía computerizada, se ha conseguido obtener imágenes ultrarrápidas con menor dosis de radiación, permitiendo tener imágenes tridimensionales de procesos dinámicos. Este tipo de estudios se conocen como TC 4D. Aunque, en sus inicios, esta técnica parecía interesante para el estudio de la movilidad articular y se comunicaron estudios preliminares prometedores en la cinemática del hombro (Hill et al., 2004; Hill et al., 2005), su uso actual es

anecdótico en el estudio de ciertas patologías, como la inestabilidad acromioclavicular (Dyer et al., 2015) o el síndrome de resalte escapular (Bell et al., 2015).

#### 2.3.2.3.4 ANALISIS TRIDIMENSIONALES BASADOS EN TÉCNICAS DE COMBINACIÓN DE FORMAS

Se trata de un método de medición indirecto, no invasivo, que combina las imágenes volumétricas del hombro obtenidas mediante pruebas de imagen, habitualmente TC, con la imagen dinámica de la fluoroscopia biplanar (fig. 2.47). Se obtiene una información cinemática precisa, que refleja el movimiento in vivo, y puede vincularse a la clínica, por lo que resulta una técnica prometedora y está ganando popularidad.

La fluoroscopia biplanar, proporciona estimaciones muy precisas del movimiento del hombro con errores inferiores a  $1^\circ$  y 0,5 mm (Bey et al., 2006; Giphart et al., 2012). Se ha aplicado para el estudio de la cinemática clavicular (Matsuki et al., 2014), escapular y la medición del ritmo escápulo-humeral (Chung et al., 2019; Matsuki et al., 2011). Además permite estudiar el patrón del contacto articular midiendo la distancia mínima entre glena y cabeza humeral (Bey et al., 2010).

Los inconvenientes de estas técnicas son la elevada dosis de radiación, que al ser un modelo basado en imágenes de TC se excluye el cartílago de la imagen (Kim DS, 2017), y que el uso de doble fluoroscopia la hace menos accesible en el entorno clínico habitual.

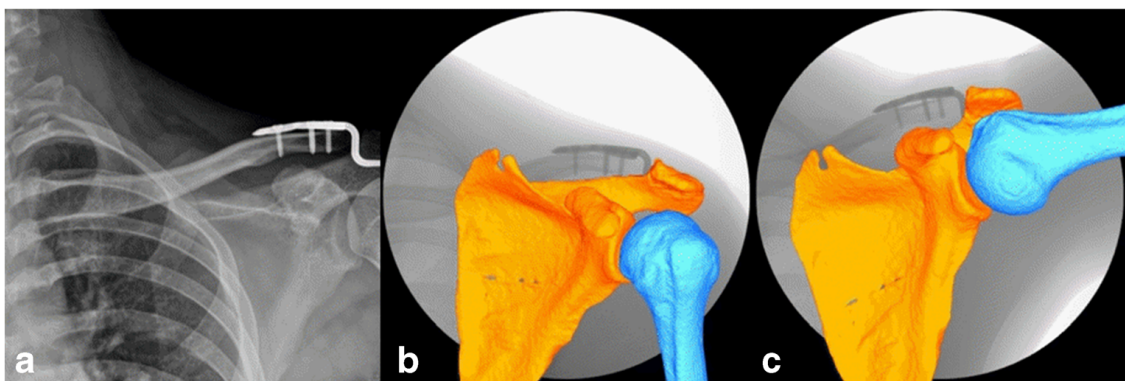


Fig. 2.47: Modelos tridimensionales de las articulaciones del hombro utilizando la técnica de superposición de imágenes 3D/2D. a) Imagen de radiología en un plano b) modelo correspondiente en posición inicial c) y con abducción máxima. Tomado de Chung H. et al. *Evaluation of three-dimensional in vivo scapular kinematics and scapulohumeral rhythm between shoulders with a clavicle hook plate and contralateral healthy shoulders*. Int Orthop. 2019;43(2):379-86(Chung et al., 2019)

#### 2.3.2.4 METODOS FOTOGRAFICOS

Emplean técnicas fotográficas estáticas y de vídeo. Para la medición se usa directamente la superficie corporal o marcadores situados en puntos de referencia preestablecidos.

La fotografía estática en el análisis del movimiento de la extremidad superior ha sido poco utilizada. Se pueden realizar estudios en un solo plano (habitualmente el plano escapular) y generalmente con el uso de marcadores en la piel para el estudio de la movilidad escapular y humeral (Bagg & Forrest, 1988). Si se quiere hacer un análisis tridimensional, se requiere el uso de al menos dos cámaras para obtener imágenes en planos no coincidentes, o el uso de espejos para obtener la visión del movimiento desde diferentes puntos (Hill et al., 2007).

El análisis de secuencias de vídeo de un determinado movimiento se basa en la variación de marcadores adheridos a la extremidad a evaluar, bien sobre la piel o sobre un exoesqueleto. Puede realizarse un análisis plano o un estudio tridimensional haciendo grabaciones en diferentes planos o mediante el uso de espejo y asistido por análisis geométricos computarizados (Bruno et al., 2012; Langrana, 1981; Peterson & Palmerud, 1996).

El principal problema de estas mediciones es la modificación de los sensores con los movimientos, debido a la movilidad de la piel y al trabajo muscular. Dichas modificaciones dependerán tanto de la localización del sensor como de las características anatómicas del paciente y aumentan a mayor amplitud del movimiento (Blache et al., 2017). Esto puede dar lugar a variaciones significativas en las mediciones angulares, y obliga a hacer cálculos matemáticos para minimizar este efecto y mejorar la precisión (Lu & O'Connor, 1999; Senk & Cheze, 2010).

#### 2.3.2.5 DISPOSITIVOS ELECTROMAGNÉTICOS

Se basan en campos electromagnéticos generados por un transmisor fuente que se utilizan para determinar la posición y orientación de uno o más sensores remotos ubicados en las partes relevantes del cuerpo, actualizando los datos muchas veces por segundo. Las mediciones de los tres planos de movimiento se leen en una computadora, mostrándose en forma de datos o como un gráfico (Jordan et al., 2001).

Se han utilizado para la valoración de la cinemática escapular y en el seguimiento de ciertas patologías como capsulitis adhesiva o roturas del manguito rotador (Dayanidhi et al., 2005; Kolk et al., 2016; Vermeulen et al., 2002).

Una de las principales limitaciones de estos sistemas es que, a mayor separación entre transmisor y receptor, se requiere mayor potencia en el transmisor para mantener el campo electromagnético; si este no puede mantenerse, las mediciones no serán fiables. Además, existe la posibilidad de interferencias con otros dispositivos electromagnéticos o ferromagnéticos cercanos (Hill et al., 2007). También presentan las mismas limitaciones comentadas anteriormente para los sensores de superficie.

En un intento de eliminar las variaciones de los sensores de superficie, algunos autores han utilizado sensores conectados directamente al hueso mediante clavos taladrados en puntos de referencia ósea (Karduna et al., 2001; Lawrence et al., 2014; Ludewig et al., 2009), permitiendo mediciones más fiables, sobre todo para movimientos de flexión y abducción mayor de 120°; sin embargo, el dolor por el clavo óseo puede artefactar los resultados; además, al ser un procedimiento invasivo, es difícil reclutar suficientes sujetos o hacer mediciones repetidas en el tiempo, no pudiéndose demostrar su reproductibilidad (Kim DS, 2017).

Los avances en la tecnología han ido sofisticando los sistemas de medición permitiendo usar sensores vinculados a un magnetómetro que incorporan un acelerómetro 3D y un giroscopio 3D (Sensores de Inercia) y hacerlos de pequeño tamaño para permitir su uso en la ciencia biomédica (sistemas microelectromecánicos- MEMs); así, permiten medir no solo la orientación tridimensional del sensor sino también las aceleraciones lineales y las velocidades angulares. Los tres tipos de información (acelerómetro, giroscopio, magnetómetro) se combinan a través de algoritmos de fusión de sensores y dan información tridimensional sobre la mecánica y la dinámica articular (Sabatini, 2011).

En una revisión sistemática sobre el uso de sensores inerciales en el análisis del movimiento humano, Cuesta-Vargas demostró que la reproductibilidad de estos sistemas para el miembro superior y, en concreto para el hombro, era excelente con unos coeficientes de correlación de 0,97 y con una excelente concordancia con los resultados obtenidos con sistemas optométricos (Cuesta-Vargas et al., 2010).

Estos sistemas de medida tan complejos son muy útiles en el ámbito experimental, pero son difícilmente aplicables en la práctica clínica.



## 2.4 CAPSULITIS ADHESIVA

El término genérico de “rigidez de hombro” se refiere al proceso caracterizado por la restricción progresiva de la movilidad del hombro. Puede dividirse en primaria y secundaria:

- En la rigidez primaria, también denominada “hombro congelado” o “capsulitis adhesiva” se produce una inflamación y fibrosis progresiva en la articulación glenohumeral, sin que exista trauma o enfermedad subyacente
- En la rigidez secundaria podemos identificar la causa:
  - Intraarticular: lesión condral o labral, cuerpos libres articulares.
  - Capsular: lesión capsular, cirugía previa, inmovilización.
  - Extraarticular: Osificación heterotópica, roturas del manguito rotador, espasticidad, cicatrices cutáneas o quemaduras.
  - Neurológicas: lesiones del plexo braquial o la columna cervical (Itoi et al., 2016).

En esta tesis nos centraremos en la capsulitis adhesiva.

### 2.4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y TERMINOLOGÍA

La primera descripción de capsulitis adhesiva se remonta a Duplay en 1872 en su descripción de “periartritis escapulohumeral”, atribuyendo el dolor y la limitación funcional a la inflamación de la bursa subacromial (Duplay, 1872). En 1934, Codman usó el término “hombro congelado” para denominar el cuadro caracterizado por dolor de instauración lenta alrededor de la inserción deltoidea asociado a incapacidad para dormir sobre el lado afecto y restricción progresiva de la abducción y rotación externa activa y pasiva, con radiología simple normal. En 1945, Neviaser describió la lesión anatómopatológica del hombro congelado caracterizada por fibrosis, inflamación y contractura capsular y, basándose en ello, introdujo la denominación “capsulitis adhesiva” (Neviaser, 1945). En la actualidad hombro congelado y capsulitis adhesiva se usan indistintamente en la práctica clínica y en la literatura, con defensores y detractores de uno y otro término. La Clasificación internacional de las enfermedades, en su 10 edición (CIE-10), incluye específicamente el diagnóstico de “capsulitis adhesiva de hombro” (Código M75.0), por lo que será el término que usaremos en este texto.

### 2.4.2 EPIDEMIOLOGÍA

Se estima la incidencia de capsulitis adhesiva entre el 2% y 5% (Neviaser & Hannafin, 2010), aunque la incidencia real es desconocida, al no estar establecidos criterios diagnósticos unificados. Es más frecuente entre los 40 y 60 años, siendo raro fuera de este grupo de edad y en trabajadores manuales. Hay un ligero predominio por el sexo femenino (Hand et al., 2008; Levine et al., 2007). Ambos lados se afectan en una proporción similar (Binder et al., 1984; Hand et al., 2008; Shaffer et al., 1992) o con un ligero predominio en el lado no dominante (Griggs et al., 2000; Levine et al., 2007; Rangan et al., 2020). Es bilateral en el 14% de los casos, aunque el 20% de los pacientes presentan algún síntoma similar en el hombro contralateral (Robinson et al., 2012; Uppal et al., 2015). Alrededor del 20-30% de los casos tienen un antecedente de trauma menor sobre el hombro pero no existe evidencia de que sea un proceso postraumático (Neviaser & Hannafin, 2010).

Se cree que puede haber una predisposición genética, al encontrar una mayor prevalencia en gemelos y en familiares de primer grado. Hay una cierta predilección racial (mayor afectación en individuos de raza blanca que en la negra) y un mayor porcentaje pacientes positivos para HLA B27. Sin embargo, la verdadera influencia genética está aún por determinar. (Prodromidis & Charalambous, 2016)

Se asocia con frecuencia a la Diabetes Mellitus, estimándose en estos pacientes un riesgo de desarrollar la enfermedad del 14% (Zreik et al., 2016), siendo más grave y resistente al tratamiento (Whelton & Peach, 2018). Se describe mayor riesgo en Diabetes tipo II y asociación con la presencia de complicaciones sistémicas de la diabetes (retinopatía, nefropatía, vasculopatía...) (Pons-Villanueva, 2016). A la inversa, los pacientes con capsulitis adhesiva presentan mayor riesgo de tener alguna forma de prediabetes con alteraciones en las pruebas de sobrecarga de glucosa (Robinson et al., 2012; Uppal et al., 2015).

Otras asociaciones descritas son: la disfunción tiroidea, la enfermedad de Dupuytren, trastornos autoinmunes, ciertos cánceres como mama o pulmón, accidentes cerebrovasculares, cardiopatía isquémica, hipertensión, problemas neurológicos como el Parkinson, la hemiplejía o el síndrome de Parsonage-Turner, la discopatía cervical, enfermedades pulmonares crónicas, trastornos ansioso-depresivos y reacción a ciertos medicamentos, como inhibidores de proteasas utilizados en el tratamiento del virus de la

inmunodeficiencia humana, barbitúricos, fluoroquinolonas, isoniacida...(Dilisio MF, 2017; Neviasser & Hannafin, 2010).

### 2.4.3 FISIOPATOLOGÍA

La capsulitis adhesiva es una patología primaria de la cápsula glenohumeral con fibrosis y contractura, que reduce el volumen intraarticular y limita la amplitud de movimientos (Robinson et al., 2012). Pero la causa de la enfermedad se desconoce.

Las teorías fisiopatológicas derivan de los hallazgos macroscópicos y de los análisis histológicos realizados a pacientes en los que fracasó el tratamiento conservador y fueron sometidos a manipulaciones bajo anestesia o tratamientos quirúrgicos (artroscópicos/abiertos).

Macroscópicamente, un hombro con capsulitis adhesiva muestra aumento de espesor y contractura de la cápsula articular con desestructuración del intervalo rotador, que presenta fibrosis y engrosamiento nodular hipervascular. El ligamento coracohumeral pierde su elasticidad y se vuelve fibrótico, considerándose un hallazgo fundamental en esta enfermedad y uno de los principales responsables de la pérdida de rotación externa (Neer et al., 1992). En el interior de la articulación se encuentra una obliteración del receso subescapular con tejido cicatricial, cubierto por una hipertrofia sinovial papilar muy vascularizada. Hay un estrechamiento del receso axilar con una disminución del volumen articular (fig. 2.48) El cartílago articular y el labrum son normales y no se visualizan adherencias intraarticulares, lo que nos indica la patología es puramente extrasinovial o capsular y se concentra alrededor de la bursa subescapular y del intervalo rotador. (Bunker, 1997; Le et al., 2017; Omari & Bunker, 2001).



Fig. 2.48: Arthrografía típica con disminución del volumen articular y ausencia de relleno en el receso capsular inferior. (Tomado de Robinson CM et al. *Frozen shoulder. J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(1):1-9.) (Robinson et al., 2012)

El análisis histológico de la cápsula muestra una densa matriz de fibras desordenadas de colágeno tipo III con una población celular de predominio fibroblástico y signos de inflamación crónica difusa con infiltrado de mastocitos, macrófagos y linfocitos B y T (fig. 2.49).

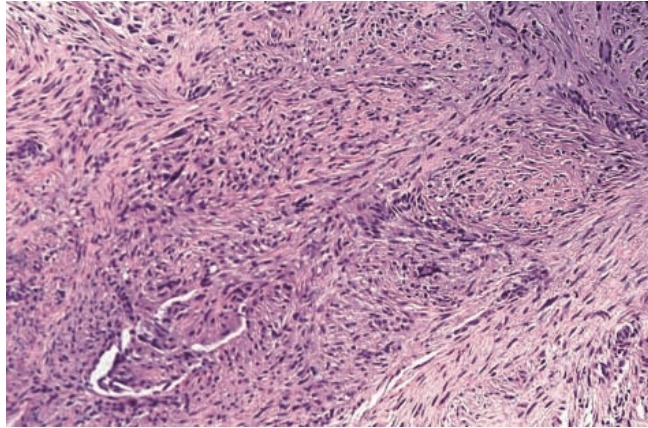


Fig. 2.49: Imagen histológica de la cápsula del intervalo rotador muestra un tejido colágeno, denso, hiper celular. (Tomado de Neviaser AS, Hannafin JA. Adhesive capsulitis: a review of current treatment. *Am J Sports Med.* 2010;38(11):2346-56) (Neviaser & Hannafin, 2010).

Existe aumento de la vascularización en más del 65% de los pacientes y presencia de tejido linfático y nervioso (Hand et al., 2007; Neviaser & Hannafin, 2010). La vimentina, proteína citocontráctil, se expresa fuertemente en las células y en la matriz extracelular en la cápsula del intervalo rotador, el ligamento coracohumeral y en el receso axilar, siendo negativa en la cápsula posterosuperior (fig. 2.50). Esto apoya la teoría de que la pérdida de movilidad es debida a una contractura selectiva de la cápsula anterior más que a fibrosis, que se presenta de forma difusa en toda articulación (Uthoff & Boileau, 2007).

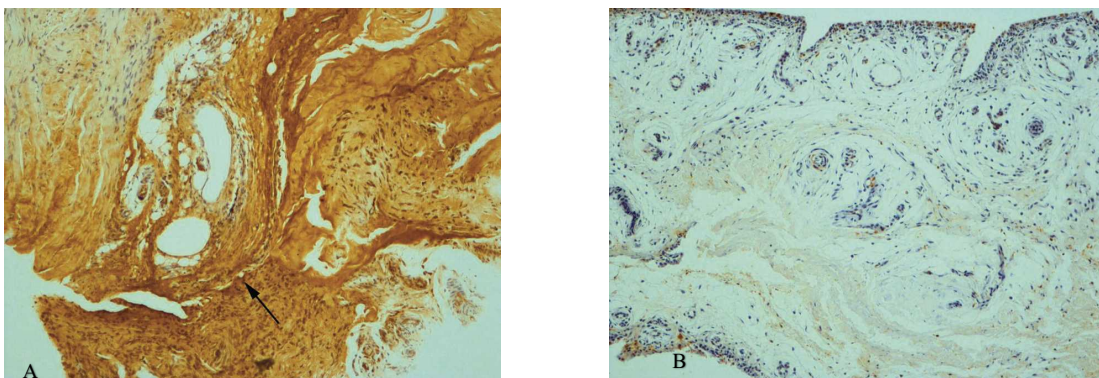


Fig. 2.50: A: Microfotografía que muestra una localizada expresión de vimentina en la cápsula del intervalo rotador. Se reconoce por la tinción de las células y la matriz extracelular (flecha). B: Sección de la cápsula posterosuperior donde no se detecta la expresión de vimentina. (Tomado de Uthoff HK et al: Primary frozen shoulder. *Global capsular stiffness versus localized contracture. Clin Orthop Relat Res* 2007 (456), 79-84.) (Uthoff & Boileau, 2007)

Los hallazgos de la resonancia magnética (RMN) confirman que las estructuras implicadas de forma primaria en la capsulitis adhesiva son el intervalo rotador con el ligamento coracohumeral, la cápsula anterior y el ligamento glenohumeral inferior (Fields et al., 2019).

En la última década han aumentado el número de investigaciones sobre las bases moleculares de la cascada inflamación-fibrosis que se produce en los hombros con capsulitis adhesiva. Parece que inicialmente existe una hiperexpresión de citoquinas inflamatorias: factor de crecimiento transformante  $\beta$  (TGF- $\beta$ ), factor de necrosis tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), factor de crecimiento hepatocitario (HGF) e interleuquinas 1 y 6. Estos mediadores darían lugar a una hiperplasia de la sinovial con hipervascularidad. Posteriormente, se produciría un desequilibrio entre las metaloproteasas de la matriz (MMP) y los inhibidores tisulares de las metaloproteasas (TIMP), con aumento de los niveles de MMP tipo 3 (estromelisin-1), que intervendría en la desorganización de las fibras de colágeno y en la transformación de fibroblastos a miofibroblastos. Además, los niveles aumentados de factor de crecimiento transformante  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) aumentarían la expresión de fibronectina y tenascina, ambas proteínas asociadas hiperfibrosis. Iguse ha descrito una elevación en la sustancia P, que también podría tener papel en la cascada fibrótica, ya que estimula la neoangiogénesis, la proliferación fibroblástica y la contracción (Cucchi et al., 2017).

#### **2.4.4 PRESENTACIÓN CLÍNICA**

Los pacientes con capsulitis adhesiva típicamente refieren dolor progresivo de varios meses de duración, referido a la inserción deltoidea. Es típico el dolor nocturno y la incapacidad para dormir sobre el lado afecto.

La pérdida de movilidad acompaña o excepcionalmente precede al inicio del dolor y va haciéndose más intensa a medida que la enfermedad progresa, dificultando actividades de la vida cotidiana como vestirse, peinarse, abrochar el sujetador o tocarse la espalda.

Clínicamente se distinguen tres etapas, aunque de un autor a otro varían en su nomenclatura y descripción (Dilisio MF, 2017) (fig. 2.51):

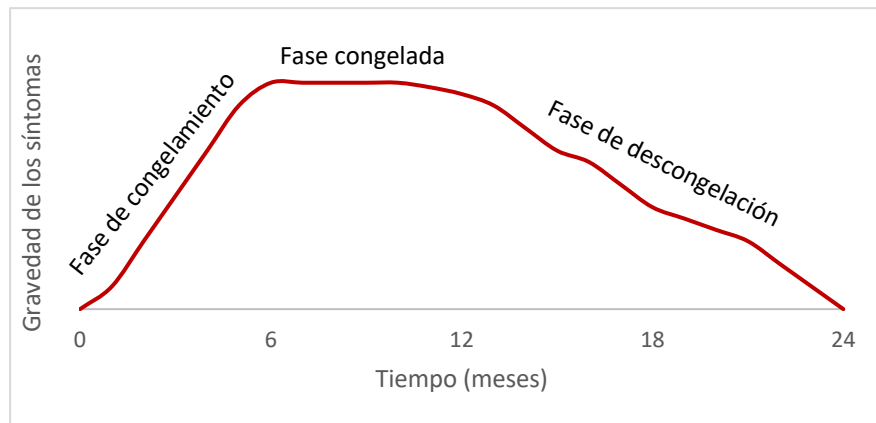


Fig. 2.51: Evolución temporal de la capsulitis adhesiva

- Fase dolorosa o “de congelamiento”: En esta fase inicial, los pacientes refieren un dolor incómodo en el hombro en reposo, que empeora con los intentos de movimiento, sobre todo con los movimientos bruscos. Es típica la dificultad para dormir. El uso del miembro afecto se limita a medida que los síntomas empeoran, lo que lleva a una pérdida de la función, a veces empeorada por la inmovilización recomendada por el médico. Esta fase dura entre 2 y 9 meses.
- Fase de rigidez progresiva o “congelada”: El dolor tiende a moderarse, pero la rigidez avanza aumentando progresivamente la limitación en todos los planos. Persiste la dificultad para dormir. El diagnóstico de capsulitis adhesiva suele hacerse en esta fase. La duración estimada es de 3 a 12 meses, aunque puede ser mayor en casos refractarios.
- Fase de resolución o “de descongelamiento”: Se caracteriza por una lenta mejoría de la movilidad y el dolor. Esta fase puede durar meses o años y a veces persisten limitaciones en algunos planos de movimiento, que no suelen representar limitaciones subjetivas para el paciente.

La exploración física no presenta ningún punto de dolor localizado. A veces existe dolor en la porción larga del bíceps porque su sinovial es confluyente con la de la articulación glenohumeral. La fuerza del manguito rotador generalmente es normal. El hallazgo fundamental es una restricción de la movilidad pasiva del hombro con sensación de tope, afectando sobre todo a la rotación externa, tanto con el brazo en neutro como en abducción. Es importante la valoración independiente del rango de movilidad pasivo de la articulación glenohumeral, mediante la estabilización de la escápula (Dilisio MF, 2017).

### 2.4.5 DIAGNÓSTICO

No existe ninguna prueba diagnóstica específica de la capsulitis adhesiva. El diagnóstico se basa en el examen clínico, la exclusión de otras patologías y radiografías simples normales (Lewis, 2015).

Las pruebas de laboratorio sirven para excluir diabetes o patología endocrinológica o reumatológica.

Los estudios de imagen no son necesarios para el diagnóstico de capsulitis adhesiva, pero son útiles para descartar otras causas de dolor y rigidez (tumor, fractura, luxación, periartrosis calcificante, rotura del manguito rotador...). La radiología simple es típicamente normal, aunque puede aparecer osteopenia por desuso en casos de larga evolución (Neviaser & Neviaser, 2011). La ecografía puede mostrar presencia de tejido blando hipocogénico alrededor del tendón del bíceps, engrosamiento en el ligamento coracohumeral y un aumento de flujo vascular con el doppler color en el intervalo rotador (fig. 2.52) (Lee et al., 2005).

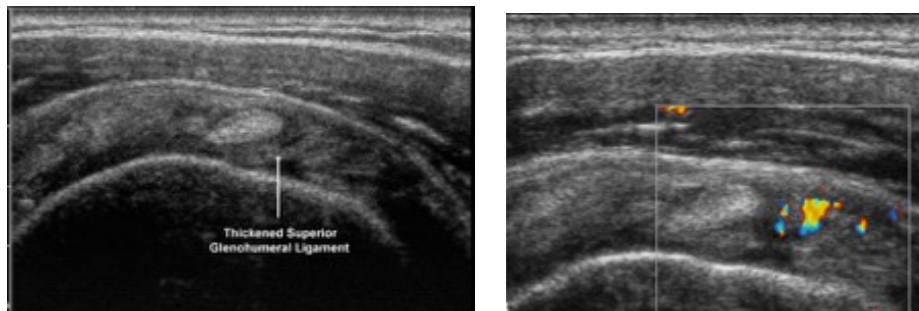


Fig. 2.52: Ecografía de una paciente con capsulitis adhesiva donde se aprecia presencia de tejido blando alrededor del tendón del bíceps, un engrosamiento del ligamento glenohumeral superior y un aumento de la vascularización en la porción más anterior del intervalo rotador. Tomado de Lee JC et al: *Adhesive capsulitis: sonographic changes in the rotator cuff with arthroscopic correlation* Skeletal Radiol. 2005 Sep;34(9):522-7. Epub 2005 Jul 6.

En la RMN, el engrosamiento del ligamento coracohumeral, del receso axilar y de la capsula del intervalo rotador (fig. 2.53) tienen una alta sensibilidad y especificidad en la capsulitis adhesiva, mientras que la obliteración del triángulo graso subcoracoideo, aunque poco sensible, es altamente específica (Fields et al., 2019; Harris et al., 2013).

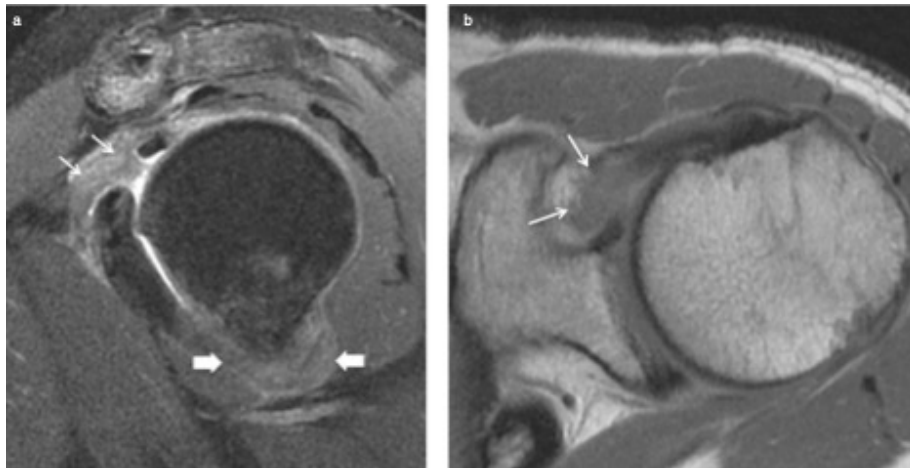


Fig. 2.53: Imágenes de RMN donde se aprecia engrosamiento y edema en las estructuras del intervalo rotador (flechas finas) y en el receso axilar (flechas gruesas). Tomado de *Harris G: Adhesive capsulitis: review of imaging and treatment. J Med Imaging Radiat Oncol 2013; 57(6): 633-643.*

La gammagrafía ósea es positiva en la mayoría de los pacientes (hasta el 96%) (fig. 2.54), sin embargo, no se ha demostrado que el aumento de captación tenga relación con la gravedad de la enfermedad, la duración de los síntomas, los hallazgos artrográficos o el resultado final (Clunie et al., 1997; Dilisio MF, 2017)

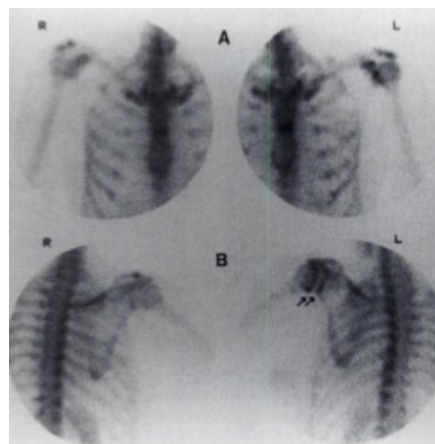


Fig. 2.54: Gammagrafía ósea con Tc99 en paciente con capsulitis adhesiva que muestra un aumento en la captación en la glenoides y cabeza humeral izquierdas en imágenes anterior (A) y posterior (B). Tomado de *Clunie G et al: Technetium-99m MDP patterns in patients with painful shoulder lesions. J Nucl Med (1978) 1997; 38(9): 1491-1495.*

## 2.4.6 TRATAMIENTO

El tratamiento conservador es el manejo inicial en casi todos los pacientes. Incluye medicación oral, rehabilitación, inyecciones y otras modalidades.



Cuando fracasa el anterior, está indicado el tratamiento quirúrgico: manipulación bajo anestesia, artrolysis (artroscópica o abierta) o una combinación de las dos (Dilasio MF, 2017).

#### 2.4.6.1 TRATAMIENTO CONSERVADOR

##### **Medicación**

Durante la fase inicial de congelamiento, el tratamiento va dirigido al alivio del dolor. Tradicionalmente se prescriben antiinflamatorios no esteroideos. Algunos estudios han demostrado que proporcionan una mejoría a corto plazo de los síntomas en comparación con el placebo, pero no existe ningún ensayo clínico de calidad que demuestre su eficacia en la capsulitis adhesiva (Cho et al., 2019; Shin & Lee, 2013). Los estudios que compararon diferentes antiinflamatorios no encontraron superioridad de ninguno en particular respecto a la eficacia o la tolerabilidad (van der Windt et al., 1995).

Los corticoides orales ha demostrado una eficacia en el alivio del dolor a corto plazo. Buchbinder et al (Buchbinder et al., 2006), en un ensayo a doble ciego controlado con placebo, observaron que los pacientes que tomaban 30 mg de prednisolona oral diarios durante tres semanas tuvieron mayor mejoría en el dolor, el rango de movimiento y la discapacidad que los pacientes con placebo, aunque no hubo diferencias significativas más allá de seis semanas. Binder et al (Binder et al., 1986), llegaron a resultados similares, con mejoría del dolor nocturno a corto plazo en el grupo de pacientes que recibieron prednisolona oral, pero a los 8 meses no había diferencias con el grupo que no recibió corticoides orales. Sin embargo, debido a los efectos secundarios y la evidencia limitada en la literatura en su efectividad a largo plazo, deben ser usados con precaución y en periodos cortos (Date & Rahman, 2020)

##### **Rehabilitación**

La fisioterapia es la modalidad habitual de tratamiento desde las fases iniciales. El paciente es incluido en un programa de ejercicios con el objetivo de recuperar y mantener la movilidad del hombro. Este programa comprende ejercicios activo-asistidos

y estiramientos pasivos suaves, incluyendo flexión, rotación externa e interna y aducción por delante del cuerpo (Cho et al., 2019).

Existen muchas modalidades de tratamiento: fisioterapia reglada, ejercicios domiciliarios... En un reciente ensayo clínico a doble ciego se ha demostrado que la clase colectiva de ejercicios en ámbito hospitalario seguida de ejercicios domiciliarios con supervisión hospitalaria semanal es más efectiva que un programa de sesiones de fisioterapia individual o un programa de ejercicios exclusivamente domiciliarios. (Russell et al., 2014)

### **Infiltraciones de corticoides**

Las infiltraciones de corticoides son útiles para reducir el dolor durante las fases de inflamación o congelación. Han demostrado una eficacia superior a los corticoides orales tanto en el alivio del dolor como en la mejora de la movilidad (Lorbach et al., 2010). Un metaanálisis publicado por Wang en 2017 (Wang et al., 2017), mostró que las inyecciones de esteroides intraarticulares proporcionaron una reducción en el dolor de hasta 8 semanas y mejoraron la movilidad a corto y largo plazo (24 semanas). Además, en una revisión sistemática llevada a cabo por Favejee (Favejee et al., 2011), se encontraron tres ensayos clínicos de alta calidad que demuestran de las inyecciones intraarticulares de corticoides administradas entre 6 semanas y 4 meses presentan mayor eficacia analgésica que el placebo o la fisioterapia aislada.

Respecto al sitio de inyección, Cho et al (Cho et al., 2016), en un ensayo clínico randomizado en 126 pacientes con capsulitis adhesiva, comparan las inyecciones intraarticulares y subacromiales y encuentran superioridad de las infiltraciones intraarticulares o combinadas respecto a las subacromiales. Otros autores, sin embargo, no encuentran diferencias significativas en ningún sitio de inyección, mostrándose resultados similares con infiltraciones intraarticulares, subacromiales o en el intervalo rotador (Cho et al., 2016; Oh et al., 2011; Prestgaard et al., 2015; Shin & Lee, 2013), aunque las infiltraciones intraarticulares producirían un alivio más temprano del dolor (Oh et al., 2011).

### **Bloqueo del nervio supraescapular**

El nervio supraescapular inerva el 70% del área del hombro, incluyendo las regiones superior y posterior de la articulación del hombro, la cápsula y la articulación acromioclavicular (Klc et al., 2015). Además, emite ramas motora para los músculos supra e infraespinoso (Jobe, 2016).

Los defensores del bloqueo del nervio supraescapular sugieren que una interrupción de las aferencias y eferencias nociceptoras podrían permitir la normalización de las vías neurológicas que perpetúan el dolor y la incapacidad (Dahan et al., 2000). El bloqueo se realiza mediante infiltración anestésica a través de una aguja insertada 2 cm por encima del punto medio de la espina de la escápula y dirigida al suelo de la fosa supraespinosa (fig. 2.55) (Dahan et al., 2000; Jones & Chattopadhyay, 1999), aunque la eficacia del bloqueo puede mejorarse guiando la infiltración con electromiografía o ultrasonido (Harmon & Hearty, 2007; Karataş & Meray, 2002)

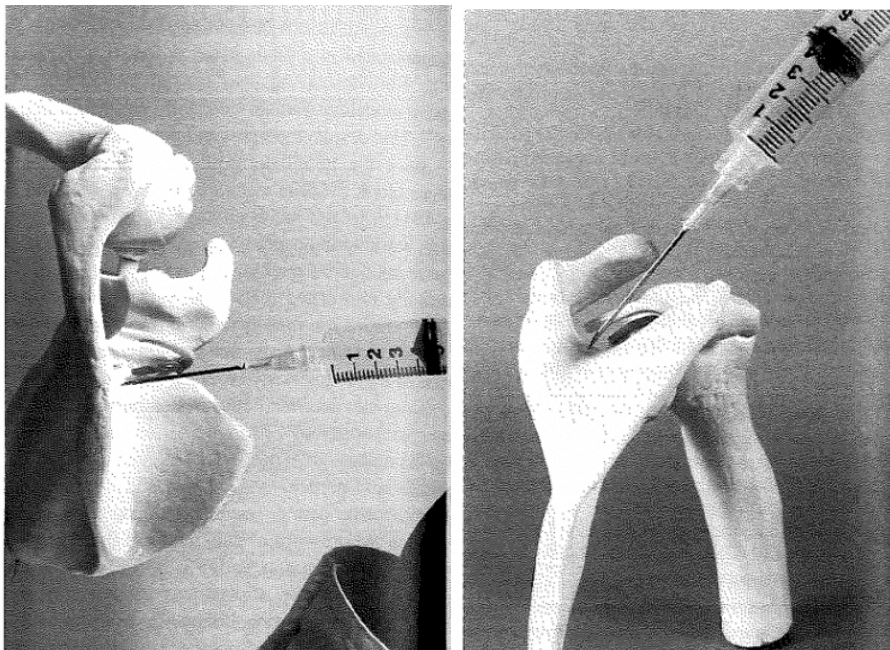


Fig. 2.55: Lugar de infiltración del nervio supraescapular dirigiendo la aguja al suelo de la fosa infraespinosa. Tomado de Dahan, T. H., Fortin, L., Pelletier, M., Petit, M., Vadeboncoeur, R., & Suissa, S. (2000). *Double blind randomized clinical trial examining the efficacy of bupivacaine supraclavicular nerve blocks in frozen shoulder. J Rheumatol*, 27(6), 1464-1469

Algunos estudios demuestran su eficacia en el alivio del dolor, de forma rápida, mejorando el confort del paciente, la calidad del sueño y favoreciendo la fisioterapia. (Dahan et al., 2000; Jones & Chattopadhyay, 1999; Klc et al., 2015). En una revisión

sistemática, Jump et al (Jump et al., 2021), concluyen que es un procedimiento seguro y proporciona suficiente alivio del dolor y la movilidad, recomendando su uso en la capsulitis adhesiva.

### **Hidrodistensión**

La hidrodistensión fue introducida como tratamiento de la capsulitis adhesiva en 1965 por Andren y Lundgerb (Andren & Lundberg, 1965). Se trata de instilar en la articulación glenohumeral un volumen elevado de suero salino con esteroides, anestésico local y contraste, bajo control radiológico. El objetivo es la distensión capsular, o en algunos casos, la ruptura de la cápsula (Dilisio MF, 2017).

La hidrodistensión ha demostrado beneficios en el alivio del dolor y la mejora de la movilidad del hombro, con buenos resultados a corto y largo plazo, disminuyendo la necesidad de tratamiento quirúrgico (Clement et al., 2013; Haughton et al., 2018; Watson et al., 2007). Sin embargo, en un metaanálisis de 2018, Saltychev concluye que la hidrodistensión tiene solo un mínimo e insignificante efecto en el tratamiento de la capsulitis adhesiva (Saltychev et al., 2018).

#### 2.4.6.2 TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Aunque la capsulitis adhesiva se considera un proceso autolimitado, en algunos pacientes fracasa el tratamiento conservador. Las indicaciones para tratamiento quirúrgico son la persistencia del dolor y la restricción de la movilidad tras tres a seis meses de tratamiento conservador (incluyendo medicación, fisioterapia e infiltraciones) (Cho et al., 2019; Levine et al., 2007).

### **Manipulación bajo anestesia**

Consiste en la ruptura pasiva de la cápsula y los ligamentos contracturados. Generalmente se realiza bajo anestesia general, aunque puede llevarse a cabo con técnicas de anestesia regional (bloqueo plexo braquial o raíces cervicales).

Tras la manipulación, la RMN y la artroscopia muestran hemartros, contusión ósea, lesión de la cápsula, el labrum y el manguito rotador y lesión de los ligamentos glenohumerales (Loew et al., 2005; Sasanuma et al., 2016).

Aunque aún está por determinar, se cree que el momento óptimo para realizar la manipulación bajo anestesia es cuando ha remitido la fase inflamatoria, recomendando algunos autores que se lleve a cabo entre los 6 y 9 meses desde el inicio de los síntomas, (Vastamaki et al., 2015).

Los resultados de este procedimiento son variables, consiguiéndose una mejoría de la movilidad mantenida en el tiempo en aproximadamente el 85% de los pacientes (Kraal et al., 2019; Woods & Loganathan, 2017), pero con unas tasas de recurrencia que van desde el 3 al 40% (Jenkins et al., 2012; Theodorides et al., 2014; Woods & Loganathan, 2017). Por otra parte, es un procedimiento que no está exento de complicaciones graves como fractura humeral o glenoidea (fig. 2.56), lesión del labrum, del manguito rotador, luxación de hombro o lesión nerviosa por tracción (Birch et al., 1991; Hamdan & Al-Essa, 2003; Loew et al., 2005; Magnussen & Taylor, 2011), siendo éstas son poco frecuentes (0,4%) (Kraal et al., 2019).



Fig. 2.56: Rx simple del hombro izquierdo antes (A) y después de la manipulación (B) mostrando fractura de la glena (Tomado de Magnussen RA, Taylor DC. Glenoid fracture during manipulation under anesthesia for adhesive capsulitis: a case report. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(3):e23–e26)

### **Capsulotomía artroscópica**

Debido a las complicaciones de la movilización bajo anestesia y a los avances en artroscopia, la liberación capsular artroscópica se ha convertido en el procedimiento quirúrgico de elección. Permite la confirmación visual del proceso, así como diagnosticar y tratar lesiones intraarticulares y subacromiales concomitantes.

La eficacia a corto y largo plazo de la artroscopia ha sido demostrada por varios estudios, con mejoría del dolor y la movilidad (Barnes et al., 2016; Berghs et al., 2004; Le Lievre & Murrell, 2012; Ranalletta et al., 2017; Tasto & Elias, 2007).

La sección capsular comienza con la apertura del intervalo rotador y continúa inferiormente por detrás del subescapular (fig. 2.57). Algunos autores recomiendan la sección del borde superior del subescapular (Liem et al., 2008), aunque esto es controvertido. La liberación superior debe extenderse hasta la porción larga del bíceps y seccionar el ligamento coracohumeral en el plano entre la glena superior y el supraespinoso. Si la rotación interna está muy limitada se añade la sección de la capsula posterior (fig. 2.58), aunque su eficacia no está claramente demostrada (Snow et al., 2009). Algunos cirujanos completan la liberación inferior con una manipulación suave, aunque otros defienden la capsulotomía completa (360°) bajo visión directa (Beimers & Murrell, 2014; Cvetanovich et al., 2018), aceptando el alto riesgo que conlleva de lesión del nervio axilar (Ogilvie-Harris & Wiley, 1986). Chen et al demostraron que cuando la capsulotomía se extendía a la región inferior y posterior, los pacientes presentaban una más rápida recuperación de la rotación interna en los primeros tres meses, pero a partir de los seis meses los resultados eran superponibles a los casos en los que se realizaba una liberación únicamente anterior. (Chen et al., 2010).

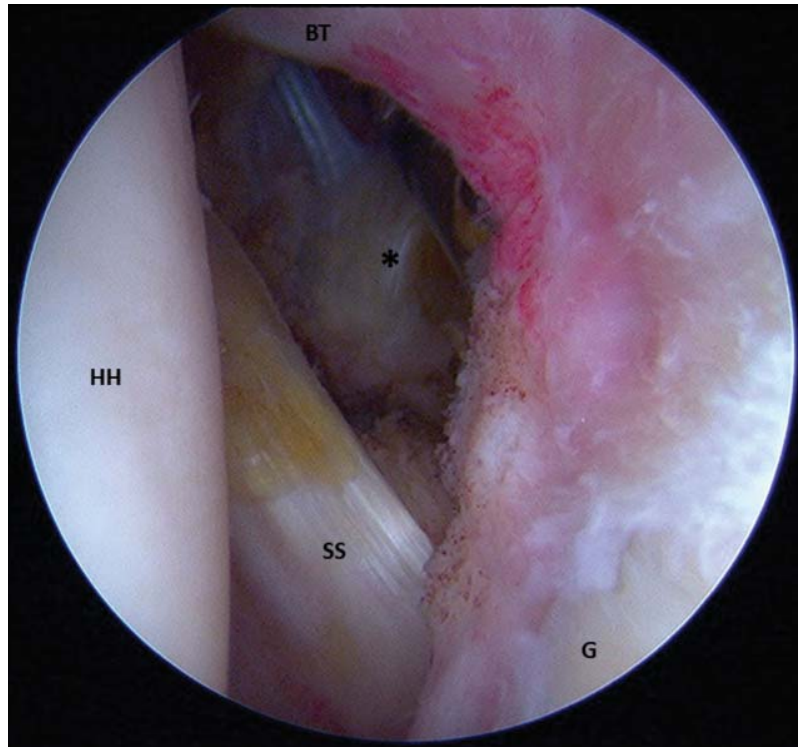


Fig. 2.57: Imagen de artroscopia intraoperatoria mostrando la liberación del intervalo rotador y la cápsula anterior. \*-Intervalo rotador abierto, BT-tendón del bíceps, G-gleno, HH-cabeza humeral, SS-subescapular). (Tomado de Redler LH et al: *Treatment of adhesive capsulitis of the shoulder. J Am Acad Orthop Surg, 2019 Jun 15; 27(12), e544-e554*)(Redler & Dennis, 2019)

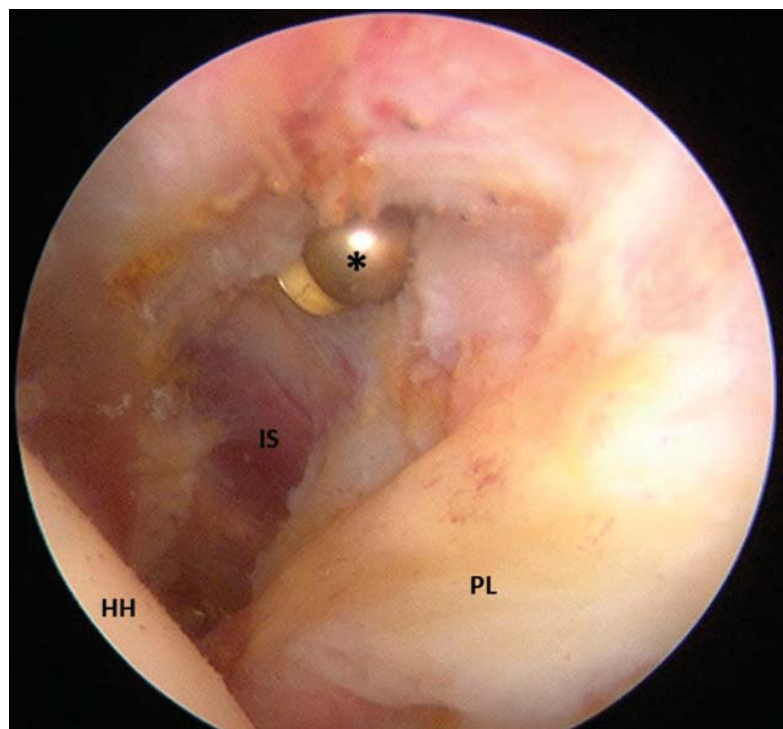


Fig. 2.58: Imagen de artroscopia intraoperatoria mostrando la liberación de la cápsula posterior \*-instrumental de corte a liberando la cápsula posterior a través del portal posterior, HH-cabeza humeral, IS-fibras del músculo infraespinoso, PL-labrum posterior (Tomado de Redler LH et al: *Treatment of adhesive capsulitis of the shoulder. J Am Acad Orthop Surg, 2019 Jun 15; 27(12), e544-e554*)(Redler & Dennis, 2019)



## Cirugía abierta

Fue descrita escrita por Codman en la década de 1930. Posteriormente, otros autores recomiendan y describen varias técnicas abiertas (Omari & Bunker, 2001; Ozaki et al., 1989). En la actualidad es excepcional su uso en la capsulitis adhesiva. La única indicación sería aquellos pacientes en los que fracasa la artroscopia y manipulación bajo anestesia.

Se utiliza un abordaje deltopectoral y se liberan las adherencias subdeltoideas, con protección del nervio axilar. Se identifica el intervalo rotador y se abre en línea con el borde superior del subescapular. Se reseca el ligamento coracohumeral y la cápsula del intervalo rotador (fig. 2.59). Si el subescapular está contracturado, puede hacerse un alargamiento en “Z”. Si no se consigue mejoría de la abducción y rotación interna puede realizarse también una liberación de la cápsula inferior y posterior.

Tiene los inconvenientes del aumento de la morbilidad, con un mayor dolor postoperatorio, mayor tiempo de recuperación, necesidad de inmovilización postoperatoria, riesgo de disrupción del tendón del subescapular y menor movilidad que los procedimientos artroscópicos (Neviaser & Hannafin, 2010; Robinson et al., 2012). Omari et al. comunicaron peores resultados en pacientes con diabetes, recomendando ser precavidos con la indicación de cirugía abierta en este tipo de pacientes. (Omari & Bunker, 2001)

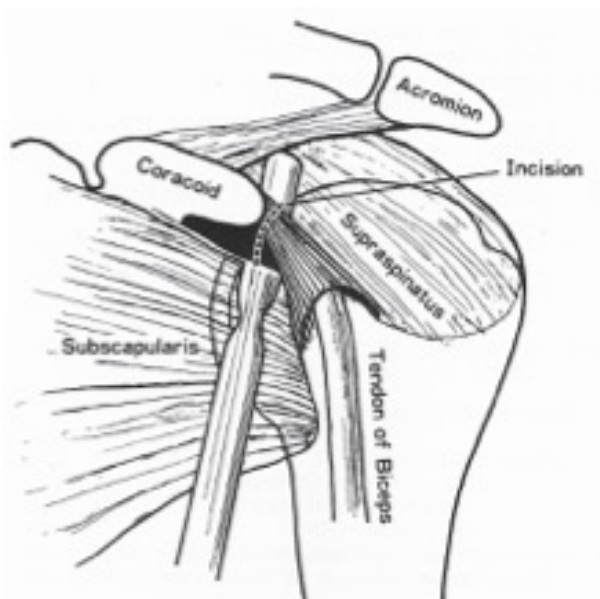


Fig. 2.59: Dibujo esquemático del procedimiento quirúrgico abierto para la capsulitis adhesiva recalcitrante. Se coloca un pequeño retractor bajo el ligamento coracohumeral y el intervalo rotador contracturado y se inciden, teniendo cuidado de preservar el tendón de la porción larga del bíceps, los tendones del supraespinoso y subescapular (Tomado de Ozaki J. *Pathomechanics and operative management of chronic frozen shoulder. Ann Chir Gynaecol* 1996; 85(2): 156-8)



# OBJETIVOS



### 3 OBJETIVOS.

Desarrollar un nuevo sistema de evaluación del rango de movimiento glenohumeral aislado con bloqueo manual de la escápula (método GRASP, de sus siglas en inglés: Glenohumeral Range-of-motion Assesment with Scapular Pinch). Este sistema debe permitir medir el rango de movimiento aislado de la articulación glenohumeral respecto al movimiento global del hombro y debe ser sencillo, fácil de utilizar en el medio clínico, y reproducible.

Evaluar la movilidad glenohumeral aislada con el método GRASP en una serie de sujetos con capsulitis adhesiva desde su diagnóstico y periódicamente mientras dure su tratamiento. Definir si el conocimiento del patrón evolutivo del rango de movilidad glenohumeral aislado puede tener utilidad en la evaluación de la gravedad del cuadro, de su pronóstico y de su evolución temporal, permitiendo modificar la estrategia terapéutica.

Las **hipótesis nulas** son:

- El sistema de medida que se propone (el método GRASP) no es reproducible ni utilizable en la práctica clínica.
- Conocer la evolución de la movilidad glenohumeral aislada en sujetos con capsulitis adhesiva de hombro no es útil a la hora de definir la gravedad del proceso, su evolución o su pronóstico.



# MATERIAL Y MÉTODO



## 4 MATERIAL Y METODO

Para la consecución de los objetivos de nuestro estudio se realizó un diseño experimental en dos partes:

-En primer lugar, se describe un nuevo sistema de medida de la movilidad glenohumeral aislada (el método GRASP) y se valoró si era reproducible.

-Una vez confirmada su reproductibilidad, se analizó la validez de dicha herramienta. Para esto, la aplicamos en una serie prospectiva de pacientes con capsulitis adhesiva con el objetivo de estudiar si la evaluación de la movilidad glenohumeral aislada y su patrón evolutivo es útil en la práctica clínica, como predictor de éxito o fallo del tratamiento conservador, según definimos en el apartado anterior.

### 4.1 REPRODUCTIBILIDAD DE LA MEDIDA DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL

#### 4.1.1 SISTEMA DE MEDIDA: MÉTODO “GRASP”

Se presenta un método de medida de la movilidad glenohumeral aislada, basado en la goniometría, para permitir una evaluación rápida y por un solo individuo de la abducción pasiva y las rotaciones externa e interna en nuestro entorno clínico habitual (con alta demanda asistencial). El punto clave para realizar esta medición es el bloqueo escapular.

Denominamos a nuestro método con el acrónimo basado en el inglés: GRASP (Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch), que a su vez hace referencia a método que usamos para estabilizar la escápula mediante “agarre” manual (“Grasp” en inglés). Una mano del examinador bloquea la escápula y evita la movilidad escapulotorácica, controlando el momento en el que la escápula inicia su participación en la movilidad del hombro. La otra mano moviliza de forma pasiva el brazo. Así podrá identificarse para cada movimiento el punto en el que la articulación glenohumeral llega a su tope de movilidad. Cada movimiento se realiza en dos o tres ocasiones hasta encontrar el tope fisiológico, que suele ser indoloro.

Para medir el rango de movimiento se usa un Goniómetro Universal de 360°, de plástico transparente y dos brazos largos (18 cm) superponibles y con precisión de

medición de 1° (fig.4.1) (Physio Supplies Limited, Spalding, Reino Unido), según los criterios establecidos en la literatura (Norkin & White, 2016)



Fig. 4.1: Goniómetro Universal 360° plástico transparente de brazo largo

#### 4.1.2 PROTOCOLO DE MEDIDA

Las medidas no pueden realizarse simultáneamente en ambos hombros, por lo que se hacen secuencialmente.

Se coloca al sujeto sobre una banqueta alta, sin respaldo ni brazos. Debe descubrirse el tórax, aunque puede llevar una camiseta de tirantes o el sujetador (fig.4.2). Para empezar, se instruye al individuo sobre lo que se le va a hacer, se le pide que se relaje y se informa que no se requiere ningún movimiento activo por su parte.



Fig 4.2



Para un hombro izquierdo, el examinador se coloca a la espalda del sujeto, con su mano derecha sobre el hombro, la palma sobre la espina de la escápula, el pulgar sobre la cara posterior del acromion y el resto de los dedos sobre la clavícula distal y la articulación acromioclavicular (fig. 4.3). Las estructuras óseas se palpan con delicadeza y se aplica una presión suave pero firme.



Fig. 4.3

El examinador sujeta el codo del sujeto con la mano izquierda desde la parte posterior y lo flexionan a 90° para colocarlo en 0° de rotación (fig. 4.4).



Fig. 4.4

Luego, el examinador inicia la abducción pasiva elevando el codo, con cuidado de bloquear cualquier inclinación escapular hacia arriba con la mano derecha. La abducción progresa hasta que se detecta una parada firme y/o comienza el desplazamiento escapular (fig. 4.5).



Fig. 4.5

En ese momento, el examinador le pide al sujeto que mantenga el brazo en la misma posición, permitiendo el movimiento escapular si es necesario, pero asegurándose de que se mantenga el ángulo de abducción. Este ángulo de abducción pasiva glenohumeral (GHABD) se mide desde la parte posterior colocando el goniómetro en el plano coronal, con el vértice en la cabeza humeral, el brazo fijo perpendicular al suelo y el brazo móvil en línea con el brazo del sujeto (fig. 4.6).



Fig. 4.6

Las rotaciones se evalúan de manera similar: la escápula se bloquea con la mano derecha y el brazo se lleva a 45° de abducción glenohumeral con la mano izquierda en el codo, manteniendo los 0° grados de rotación, es decir, con el antebrazo paralelo al suelo (fig. 4.7).



Fig. 4.7

A continuación, se mueve el antebrazo con la mano izquierda para realizar rotación externa del hombro, mientras se bloquea con la mano derecha cualquier retracción escapular. El movimiento se detiene cuando se nota una parada firme y/o comienza el desplazamiento escapular (fig. 4.8).



Fig. 4.8

En ese momento, el examinador le pide al sujeto que mantenga el brazo en posición y se mide el ángulo de rotación externa pasiva glenohumeral (GHROTEX) desde el lado ipsilateral, con el vértice del goniómetro colocado en el codo, el plano de medida perpendicular al eje del húmero, el brazo fijo paralelo al suelo y el brazo móvil en línea con el antebrazo (fig. 4.9).



Fig. 4.9

El ángulo de rotación interna pasiva glenohumeral (GHROTIN) se mide de la misma manera, pero bloqueando la proyección escapular (fig. 4.10 y fig. 4.11).



Fig. 4.10



Fig. 4.11

### **4.1.3 EVALUACIÓN DE LA REPRODUCTIBILIDAD DEL METODO GRASP**

Para asegurar la utilidad de nuestro método de medida, era necesario que hubiera consistencia en las mediciones repetidas en el tiempo por el mismo o por distintos examinadores.

Para ello diseñamos un estudio de reproductibilidad intra e inter-observador en voluntarios sanos.

#### **4.1.3.1 SUJETOS A ESTUDIO**

##### **Cálculo del tamaño muestral**

Utilizamos las fórmulas descritas por Zou et al (Zou, 2012) para la estimación de los coeficientes de correlación intraclase (ICC) con precisión y garantía; estimamos que necesitábamos un tamaño mínimo de 58 para evaluar la reproductibilidad de nuestro sistema de medida. Se eligió una muestra total de 60 hombros.

Dado que la concordancia entre las mediciones no depende del lado en el que se realicen, el hombro derecho e izquierdo de cada individuo se consideraron independientemente y se seleccionaron 30 sujetos.

##### **Definición de la población y muestra**

La población sobre la que se pretendía validar el sistema incluía a priori a toda la población adulta española.

Se seleccionó una muestra de 30 voluntarios sanos entre los trabajadores del Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid.

Los criterios de inclusión fueron:

1. Edad mayor de 18 años.
2. Índice de masa corporal  $< 30$ .
3. Hombros sin patología diagnosticada.
4. Sin antecedentes de cirugía en los hombros.
5. Rango de movilidad simétrico y normal, estableciendo la normalidad en  $>150^\circ$  de abducción y  $>165^\circ$  de flexión.

6. Aceptar la participación en el estudio y firmar el consentimiento informado (Apéndice 1 Hoja de información y consentimiento).

#### 4.1.3.2 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se obtuvo de cada voluntario el nombre, sexo, fecha de nacimiento, IMC y fecha de las medidas.

Dos examinadores participaron en la recopilación de datos, ambos con más de diez años de carrera profesional y con experiencia en goniometría. A cada uno de los 30 sujetos se les realizó una valoración del arco de movilidad pasiva global del hombro y de la movilidad glenohumeral selectiva mediante el método GRASP.

Las mediciones se realizaron en una sola sesión y se repitieron 3 veces: dos por el examinador “A” (denominadas A1 y A2) y una por el examinador “B” (denominación B), siguiendo la secuencia A1 – B – A2. El examinador asignado a la función de A y B fue aleatorizado para cada paciente con el lanzamiento de una moneda. Para asegurar el ciego del estudio, cuando uno de los examinadores estaba haciendo las mediciones, el otro salía de la sala y ninguno de los dos tenía acceso a los datos registrados en mediciones previas.

En cada grupo de mediciones se recogieron 12 variables, 6 en cada hombro:

-Movilidad pasiva completa del hombro en abducción (TABD), rotación externa (TROTEX) y rotación interna (TROTIN) con el brazo a 45°.

-Movilidad pasiva glenohumeral aislada en abducción (GHABD), rotación externa pasiva (GHROTTEX) y rotación interna (GHROTIN) con el brazo a 45° de abducción.

La medición de la movilidad pasiva completa del hombro se realizó como control para la reproductibilidad.

Los datos fueron recogidos por cada examinador en un formulario preparado al efecto (Apéndice 2 Hoja recogida de datos) y transferidos a una base de datos Excel (Microsoft® 2020).

#### 4.1.3.3 ASPECTOS ÉTICOS

Los datos personales de los voluntarios, como nombre, sexo, edad, etc. fueron considerados de carácter confidencial. El tratamiento de los datos se hizo con las medidas

de seguridad establecidas en el Reglamento General de protección de datos Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

La utilización de un goniómetro como aparato de medida fue considerada totalmente inocua y no contemplaba ningún efecto secundario perjudicial para el sujeto. Tampoco suponía ninguna exposición a radiaciones ni emisiones de ningún tipo.

El estudio fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional Local (número de aprobación IRB: 004/19) (Apéndice 3 aprobación del Hospital Ramón y Cajal). El protocolo aprobado por el Comité de Ética de la Investigación con medicamentos (CEIm) se puede consultar en el Apéndice 4.

#### 4.1.3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico contamos con la colaboración de la Unidad de Bioestadística Clínica del Hospital Ramón y Cajal, que analizaron los datos mediante el software Stata® y, además, usamos las herramientas estadísticas de Excel (Microsoft® 2020).

Para verificar que los valores de movilidad seguían una distribución normal, usamos la prueba de Kolmogorow-Smirnoff.

Para valorar la reproductibilidad intra e interobservador, se utilizó un modelo de efectos mixtos bidireccionales, de acuerdo absoluto (Koo & Li, 2016) y se calculó utilizando el coeficiente de correlación intraclass (ICC) para las seis variables (Shrout & Fleiss, 1979). ICC por debajo de 0,5 se consideraron pobres, entre 0,5 y 0,75 moderados, 0,75 a 0,9 buenos y  $> 0,9$  excelentes (Koo & Li, 2016).

Para la reproducibilidad intraobservador, se compararon los datos de las sesiones A1 y A2. Para la reproducibilidad interobservador, los datos de las sesiones A1 y A2 se compararon con B.

Se obtuvieron gráficos de Bland-Altman para las seis variables (Bland & Altman, 1986).

Se estableció un punto de corte de  $10^\circ$  para evaluar de forma práctica la reproducibilidad: se calculó el porcentaje de medidas que variaron más de  $10^\circ$  entre mediciones repetidas. La mínima diferencia clínicamente importante (DMCI) no está

claramente establecida para los movimientos del hombro, pero algunos autores han propuesto un rango de  $2^{\circ}$  a  $10^{\circ}$  (Hao et al., 2019; Simovitch et al., 2018). Por ello se estimó que, si las variaciones estaban dentro de este valor, el método sería reproducible en la práctica.



## **4.2 VALORACIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FALLO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR.**

Se diseñó un estudio longitudinal prospectivo de serie de casos de sujetos con capsulitis adhesiva de hombro. El estudio se realizó en un hospital terciario (Hospital Ramón y Cajal), en la consulta de un único cirujano ortopédico con más de diez años de experiencia en cirugía de hombro, durante los años 2018 a 2020.

El objetivo era evaluar el fracaso del tratamiento conservador y analizar las variables predictoras precoces de dicho fracaso, entre ellas, la amplitud de movimiento glenohumeral. Otras variables que se consideraron candidatas fueron: sexo, edad, diabetes, fase clínica, niveles de dolor, amplitud de movimiento global y valoración funcional del hombro.

Fueron considerados “fracaso del tratamiento conservador” aquellos pacientes que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico o los tratados conservadoramente que presentaran al final del seguimiento un dolor por encima de 3 o una valoración funcional en la escala de Costant-Murley por debajo de 70.

### **4.2.1 SUJETOS A ESTUDIO**

#### **Cálculo del tamaño muestral**

Para el cálculo del tamaño muestral se siguieron las recomendaciones de Peduzzi et al (Peduzzi et al., 1995); así, se estima que cuando los eventos por variable son mayores o iguales a diez, el porcentaje de sesgo relativo en la estimación de los coeficientes y sus errores absolutos se reduce, la varianza de las estimaciones se minimiza, se reduce la tasa de ajustes paradójicos y aumenta la potencia estadística. En nuestro estudio, si asumimos una tasa del 50% de fracasos del tratamiento conservador (Hand et al., 2008; Reeves, 1975; Shaffer et al., 1992); para tener al menos 10 eventos, se estimó necesario un tamaño muestral de 20 pacientes.

### **Definición de la población y muestra**

La población a estudio fueron los sujetos con capsulitis adhesiva primaria de hombro.

Se seleccionó una muestra de 20 pacientes de forma prospectiva. Fueron considerados para la inclusión todos los pacientes cuyo motivo de consulta era dolor y rigidez de hombro y que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. Además del examen clínico, se les realizó radiografía simple (proyecciones anteroposterior y axial) y resonancia magnética del hombro afecto.

Los criterios de inclusión fueron:

1. Edad mayor o igual a 18 años.
2. Restricción de al menos el 50% de la rotación externa pasiva a 0° de abducción en el hombro afecto comparado con el contralateral.
3. Pérdida de movilidad en dos o más direcciones del 25% o más.
4. Voluntad de participar en el estudio y de seguir al menos 4 meses de tratamiento conservador. Lectura y firma de Consentimiento informado (Apéndice 5).

Los criterios de exclusión fueron:

1. Traumatismo mayor previo en el hombro afecto.
2. Antecedente de cirugía del hombro afecto.
3. Rigidez secundaria a otras causas, excepto diabetes. (por ejemplo: radiculopatías cervicales, cáncer de mama, cirugía cardíaca...).
4. Presencia de otras afecciones de hombro identificadas en radiología simple o resonancia magnética, consideradas responsables de la sintomatología del sujeto (por ejemplo: tendinitis calcificante, roturas del manguito rotador, artrosis...).

#### **4.2.2 PROTOCOLO DE TRATAMIENTO**

Tras la valoración inicial, se informó a los sujetos de la naturaleza del problema y se les instó a seguir un protocolo de tratamiento conservador centrado en el manejo del dolor y fisioterapia.

El manejo del dolor incluyó analgésicos-antiinflamatorios orales, inyecciones de esteroides intraarticulares y/o bloqueos del nervio supraescapular.

Inicialmente, se prescribieron antiinflamatorios orales (etoricoxib 60 mg cada 24 horas) continuándose hasta 12 semanas si persistía el dolor. Si los antiinflamatorios estaban contraindicados o el dolor no remitía, se indicó una combinación de paracetamol y opioide menor oral (Paracetamol 325 /tramadol 37,5 mg; uno o dos comprimidos cada 12 horas).

En todas las visitas se ofrecieron inyecciones de esteroides intraarticulares (triamcinolona 40 mg diluida en 8 cm<sup>3</sup> de mepivacaína al 1%) a aquellos sujetos con dolor moderado o intenso ( $\geq 4/10$ ); se repitieron hasta 3 veces si eran eficaces.

Se ofrecieron bloqueos del nervio supraescapular (realizado por un anesthesiólogo bajo control ecográfico y de neuroestimulación) en todas las visitas a los pacientes con dolor intenso ( $\geq 7/10$ ), si la medicación oral y las infiltraciones no eran efectivos.

En todos los casos se derivó al paciente a rehabilitación en la primera visita. El fisioterapeuta recibió instrucciones escritas recomendando una terapia dirigida al control del dolor, el reequilibrio escapulotorácico y se enseñaron al paciente ejercicios de estiramiento para ser realizados por él mismo en su domicilio. Se desaconsejó explícitamente la fisioterapia agresiva e intensiva (Diercks & Stevens, 2004). La duración de la terapia se dejó a criterio del fisioterapeuta y del paciente.

Se consideró una posible indicación quirúrgica en caso de no mejoría del dolor y la movilidad, después de al menos 4 meses de tratamiento conservador (Levine et al., 2007). La indicación fue consensuada con el paciente, siempre que expresara su deseo de no continuar una terapia más conservadora.

#### **4.2.3 RECOPIACIÓN DE DATOS**

Cada paciente incluido en el estudio fue evaluado en consulta ambulatoria en la inclusión (visita inicial) y posteriormente cada mes hasta que pasó un año o se indicó la cirugía. A los pacientes operados se les siguió hasta los 6 meses postoperatorios.

Se recogieron los siguientes datos:

En la visita inicial:

1. Datos epidemiológicos: Fecha de nacimiento, sexo, peso y talla.
2. Antecedentes personales relevantes y la presencia de comorbilidades, incluida la diabetes.
3. Estadio de la enfermedad: fase "de congelamiento" o "congelada" (Dilisio MF, 2017)

En la visita inicial y en las sucesivas:

4. Dolor: se evaluó mediante las preguntas 3 a 6 del Cuestionario breve modificado del dolor-forma corta (*Brief Pain Inventory-short form*), adaptado y validado al castellano (Badia et al., 2003; de Andres Ares et al., 2015) (Apéndice 6). En ellas se interroga sobre la intensidad del dolor en las últimas 24 horas en una escala discreta de 0 a 10, preguntando específicamente por "dolor medio", "dolor mínimo", "dolor máximo" y "nivel de dolor ahora"
5. Amplitud de movimiento:
  - Se midió mediante goniometría manual el rango de movimiento global pasivo del hombro afecto y del contralateral en abducción, flexión, rotación externa (a 0° y 45° de abducción) y rotación interna.
  - Se registró también mediante goniómetro manual la movilidad glenohumeral aislada (abducción, rotación externa y rotación interna) mediante el método GRASP anteriormente descrito.
6. Tratamientos realizados: tipo, frecuencia, nivel de eficacia y eventuales complicaciones.

En la visita inicial y la final:

7. La situación funcional del hombro se valoró mediante una escala objetiva de función del hombro (Constant-Murley). El test de Constant-Murley (Apéndice 7), es un sistema que combina el examen físico (65 puntos) con la evaluación subjetiva del paciente (35 puntos)(Constant & Murley, 1987). La puntuación máxima es de 100 puntos, siendo de 90 a 100 excelente, de 80 a 89 buena, de 70 a 79 media, e inferior a 70 pobre.

Todos los datos fueron recogidos en un formulario preparado al efecto (Apéndice 8) y transferidos a una base de datos Excel (Microsoft® 2020) creada para este propósito.

#### **4.2.4 ASPECTOS ÉTICOS**

A los sujetos incluidos no se les realizó ninguna prueba diagnóstica ni terapia adicional a las habituales en este tipo de pacientes. El número de visitas tampoco se vio incrementado respecto a otros pacientes con capsulitis adhesiva fuera del estudio.

Para asegurar el anonimato, los datos recogidos fueron almacenados con un código numérico, que se asoció a la información personal en un listado aparte. De este modo, los datos personales no estaban ligados a la información recogida.

El tratamiento de los datos se hizo con las medidas de seguridad establecidas en el Reglamento General de protección de datos Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación/Comité de Ética de la Investigación con medicamentos (CEI/CEIm) del Hospital Ramón y Cajal (AproCEIC 020/21) (Apéndice 9). El protocolo presentado al CEI/CEIm se puede consultar en el Apéndice 10.

#### 4.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis estadístico de las posibles variables predictoras del fracaso del tratamiento conservador: sexo, edad, diabetes, fase clínica al diagnóstico, niveles de dolor, amplitud de movimiento (global y glenohumeral) y valoración funcional del hombro.

No se asumió la normalidad de las variables cuantitativas debido al pequeño tamaño muestral.

Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar variables cuantitativas y la prueba exacta de Fischer para comparar variables dicotómicas y cualitativas, con un nivel de confianza del 95%. El nivel de significación ( $p$ ) se ajustó según el método de Benjamini-Hochberg (Benjamini, 1995), dado el alto número de análisis realizados. Se calculó el valor crítico de  $p$  ( $p^{\text{BH}}$ ) para cada uno de los parámetros analizados, asumiendo una tasa de falsos descubrimientos (*False Discovery Rate- FDR*) de 0,15 y lo comparamos con el nivel de significación obtenido. En cualquier caso, el umbral mínimo de significación estadística fue de, al menos,  $p < 0,05$ .

Una vez establecidas las variables significativas, se realizó un análisis *post hoc* para evaluar su posible valor predictivo sobre el fracaso del tratamiento conservador, de forma aislada y combinada.



# RESULTADOS





## 5 RESULTADOS

### 5.1 REPRODUCTIBILIDAD DE LA MEDIDA DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL MEDIANTE EL MÉTODO GRASP

Se incluyeron 30 voluntarios, 15 hombres y 15 mujeres, con una mediana de edad de 42 años (rango 26-65). En cada sujeto se exploraron los dos lados de forma independiente (60 hombros).

Los valores obtenidos de cada una de las 6 variables estudiadas (movilidad pasiva global del hombro: abducción, rotación externa y rotación interna; movilidad glenohumeral: abducción, rotación externa y rotación interna) se recogen en el Apéndice 11.

La media ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar ( $s$ ) de los seis parámetros medidos se muestran en la tabla a continuación (tabla 5.1):

	<b>MEDIA (X)</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)</b>
<b>TABD</b>	176°	6,57°
<b>TROTEX</b>	79,6°	8,94°
<b>TROTIN</b>	77,8°	7,59°
<b>GHABD</b>	81,4°	8,94°
<b>GHROTEX</b>	61°	11,8°
<b>GHROTIN</b>	49,9°	10,7°

Tabla 5.1: Valores de media ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar ( $s$ ) para las mediciones de la movilidad pasiva global de hombro y movilidad glenohumeral. TABD: Abducción pasiva global; TROTEX: Rotación externa pasiva global; TROTIN: Rotación interna pasiva global; GHABD: Abducción glenohumeral; GHROTEX: Rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral.

Para valorar la reproductibilidad intra e interobservador, se calculó el coeficiente de correlación intraclassa (ICC) para cada uno de los parámetros. Los valores de ICC se muestran en la tabla 5.2:

VARIABLE	INTRAOBSERVADOR		INTEROBSERVADOR	
	ICC	INT CONF 95%	ICC	INT CONF 95%
<b>TABD</b>	0,81	0,70-0,89	0,83	0,72-0,90
<b>TROTEX</b>	0,80	0,68-0,88	0,63	0,47-0,77
<b>TROTIN</b>	0,57	0,41-0,73	0,53	0,36-0,70
<b>GHABD</b>	0,84	0,75-0,91	0,86	0,77-0,92
<b>GHROTEX</b>	0,63	0,52-0,80	0,68	0,52-0,80
<b>GHROTIN</b>	0,61	0,44-0,75	0,62	0,45-0,76

Tabla 5.2: Coeficientes de correlación intraclase (ICC) con nivel de confianza del 95% (Int Conf 95%) para las mediciones de la movilidad pasiva global de hombro y movilidad glenohumeral.

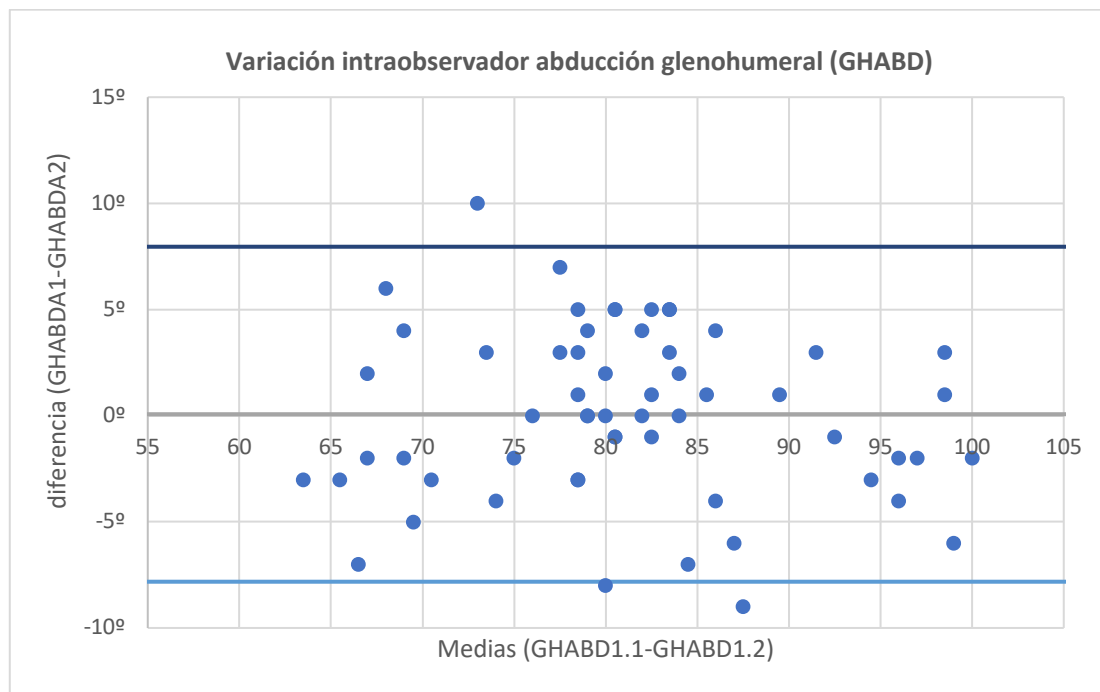
En la valoración de la movilidad pasiva total de hombro, la reproductibilidad intra e interobservador de las medidas de la abducción fue muy elevada (0,81 y 0,83 respectivamente) con intervalos de confianza por encima de 0,70. Sin embargo, la medición de las rotaciones demostró unos resultados más dispares, siendo buena la reproductibilidad intraobservador en la rotación externa pasiva total (ICC 80, con un límite inferior del intervalo de confianza de 0,68), y moderada la reproductibilidad interobservador para la rotación externa (ICC 0,63) y para las medidas intra e interobservador de la rotación interna (ICC 0,57 y 0,53 respectivamente). Valorando los límites inferiores de los intervalos de confianza, podríamos concluir que la reproductibilidad es moderada-baja en la rotación interna pasiva global tanto intra como interobservador (límites inferiores por debajo de 0,5).

Respecto a la movilidad glenohumeral, la reproductibilidad intra e interobservador para la medida de abducción fue buena con ICC de 0,84 y 0,86 respectivamente e intervalos de confianza por encima de 0,75. En las rotaciones, de nuevo obtenemos reproductibilidad moderada intra e interobservador con ICC de 0,63 y 0,68 respectivamente para la rotación externa y de 0,61 y 0,62 para la rotación interna. Poniendo atención a los intervalos de confianza, concluiríamos que la reproductibilidad es moderada para la rotación externa glenohumeral (intervalo de confianza por encima de 0,5) y moderada-baja para la rotación interna glenohumeral (límites inferiores del intervalo de confianza de 0,44 y 0,45).

Analizando los resultados anteriores podemos deducir que todas las medidas de la movilidad glenohumeral con el método GRASP tienen una reproductibilidad muy similar a las de la movilidad global del hombro.

Se realizó un análisis de Bland-Altman para las medidas de movilidad glenohumeral, emparejando los datos obtenidos en las dos medidas del mismo examinador y entre cada una de éstas y las medidas del examinador B y con un error alfa de 0,05. Se obtuvieron gráficas de Bland-Altman para cada una de estas medidas emparejadas para valorar la dispersión respecto a la media.

A continuación, se muestran las gráficas para variaciones intraobservador de las tres medidas (Gráfico 5.1):



Sigue el gráfico

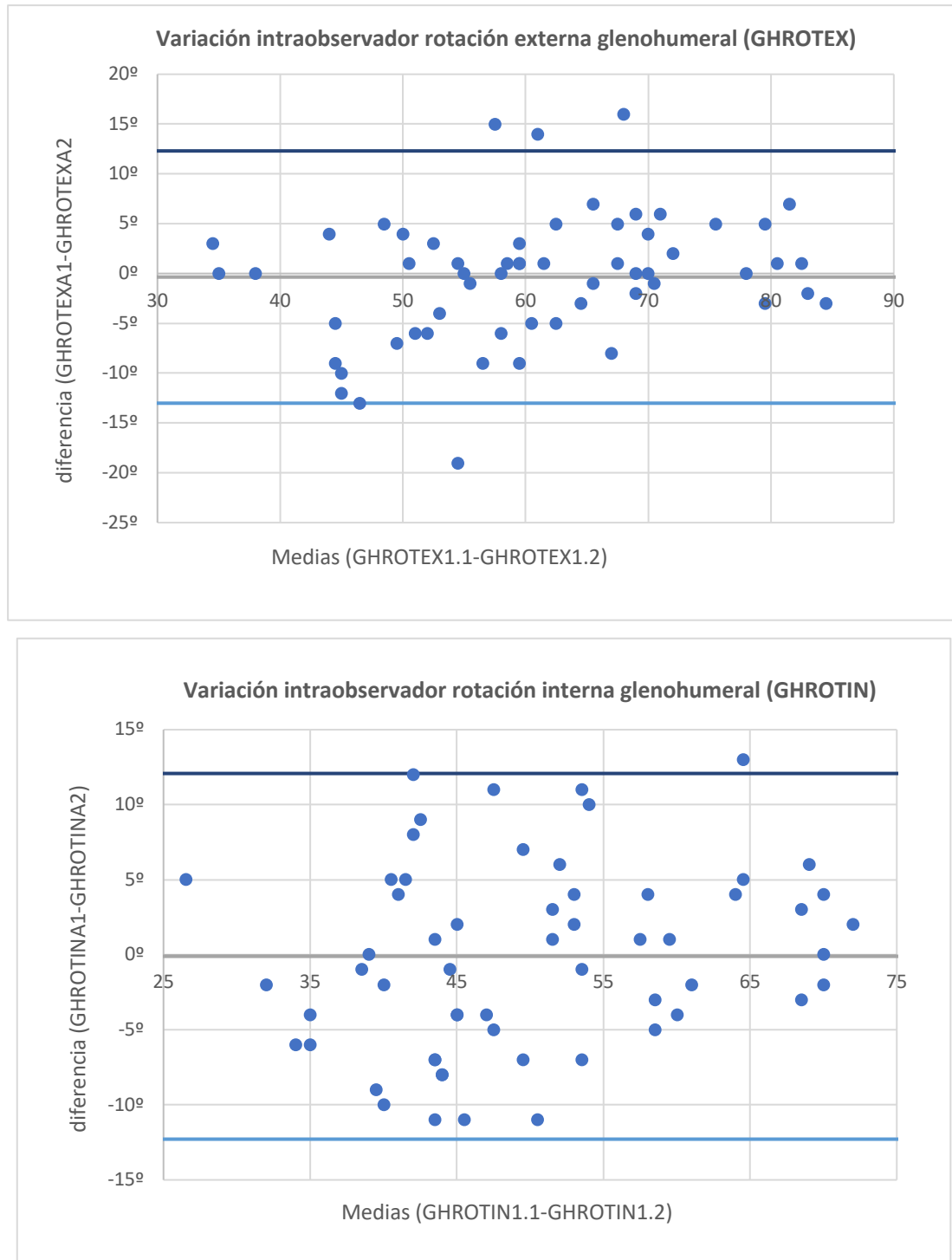
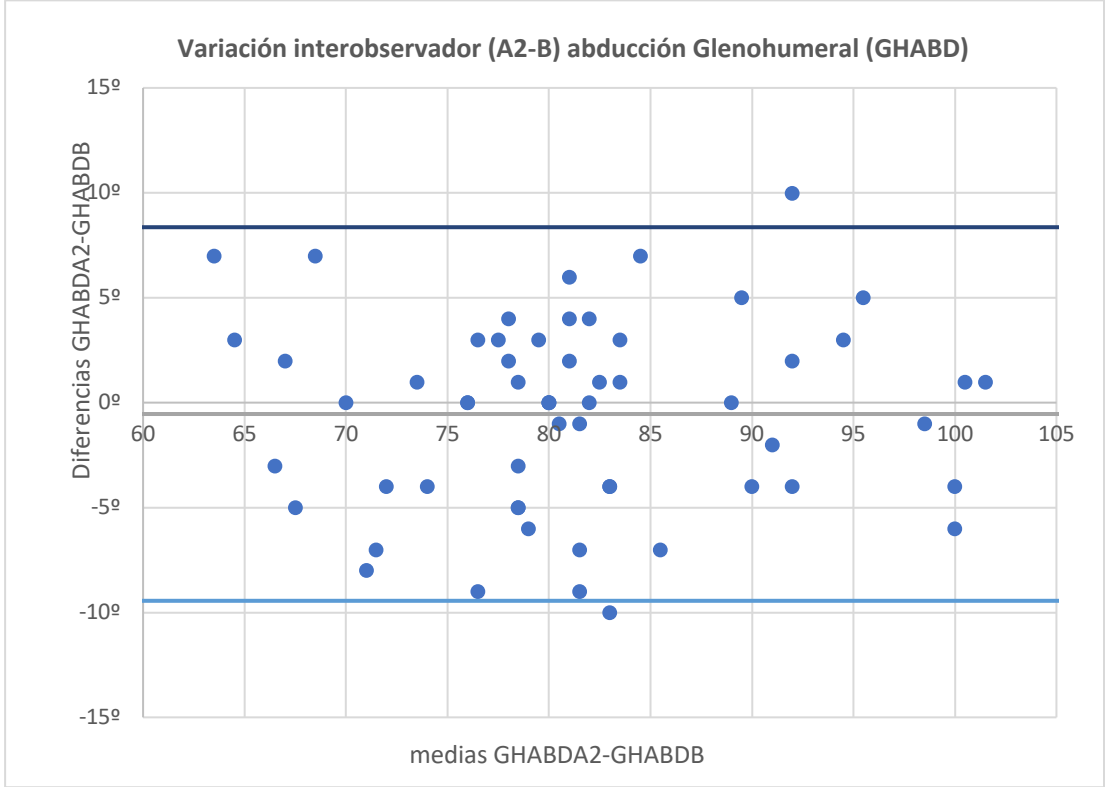
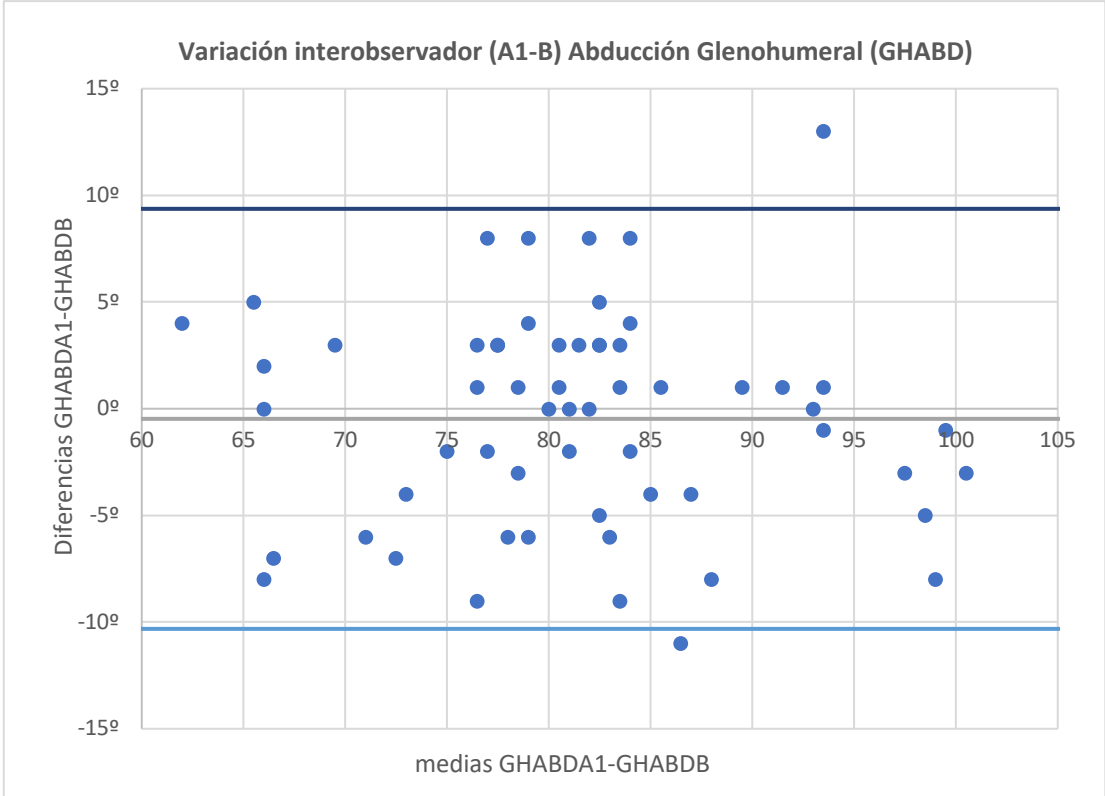
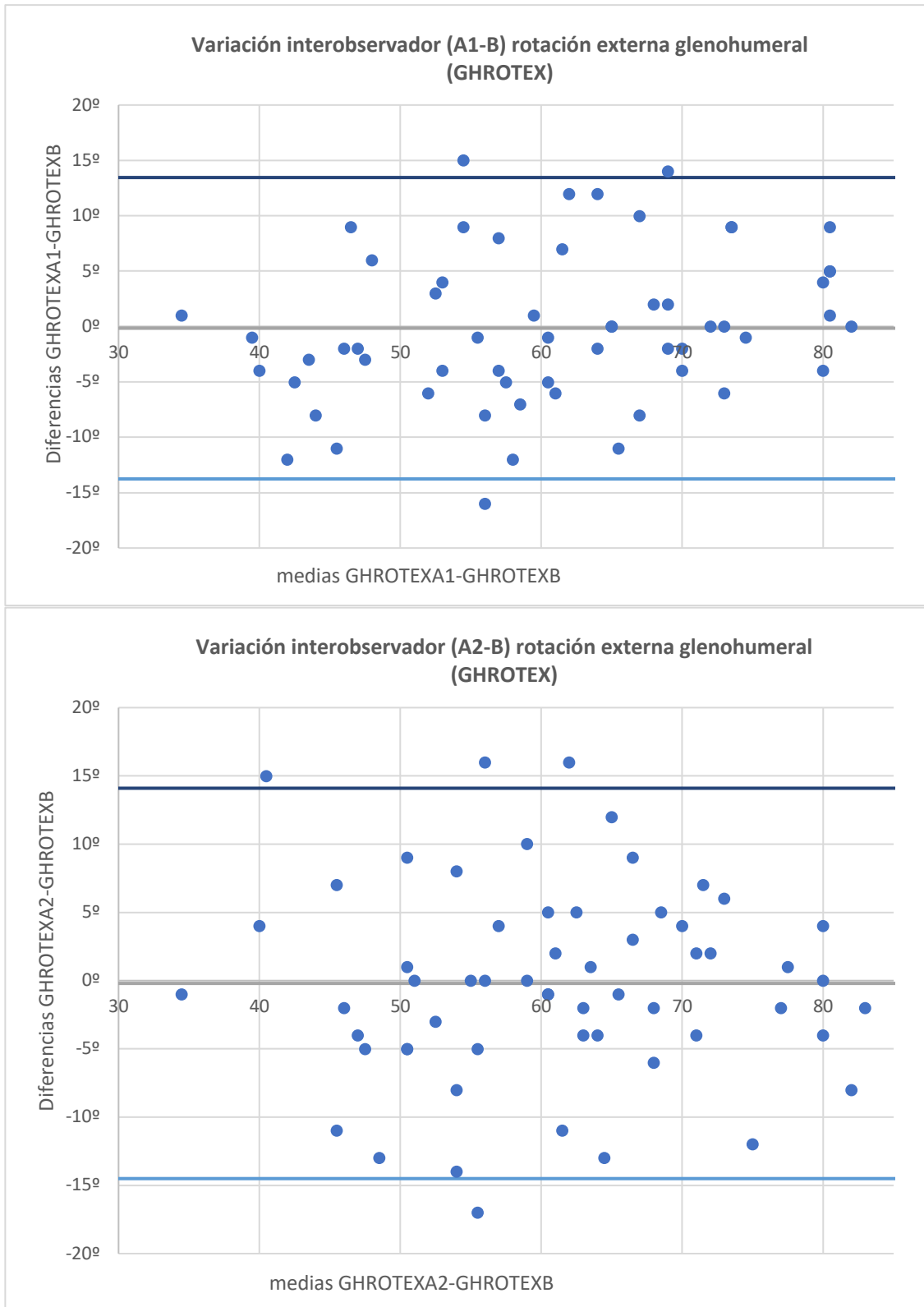


Gráfico 5.1: Gráficas de Bland-Altman evaluando la concordancia intraobservador de las medidas de movilidad glenohumeral. Las líneas horizontales representan los límites de concordancia (+1,96 y -1,96 SD) y engloban el 95% de las mediciones.

Seguidamente, las gráficas con las variaciones interobservador de las tres medidas (Gráfico 5.2), emparejando las mediciones 1 y 2 del examinador A (A1 y A2) con las del examinador B.



Sigue el gráfico



Sigue el gráfico

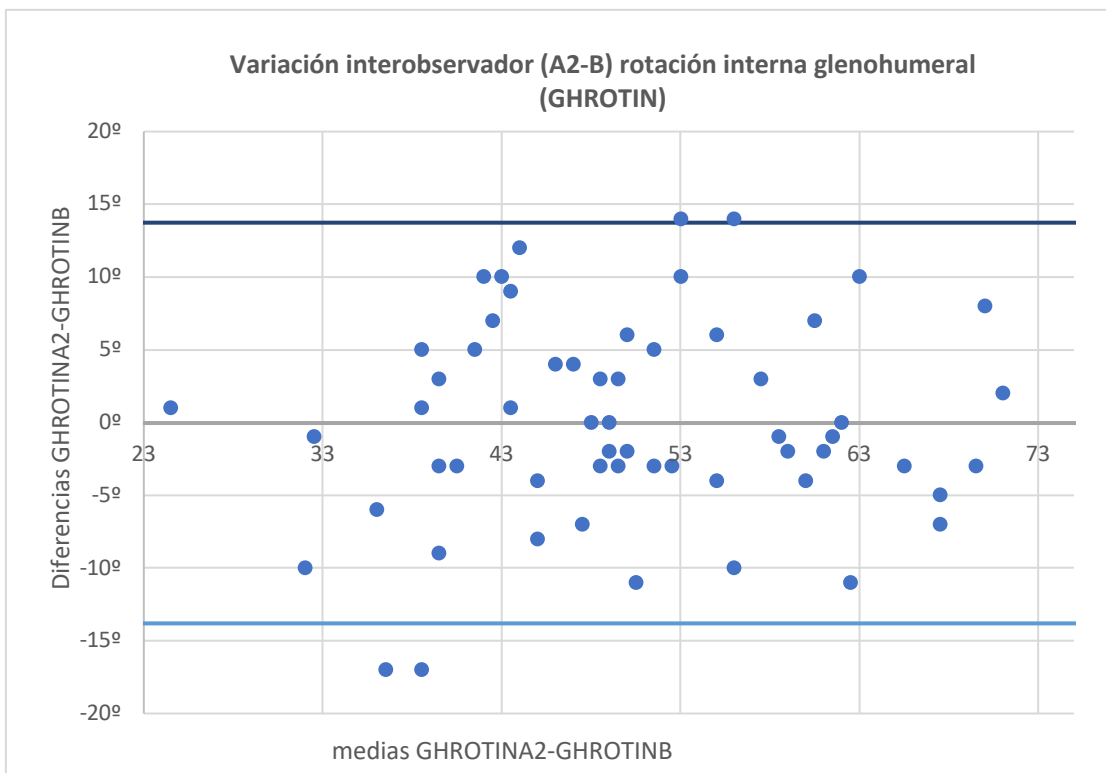
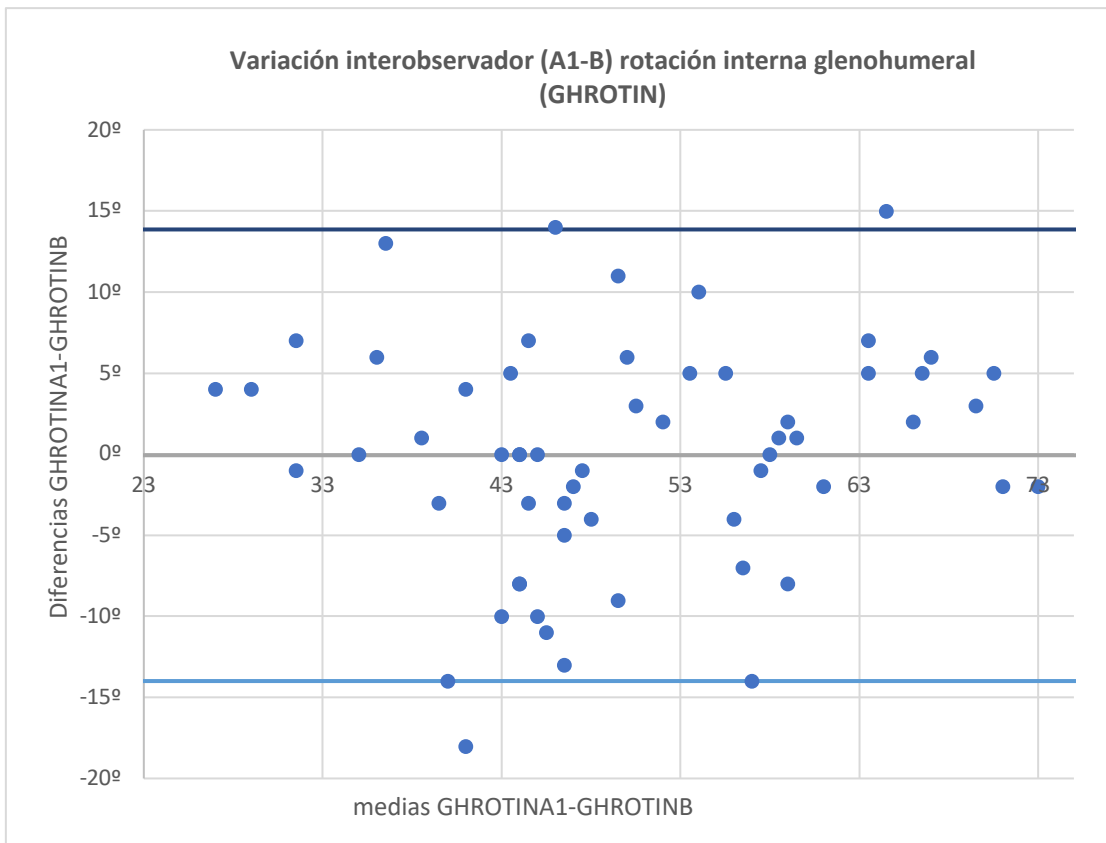


Gráfico 5.2: Graficas de Bland-Altman evaluando la concordancia interobservador (A1-B y A2-B) de las medidas de movilidad glenohumeral. líneas horizontales representan los límites de concordancia (+1,96 SD y -1,96 SD), y engloban el 95% de las mediciones.

La dispersión de las medidas es menor cuando se explora la abducción que cuando se exploran las rotaciones, tanto intra como interobservador. Los límites de concordancia son  $\leq 10^\circ$  para la abducción glenohumeral intra e interobservador. En las rotaciones, los límites de concordancia intraobservador se sitúan alrededor de  $12^\circ$  para la rotación externa y de  $13^\circ$  para la rotación interna; en la concordancia interobservador, los límites están en  $13^\circ$  para la rotación externa y  $14^\circ$  para la rotación interna.

El porcentaje de mediciones con variaciones inferiores a  $10^\circ$  en mediciones repetidas por el mismo examinador fue del 98% para la abducción glenohumeral y de 87% y 85% para las rotaciones glenohumerales externa e interna respectivamente (Gráfico 5.3).

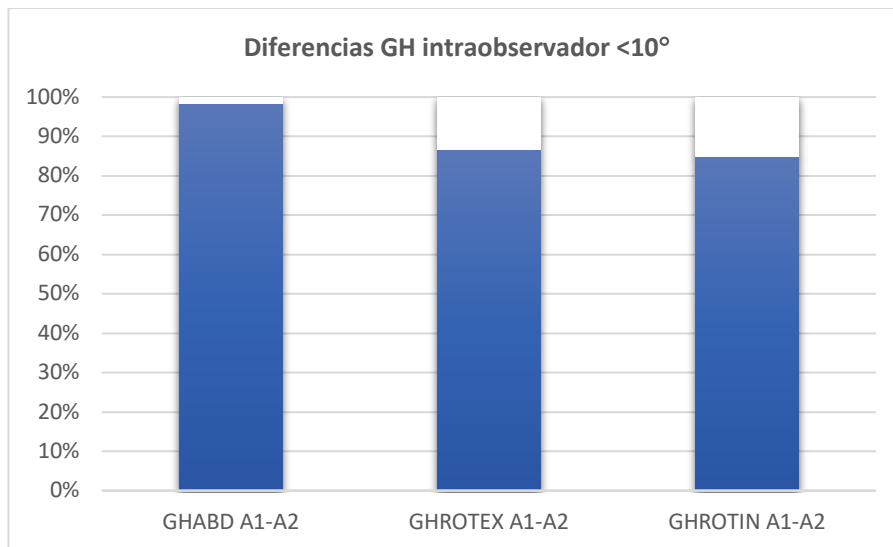


Gráfico 5.3: Medidas repetidas de la movilidad glenohumeral por el mismo evaluador (A1-A2) con variación menor a  $10^\circ$ . GHABD: Abducción; GHROTEX: Rotación externa; GHROTIN: Rotación interna

El porcentaje de mediciones con variaciones inferiores a  $10^\circ$  en distintos examinadores fue del 97% para la abducción glenohumeral y cercana a 80% para las rotaciones glenohumerales (rotación externa: 78 y 83%; rotación interna: 78 y 82%) (Gráfico 5.4)



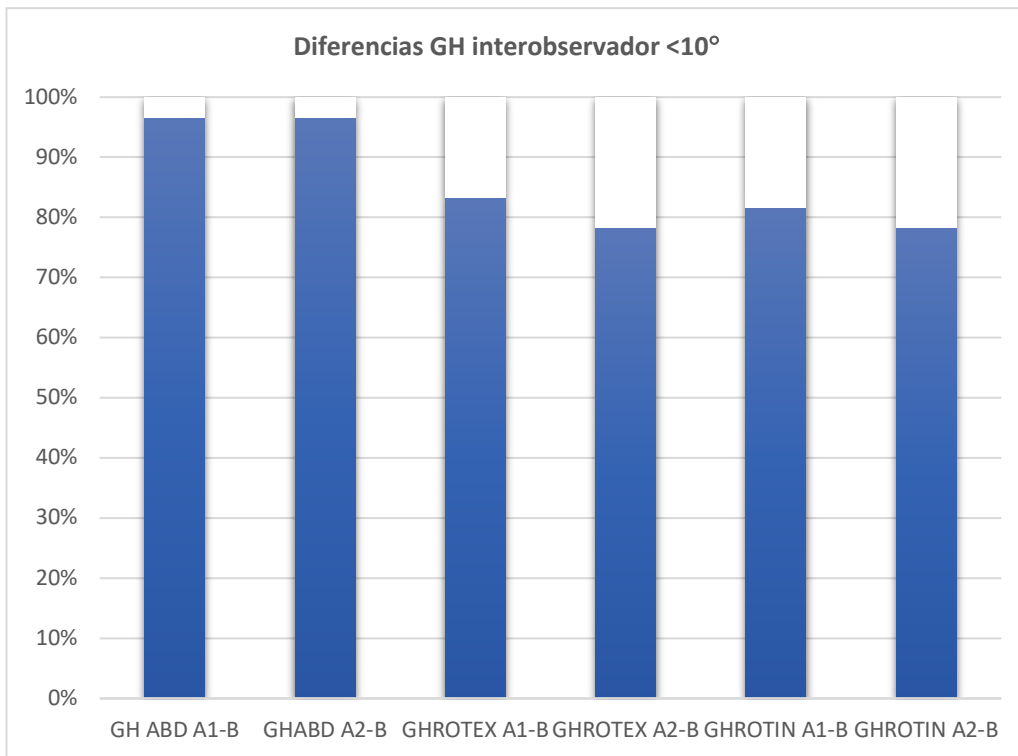


Gráfico 5.4: Medidas de la movilidad glenohumeral por distintos evaluadores (A1-B y A2-B) con variación menor a 10°. GHABD: Abducción; GHROTEX: Rotación externa; GHROTIN: Rotación interna

## 5.2 MEDICIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR

Los veinte pacientes consecutivos incluidos en el estudio completaron el seguimiento (al menos un año en los tratados de forma conservadora y 6 meses después de la cirugía en los que requirieron tratamiento quirúrgico).

### 5.2.1 SITUACIÓN CLÍNICA INICIAL

Había 7 hombres y 13 mujeres. La mediana de edad fue de 51,8 años (Rango 38,4-65,8 años; RIQ *rango intercuartílico*: 8,65). El 50% de los pacientes se situaban entre los 50 y los 60 años (gráfico 5.5).

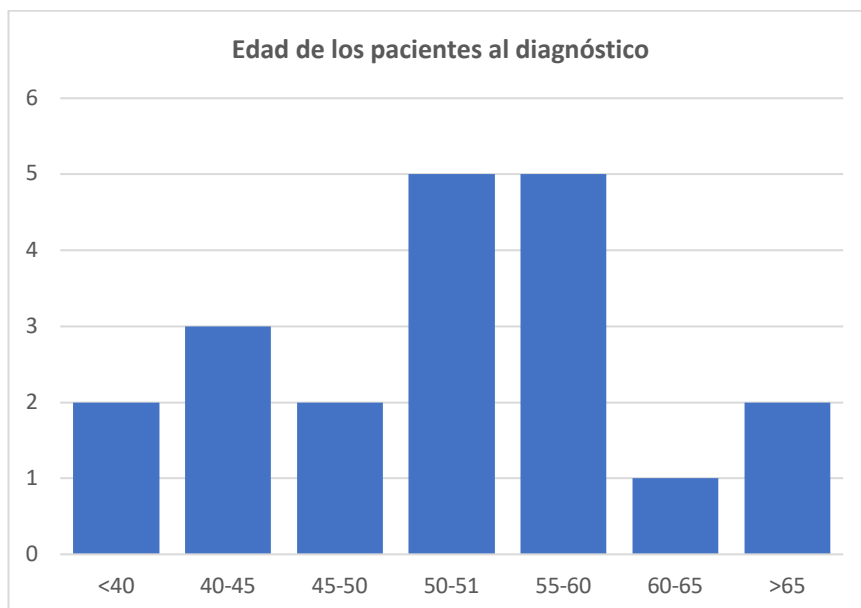


Gráfico 5.5: Histograma de frecuencias mostrando la distribución por edad.

El hombro derecho se afectó en 9 pacientes y el izquierdo en 11. Fue ligeramente más frecuente la afectación del lado dominante (n=11) que el no dominante (n=9).

Solo 2 sujetos eran diabéticos.

La fase de la enfermedad en el momento de la inclusión fue: congelamiento en 9 pacientes y congelada en 11; ningún enfermo se presentó en fase de descongelación. El

tiempo medio de evolución desde el inicio de los síntomas fue de 5,7 meses (Rango 1-21 meses).

La Resonancia Magnética del hombro afecto demostró fibrosis del intervalo rotador junto con disminución del receso axilar en el 50% de los pacientes (n=10) y alguno de estos hallazgos, pero de forma aislada, en dos pacientes más (10% más).

La mediana de dolor en la visita inicial para el "dolor ahora" fue de 3,5 (RIQ: 4), con un "dolor medio" de 5 (RIQ: 2,75), con un "dolor máximo" de 8 (RIQ: 2) y un "dolor mínimo" de 4 (RIQ: 2). (Gráfico 5.6-izquierda)

La movilidad global de hombro y glenohumeral se calculó como porcentaje de pérdida respecto al hombro sano; por ejemplo, si la flexión pasiva del hombro enfermo era 45° y del hombro sano 180°, calculamos un 75% de pérdida de movilidad. En la siguiente tabla se presentan dichos valores de pérdida de movilidad inicial (Tabla 5.3).

Flexión pasiva	36 (22) %
Abducción pasiva	56 (28) %
Rotación externa pasiva a 0° abducción	76 (36) %
Rotación externa pasiva a 45° abducción	67 (29) %
Rotación interna pasiva	67 (22) %
Abducción glenohumeral	60 (14) %
Rotación externa glenohumeral	96 (18) %
Rotación interna glenohumeral	77 (13) %

Tabla 5.3: Valores de pérdida de movilidad (%) al diagnóstico expresadas como: mediana (RIQ)

La mayor pérdida de movilidad inicial se presentaba en la rotación externa glenohumeral, seguida de la rotación interna glenohumeral y rotación externa global.

Las puntuaciones en la escala de Constant en la primera visita se muestran en la Tabla 5.4. La puntuación mediana para la prueba de Constant en la primera visita fue de 32, con un RIQ de 17.

<b>Paciente</b>	<b>Dolor</b>	<b>Actividades de la vida diaria</b>	<b>Balance articular</b>	<b>Fuerza</b>	<b>TOTAL</b>
<i>1</i>	8	7	14	0	29
<i>2</i>	15	9	22	0	46
<i>3</i>	6	6	14	0	26
<i>4</i>	8	6	6	0	20
<i>5</i>	15	8	18	0	41
<i>6</i>	6	4	12	0	22
<i>7</i>	6	6	10	0	22
<i>8</i>	9	8	26	0	43
<i>9</i>	3	10	28	0	41
<i>10</i>	6	4	20	0	30
<i>11</i>	12	14	20	0	46
<i>12</i>	3	4	12	0	19
<i>13</i>	9	12	24	12	57
<i>14</i>	12	0	0	0	12
<i>15</i>	9	6	10	0	25
<i>16</i>	5	6	20	0	31
<i>17</i>	5	6	24	0	35
<i>18</i>	9	10	22	0	41
<i>19</i>	11	12	22	0	45
<i>20</i>	8	10	16	0	34

Tabla 5.4: Puntuación de la prueba de Constant Murley en el momento del diagnóstico

### 5.2.2 TRATAMIENTO REALIZADO

Los pacientes fueron incluidos en el protocolo de tratamiento descrito en el apartado de Material y Método.

Todos recibieron tratamiento analgésico-antiinflamatorio oral. Se añadió una infiltración de esteroides articulares en 9 pacientes. A 7 pacientes se les realizó bloqueo del nervio supraescapular.

Del mismo modo, todos los sujetos fueron remitidos a rehabilitación en la primera visita para el control del dolor, el reequilibrio escapulotorácico y la enseñanza de

ejercicios de estiramiento para ser realizados en su domicilio. La duración de la fisioterapia se dejó a criterio del fisioterapeuta y del paciente. El número de sesiones recibidas durante el seguimiento osciló entre un mínimo de 12 y un máximo de 95, con una mediana de 55,5 sesiones (RIQ 35,25).

Fueron revisados mensualmente registrando en cada visita la intensidad de dolor y la evolución de la pérdida de movilidad pasiva global y glenohumeral hasta cumplir el mes 11.

A partir del 4º mes de tratamiento, a los pacientes que no mejoraron sus niveles de dolor y movilidad, se les ofreció la posibilidad de tratamiento quirúrgico, consistente en capsulotomía artroscópica de extensión variable según la ganancia de movilidad intraoperatoria.

Después de la cirugía, los pacientes mantuvieron tratamiento analgésico y rehabilitador, similar al preoperatorio y fueron seguidos mensualmente hasta el alta clínica (6º mes postoperatorio).

### 5.2.3 RESULTADOS FINALES

Al final del seguimiento, todos los pacientes presentaron una mejoría significativa del dolor ( $p > 0,001$ ), con alivio completo en los 4 parámetros estudiados (mediana de 0; y RIQ 0).

En los siguientes diagramas de cajas (Gráfico 5.6) se puede observar la diferencia en los valores de dolor en la visita inicial y al final del seguimiento (mediana y RIQ).

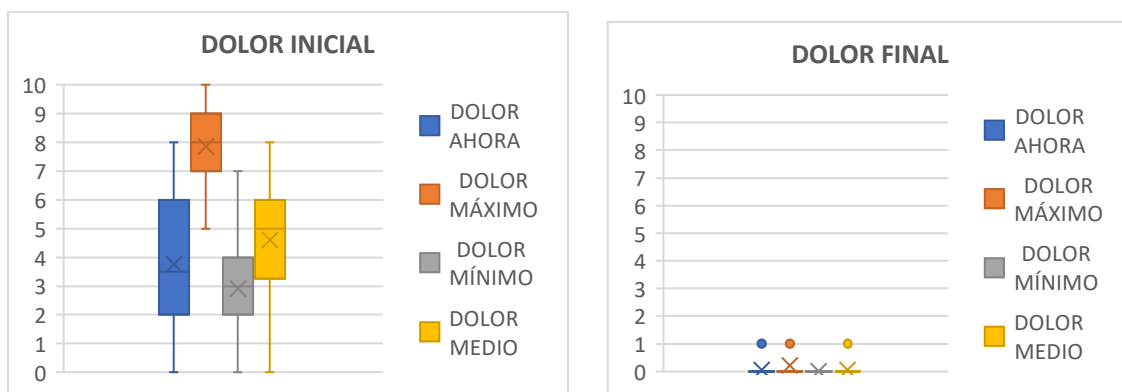


Gráfico 5.6: Diagramas de cajas y bigotes mostrando la intensidad del dolor el momento del diagnóstico ("Dolor ahora": mediana 3,5 (RIQ: 4); "Dolor medio": mediana 5 (RIQ: 2,75); "Dolor máximo": mediana 8 (RIQ: 2); "Dolor mínimo": mediana 4 (RIQ: 2)) y dolor al final del seguimiento ("Dolor ahora": mediana 0 (RIQ: 0); "Dolor medio": mediana 0 (RIQ: 0); "Dolor máximo": mediana 0 (RIQ: 0); "Dolor mínimo": mediana 0 (RIQ: 0))

La movilidad pasiva también mejoró en todos los movimientos estudiados, alcanzando valores prácticamente normales (similares al hombro contralateral) en la flexión, la abducción y la rotación interna global, así como en la abducción glenohumeral. Sin embargo, persistió un déficit en la rotación externa, sobre todo glenohumeral (33%) y algo menor en la rotación externa global (15-17%), y en la rotación interna glenohumeral (15%), independientemente del tratamiento aplicado (Tabla 5.5)

Flexión pasiva	3(9) %
Abducción pasiva	3(7) %
Rotación externa pasiva a 0° abducción	15(38) %
Rotación externa pasiva a 45° abducción	17(21) %
Rotación interna pasiva	6(12) %
Abducción glenohumeral	10 (13) %
Rotación externa glenohumeral	33(41) %
Rotación interna glenohumeral	14 (24) %

Tabla 5.5: Valores de pérdida de movilidad (%) al final del seguimiento expresadas como: mediana (RIQ)

A continuación, podemos ver gráficamente como varía la pérdida de movilidad al inicio y al final del seguimiento (Gráfico 5.7). En la movilidad global del hombro, la pérdida de flexión pasa de una mediana de 36% a 3%; la abducción global pasa de 56% a 3%; la rotación externa global a 0° de 76% a 15%; la rotación externa a 45° de 67% a 17% y la rotación interna pasó de un déficit de 67% a 6%. En la movilidad glenohumeral, la abducción paso de una pérdida inicial de 60% a 10% final; la rotación externa pasó de 96% a 33% y la rotación interna de 77% a 14%. Estas mejorías fueron significativas para todos los rangos de movilidad evaluados ( $p < 0,001$ ).

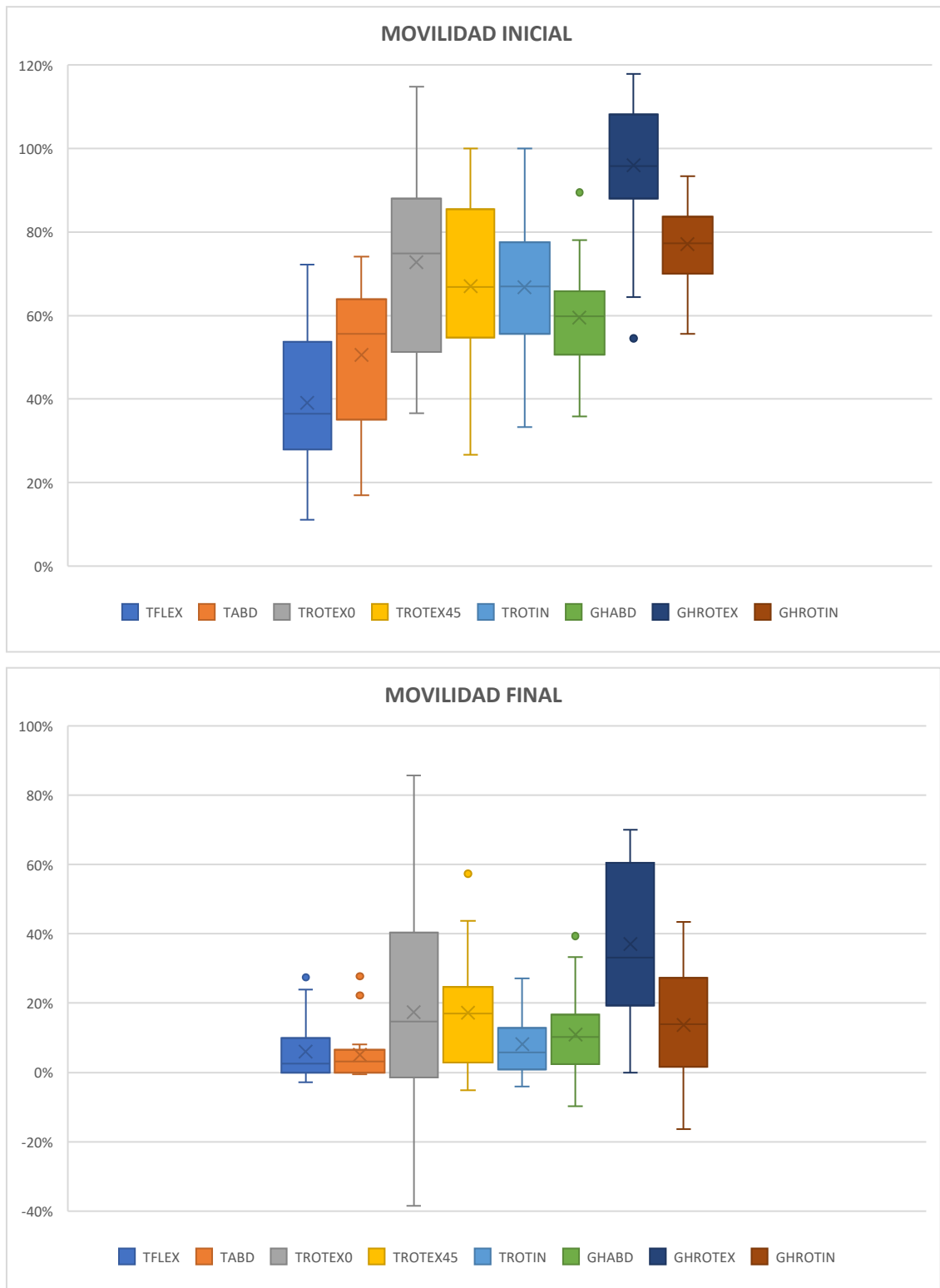


Gráfico 5.7: Diagramas de cajas y bigotes mostrando el porcentaje de pérdida de movilidad del hombro afecto al inicio y al final del seguimiento (TFLEX: flexión global, TABD: abducción global; TROTEX0: rotación externa global a 0° de abducción; TROTEX45: rotación externa global a 45° de abducción; TROTIN: rotación interna global; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral)

Hay que destacar la persistencia de un déficit relevante (alrededor del 30%) en la rotación externa glenohumeral final, independientemente del tratamiento aplicado.

La función del hombro mostró una importante mejoría, pasando de la mediana en la puntuación de Constant de 32 (RIQ: 17) en la visita inicial a 92 (RIQ: 8) en la visita final. (Gráfico 5.8). Todos los pacientes tuvieron una puntuación por encima de 80 al final del seguimiento, por lo que se considera que todos alcanzaron una función de hombro buena o excelente.

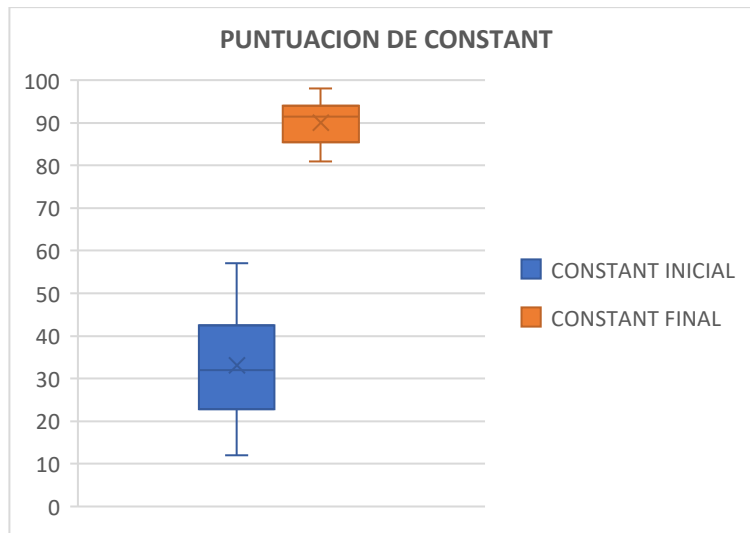


Gráfico 5.8: Diagrama de cajas y bigotes mostrando la puntuación de la prueba de Constant al inicio y al final del seguimiento.

#### 5.2.4 COMPARACIÓN DE LOS PACIENTES QUE NO PRECISARON CIRUGÍA Y LOS QUE FUERON INTERVENIDOS

Trece pacientes (65%) fueron tratados satisfactoriamente de forma conservada y se consideraron “*éxito del tratamiento conservador*”. Eran 9 mujeres y 4 hombres, con una mediana de edad de 51,85 años (RIQ 4,44). Se afectaron 5 hombros derechos y 8 izquierdos, con una dominancia similar (7 lado dominante y 6 no dominante).

Respecto a la fase de la enfermedad en el diagnóstico 7 se presentaron en fase de congelación y 6 en fase congelada.

El rango de movimiento al inicio del tratamiento era similar entre estos pacientes tratados conservadoramente y los que finalmente precisaron cirugía (tabla 5.6).



	<b>GRUPO TRATAMIENTO CONSERVADOR</b>	<b>GRUPO TRATAMIENTO QUIRURGICO</b>
Flexión pasiva	38 (25) %	32 (14) %
Abducción pasiva	57 (12) %	39 (26) %
Rotación externa pasiva a 0°	81 (30) %	64 (34) %
Rotación externa pasiva a 45°	63 (30) %	71 (30) %
Rotación interna pasiva	63 (22) %	73 (12) %
Abducción glenohumeral	59 (13) %	64 (20) %
Rotación externa glenohumeral	94 (11) %	100 (20) %
Rotación interna glenohumeral	77 (13) %	83 (6) %

Tabla 5.6: Valores de pérdida de movilidad (%) al final del seguimiento expresadas como: mediana (RIQ)

La resonancia nuclear magnética en el diagnóstico mostró fibrosis del intervalo rotador junto con disminución del receso axilar en 6 pacientes, en uno solo fibrosis del intervalo rotador y en otro solo disminución del receso axilar.

Además de la analgesia oral y la fisioterapia, en seis pacientes se realizó infiltración intraarticular con esteroides, entre la 1ª y la segunda visita, y en cuatro se hizo bloqueo nervioso entre 0,5 y 2,5 meses desde el diagnóstico.

Siete (35%) fueron los pacientes que precisaron tratamiento quirúrgico y fueron los considerados como “*fracaso del tratamiento conservador*”. Había 4 mujeres y 3 varones, con una mediana de edad 42,9 años (RIQ: 14,61). Se afectaron 4 hombros derechos y 3 izquierdos (4 hombros dominantes y 3 no dominantes). 2 se presentaron en fase de congelación y 5 en fase congelada en el momento del diagnóstico.

La resonancia nuclear magnética mostró fibrosis del intervalo rotador con disminución del receso axilar en 4 pacientes.

En este grupo se realizó infiltración intraarticular con esteroides en 3 pacientes, entre la primera y segunda visita y en 4 se realizó bloqueo nervioso entre 1,4 y 2,3 meses desde el diagnóstico.

La cirugía fue realizada en una mediana de 5,2 meses (RIQ: 2,1; rango: 4,0-9,6 meses) y consistió en una capsulotomía artroscópica hasta conseguir movilidad completa pasiva intraoperatoria. La capsulotomía fue completa (360°) en 2 pacientes y parcial en los 5 restantes (90-270°). Después de la cirugía, mantuvieron tratamiento analgésico y rehabilitador, similar al preoperatorio, y continuaron seguimiento mensual hasta el alta. La mediana de seguimiento postoperatorio fue de 6,30 meses (rango 5,5-9,4 meses)

Para nuestro análisis comparativo, consideraremos dos grupos diferenciados:

1. “Éxito del tratamiento conservador”
2. “Fracaso del tratamiento conservador”

#### 5.2.4.1 EVOLUCION DEL DOLOR

##### Grupo éxito del tratamiento conservador

El dolor en el grupo *éxito del tratamiento conservador* muestra una reducción significativa a partir del segundo mes de tratamiento, situándose en 0 el dolor mínimo y el dolor ahora y por debajo de 2 el dolor medio. A partir del octavo mes las tres variables de dolor se sitúan en 0. (Gráfico 5.9)

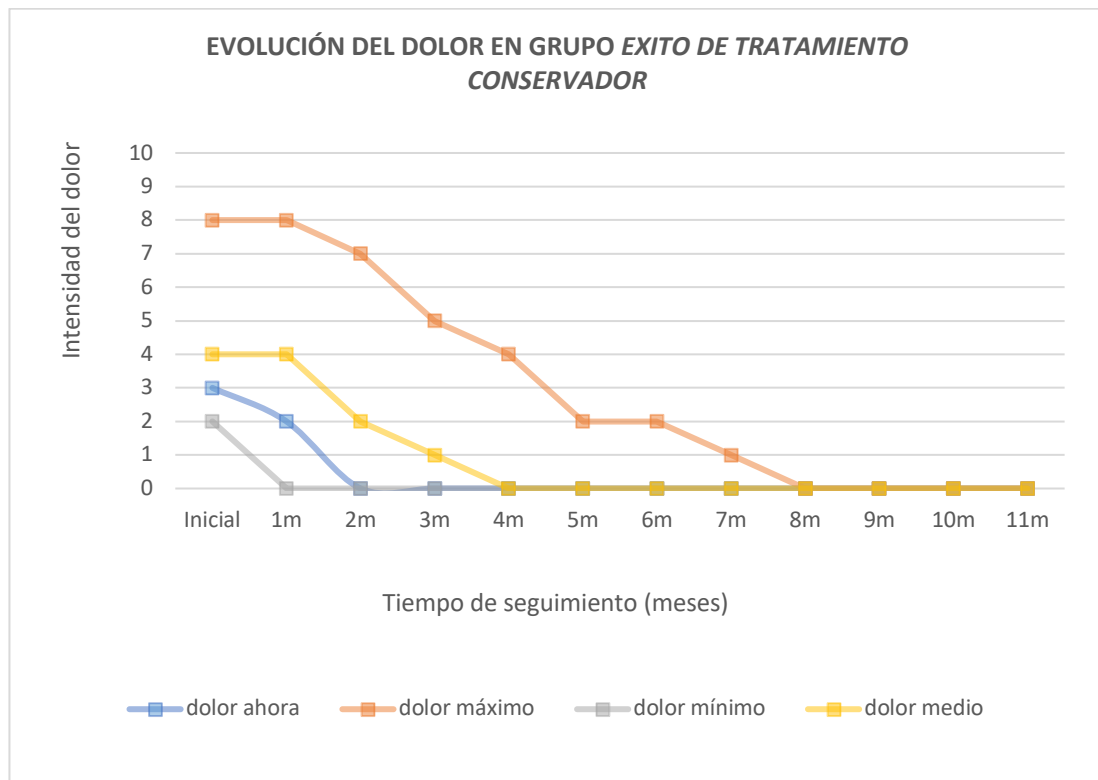


Gráfico 5.9: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del dolor en el grupo *éxito de tratamiento conservador*.

### Grupo fracaso del tratamiento conservador

En el grupo *fracaso del tratamiento conservador* los pacientes mantuvieron una tendencia al empeoramiento en todos los parámetros del dolor durante el primer mes de seguimiento, disminuyendo después de forma progresiva. Los niveles de "dolor medio" y "dolor máximo" se mantuvieron por encima de 5 hasta el tercer mes de seguimiento. La intensidad de "dolor mínimo" y el "dolor ahora" no se situaron por debajo de 2 hasta el tercer mes de seguimiento (Gráfico 5.10).

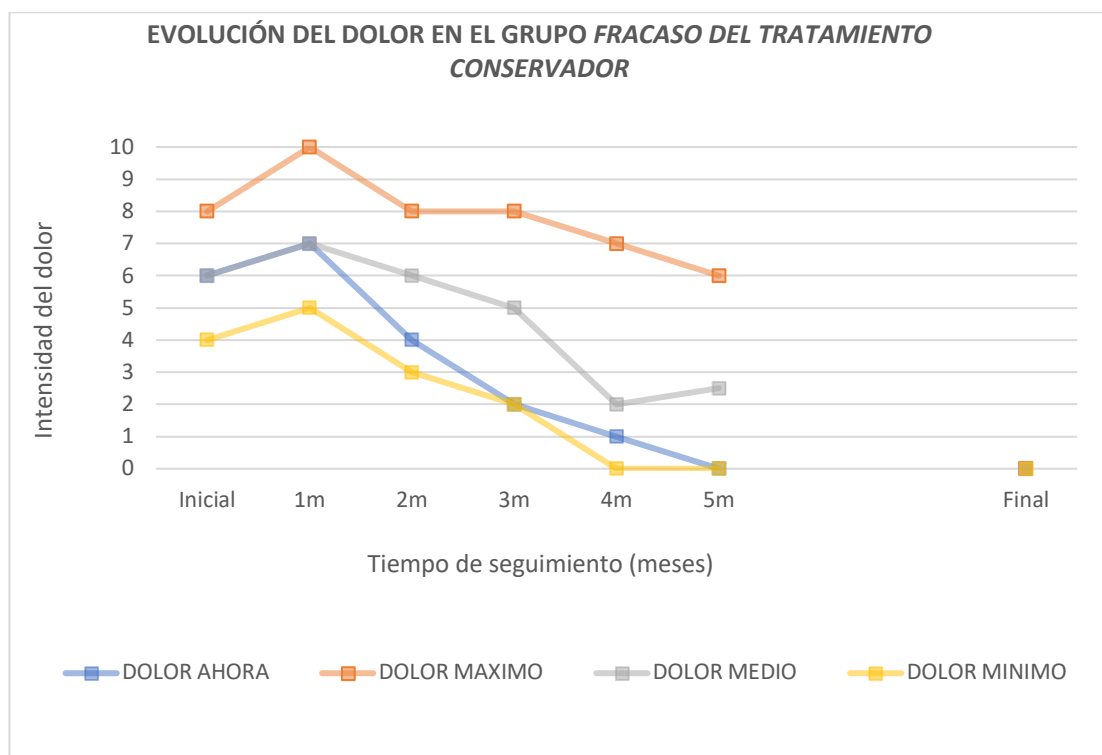


Gráfico 5.10: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del dolor en el grupo *fracaso de tratamiento conservador*

Tras la intervención quirúrgica, al final del seguimiento, todos los pacientes experimentaron una reducción significativa del dolor, con una mediana de 0 (RIQ:0) en todas las variables

5.2.4.2 EVOLUCION DE LA MOVILIDAD

**Grupo éxito del tratamiento conservador**

En el grupo *éxito del tratamiento conservador*, la pérdida de la movilidad pasiva global del hombro mostró una tendencia descendente para todos los movimientos, lográndose una movilidad prácticamente normal en flexión y abducción a partir del 6º mes y de rotación interna al final del 10º mes; en la rotación externa a 45º la mejoría se estabiliza a partir del 8º mes, mientras que la rotación externa a 0º presenta periodos de mejoría y empeoramiento durante el 1er año, con tendencia global hacia la mejoría (Gráfico 5.11).

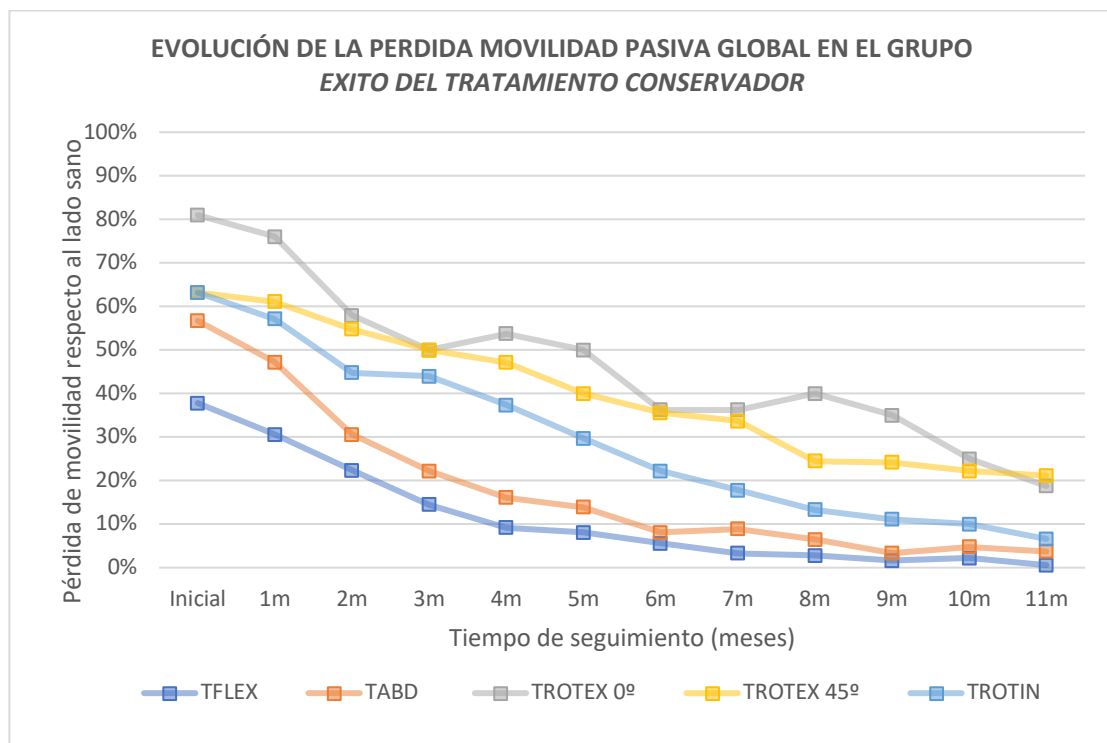


Gráfico 5.11: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la movilidad global del hombro en el grupo de tratamiento conservador (TFLEX: flexión global; TABD: abducción global; TROTEX 0º: rotación externa global a 0º; TROTEX 45º: rotación externa global a 45º; TROTIN: rotación interna global)

También la pérdida de la movilidad glenohumeral mostró una tendencia descendente en el tiempo para todos los movimientos, tendiendo a estabilizarse la rotación externa a partir del 8º mes (Gráfico 5.12).

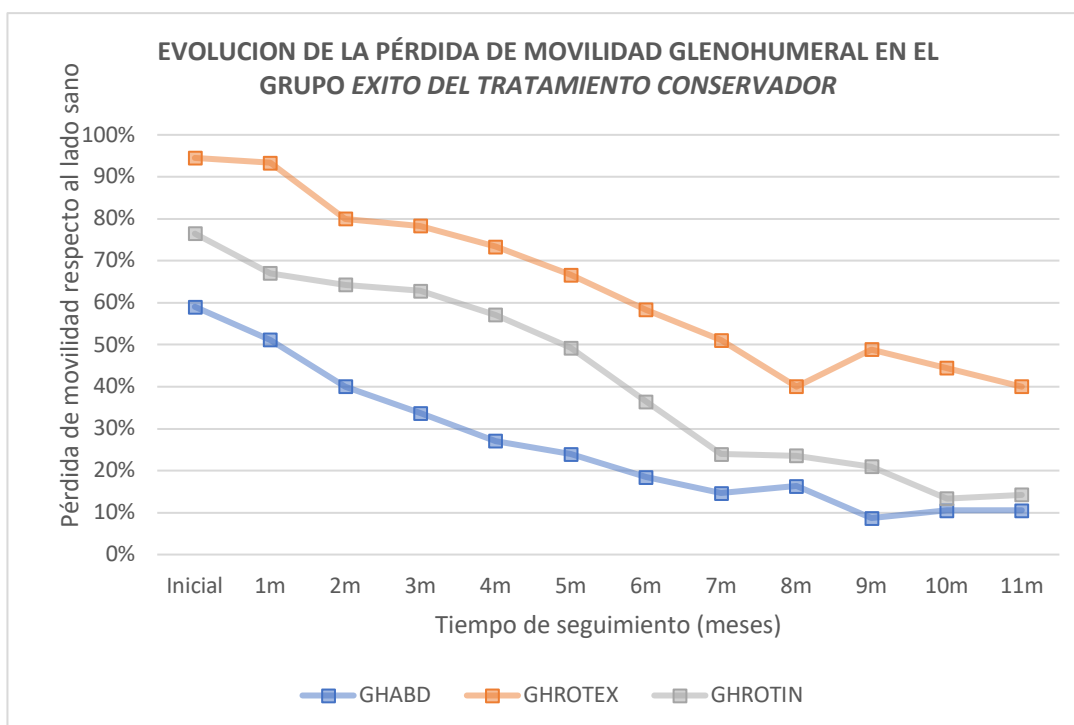


Gráfico 5.12: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del movimiento glenohumeral en el grupo de tratamiento conservador. (GHABD: Abducción glenohumeral; GHROTEX: Rotación externa glenohumeral; GHROTIN: Rotación interna glenohumeral).

Respecto a la movilidad final, los pacientes presentaron una buena recuperación de la movilidad pasiva global persistiendo solo una restricción de aproximadamente un 20% en la rotación externa. La restricción fue más significativa en la movilidad glenohumeral, con una pérdida mayor en la rotación externa: mediana 40% (IQR 40) y más leve en la rotación interna: mediana 14% (IQR 30) y en la abducción: mediana 11% (IQR16). (Tabla 5.7)

Flexión pasiva global	1 (3) %
Abducción pasiva global	4 (7) %
Rotación externa pasiva global a 0°	19 (37) %
Rotación externa pasiva global a 45°	21 (12) %
Rotación interna pasiva global	7 (9) %
Abducción pasiva glenohumeral	11 (16) %
Rotación externa pasiva glenohumeral	40 (40) %
Rotación interna pasiva glenohumeral	14 (30) %

Tabla 5.7: Restricción de la movilidad final en el grupo de tratamiento conservador presentada como porcentaje de pérdida comparada con el lado contralateral. Se muestran los valores de mediana (rango intercuartílico-RIQ)

**Grupo fracaso del tratamiento conservador**

Los pacientes que finalmente precisaron tratamiento quirúrgico apenas mejoraron los valores de movilidad global y glenohumeral en los primeros meses de seguimiento, siendo la restricción más grave en las rotaciones externa e interna, tanto a nivel global como glenohumeral (Gráficos 5.13 y 5.14)

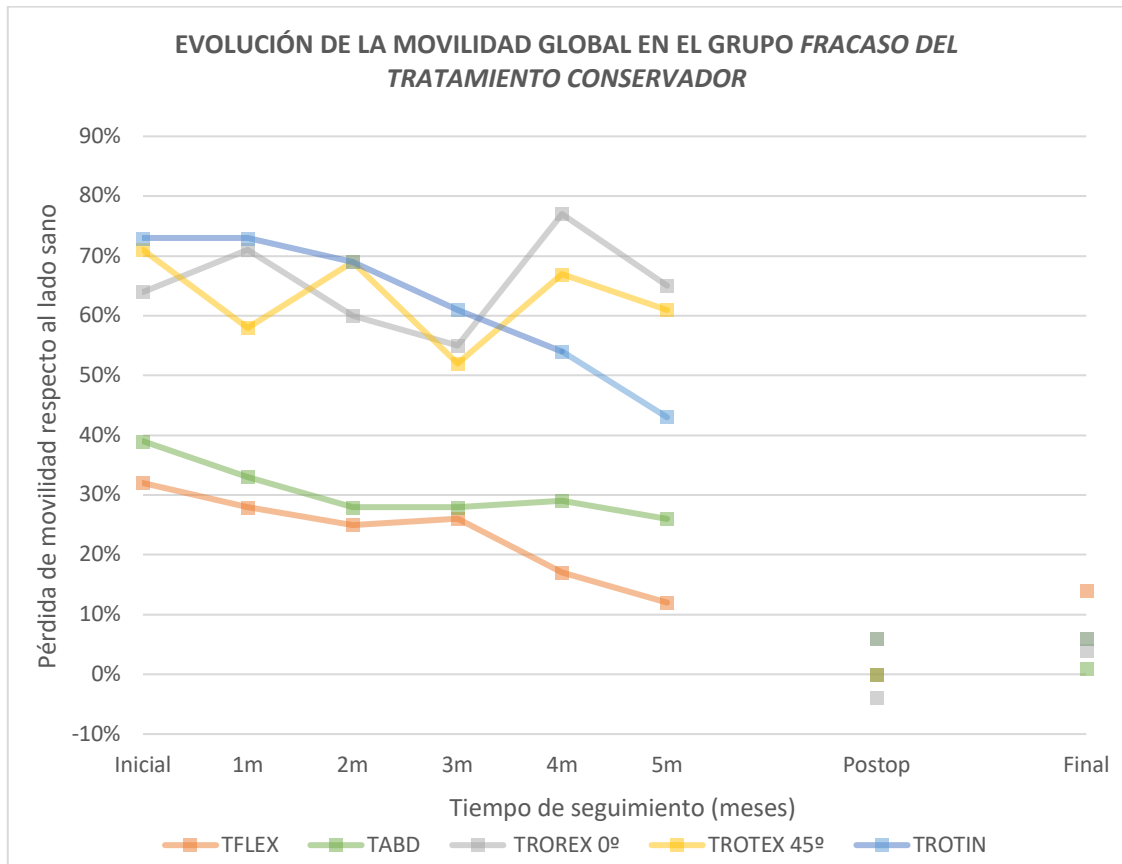


Gráfico 5.13: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la movilidad global del hombro en el grupo *fracaso del tratamiento conservador* (TFLEX: flexión global; TABD: abducción global; TROTEX 0°: rotación externa global a 0°; TROTEX 45°: rotación externa global a 45°; TROTIN: rotación interna global)

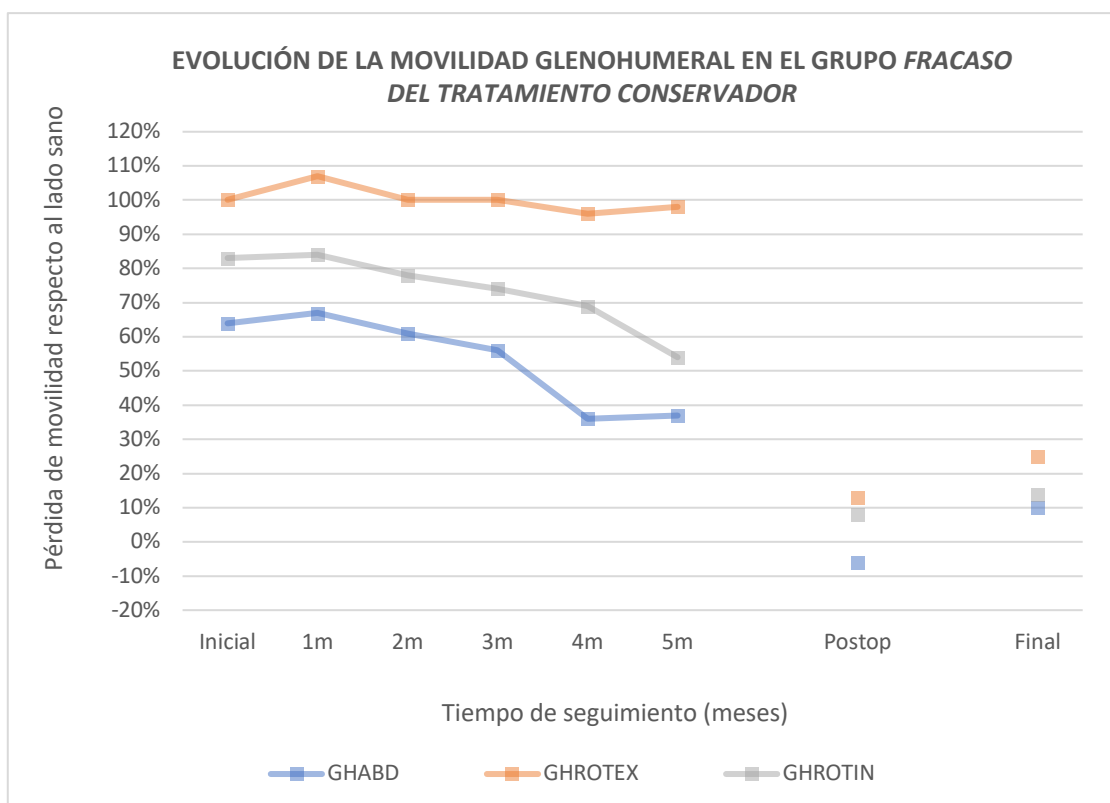


Gráfico 5.14: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del movimiento glenohumeral en el grupo *fracaso del tratamiento conservador*. (GHABD: Abducción glenohumeral; GHROTEX: Rotación externa glenohumeral; GHROTIN: Rotación interna glenohumeral)

Tras el procedimiento quirúrgico, se consiguieron valores cercanos a la normalidad en todos los movimientos. Al final del seguimiento, todos los pacientes intervenidos, habían mejorado la movilidad pasiva global y glenohumeral, acercándose a la movilidad del lado sano ( $\leq 10\%$  de pérdida), salvo en la flexión global, donde encontramos un déficit de un 14% (RIQ 12) y en las rotaciones glenohomerales donde se objetivó, sobre todo, una restricción en la rotación externa de un 25% (RIQ 17) y, más levemente, en la rotación interna glenohumeral, con una pérdida de un 14% (RIQ 12) (Tabla 5.8)

Flexión pasiva global	14 (12) %
Abducción pasiva global	1 (4) %
Rotación externa pasiva global a 0°	4 (24) %
Rotación externa pasiva global a 45°	6 (13) %
Rotación interna pasiva global	6 (7) %
Abducción pasiva glenohumeral	10 (13) %
Rotación externa pasiva glenohumeral	25 (17) %
Rotación interna pasiva glenohumeral	14 (12) %

Tabla 5.8: Restricción de la movilidad final en el grupo *fracaso del tratamiento conservador*, presentada como porcentaje de pérdida comparada con el lado contralateral. Se muestran los valores de mediana (rango intercuartílico-RIQ)

5.2.4.3 EVOLUCION FUNCIONAL

**Grupo éxito del tratamiento conservador**

La valoración funcional final en el *grupo éxito del tratamiento conservador* fue buena o excelente, pasando de una mediana para la puntuación de Constant inicial de 34 (RIQ: 18) a una final de 91 (RIQ: 10). (Gráfico 5.15)

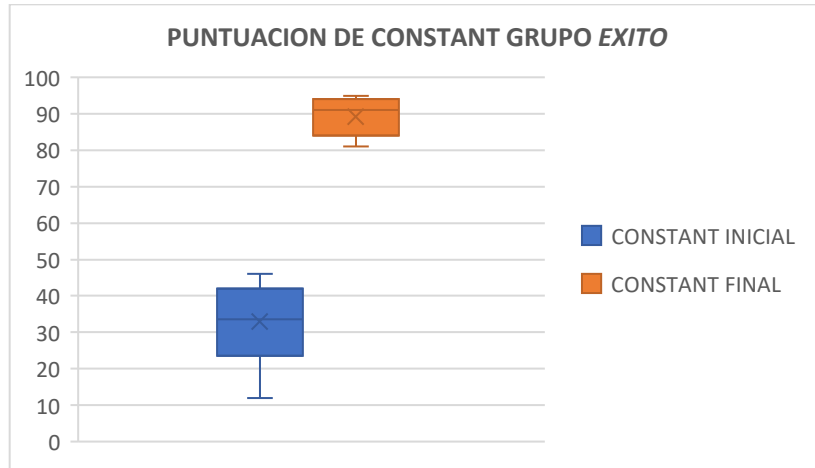


Gráfico 5.15: Diagrama de cajas y bigotes mostrando la puntuación de la prueba de Constant al inicio y al final del seguimiento en el grupo *éxito del tratamiento conservador*.

**Grupo fracaso del tratamiento conservador**

La valoración funcional al final del seguimiento en el grupo que precisó cirugía fue buena o excelente, pasando de una mediana para la puntuación de Constant inicial de 30 (RIQ: 24) a una final de 92 (RIQ: 6). (Gráfico 5.16)

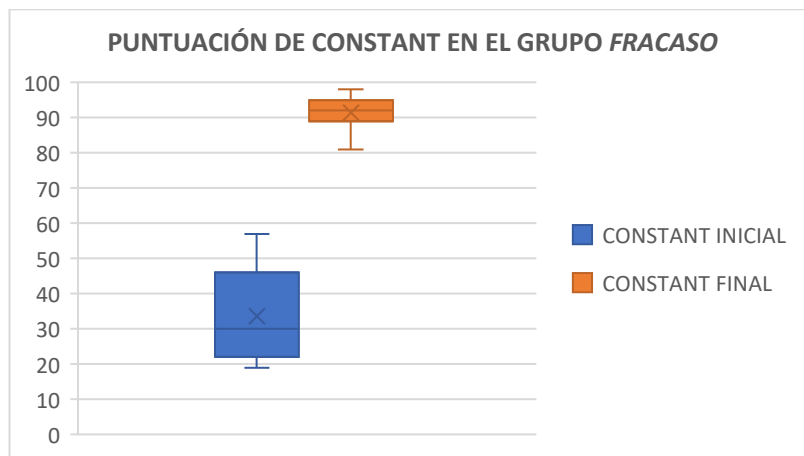


Gráfico 5.16: Diagrama de cajas y bigotes mostrando la puntuación de la prueba de Constant al inicio y al final del seguimiento en el grupo *fracaso del tratamiento conservador*



### 5.2.5 VARIABLES PREDICTORAS DEL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR

A continuación, se valoró si existía asociación entre las diferentes variables y el fracaso del tratamiento conservador.

Como variables independientes se incluyeron el sexo, la edad, la presencia de diabetes, la fase clínica al diagnóstico, evolución de los niveles de dolor y evolución del rango de movilidad global y glenohumeral en los dos primeros meses.

La asociación fue calculada mediante la prueba U de Mann-Whitney para comparar variables cuantitativas y la prueba exacta de Fischer para comparar variables dicotómicas y cualitativas, con un nivel de confianza del 95%.

En los resultados con significación estadística, considerando un umbral mínimo de significación de 0,05, utilizamos el método de Benjamini-Hochberg (Benjamini, 1995) para controlar la tasa de falsos positivos. Calculamos el valor crítico de p para cada uno de los parámetros ( $p^{BH}$ ), asumiendo una tasa de falsos descubrimientos (*False Discovery Rate- FDR*) de 0,15 y lo comparamos con el nivel de significación obtenido.

#### 5.2.5.1 SEXO

De los 13 pacientes manejados con éxito de forma conservadora, 9 eran mujeres (69%) y 4 varones; en el grupo que precisó cirugía (7 pacientes), 4 eran mujeres (17%) y 3 varones.

<b>Sexo</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MUJERES</b>	9	4
<b>VARONES</b>	4	3

Tabla 5.9: Tabla de contingencia mostrando la distribución por sexos en ambos grupos

Aparentemente, los varones tienen una mayor tendencia a precisar intervención quirúrgica que las mujeres (Tabla 5.9). Sin embargo, el resultado no fue estadísticamente significativo ( $p=0,65$ )

#### 5.2.5.2 EDAD

La distribución de edades en ambos grupos se muestra en el Gráfico 5.17.

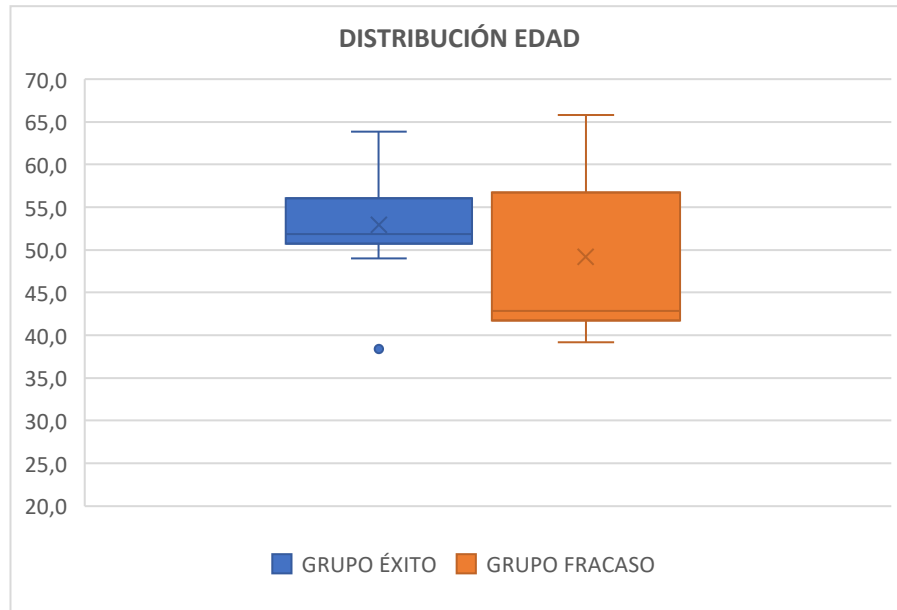


Gráfico 5.17: Diagrama de cajas y bigotes mostrando la distribución de edades en los grupos de tratamiento conservador y quirúrgico

Las diferencias de edad entre el grupo *fracaso* (con una mediana de edad de 42,85 años) y el grupo *éxito* (mediana 51,84 años) no fueron estadísticamente significativas ( $p=0,52$ ).

### 5.2.5.3 DIABETES

De los 20 pacientes incluidos en el estudio, solo dos eran diabéticos, y ambos fueron manejados con éxito de forma conservadora (tabla 5.10).

<b>Diabetes</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>SI</b>	2	0
<b>NO</b>	11	7

Tabla 5.10: Tabla de contingencia registrando la presencia de diabetes como antecedente relevante en ambos grupos

Ningún paciente del grupo *fracaso* presentaba como antecedente la diabetes, frente al 15% del grupo *éxito* (Tabla 5.10), aunque este resultado no fue significativo ( $p= 0,52$ ).

## 5.2.5.4 FASE CLINICA AL DIAGNOSTICO

	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>Fase congelamiento</b>	7	2
<b>Fase congelada</b>	6	5

Tabla 5.11: Tabla de contingencia registrando la fase clínica al diagnóstico

El 71% de los pacientes del grupo *fracaso* se presentaron al diagnóstico en una fase más tardía (congelada) frente al 46% del grupo *éxito* (Tabla 5.11); sin embargo, esta diferencia no fue significativa ( $p=0,37$ )

## 5.2.5.5 NIVELES DE DOLOR

Analizamos la evolución temporal del dolor en ambos grupos ("dolor ahora", "dolor máximo", "dolor mínimo" y "dolor medio") y posteriormente valoramos estadísticamente si las variaciones en los primeros dos meses de tratamiento (mejoría de al menos dos puntos en la intensidad) se correlacionaban con el fracaso del tratamiento conservador.

## 5.2.5.5.1 DOLOR AHORA

Mientras que en el grupo *éxito* del tratamiento conservador el "dolor ahora" disminuye de forma progresiva desde el inicio del tratamiento, desapareciendo a partir del segundo mes, el grupo *fracaso* tiene un leve empeoramiento en el primer mes, para mejorar posteriormente. (Gráfico 5.18)

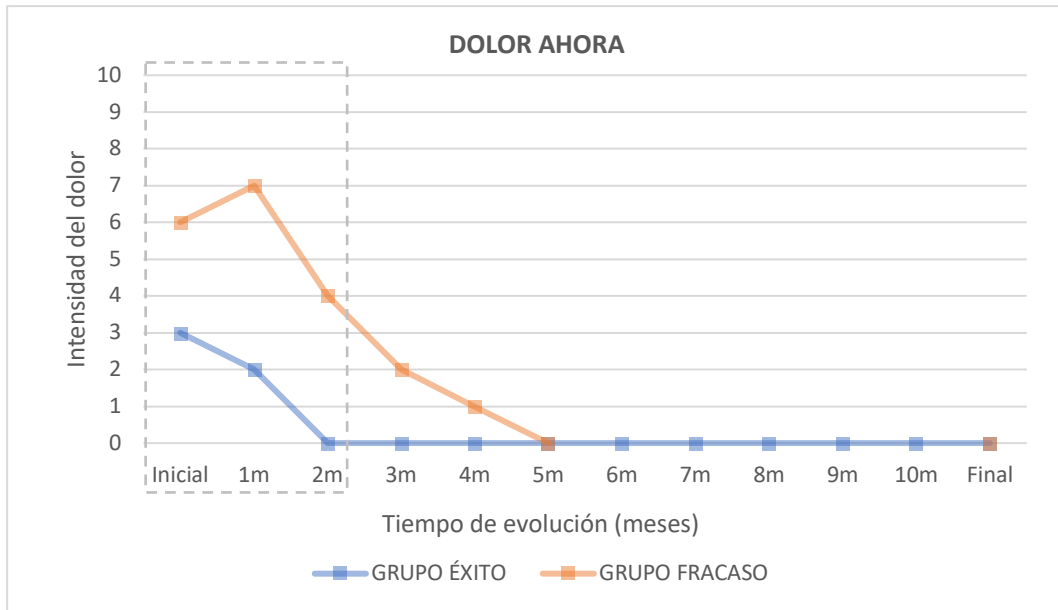


Gráfico 5.18: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del "dolor ahora" en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los dos primeros meses de seguimiento, el 62% de los pacientes del grupo *éxito del tratamiento conservador* mejoraron al menos 2 puntos en la intensidad del "dolor ahora" frente al 29% de pacientes del grupo quirúrgico (Tabla 5.12). Este resultado no fue significativo ( $p= 0,35$ )

<b>Dolor ahora</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA <math>\geq</math> 2 PTO</b>	8	2
<b>MEJORIA <math>&lt;</math> 2 PTO</b>	5	5

Tabla 5.12: Tabla de contingencia registrando la variación del dolor de dos puntos o más en "dolor ahora" en los dos primeros meses de tratamiento

### 5.2.5.5.2 DOLOR MÁXIMO

El "dolor máximo" presenta un empeoramiento inicial en ambos grupos con tendencia descendente a partir del primer mes de tratamiento, siendo el descenso menor en el grupo *fracaso del tratamiento conservador* y manteniendo valores por encima de cinco durante todo el seguimiento preoperatorio (Gráfico 5.19)

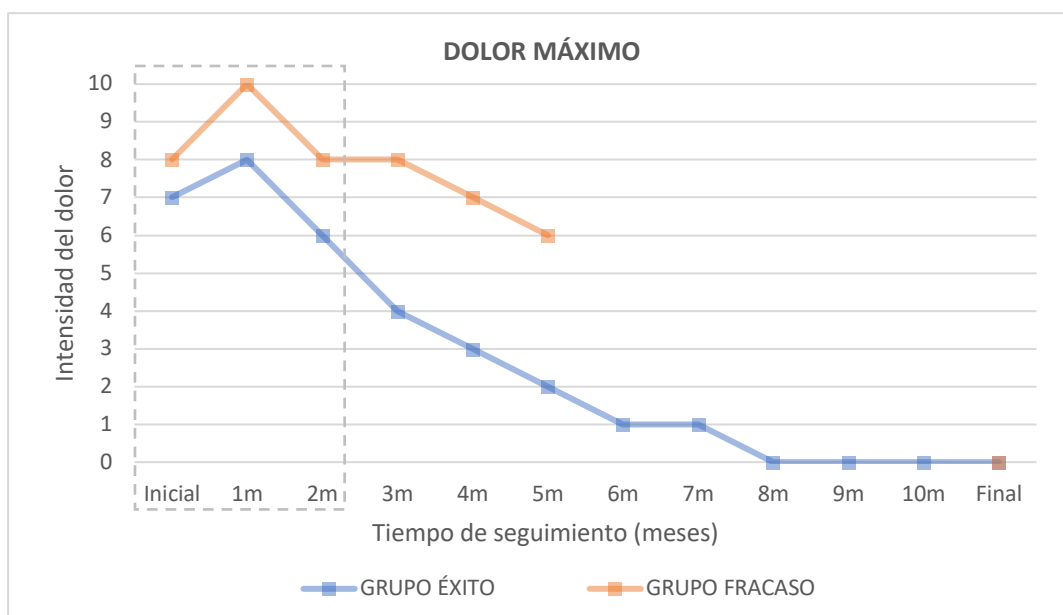


Gráfico 5.19: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del "dolor máximo" en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

El 38% de los pacientes del grupo *éxito* mejoró al menos dos puntos en el dolor máximo frente al 0% de los pacientes del grupo *fracaso* (Tabla 5.13); pero este resultado no fue significativo ( $p=0,11$ ).

<u>Dolor máximo</u>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA <math>\geq</math> 2 PTO</b>	5	0
<b>MEJORIA <math>&lt;</math> 2 PTO</b>	8	7

Tabla 5.13: Tabla de contingencia registrando la variación del dolor de dos puntos o más en "dolor máximo" en los dos primeros meses de tratamiento

### 5.2.5.5.3 DOLOR MEDIO

En el primer mes de tratamiento, el "dolor medio" aumenta en el grupo *fracaso* del tratamiento conservador mientras que se mantiene estable en el grupo *éxito*, mejorando posteriormente en ambos. En el mes 4 los pacientes que son tratados con éxito conservadoramente refieren un dolor medio de 0, mientras que los que precisaron cirugía no bajan de 2 (Gráfico 5.20)

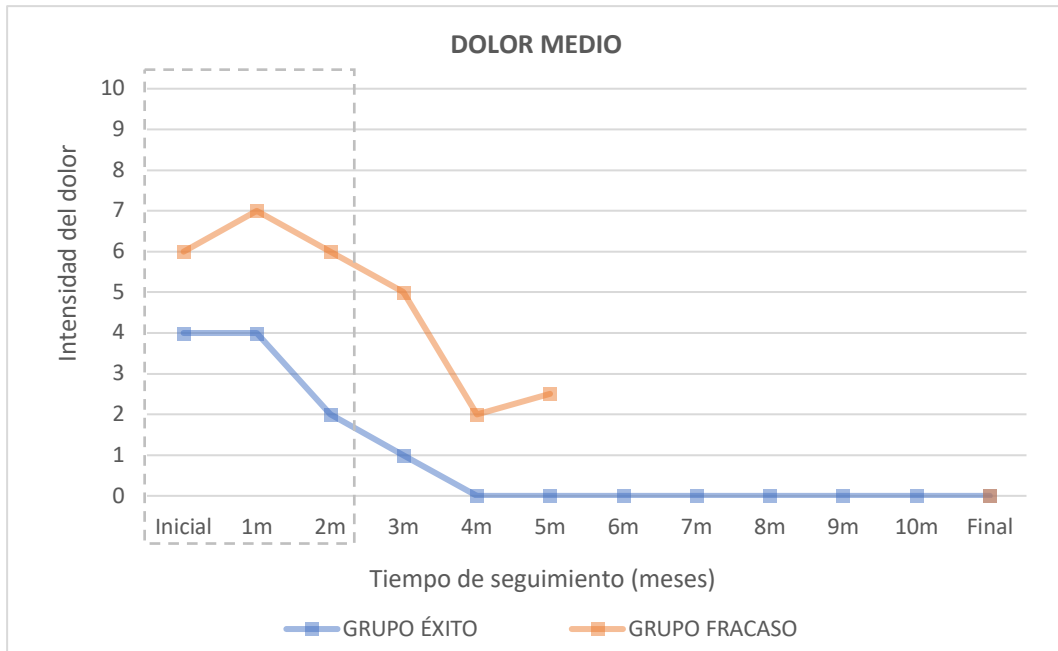


Gráfico 5.20: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del "dolor medio" en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

La mejoría de  $\geq 2$  puntos en el dolor medio en los dos primeros meses se produjo en el 54% del grupo *éxito* y en el 40% del grupo *fracaso* (tabla 5.14) (diferencia no significativa  $p=0,37$ ).

<b>Dolor medio</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA <math>\geq 2</math> PTO</b>	7	2
<b>MEJORIA <math>&lt; 2</math> PTO</b>	6	5

Tabla 5.14: Tabla de contingencia registrando la variación del dolor de dos puntos o más en "dolor medio" en los dos primeros meses de tratamiento

#### 5.2.5.5.4 DOLOR MÍNIMO

El "dolor mínimo" desaparece a partir del primer mes en el grupo *éxito*, mientras que en el grupo *fracaso del tratamiento conservador* aumenta el primer mes, para posteriormente disminuir hasta llegar a 0 en el 4º mes (Gráfico 5.21).

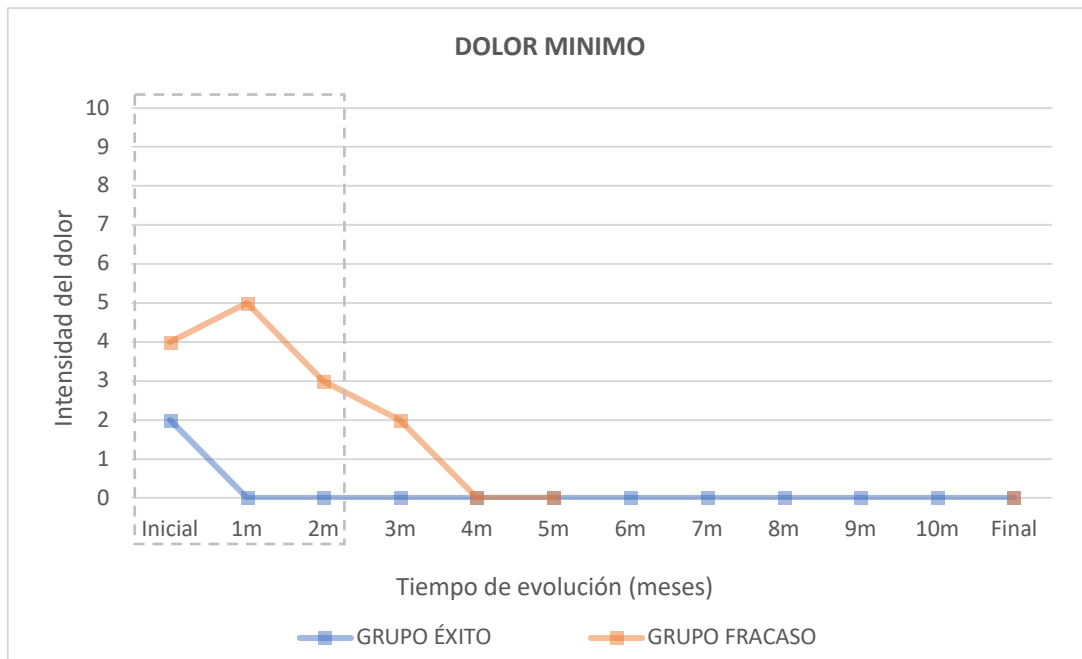


Gráfico 5.21: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal del "dolor mínimo" en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

El 62% de los pacientes del grupo *éxito* del tratamiento conservador presentó una mejoría de al menos dos puntos en el dolor mínimo en los dos primeros meses frente al 0% del grupo quirúrgico (tabla 5.15). Esta diferencia fue significativa ( $p=0,014$ ) y por debajo del valor crítico de  $p$  para una tasa de falsos descubrimientos 0,15 según el método de Benjamini-Hochberg ( $p^{BH 0,15}=0,02$ ).

<b>Dolor mínimo</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA <math>\geq 2</math> PTO</b>	8	0
<b>MEJORIA <math>&lt; 2</math> PTO</b>	5	7

Tabla 5.15: Tabla de contingencia registrando la variación del dolor de dos puntos o más en "dolor mínimo" en los primeros dos meses de tratamiento

#### 5.2.5.6 AMPLITUD DE MOVIMIENTO GLOBAL Y GLENOHUMERAL

Valoramos la variación en el tiempo de los movimientos globales de hombro y glenohumerales en ambos grupos. Analizamos estadísticamente si las variaciones de la movilidad en los primeros meses de tratamiento (mejoría  $> 10\%$  en los primeros 2 meses de seguimiento) se correlacionaban con el éxito o fracaso del tratamiento conservador.

### 5.2.5.6.1 FLEXIÓN GLOBAL

La flexión global mejora desde el inicio del tratamiento en ambos grupos siendo la mejoría inicial más leve en los pacientes que finalmente van a precisar cirugía. (Gráfico 5.22)

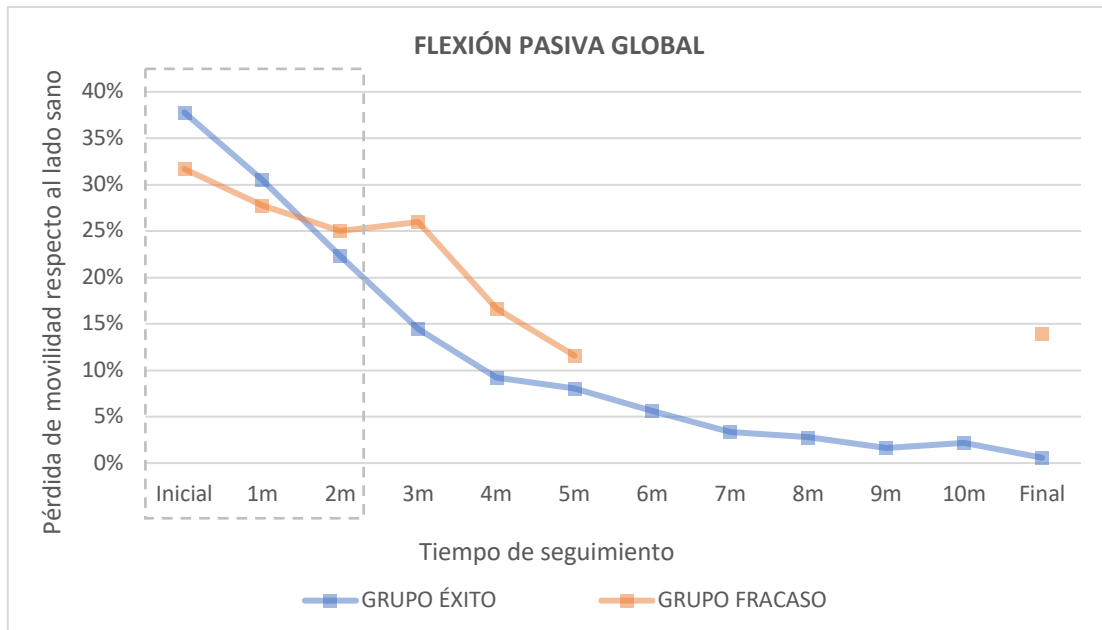


Gráfico 5.22: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la flexión pasiva global en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los dos primeros meses, el 77% de los pacientes del grupo *éxito* mejoraron más de 10% la flexión global, frente al 57% del grupo *fracaso* (Tabla 5.16), aunque esta diferencia no fue significativa ( $p= 0,34$ )

<b>Flexión global</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	10	4
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	3	3

Tabla 5.16: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la flexión global de hombro mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento.

### 5.2.5.6.2 ABDUCCIÓN GLOBAL

La abducción pasiva global mejoró en ambos grupos (Gráfico 5.23)



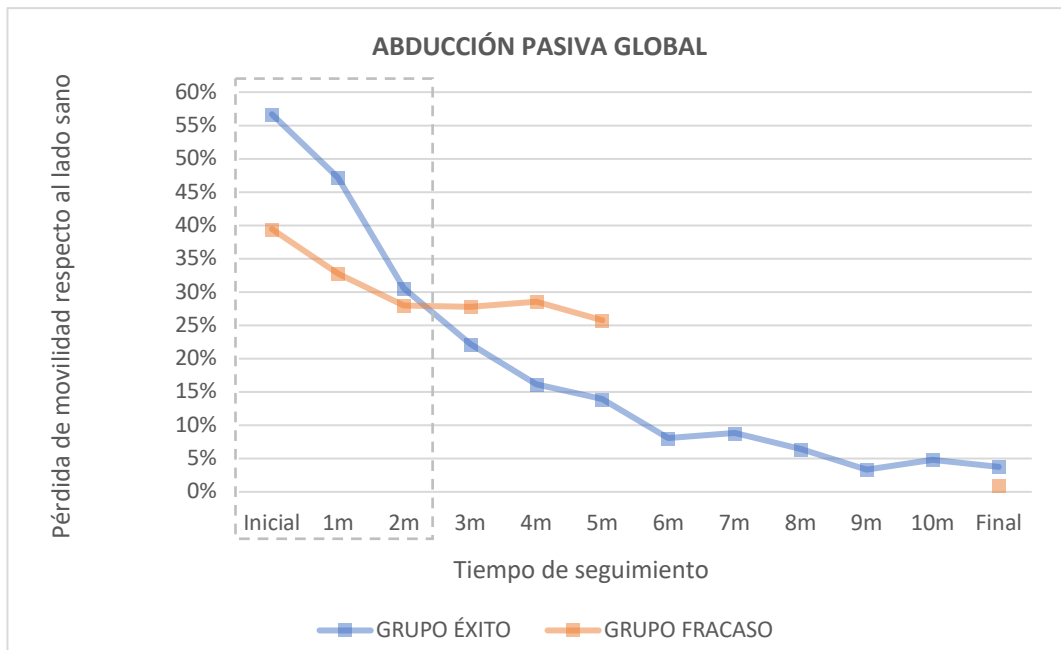


Gráfico 5.23: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la abducción global en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los pacientes del grupo *éxito*, el 85% mejoraron más de 10% la abducción global en los dos primeros meses frente al 57% de grupo *fracaso* del tratamiento conservador (Tabla 5.17). Esta diferencia no fue significativa ( $p=0,29$ ).

<b>Abducción global</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	11	4
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	2	3

Tabla 5.17: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la abducción global de hombro mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento.

### 5.2.5.6.3 ROTACIÓN EXTERNA GLOBAL A 0° Y 45° DE ABDUCCIÓN

La pérdida de **rotación externa global a 0°** es más importante inicialmente en el grupo *éxito* del tratamiento conservador, pero mejora en mayor porcentaje y de una forma progresiva durante todo el seguimiento. En el grupo *fracaso* se aprecia un déficit entre los meses 4 y 5 de tratamiento similar al inicial (Gráfico 5.24).

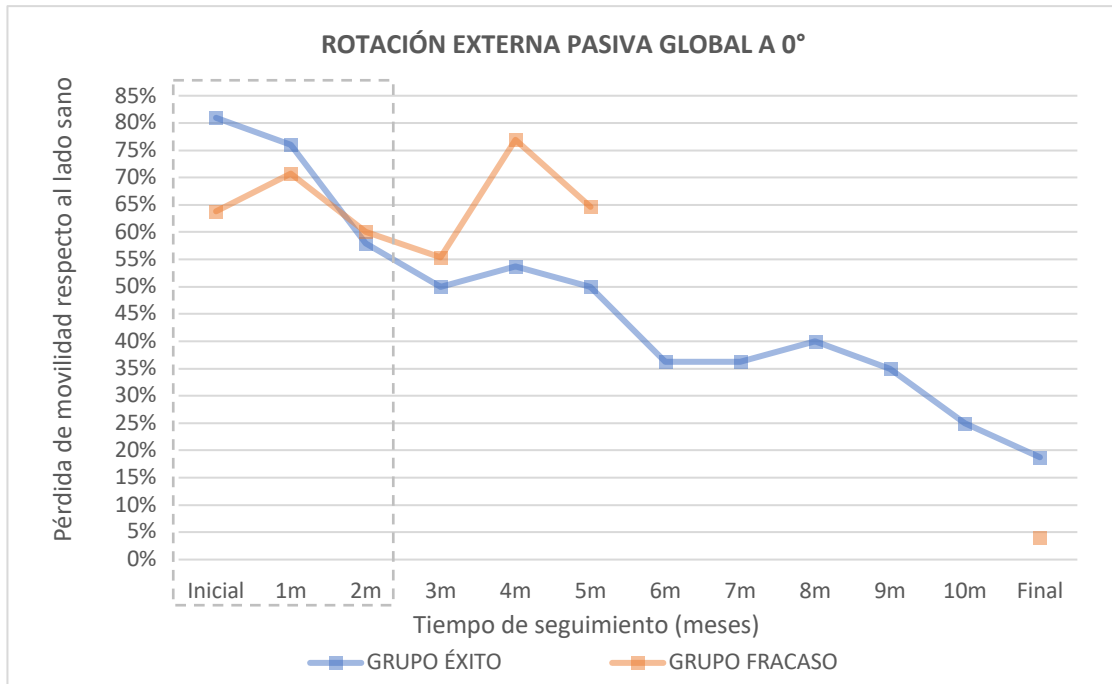


Gráfico 5.24: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la rotación externa global a 0° en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

La **rotación externa global a 45°** tiene un comportamiento similar a la rotación externa a 0°. En el grupo *éxito* se produce una mejoría progresiva hasta el final del seguimiento, aunque con periodos de estancamiento. En el grupo *fracaso* al final de los 5 meses el déficit es similar al inicial. (Gráfico 5.25)

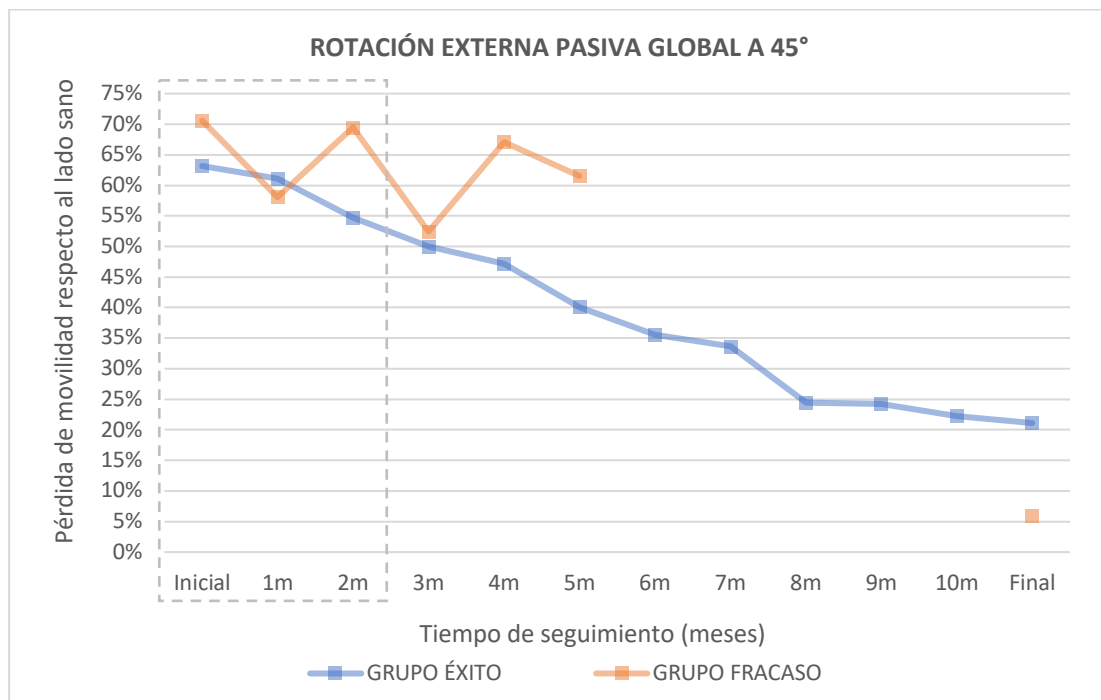


Gráfico 5.25: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la rotación externa global a 45° en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los primeros dos meses de seguimiento, no hubo diferencias destacables en ambos grupos en la mejoría de la rotación externa global a 0° y 45°: 38% grupo *éxito* frente a 43% del grupo *fracaso* (Tablas 5.18 y 5.19); tampoco encontramos significación estadística. (p=1).

<b>Rotación externa global 0°</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	5	3
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	8	4

Tabla 5.18: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la rotación externa global a 0° mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento.

<b>Rotación externa global 45°</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	5	3
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	8	4

Tabla 5.19: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la rotación externa global a 45° mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento.

#### 5.2.5.6.4 ROTACIÓN INTERNA GLOBAL

El déficit de rotación interna global tuvo una tendencia a la mejoría de forma progresiva en ambos (Gráfico 5.26)

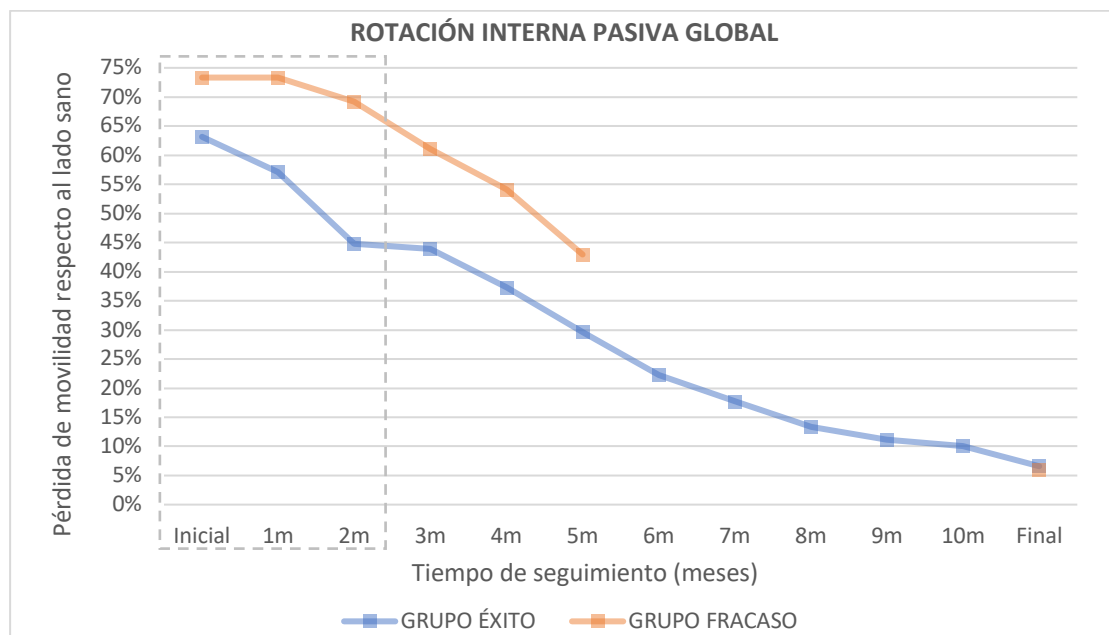


Gráfico 5.26: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la rotación interna global en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los primeros dos meses de tratamiento, la mejoría de la rotación interna fue más frecuente en el grupo *éxito* (77%) que en el de *fracaso* del tratamiento conservador (29%) (Tabla 5.20), aunque esta diferencia no fue significativa ( $p=0,06$ )

<b>Rotación interna global</b>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	10	2
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	3	5

Tabla 5.20: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la rotación interna global mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento

### 5.2.5.6.5 ABDUCCIÓN GLENOHUMERAL

El déficit de abducción glenohumeral disminuye desde el inicio del tratamiento en el grupo conservador, mientras que en el grupo quirúrgico se mantiene estable en los primeros meses. (Gráfico 5.27)

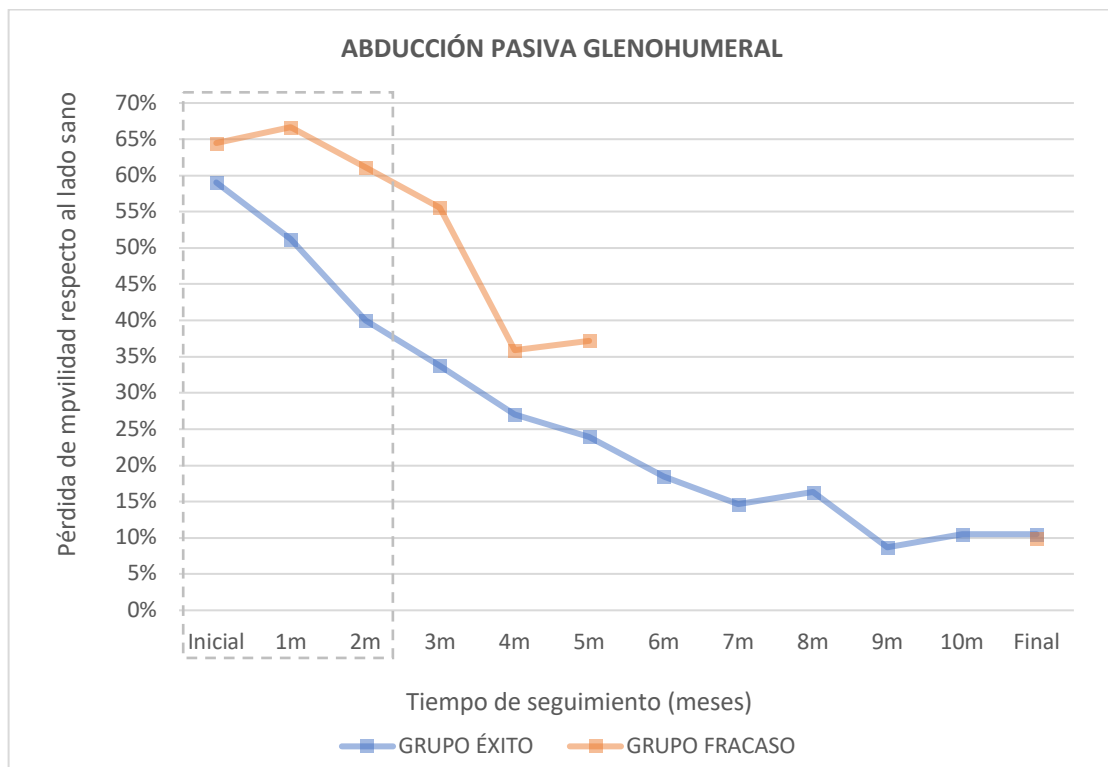


Gráfico 5.27: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la abducción glenohumeral en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los primeros dos meses de seguimiento, el 77% de pacientes del grupo *éxito* presentaron una mejoría en la abducción glenohumeral mayor de 10% frente a solo el 14% del grupo *fracaso* del tratamiento conservador (Tabla 5.21), encontrándose esta diferencia estadísticamente significativa ( $p= 0,017$ ) e inferior al valor crítico de  $p^{BH 0,15} = 0,03$ .

<u>Abducción glenohumeral</u>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	10	1
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	3	6

Tabla 5.21: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la rotación interna global mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento

### 5.2.5.6.6 ROTACIÓN EXTERNA GLENOHUMERAL

La pérdida de rotación externa glenohumeral se mantiene estable en el grupo *fracaso* y mejora lentamente en el grupo *éxito* del tratamiento conservador del hasta el 7º mes, estabilizándose a partir de entonces en un déficit alrededor del 30%. (Gráfico 5.28)

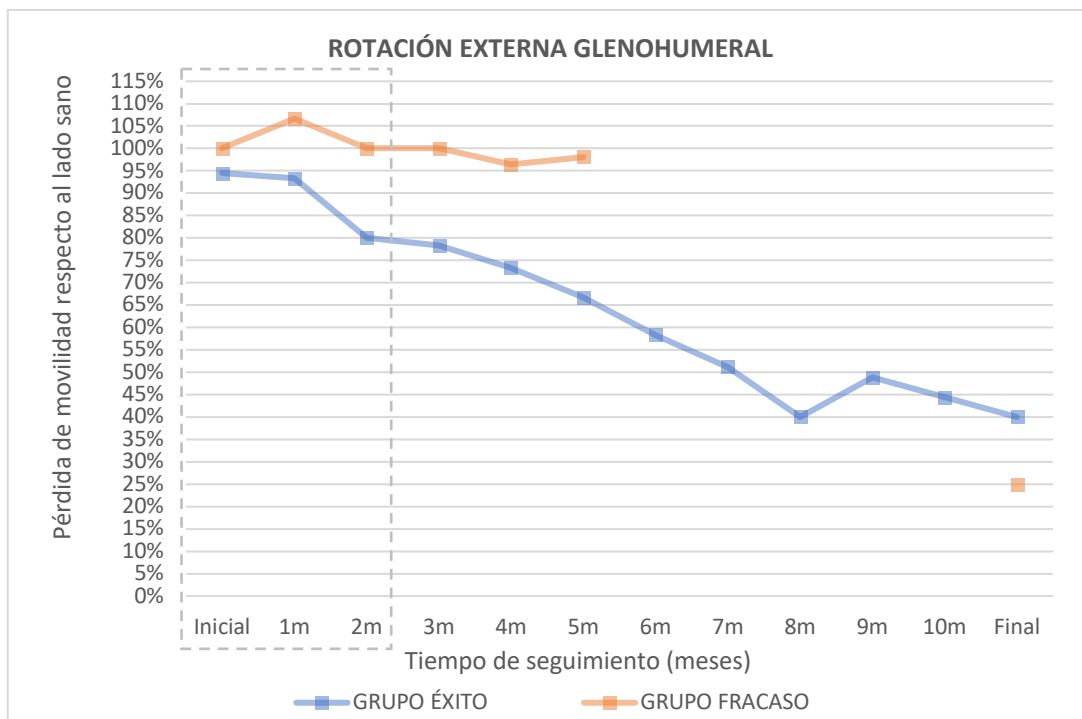


Gráfico 5.28: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la rotación externa glenohumeral en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los primeros dos meses de seguimiento, el 69% de pacientes del grupo *éxito* del tratamiento conservador mejoraron al menos 10% la rotación externa glenohumeral, frente al 0% del grupo *fracaso* (Tabla 5.22). Esta diferencia fue significativa ( $p=0,0047$ ) e inferior al valor crítico de  $p^{BH 0,15} = 0,01$ .

<u>Rotación externa glenohumeral</u>	GRUPO ÉXITO	GRUPO FRACASO
MEJORIA > 10%	9	0
MEJORIA ≤ 10%	4	7

Tabla 5.22: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la externa glenohumeral mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento

### 5.2.5.6.7 ROTACIÓN INTERNA GLENOHUMERAL

El déficit de rotación interna glenohumeral se mantiene estable en los primeros meses en el grupo *fracaso* mientras que mejora lentamente desde el inicio en el grupo *éxito del tratamiento conservador* (Gráfico 5.29)

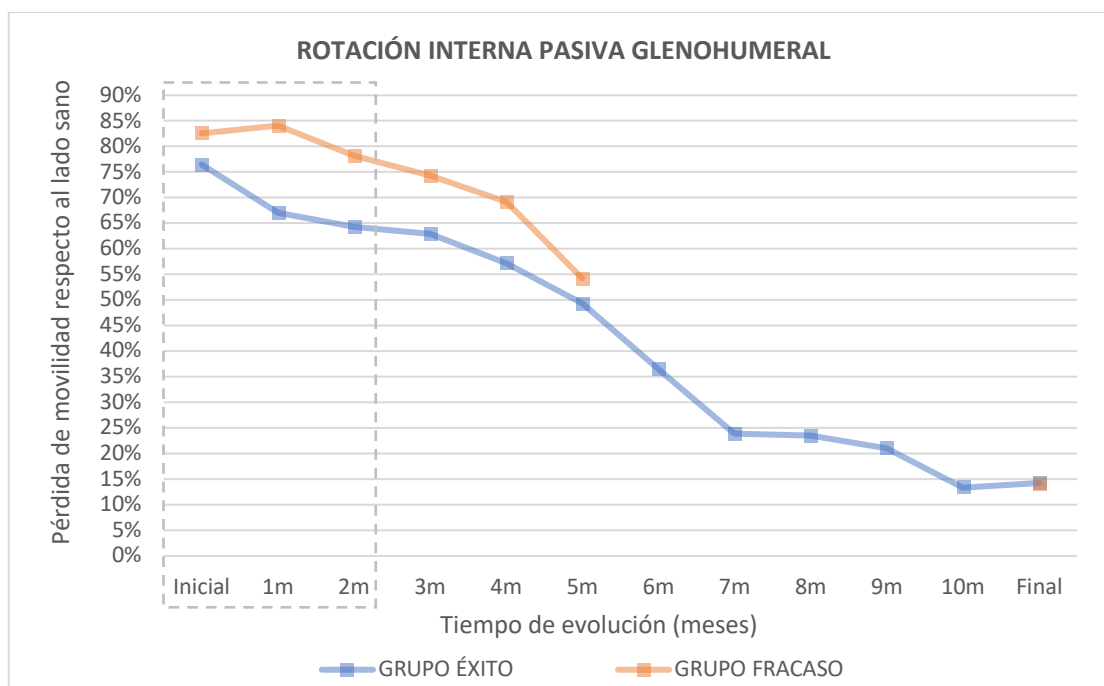


Gráfico 5.29: Gráfico lineal mostrando la evolución temporal de la rotación interna glenohumeral en los grupos *éxito* y *fracaso* del tratamiento conservador

En los primeros dos meses de seguimiento, el 46% de los pacientes del grupo *éxito* mejoraron al menos 10% en la rotación interna glenohumeral frente al 14% del grupo

*fracaso* del tratamiento conservador (Tabla 5.23). Sin embargo, la diferencia no fue significativa ( $p=0,33$ ).

<u>Rotación interna glenohumeral</u>	<b>GRUPO ÉXITO</b>	<b>GRUPO FRACASO</b>
<b>MEJORIA &gt; 10%</b>	6	1
<b>MEJORIA ≤ 10%</b>	7	6

Tabla 5.23: Tabla de contingencia registrando la variación de la pérdida de la rotación interna glenohumeral mayor o menor de 10% en los dos primeros meses de tratamiento

### 5.2.6 ANALISIS POST HOC

De las variables individuales que consideramos como predictoras del éxito o fracaso del tratamiento conservador, solo encontramos significación estadística en tres:

- mejoría en el dolor mínimo de al menos dos puntos en los dos primeros meses.
- mejoría en la abducción glenohumeral mayor de 10% en los dos primeros meses.
- mejoría en la rotación externa glenohumeral mayor de 10% en los primeros dos meses de seguimiento.

Analizamos el efecto real que estas variables tuvieron en nuestro grupo de pacientes, de forma individual y combinada.

De los individuos estudiados, entre el 91 y 100% de los que mejoraron en el dolor mínimo en al menos dos puntos y/o en la abducción y/o en la rotación externa glenohumeral en más de 10% durante los dos primeros meses tuvieron un buen resultado con el tratamiento conservador (Tabla 5.24).

	<b>ÉXITO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR</b>	<b>FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR</b>
<b>Mejoría dolor mín. ≥2</b>	100% (8/8)	0% (0/8)
<b>Mejoría GHABD &gt;10%</b>	91% (10/11)	9% (1/11)
<b>Mejoría GHROTEX &gt;10%</b>	100% (9/9)	0% (0/9)
<b>Mejoría dolor mín. &gt;2 + GHABD &gt;10%</b>	100% (7/7)	0% (0/7)
<b>Mejoría dolor mín. &gt;2 + GHROTEX &gt;10%</b>	100% (6/6)	0% (0/6)
<b>Mejoría GHABD &gt;10° + GHROTEX &gt;10%</b>	100% (7/7)	0% (0/7)
<b>Mejoría Dolor mín. ≥ 2 + GHABD &gt;10% + GHROTEX &gt;10%</b>	100% (5/5)	0% (0/5)

Tabla 5.24: porcentaje de pacientes con éxito/fracaso (necesidad de cirugía) por variable aislada y combinada (dolor mín: dolor mínimo; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral), considerada la evolución en los primeros dos meses de seguimiento

Por el contrario, entre el 47 y el 67% de los pacientes que no mejoraron en estos parámetros, precisaron tratamiento quirúrgico (Tabla 5.25).

	ÉXITO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR	FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR
No mejoría dolor mín. $\geq 2$	42% (5/12)	58% (7/12)
No mejoría GHABD $>10\%$	33% (3/9)	67% (6/9)
No mejoría GHROTEX $>10\%$	36% (4/11)	64% (7/11)
No mejoría dolor mín. $>2$ + no mejoría GHABD $>10\%$	46% (6/13)	54% (7/13)
No mejoría dolor mín. $>2$ + no mejoría GHROTEXT $>10\%$	50% (7/14)	50% (7/14)
No mejoría GHABD $>10\%$ + no mejoría GHROTEXT $>10\%$	46% (6/13)	54% (7/13)
No mejoría Dolor mín. $\geq 2$ + no mejoría GHADB $>10\%$ + no mejoría GHROTEX $>10\%$	53% (8/15)	47% (7/15)

Tabla 5.25: porcentaje de pacientes con éxito/fracaso por variable aislada y combinada (dolor mín: dolor mínimo; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral), considerada la evolución en los primeros dos meses de seguimiento

Para evaluar el valor predictivo de estas variables sobre el fracaso del tratamiento conservador, calculamos las *Odds Ratio* (OR) de cada uno de ellos de forma individual y combinados entre sí (Tabla 5.26).

	ODDS RATIO	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	IC 95%
No mejoría dolor mínimo $\geq 2$ puntos en los primeros dos meses	23,18	p=0,04	1,09-492,98
No mejoría de la abducción glenohumeral $> 10\%$ en los primeros dos meses	20	p=0,01	1,68-238,64
No mejoría de la rotación externa glenohumeral $>10\%$ en los primeros dos meses	31,67	p=0,02	1,46-685,34
No mejoría dolor mínimo $\geq 2$ puntos ni mejoría en la abducción glenohumeral $> 10\%$ en los primeros dos meses	17,31	p=0,07	0,82-365,23
No mejoría dolor mínimo $\geq 2$ puntos ni mejoría en la rotación externa glenohumeral $> 10\%$ en los primeros dos meses	13	p=0,1	0,62-274,33
No mejoría en la abducción glenohumeral $>10\%$ y en la rotación externa glenohumeral $> 10\%$ en los primeros dos meses	17,31	p=0,067	0,82-365,23
No mejoría del dolor mínimo $\geq 2$ puntos ni mejoría en la abducción glenohumeral $> 10\%$ ni mejoría en la rotación externa glenohumeral $> 10\%$	9,71	p=0,15	0,46-206,40

Tabla 5.26: Calculo de las *Odds Ratio* de cada una de las variables de forma individual y combinada con el nivel de significación (p) y el intervalo de confianza del 95% (IC)



Todos los valores de *Odds Ratio* fueron elevados (9,71-31,67). Aunque solo fueron significativos, con límites de intervalos de confianza por encima de 1, en las variables aisladas. Esto nos indica que los pacientes con capsulitis adhesiva que no mejoran en al menos dos puntos en el dolor mínimo o no mejoran la movilidad glenohumeral en la abducción o en la rotación externa >10% en los primeros dos meses, tienen más probabilidad de precisar tratamiento quirúrgico.



# DISCUSIÓN



## 6 DISCUSIÓN

### 6.1 DISCUSIÓN SOBRE LA NATURALEZA DEL PROBLEMA Y LA PERTINENCIA DEL ESTUDIO

#### 6.1.1 IMPORTANCIA DE LA VALORACION DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL

El hombro es la articulación más móvil del ser humano y nos permite proyectar la mano en los tres planos del espacio. Se trata en realidad de un conjunto de cuatro articulaciones: la articulación glenohumeral, la acromioclavicular y la esternoclavicular y la escapulotorácica. Si bien cada articulación es capaz de un movimiento independiente, todas contribuyen con su parte a la movilidad global del hombro, participando de forma simultánea (Inman et al., 1996).

De forma simplificada, diferenciamos la movilidad glenohumeral de la que se produce en las otras tres articulaciones y que denominamos *escapulotorácica*. En general, aunque no es constante en todos los movimientos, por cada tres grados de movilidad del hombro, dos se producen en la articulación glenohumeral y uno en la escapulotorácica; a esto se le conoce como ritmo escapulohumeral (2:1)(Inman et al., 1996).

Mensurar el grado de participación de cada articulación en el movimiento es algo difícil de realizar en la práctica y en los pacientes con afecciones de hombro la exploración clínica de la movilidad generalmente se centra en la amplitud global. Sin embargo, en las patologías que afectan únicamente a la articulación glenohumeral, la exploración debería ser capaz de discriminar el déficit selectivo de dicha articulación.

En la capsulitis adhesiva primaria se produce una inflamación y fibrosis progresiva de la cápsula glenohumeral (Neviaser, 1945). Los pacientes presentan un cuadro de dolor y limitación progresiva de la movilidad, sin que podamos identificar causa subyacente. El diagnóstico es fundamentalmente clínico, basado en la anamnesis y la exploración física de la movilidad del hombro (Itoi et al., 2016; Manske & Prohaska, 2008).

Llama la atención que a pesar de ser un proceso limitado a la cápsula glenohumeral, la mayor parte de las publicaciones basan el diagnóstico y la evolución clínica en la movilidad global del hombro y no en la restricción selectiva de la movilidad glenohumeral (Le et al., 2017; Lundberg, 1969; Manske & Prohaska, 2008; Neviaser & Hannafin, 2010; Neviaser & Neviaser, 2011; Neviaser & Neviaser, 1987; Robinson et al., 2012; Shaffer

et al., 1992; Vastamaki et al., 2012). Ello puede dar lugar a valoraciones erróneas en cuanto a la gravedad del cuadro y su evolución, y a un enfoque terapéutico inadecuado, ya que una pérdida en movilidad glenohumeral puede compensarse con un aumento patológico de la movilidad escapulo torácica, mejorando a corto plazo la movilidad global, pero a costa de una discinesia global que es causa de dolor y discapacidad a medio y largo plazo. Este enfoque podría justificar los resultados de algunos estudios a largo plazo de la capsulitis adhesiva en los cuales el 40% de los pacientes presentan sintomatología residual a más de tres años del inicio de los síntomas con independencia del tratamiento empleado (Hand et al., 2008). Sin embargo, una valoración selectiva de la movilidad glenohumeral permitiría una valoración más precisa de la gravedad del cuadro y de la eficacia real de las medidas terapéuticas, permitiendo identificar a aquellos pacientes en los cuales el tratamiento conservador está siendo infructuoso y que podrían beneficiarse de tratamiento quirúrgico.

### **6.1.2 LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA PARA LA VALORACIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL EN LA PRÁCTICA CLÍNICA**

En las últimas décadas se han hecho grandes esfuerzos de investigación en la evaluación movilidad del hombro, con el diseño de sistemas cada vez más complejos, para tratar de entender y discriminar la participación de cada articulación en los diferentes movimientos.

Se han propuesto simulaciones en cadáver (Debski et al., 1995; Jobe & Iannotti, 1995), que proporcionan medidas muy precisas de la posición o el movimiento de los extremos óseos, aunque son incapaces de reproducir las fuerzas y movimientos complejos que se producen “*in vivo*”.

La posición también se ha analizado a través de imágenes radiológicas (radiología simple (Freedman & Munro, 1966; Michiels & Grevenstein, 1995; Poppen & Walker, 1976), tomografía computerizada (Baeyens et al., 2001) o resonancia nuclear magnética (H. Graichen et al., 2000)), pero no permiten evaluar el movimiento articular dinámico.

Para la valoración tridimensional y dinámica del movimiento, se han desarrollado sistemas de seguimiento de sensores de superficie ópticos (Bagg & Forrest, 1988; Peterson & Palmerud, 1996), electromagnéticos (Jordan et al., 2001; Rundquist, 2007; Vermeulen et al., 2002) o inerciales (Cuesta-Vargas et al., 2010). Estos sensores son susceptibles a artefactos por los movimientos de la piel, por lo que pierden precisión.

Algunos autores han tratado de compensar esta limitación fijando los sensores al hueso (Karduna et al., 2001; Lawrence et al., 2014; Ludewig et al., 2009), pero son enfoques invasivos que tienen una aplicación muy limitada y siempre en el ámbito experimental.

También se puede obtener estimaciones muy precisas de la cinemática del hombro a través de métodos tridimensionales basados en técnicas de superposición de formas, que combinan imágenes volumétricas del hombro (obtenidas habitualmente con TAC) con las imágenes dinámicas de la fluoroscopia biplanar (Bey et al., 2008; Giphart et al., 2013; Giphart et al., 2012).

Todos estos sistemas, muy útiles en el ámbito experimental, son difícilmente aplicables en la práctica clínica; más aún si consideramos la demanda asistencial que tienen las consultas de cirugía ortopédica.

La goniometría, es una forma sencilla y barata de medir la movilidad articular. Descrita a mediados del siglo XX (Moore, 1949), es el método habitual usado en la clínica para medir el rango de movimiento de cualquier articulación, también del hombro.

La goniometría en el hombro se centra en la medición de la movilidad global (sobre todo activa) y excepcionalmente en la movilidad selectiva glenohumeral.

Únicamente las rotaciones glenohumorales han sido objeto de interés, por los problemas derivados del desequilibrio entre la rotación interna y externa glenohumeral en deportes como tenis, béisbol, golf o natación (Brumitt et al., 2008; Ellenbecker et al., 1996; Mihata et al., 2016; Torres & Gomes, 2009; Wilk et al., 2015) y su implicación en la alta competición. Para medir las rotaciones glenohumorales, se describen diferentes técnicas, todas ellas en supino, con el hombro abducido 90°, y con métodos de estabilización escapular que varían desde la simple presión de la escapula contra la camilla, hasta la presión anteroposterior manual ejercida sobre la coracoides del paciente, o el agarre del hombro con la mano en forma de C. Todos los métodos requieren de dos examinadores: uno realiza el bloqueo de la escápula y el movimiento y el otro hace las mediciones goniométricas (Boon & Smith, 2000; Ellenbecker et al., 1996; Torres & Gomes, 2009; Wilk et al., 2015; Wilk et al., 2009).

## 6.2 DISCUSION SOBRE LA METODOLOGÍA

### 6.2.1 METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE MEDIDA: MÉTODO GRASP

Para solventar las limitaciones en los sistemas de medida de la movilidad glenohumeral, diseñamos el método GRASP (*Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch*): una herramienta para medir la abducción y las rotaciones glenohumorales, usando un goniómetro estándar, mediante bloqueo manual de la escápula, realizada por un único examinador y de forma rápida y comfortable para el paciente. Las mediciones obtenidas de este modo deberían ser fáciles de interpretar y comparar con el hombro contralateral o con mediciones realizadas en consultas sucesivas.

Con nuestro agarre manual de la escápula se bloquea su movimiento de una forma suave y se percibe fácilmente cuando comienza a deslizarse para participar en el movimiento del hombro, lo que interpretamos como el fin de la movilidad glenohumeral y el inicio de la escapulo-torácica.

Elegimos la posición de sedestación y la abducción de 45° para la medida de las rotaciones, porque es más cómoda y menos dolorosa para los pacientes con patología de hombro, además de permitirnos el control visual del movimiento escapular (Sabari et al., 1998). La posición en decúbito supino descrita por otros autores para medir las rotaciones glenohumorales es dificultosa en personas con problemas respiratorios o de movilidad y la posición del hombro en 90° de abducción puede ser doloroso o resultar imposible en ciertas patologías de hombro.

Sabari et al. (Sabari et al., 1998) compararon la fiabilidad de las medidas de flexión y abducción activa y pasiva del hombro en supino y en sedestación, encontrando una excelente reproductibilidad para ambas posiciones.

#### 6.2.1.1 VALIDEZ DE LA GONIOMETRÍA PARA EL MÉTODO GRASP

La validez de un sistema de medida se refiere a su capacidad para representar el valor real de la variable de interés y demuestra si esa medida puede utilizarse para un propósito específico. En nuestro estudio asumimos que la goniometría es un método válido para medir el recorrido articular, incluyendo el hombro, basándonos en estudios previos.



Hay descritas hasta 10 tipos de validez. De forma objetiva, se puede demostrar la validez de un instrumento de medida comparando las mediciones realizadas con un patrón oro (validez relacionada con el criterio y validez concurrente). En el caso de la goniometría el patrón oro usado habitualmente es la radiología simple. La validez concurrente ha demostrado una alta correlación para la goniometría en estudios sobre rodilla (Enwemeka, 1986; Gogia et al., 1987), cadera (Ahlbaeck & Lindahl, 1964), muñeca (Carter et al., 2009) y dedos (Kato et al., 2007). No hemos encontrado estudios de validez intercurrente para el hombro, lo cual podría ser considerado una debilidad de nuestro método, pero asumimos que los estudios de validez en otras articulaciones son extrapolables al hombro.

Otro tipo de validez es la validez aparente y de contenido, que indican que un instrumento parece medir y representa adecuadamente lo que quiere medir, aunque no esté demostrado. Se admite que el ángulo creado por el goniómetro, alineado con puntos de referencia óseos, realmente representa el ángulo formado por los huesos que componen la articulación. Esta validez será tanto más rigurosa cuanto más experto sea el examinador con la articulación a medir (Scalzitti, 2016); así Gajdosik et al, afirman que *“la aplicación precisa de conocimientos y habilidades, combinada con una interpretación de los resultados de una medición del rango articular, proporciona una evidencia suficiente para garantizar la validez del contenido”*(Gajdosik & Bohannon, 1987). La validez aparente de usar el goniómetro para medir el ángulo entre el húmero y el tórax parece lógica, del mismo modo que usarlo para las rotaciones flexionando el codo y con el antebrazo como referencia para el brazo móvil del goniómetro. La validez se mejora con un cuidadoso posicionamiento del paciente, buscando una posición del tronco recta en sedestación y con una correcta alineación de los brazos del goniómetro respecto a las referencias óseas y los planos del movimiento. Todo ello, junto con la experiencia de los examinadores, nos hizo asumir que la goniometría en el método GRASP tiene una buena validez aparente y de contenido.

#### 6.2.1.2 DISEÑO DEL ESTUDIO DE REPRODUCTIBILIDAD DEL MÉTODO GRASP

Para que una medición sea válida, no solo debe representar la variable de interés, sino que debe obtener el mismo valor cuando la medición se repite en las mismas

condiciones, por un mismo examinador (reproductibilidad intraobservador) o por diferentes examinadores (reproductibilidad interobservador).

La mejor forma de evaluar la fiabilidad de las mediciones asociadas a variables cuantitativas continuas es mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI). La obtención del CCI está basada en un modelo de análisis de la variancia (ANOVA) con medidas repetidas. Los valores de CCI pueden oscilar entre 0 y 1, donde 0 indica ausencia de concordancia y 1 concordancia absoluta. El coeficiente de correlación de Pearson, a pesar de haberse utilizado en investigaciones médicas como marcador de fiabilidad, fue desestimado porque mide la asociación lineal entre dos variables, pero no proporciona información sobre el acuerdo observado (Prieto et al., 1998).

Existen distintos tipos de coeficientes de correlación intraclase que fueron revisados con detalle por Shrout y Fleiss (Shrout & Fleiss, 1979). De los seis tipos descritos, el adecuado para nuestro estudio era el modelo de efectos aleatorios bidireccionales de acuerdo absoluto -CCI (2,1)-, donde se seleccionan unos examinadores que constituyen una muestra aleatoria dentro de una población mayor de posibles evaluadores con las mismas características y se evalúa la diferencia absoluta en las mediciones (Koo & Li, 2016; Shrout & Fleiss, 1979).

Partiendo de lo anterior, diseñamos un estudio de reproductibilidad en una muestra de voluntarios sanos, tomados de entre los trabajadores del hospital, que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión y que fueron considerados como una representativos de la población adulta española. El tamaño pequeño de la muestra y la falta de aleatorización en la selección de sujetos, hace que esta muestra no pueda considerarse representativa para realizar un estudio de la movilidad glenohumeral y establecer valores normativos, pero si es de un tamaño suficiente para el estudio de reproductibilidad, ya que según las fórmulas descritas por Zou et al (Zou, 2012) para el cálculo del tamaño muestral en la estimación de los coeficientes de correlación intraclase (ICC), necesitábamos un tamaño mínimo de 58 para evaluar la reproductibilidad de nuestro sistema de medida. Como la concordancia entre las mediciones no depende de la lateralidad, el hombro derecho e izquierdo se consideraron independientemente y se calculó que se precisaban un mínimo de 29 sujetos (58 hombros); nosotros incluimos 30 sujetos (60 hombros).

Los dos examinadores fueron escogidos de la plantilla de cirujanos ortopédicos. La goniometría es el método habitual de medir el rango de movilidad articular en la práctica clínica, por lo que se asume que cualquier cirujano ortopédico está familiarizado con el método de medida. Ambos cirujanos tenían más de 20 años de experiencia profesional.

Aunque nuestro objetivo era la movilidad selectiva glenohumeral, también se incluyeron la abducción, rotación interna y rotación externa pasiva global como control para la reproductibilidad y para establecer si los valores obtenidos estaban en concordancia con los estudios publicados hasta la fecha, ya que los datos referentes a la movilidad glenohumeral selectiva son escasos.

Además del cálculo de los CCI, evaluamos la concordancia de las mediciones mediante el método de Bland y Altman (Bland & Altman, 1986). Este método representa gráficamente la diferencia de los pares de valores observados frente a su valor medio, definiéndose unos límites de acuerdo, que se establecen combinando la media y dos veces la desviación estándar de las diferencias. Los gráficos de Bland Altman son ampliamente usados en medicina para la interpretación clínica de los resultados y permiten la identificación de las diferencias extremas y una valoración de la tendencia mediante un análisis de regresión lineal (Prieto et al., 1998).

Se estableció el valor de 10° como límite aceptable para la concordancia y se calculó el porcentaje de medidas que se diferenciaron en más de 10°. No se ha establecido claramente en la literatura la diferencia clínica importante (DMCI). En goniometría se estima que es necesario que exista una diferencia entre 5-10 grados (en un mismo examinador) y de entre 6-12° (entre diferentes examinadores) para mostrar una mejora o un empeoramiento de un movimiento articular (Scalzitti, 2016). Para los movimientos del hombro, se ha propuesto un rango de 2 a 20° (Hao et al., 2019; Muir et al., 2010; Simovitch et al., 2018). Nosotros consideramos que variaciones por debajo de 10° en una medida no son significativas a la hora de valorar la evolución o diferenciar la gravedad de un cuadro.

### **6.2.2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y DE SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FALLO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR.**

Para valorar si la medida de la movilidad glenohumeral aislada y su evolución en el tiempo era de interés en la clínica, planificamos un estudio en pacientes con diagnóstico de capsulitis adhesiva, donde la afectación se da exclusivamente en la articulación glenohumeral. Se diseñó un estudio longitudinal prospectivo de una serie de casos.

### 6.2.2.1 SELECCIÓN DE MUESTRA A ESTUDIO

Los sujetos fueron seleccionados de entre los pacientes valorados en las consultas monográficas de hombro del Hospital Ramón y Cajal. Fueron considerados todos aquellos pacientes con clínica compatible, de acuerdo con los consensos establecidos sobre la definición de capsulitis adhesiva: dolor y restricción del movimiento activo y pasivo del hombro, de más de un mes de duración, sin alteración radiológica destacable y sin poder identificar una causa subyacente. (Cho et al., 2020; Zuckerman & Rokito, 2011).

Se establecieron los criterios de inclusión y de exclusión. Aunque no están bien definidos en la literatura, estos criterios se eligieron tomando como referencia a los utilizados en ensayos clínicos recientes sobre capsulitis adhesiva (Celik & Kaya Mutlu, 2016; Rangan et al., 2020; Russell et al., 2014).

Se reclutaron de forma prospectiva un total de 20 pacientes a lo largo de 14 meses (septiembre de 2018 a noviembre de 2019).

El tamaño muestral de 20 pacientes es una debilidad de nuestro estudio y hace que los hallazgos no puedan aplicarse directamente en la toma de decisiones clínicas, justificando mayor investigación para corroborarlos. Sin embargo, a pesar de las innumerables publicaciones sobre capsulitis adhesiva, no hemos hallado ninguna en la que se analice la movilidad glenohumeral aislada y su evolución en el tiempo como factor predictivo del fracaso del tratamiento conservador, por lo que constituye un estudio pionero.

### 6.2.2.2 PROTOCOLO DE TRATAMIENTO PROPUESTO

El objetivo del tratamiento en la capsulitis adhesiva debe ser recuperar la movilidad indolora del hombro. No existe un consenso sobre el tratamiento óptimo; debido a que hay sujetos que mejoran espontáneamente, el manejo ha variado ampliamente, desde ningún tratamiento específico a procedimientos quirúrgicos invasivos (Le et al., 2017). Sin embargo, la duración, la disfunción y la incertidumbre sobre la historia natural de la enfermedad hace que, aunque no haya consenso sobre el tipo de tratamiento, sí hay acuerdo en que hay que tratar de algún modo a estos pacientes una vez diagnosticados (Dilisio MF, 2017).

El tratamiento conservador es el manejo inicial en casi todos los casos, incluyendo la modificación de la actividad, analgesia (medicación oral, infiltraciones, bloqueos nerviosos) y fisioterapia. Cuando los pacientes no responden al tratamiento conservador, está indicada la manipulación bajo anestesia o la liberación quirúrgica (artroscópica o abierta) (Dilasio MF, 2017; Le et al., 2017; Neviasser & Hannafin, 2010; Uppal et al., 2015).

Nuestro protocolo de tratamiento fue inicialmente conservador centrado en la fisioterapia y el manejo multimodal del dolor.

#### *6.2.2.2.1 FISIOTERAPIA*

Remitimos a los pacientes a rehabilitación en la primera visita, constituyendo, junto a la analgesia, la primera línea de tratamiento. Los objetivos eran el control del dolor y la mejora de la movilidad.

La fisioterapia sigue siendo la primera línea de tratamiento en la capsulitis adhesiva, aunque la técnica y la frecuencia de los ejercicios sigue siendo controvertida. Tanaka et al. (Tanaka et al., 2010), en un ensayo aleatorizado ciego controlado con placebo, comparan diferentes regímenes de fisioterapia y observan que la efectividad de los ejercicios depende de la frecuencia, por lo es deseable que los pacientes realicen ejercicios domiciliarios a diario. Este mismo autor advierte que la adherencia a la realización de auto-ejercicios aumenta en los pacientes que visitan regularmente al fisioterapeuta. Russell et al. (Russell et al., 2014) en un estudio controlado, aleatorizado y ciego, comparan la eficacia de tres regímenes de tratamiento (clase de ejercicios más ejercicios en el hogar, fisioterapia multimodal individual más ejercicios domiciliarios y ejercicios en el hogar solos) y aprecian una mejora en la movilidad significativamente mayor en los grupos que asociaban fisioterapia más ejercicios domiciliarios que en los grupos de ejercicio sin supervisión. Estos autores además aprecian que las intervenciones de fisioterapia producen una mejoría significativa de la ansiedad, que está fuertemente correlacionada con los síntomas. Respecto a la intensidad de los ejercicios, Diercks et al. (Diercks & Stevens, 2004) compararon los efectos de la fisioterapia intensiva con ejercicios en rango indoloro y observaron que estos últimos presentaban mejoras significativas en el dolor y la movilidad a medio y largo plazo. Concluyeron que la fisioterapia agresiva más allá del umbral del dolor sería perjudicial para estos pacientes.

En nuestro protocolo de tratamiento tratamos de unificar las conclusiones de estos autores. Los sujetos recibieron sesiones de fisioterapia individual, dirigidas al control del dolor y al reequilibrio escapulo-torácico y aprendían ejercicios de estiramiento para poder ser realizados en el domicilio. De este modo asegurábamos la continuidad entre sesiones mediante los auto-ejercicios y, con las visitas regulares al fisioterapeuta, además del tratamiento activo, podía conseguirse una mejor adherencia a las recomendaciones y disminuir la ansiedad. De acuerdo con Diercks, se dieron instrucciones al terapeuta desaconsejando expresamente la fisioterapia agresiva e intensiva, para evitar tratamientos por encima del umbral doloroso.

#### 6.2.2.2.2 *ANALGESIA*

El manejo del dolor es fundamental para que los pacientes toleren el tratamiento fisioterápico. En nuestra serie, el tratamiento analgésico consistió en la administración de antiinflamatorios no esteroideos orales-AINEs (Etoricoxib 60 mg cada 24 horas), continuándose hasta 12 semanas si persistía el dolor. Si el dolor no remitía o los AINEs estaban contraindicados, se prescribía una combinación de Paracetamol con un opioide menor oral (Paracetamol 325 mg/ Tramadol 37,5 mg), en dosis crecientes hasta 2 comprimidos cada 12 horas.

Se ha demostrado la sobre-expresión de citoquinas inflamatorias, incluyendo COX-1 y COX-2 en la cápsula y la bursa subacromial de los pacientes con capsulitis adhesiva (Lho et al., 2013). Teóricamente, los AINEs orales y los corticoides orales o intraarticulares, tendrían un efecto directo sobre la sinovitis, aliviando el dolor y frenando la evolución a fibrosis.

Hay pocos estudios que evalúen la utilidad de los AINEs en esta patología y se remontan a los años 80 (Duke et al., 1981; Famaey & Ginsberg, 1984; Gotter, 1987; Huskisson & Bryans, 1983). Los antiinflamatorios están recomendados para el alivio del dolor a corto plazo en las etapas iniciales inflamatorias, pero no existe ningún ensayo clínico aleatorizado que demuestre su eficacia.

Algunos autores defienden el uso de esteroides orales. Una revisión Cochrane de 2006 demuestra que proporcionan beneficios significativos a corto plazo en el dolor, el arco de movilidad y la función en la capsulitis adhesiva, pero el efecto no perdura más allá de seis semanas (Buchbinder et al., 2006). Dados los riesgos asociados con el uso

prolongado de corticoides orales y la falta de beneficio a largo plazo, no deben usarse de forma rutinaria en la capsulitis adhesiva (Ramirez, 2019).

De acuerdo con la recomendación anterior, nosotros decidimos no utilizar corticoides orales en el protocolo de tratamiento. En cambio, se utilizaron AINES como tratamiento de elección inicial por su efecto analgésico y su mecanismo teórico sobre la sinovitis. Se usó un antiinflamatorio inhibidor selectivo de la COX-2, ya que estos AINES tienen una eficacia similar a los antiinflamatorios no selectivos con una tasa inferior de efectos adversos gastrointestinales (Conaghan, 2012). Cuando estaban contraindicados (alergia, factores de riesgo cardiovascular o gastrointestinal) se usó la combinación de paracetamol y un opioide menor (tramadol), que ha demostrado su eficacia y seguridad en el tratamiento del dolor agudo y crónico, incluido el dolor musculoesquelético, en varios estudios controlados (Dhillon, 2010).

#### 6.2.2.2.3 INFILTRACIONES

El uso de infiltraciones de esteroides en la capsulitis adhesiva es una práctica extendida ya que ofrecen una mayor y más rápida mejoría que los corticoides orales (Lorbach et al., 2010), minimizando los efectos secundarios de estos. También en nuestro trabajo, a los pacientes que presentaban dolor moderado o intenso ( $\geq 4/10$  en escala de dolor verbal), se les ofrecieron inyecciones con corticosteroides intraarticulares y anestésico local (hasta un máximo de 3).

Hay numerosos estudios aleatorizados que demuestran su eficacia a corto plazo. Las recientes revisiones de la literatura concluyen que proporcionan alivio rápido del dolor y mejoría de la movilidad a corto plazo (particularmente en las primeras 6 semanas), pero los resultados a más de 24 semanas son similares a los de otros tratamientos, incluido el placebo (Song et al., 2014; Wang et al., 2017; Xiao et al., 2017).

No hay evidencia sobre qué sitio de inyección es más efectivo (Shin & Lee, 2013). Tanto las inyecciones glenohumorales como las subacromiales, proporcionan alivio del dolor y mejoría de la movilidad, sin encontrar diferencias a medio plazo respecto al sitio de inyección (Shin & Lee, 2013). Nosotros elegimos las infiltraciones intraarticulares, basándonos en algunos ensayos que observan su superioridad respecto a las subacromiales, produciendo un alivio más rápido del dolor (Cho et al., 2016; Oh et al., 2011). Además, Wang et al (Wang et al., 2017), en un metaanálisis sobre la efectividad

de las inyecciones de corticoides en la capsulitis adhesiva, concluye que las inyecciones intraarticulares son eficaces a corto plazo en el alivio del dolor y en la mejoría del rango de movimiento a corto y largo plazo.

Respecto al número de infiltraciones, se ofrecieron hasta un máximo de 3, de acuerdo con los hallazgos encontrados por Sha et al. (Shah & Lewis, 2007). Estos autores, en una revisión sistemática de ensayos aleatorizados con múltiples inyecciones de corticosteroides en la capsulitis adhesiva, encuentran evidencia del beneficio obtenido con hasta tres inyecciones, siendo esta evidencia limitada entre cuatro y seis y nula con más de seis infiltraciones.

#### 6.2.2.2.4 BLOQUEOS DEL NERVIO SUPRAESCAPULAR

En caso de dolor intenso ( $>7/10$ ), si la medicación oral y las infiltraciones no eran efectivas, se ofrecieron bloqueos del nervio supraescapular, realizado por un anestesiólogo bajo control ecográfico y de neuroestimulación.

El nervio supraescapular procede de las raíces C5 y C6 y proporciona la inervación sensorial a la bursa subacromial, la cápsula de la articulación glenohumeral, la articulación acromioclavicular y el ligamento coracoclavicular. Además, emite ramas motoras para los músculos supra e infraespinoso.

El bloqueo se puede realizar administrando anestésico local y/o corticosteroides alrededor del nervio en la escotadura supraescapular o en la espinoglenoidea.

Se ha demostrado que el bloqueo del nervio supraescapular produce mejoras significativas del dolor y el rango de movimiento en pacientes con capsulitis adhesiva, mejorando el confort del paciente y el descanso y favoreciendo la fisioterapia, (Klc et al., 2015).

En una reciente revisión sistemática de la literatura y metaanálisis, Jump et al. concluyen que es un procedimiento seguro y proporciona suficiente alivio del dolor y la movilidad. Los estudios comparativos entre los bloqueos nerviosos y las infiltraciones y la fisioterapia, encuentran mejoría del dolor y la movilidad con todos los tratamientos; sin embargo, con los bloqueos nerviosos los pacientes refieren menor dolor y mejor calidad de vida (Jump et al., 2021).

Por tanto, existe suficiente evidencia como para recomendar su uso en la capsulitis adhesiva y esto hizo que lo incluyéramos en nuestro protocolo de tratamiento en casos de



dolor intenso o refractario a otros métodos analgésicos. Se realizó mediante control ecográfico y con neuroestimulación para aumentar la eficacia y la seguridad. Con la ecografía, se dirige la punción de forma más selectiva al nervio y se puede visualizar la diseminación del anestésico perineural; además se disminuyen potenciales riesgos de la punción a ciegas en la escotadura como el neumotórax, la lesión nerviosa o de los vasos supraescapulares (Harmon & Hearty, 2007). Por otra parte, Karatas et al. (Karataş & Meray, 2002) en un estudio comparando la técnica de punción usando referencias externas y la guiada por electromiografía, informaron que los bloqueos que usan como guía la electromiografía son más eficaces.

#### *6.2.2.2.5 HIDRODISTENSIÓN*

La hidrodistensión consiste en instilar en la articulación glenohumeral un elevado volumen de suero salino con esteroides, anestésico local y contraste bajo control radiológico. El objetivo es la distensión capsular o, en algunos casos, la ruptura de la cápsula. Algunos estudios han demostrado buenos resultados en el alivio del dolor y la mejoría de la movilidad (Clement et al., 2013; Haughton et al., 2018; Watson et al., 2007). Sin embargo, una revisión sistemática con meta análisis reciente concluye que tiene un mínimo e insignificante efecto sobre el dolor y la movilidad en la capsulitis adhesiva (Saltychev et al., 2018) y es dudoso que aporte ventaja sobre las infiltraciones de esteroides (Ladermann et al., 2021; Mun & Baek, 2016).

Todo lo anterior, unido a que es una técnica poco usada en nuestro medio, hizo que no la incluyéramos en el tratamiento

#### *6.2.2.2.6 MOVILIZACIÓN BAJO ANESTESIA*

La ruptura pasiva de la cápsula y de los ligamentos contracturados, bajo anestesia general o troncular tiene unos resultados variables, consiguiéndose una mejoría en el dolor y la movilidad a largo plazo en aproximadamente el 85% (Kraal et al., 2019; Woods & Loganathan, 2017), aunque hay descritas tasas de recurrencia de hasta alrededor del 40% (Jenkins et al., 2012; Theodorides et al., 2014; Woods & Loganathan, 2017). Además presenta riesgo de lesiones intraarticulares yatrógenas (Loew et al., 2005).

En muchos centros se está sustituyendo la manipulación bajo anestesia por la liberación artroscópica, ya que permite una inspección completa de la articulación y una sección capsular precisa, evitando los riesgos de la manipulación. (Neviaser & Neviaser, 2011). Nosotros nos incluimos entre ellos, por lo que no lo consideramos en el protocolo de tratamiento.

#### 6.2.2.2.7 *TRATAMIENTO QUIRÚRGICO*

Si el dolor y la limitación de la movilidad persistían a los 4 meses de iniciado el tratamiento se proponía tratamiento quirúrgico, consistente en capsulotomía artroscópica cuya extensión podía ser variable hasta conseguir mejoría de la movilidad intraoperatoria (limitada o circunferencial).

La cirugía artroscópica presenta una serie de ventajas sobre la cirugía abierta: menor morbilidad, menor dolor postoperatorio, preserva el tendón del subescapular y no requiere inmovilización postoperatoria. Además, consigue una mejor movilidad postoperatoria que los procedimientos abiertos. El alivio del dolor y la restauración de la función persisten después de 2-5 años. (Neviaser & Hannafin, 2010; Robinson et al., 2012).

No está definido en la literatura cuando establecer la indicación quirúrgica en los pacientes con capsulitis adhesiva. Algunos autores recomiendan esperar hasta 9 y 12 meses (Redler & Dennis, 2019), mientras otros consideran la cirugía cuando el paciente no mejora tras 2 o 3 meses de tratamiento conservador (Fields et al., 2019; Ramirez, 2019). Levine (Levine et al., 2007) observó que los pacientes que no progresan tras 4 meses de tratamiento conservador o empeoran su rango de movimiento es más probable que precisen tratamiento quirúrgico. Posteriormente otros autores coinciden con esta opinión (Neviaser & Hannafin, 2010). Basándonos en estos estudios, establecimos la indicación quirúrgica una vez cumplidos los 4 meses de tratamiento conservador. Prolongarlo más allá de este período cuando no está resultando efectivo supone un consumo excesivo de recursos y genera en el sujeto gran incapacidad y frustración. La indicación de cirugía se consensuó con el paciente tras discutir sobre su nivel de actividad, el grado de discapacidad y el pronóstico.

### 6.2.2.3 SEGUIMIENTO Y RECOGIDA DE DATOS

Los pacientes fueron informados al inicio del estudio sobre la naturaleza de su problema y del protocolo de tratamiento previsto. Cada paciente fue revisado mensualmente desde el diagnóstico hasta cumplir el mes 11 o hasta que fue indicada la cirugía. En los pacientes que fueron intervenidos, la visita final se realizó al 6º mes postoperatorio.

En la visita inicial, se recogieron los datos epidemiológicos y los antecedentes personales con la presencia de comorbilidades, para valorar otros factores que pudieran influir en la evolución del proceso, y se estableció el estadio de la enfermedad. También se registraron los hallazgos radiográficos o de RMN. En la visita inicial y en cada revisión mensual se registraron la intensidad del dolor mediante el Cuestionario breve modificado del dolor-forma corta y la amplitud de movilidad global y glenohumeral mediante goniometría y usando el método GRASP.

Existen muchas escalas para valoración del dolor agudo y crónico más o menos complejas: cuestionario de dolor de McGill (MPQ), cuestionario del dolor en español (CDE), Cuestionario DN4, Test de Lattinen, etc. (Vicente Herrero MT, 2018). Nosotros escogimos el Cuestionario breve modificado del dolor-forma corta (apéndice 5), porque es un instrumento muy utilizado en clínica e investigación para evaluar la intensidad e impacto del dolor y está validado en español (de Andres Ares et al., 2015). Además, es rápido de realizar, algo importante cuando hay gran demanda asistencial. Del cuestionario breve sólo se recogieron las preguntas 3 a 6 que permiten mensurar en una escala discreta de 0 a 10 el dolor medio, mínimo, máximo y el dolor en el momento de la entrevista (dolor ahora). El resto de las preguntas se omitieron, ya que las preguntas 1 y 2 interrogan sobre si existe dolor y dónde (lo cual es redundante en un paciente que consulta por un cuadro de capsulitis adhesiva) y las preguntas 7 a 10 hacen referencia al porcentaje de alivio con el tratamiento y a la interferencia del dolor en la calidad de vida, que no era objeto del presente estudio.

Además, en la visita inicial y en la final se hizo una valoración de la función del hombro mediante la escala Constant (Constant & Murley, 1987). Esta escala es una de las herramientas más usadas para analizar la capacidad funcional del hombro y es útil para evaluar los resultados clínicos en patologías y procedimientos quirúrgicos de hombro, incluyendo la capsulitis adhesiva.

Entre las fortalezas de nuestro estudio, destacan el diseño prospectivo, que permitió el cumplimiento estricto de los criterios de inclusión y exclusión, la recogida metódica y sistemática de las variables de interés en el momento del diagnóstico y la aplicación del mismo protocolo de tratamiento en todos los pacientes. Las visitas mensuales, sin pérdidas en el seguimiento, permitieron observar de manera continua las variaciones del dolor y la movilidad y recopilarlas para su análisis posterior.

El seguimiento de 11 meses podría considerarse una debilidad de nuestro trabajo si se tiene en cuenta que, en la capsulitis adhesiva la sintomatología puede durar hasta 5 años (Vastamaki et al., 2012). Sin embargo, estimamos que es un tiempo suficiente para valorar el fracaso del tratamiento conservador, ya que la indicación quirúrgica se realiza si no hay mejoría de la movilidad después de 4-6 meses (Levine et al., 2007; Neviaser & Hannafin, 2010; Neviaser & Neviaser, 2011).

### **6.3 DISCUSION SOBRE LOS RESULTADOS**

#### **6.3.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE REPRODUCTIBILIDAD DEL METODO GRASP**

##### **6.3.1.1 RANGOS DE MOVILIDAD GLOBAL Y GLENOHUMERAL**

Medimos la abducción, rotación externa y rotación interna pasiva global de hombro y la movilidad glenohumeral mediante el método GRASP en nuestra muestra de 60 hombros. La movilidad global pasiva se incluyó para contrastar nuestros valores con los publicados hasta la fecha y poder comparar con estudios de reproductibilidad.

En la siguiente tabla se muestran los valores normales de movilidad según diferentes fuentes y los obtenidos en nuestra serie (Tabla 6.1)

	AO(Ryf & Weymann, 1999)	AAOS (Surgeons 1965)	Boone(Boone & Azen, 1979)	Macedo(Macedo & Magee, 2009)	Greene (Greene & Wolf, 1989)	Alonso 2022
N			56	90	20	60
			<b>MEDIA (DE)</b>	<b>MEDIA (DE)</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA (DE)</b>
<b>TABD</b>	160-180°	180°	182,7° (9)	188° (14)	167,6°	176° (6,57)
<b>TROTEX</b>	70°	90°	99,6° (7,6)	94° (14)	48,7°	79,6° (8,94)
<b>TROTIN</b>	70°	70°	67,1° (4,1)	70° (12)	83,6°	77,8° (7,59)

Tabla 6.1: Valores de media y desviación estándar (DE) para las mediciones de la movilidad pasiva global de hombro y movilidad glenohumeral según diferentes fuentes y en nuestro estudio. N: tamaño muestral; TABD: Abducción pasiva global; TROTEX: Rotación externa pasiva global; TROTIN: Rotación interna pasiva global

Los valores obtenidos en nuestra serie están en concordancia con los datos publicado, tanto con los datos de referencia de la Asociación Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS) y de la Asociación para el estudio de la Osteosíntesis (AO) y con mínimas variaciones (10°) respecto a los estudios sobre movilidad pasiva de hombro en voluntarios sanos descritos por otros autores (Boone & Azen, 1979; Greene & Wolf, 1989; Macedo & Magee, 2009). Pequeñas diferencias pueden justificarse por la posición usada para medir las rotaciones (supino/sedestación).

Respecto a la movilidad selectiva glenohumeral, no existen valores normativos con los que comparar nuestras mediciones. Existen unos pocos estudios, algunos fruto de tesis doctorales, que miden específicamente la movilidad glenohumeral con goniómetro y con estabilización manual de la escápula en supino. En ellos se observan grades variaciones en la abducción glenohumeral (90-130°), mientras que las rotaciones parecen ser más consistentes, variando entre 90 y 100° la rotación externa y entre 50 y 60° la rotación interna (Tabla 6.2).

	White (D. N. C. White, 2016)	Lannan (Lannan, 1996)	Macedo (Macedo & Magee, 2009)	Goddu (Goddu, 2009)	Alonso (GRASP) 2022
N		60	90	90	60
		<b>MEDIA (DE)</b>	<b>MEDIA (DE)</b>	<b>MEDIA (DE)</b>	<b>MEDIA (DE)</b>
<b>GHABD</b>	90-125°	128,9° (9,1)	85° (19)	123,3° (8,8)	81,4° (8,94)
<b>GHROTEX</b>	80-90°	94° (12,2)	94° (12)	80,9° (13,8)	61° (11,8)
<b>GHROTIN</b>	50-60°	49,2° (9)	64° (14)	50,4° (4,1)	49,9° (10,7)

Tabla 6.2: Rango de movilidad pasiva glenohumeral en adultos sanos (DE: desviación estándar). Extraído parcialmente de White DJ. The shoulder. In: Norkin CC, editor. Measurement of joint motion A guide to goniometry. Fifth ed. Philadelphia: F.A Davis; 2016. p. 66-113. N: tamaño muestral; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral

Con el método GRASP, hemos obtenido rangos de movilidad similares para la rotación interna pero inferiores para la abducción y la rotación externa.

Creemos que esto se justifica por nuestro método de estabilización escapular. Wilk et al (Wilk et al., 2009) ya encontró diferencias significativas en los rangos de rotación interna en supino según el método de estabilización empleado: control visual sin estabilización, presión anterior del hombro contra la camilla o agarre manual de la escápula en forma de C. Ello indica que no pueden compararse valores de movilidad glenohumeral si el método de estabilización escapular no es el mismo.

En los estudios revisados, la escápula se estabiliza mediante presión del hombro contra la camilla en supino. En esta posición, se restringe la traslación humeral anterior y la inclinación anterior de la escápula que se dan en la rotación interna del hombro. En cambio, se tiene menos control de los movimientos de inclinación posterior y lateral de la escápula, que se producen en la rotación externa y la abducción respectivamente, permitiendo que participe en el movimiento y dando un mayor rango de movilidad.

En el método GRASP, además de bloquear la escápula, podemos percibir de forma táctil y visual cuando ésta empieza a intervenir en la movilidad del hombro, permitiendo una mensuración más rigurosa del rango glenohumeral.

#### 6.3.1.2 REPRODUCTIBILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDIDA DE LA MOVILIDAD GLOBAL DE HOMBRO

La reproductibilidad de nuestras medidas para la movilidad global fue buena (ICC= 0,75-0,90) para la abducción intra e interobservador, lo mismo que para la rotación externa intraobservador y moderada (ICC=0,5-0,75) para la rotación externa interobservador y para la rotación interna intra e interobservador (tabla 6.3).

	INTRAOBSERVADOR		INTEROBSERVADOR	
	ICC	INT CONF 95%	ICC	INT CONF 95%
<b>TABD</b>	0,81	0,70-0,89	0,83	0,72-0,90
<b>TROTEX</b>	0,80	0,68-0,88	0,63	0,47-0,77
<b>TROTIN</b>	0,57	0,41-0,73	0,53	0,36-0,70

Tabla 6.3: Coeficientes de correlación intraclase (ICC) con nivel de confianza del 95% (Int Conf 95%) para las mediciones de la movilidad pasiva global de hombro. TABD: Abducción pasiva global; TROTEX: Rotación externa pasiva global; TROTIN: Rotación interna pasiva global

Nuestros datos intraobservador contrastan con los publicados por autores como Macedo o Riddle (Macedo & Magee, 2009; Riddle et al., 1987), que presentan cifras de ICC por encima de 0,90 para las tres medidas.

Macedo (Macedo & Magee, 2009) estudia la movilidad en un grupo de 90 voluntarias usando la posición supina. En esta posición estabiliza el tronco manualmente para evitar la inclinación durante la abducción y con el propio peso corporal sobre la camilla se evitan los movimientos de flexión y extensión que pueden producirse al final de las rotaciones. Nosotros no contemplamos estos detalles estabilizadores del tronco en las medidas y podrían ser la causa de las diferencias. Riddle (Riddle et al., 1987), en cambio, usa diferentes posturas en 50 pacientes voluntarios (supino, decúbito lateral, sedestación, bipedestación) según la preferencia del examinador, obteniendo valores de ICC intraobservador excelentes pero con concordancia interobservador mala (ICC <0,5) para todas las medidas, excepto para la rotación externa (ICC 0,88-0,90) .

MacDermid (MacDermid et al., 1999) valora la reproductibilidad de la medida de la rotación externa en supino en una serie de 34 pacientes con problemas de hombro y obtiene valores de ICC intraobservador buenos y excelentes, oscilando entre 0,89 y 0,94.

Otros autores obtienen valores inferiores a los anteriores y similares o por debajo de los obtenidos en nuestro estudio. Boon (Boon & Smith, 2000), estudia las rotaciones pasivas en supino en un grupo de 50 atletas adolescentes y obtiene una reproductibilidad intraobservador buena para la rotación externa (ICC= 0,79) y mala (ICC=0,23) para la rotación interna (tabla 6.4). Hayes (Hayes et al., 2001) analiza la reproductibilidad intraobservador en 9 voluntarios con problemas de hombro colocados en sedestación. Obtiene valores moderados tanto para la abducción como para la rotación externa (ICC=0,58 y 0,65 respectivamente). (Tabla 6.4)

	ICC INTRAOBSERVADOR					Alonso 2022
	Macedo (Macedo & Magee, 2009)	Riddle (Riddle et al., 1987)	MacDermid (MacDermid et al., 1999)	Boon (Boon & Smith, 2000)	Hayes (Hayes et al., 2001)	
<b>N</b>	12	50	34	50	9	60
	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>
<b>TABD</b>	0.95	0.90-0.93			0.58	0.81
<b>TROTEX</b>	0.96	0.98-0.99	0.89-0.94	0.79	0.65	0.80
<b>TROTIN</b>	0.97	0.93-0.94		0.23		0.57

Tabla 6.4: Tabla comparativa de los coeficientes de correlación intraclass (ICC) intraobservador para la movilidad pasiva global de hombro. N: tamaño muestral; TABD: Abducción pasiva global; TROTEX: Rotación externa pasiva global; TROTIN: Rotación interna pasiva global

Los datos de reproductibilidad interobservador de nuestro estudio están en consonancia o son superiores a los de otros estudios publicados, aunque existe gran heterogeneidad en los resultados publicados, lo que dificulta la comparación (tabla 6.5). Boon (Boon & Smith, 2000) encuentra buena reproductibilidad para la rotación externa y mala para la rotación interna, muy por debajo de la obtenida en nuestro estudio (ICC=0,13). Para Riddle (Riddle et al., 1987) la reproductibilidad interobservador es pobre en todas las medidas, acercándose a aceptable en la rotación interna. MacDermid (MacDermid et al., 1999) encuentra que la medida de la rotación externa es reproducible entre diferentes evaluadores, con ICC de alrededor de 0,85. Hayes (Hayes et al., 2001), cuyo protocolo de medida se aproxima más al nuestro al utilizar la sedestación, encuentra que la goniometría de hombro tiene una reproductibilidad interobservador moderada cuando se evalúa la abducción (ICC= 0,69) y la rotación externa (ICC=0,64).

ICC INTEROBSERVADOR					
	Boon & Smith (Boon & Smith, 2000)	Riddle (Riddle et al., 1987)	MacDermid (MacDermid et al., 1999)	Hayes (Hayes et al., 2001)	Alonso 2022
<b>N</b>	50	50	34	8	60
	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>
<b>TABD</b>		0.28-0.30		0.69	0.83
<b>TROTEX</b>	0.84	0.35-0.41	0.85-0.86	0.64	0.63
<b>TROTIN</b>	0.13	0.43-0.55			0.53

Tabla 6.5: Tabla comparativa de las ICC intraobservador para la movilidad pasiva global de hombro. N: tamaño muestral; TABD: Abducción pasiva global; TROTEX: Rotación externa pasiva global; TROTIN: Rotación interna pasiva global

### 6.3.1.3 REPRODUCTIBILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LAS MEDIDAS DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA CON EL MÉTODO GRASP

La reproductibilidad obtenida para la medida de la movilidad glenohumeral aislada mediante el método GRASP, fue buena para la abducción y moderada para las rotaciones externa e interna, tanto en las mediciones realizadas por el mismo examinador como entre distintos examinadores. (Tabla 6.6)



	INTRAOBSERVADOR		INTEROBSERVADOR	
	ICC	INT CONF 95%	ICC	INT CONF 95%
<b>GHABD</b>	0,84	0,75-0,91	0,86	0,77-0,92
<b>GHROTEX</b>	0,63	0,52-0,80	0,68	0,52-0,80
<b>GHROTIN</b>	0,61	0,44-0,75	0,62	0,45-0,76

Tabla 6.6: Coeficientes de correlación intraclase (ICC) con nivel de confianza del 95% (Int Conf 95%) para las mediciones de la movilidad glenohumeral. GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral.

Existen pocos datos publicados con los que poder comparar nuestros hallazgos (Tablas 6.7 y 6.8).

	ICC INTRAOBSERVADOR			
	Macedo (Macedo & Magee, 2009)	Boon(Boon & Smith, 2000)	Wilk(Wilk et al., 2009)	Alonso (GRASP) 2022
<b>N</b>	12	50	20	60
	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>
<b>GHABD</b>	0.84			0.84
<b>GHROTEX</b>	0.84	0.58		0.63
<b>GHROTIN</b>	0.97	0.60	0.48-0.62	0.61

Tabla 6.7: Tabla comparativa de los ICC intraobservador para las medidas de movilidad glenohumeral. N: tamaño muestral; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral.

	ICC INTEROBSERVADOR		
	Boon (Boon & Smith, 2000)	Wilk (Wilk et al., 2009)	Alonso (GRASP)
<b>N</b>	50	20	60
	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>	<b>ICC</b>
<b>GHABD</b>			0.86
<b>GHROTEX</b>	0.78		0.68
<b>GHROTIN</b>	0.38	0.43-0.47	0.62

Tabla 6.8 Tabla comparativa de los ICC interobservador para las medidas de movilidad glenohumeral. N: tamaño muestral; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral.

Macedo (Macedo & Magee, 2009) valora la movilidad glenohumeral en decúbito supino y con bloqueo manual de la escápula en forma de “C” en 12 voluntarias, y estudia únicamente la reproductibilidad intraobservador. Obtiene valores de reproductibilidad buenos para la abducción glenohumeral y la rotación externa (ICC=0,84) y excelentes para la rotación interna (ICC=0,97). Boon (Boon & Smith, 2000) examina las rotaciones glenohumerales en 50 atletas, también en supino y bloqueando la escápula mediante presión anterior contra la camilla. Obtiene valores moderados de reproductibilidad

intraobservador, similares a los obtenidos con el método GRASP con coeficientes de correlación intraclase cercanos a 0,60. En cambio, entre diferentes observadores, la medición de la rotación interna es poco reproducible (ICC = 0,38), manteniendo una reproductibilidad moderada para la rotación externa (ICC = 0,78).

Wilk (Wilk et al., 2009) valora la rotación interna glenohumeral en supino con tres métodos de control de la movilidad escapular: control visual, presión sobre la cabeza humeral contra la camilla y agarre en forma de C. Estudia la reproductibilidad de cada método en un grupo de 20 voluntarios. Obtiene valores de reproductibilidad intraobservador pobres o moderados, siendo el método más reproducible el agarre de la escapula en forma de C (ICC = 0,62); y reproductibilidad interobservador es pobre (ICC < 50), independientemente del método de estabilización empleado.

La reproductibilidad de las medidas de movilidad glenohumeral mediante el método GRASP es moderada o buena, lo cual puede interpretarse como una debilidad del sistema. Sin embargo, los resultados son similares a los obtenidos por Macedo para la abducción e iguales o mejores que los obtenidos por Boon y Wilk para las rotaciones glenohumerales.

En este punto, hay que recordar que los coeficientes de correlación intraclase miden acuerdos absolutos y que en la práctica clínica sutiles variaciones en el rango de movilidad no son detectables por el paciente ni tienen repercusión en los resultados de un tratamiento. Pequeñas fluctuaciones pueden ser debidas a modificaciones en la alineación del goniómetro con los puntos de referencias óseas, a cambios en la fuerza aplicada al hacer la medición de la movilidad pasiva, a una mayor o menor relajación del sujeto, etc (MacDermid et al., 1999).

Aunque no está bien definida en la literatura la diferencia clínicamente importante para los movimientos del hombro, nosotros establecimos la diferencia menor o igual a 10° como el punto de corte para determinar si la variación en la medida era significativa desde el punto de vista clínico y calculamos la concordancia de las medidas. Con el mismo examinador, el 98% de las medidas de la abducción glenohumeral y el 87% y 85% de las rotaciones glenohumerales externa e interna respectivamente tuvieron variaciones menores de 10°. Cuando intervenían distintos examinadores, el 97% de las medidas de la abducción glenohumeral y alrededor del 80% de las rotaciones (rotación externa: 78 y 83%; rotación interna: 78 y 82%) variaron menos de 10°.

Por lo tanto, podemos decir que el método GRASP presenta una fiabilidad suficiente para usarse en la valoración de la movilidad selectiva glenohumeral en la práctica clínica.

### **6.3.2 DISCUSION SOBRE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN PACIENTES CON CAPSULITIS ADHESIVA Y SU VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR**

El objetivo principal de nuestro estudio era definir si medir selectivamente la movilidad glenohumeral mediante el método GRASP descrito y su evolución en el tiempo en la capsulitis adhesiva primaria, podía tener valor predictivo del fracaso del tratamiento conservador. Se seleccionaron de forma prospectiva una serie de 20 pacientes. Además de la movilidad glenohumeral, se analizaron posibles variables que pudieran tener relación con el fracaso del tratamiento conservador: sexo, edad, presencia de diabetes como comorbilidad, fase clínica al diagnóstico, dolor y movilidad global de hombro.

#### 6.3.2.1 SITUACIÓN CLÍNICA

##### *6.3.2.1.1 DATOS EPIDEMIOLÓGICOS*

De los 20 pacientes, 7 (35%) eran hombres y 13 (65%) mujeres. Esto concuerda con las series publicadas en las que alrededor del 60-70% de los pacientes con capsulitis adhesiva primaria son mujeres (Dilisio MF, 2017; Hand et al., 2008; Levine et al., 2007).

Respecto a la edad de presentación, nuestros pacientes tenían una mediana de edad de 51,8 años (rango 38,4-65,8). También este dato está en consonancia con lo descrito hasta la fecha, según lo cual la capsulitis adhesiva tiene un pico de incidencia entre los 40 y los 60 años, siendo rara por debajo de 40 y por encima de 70 años (Date & Rahman, 2020; Dilisio MF, 2017; Hand et al., 2008; Kingston et al., 2018; Levine et al., 2007; Robinson et al., 2012).

Ambos lados se afectaron en porcentajes similares, con mínima predilección por el lado dominante (55%). Esto contrasta con algunos estudios previos en los que se ve mayor afectación del lado no dominante (60%) (Griggs et al., 2000; Levine et al., 2007; Rangan

et al., 2020); en otras series, sin embargo, ambos lados se afectan igual (Binder et al., 1984; Cvetanovich et al., 2018; Hand et al., 2008; Shaffer et al., 1992).

En dos pacientes (10%) encontramos como comorbilidad la diabetes. La prevalencia de diabetes en las series de capsulitis adhesiva publicadas es muy variable, desde 6% publicado por Lundberg (Lundberg, 1969), hasta el 38,6% descrito por Tighe (Tighe & Oakley, 2008).

#### *6.3.2.1.2 SINTOMATOLOGÍA Y EVALUACION FUNCIONAL*

Los 20 pacientes consultaron por dolor y pérdida de movilidad en el hombro afecto. El tiempo medio desde el inicio de los síntomas hasta el diagnóstico de capsulitis adhesiva fue de 5,7 meses (Rango 1-21 meses). Esta demora es característica de este proceso. La sintomatología se instaura de forma gradual durante semanas, con dolor en el hombro que se agrava con los movimientos y una limitación progresiva de la movilidad articular. Generalmente es esa pérdida de función, que dificulta actividades básicas de la vida diaria como vestirse, peinarse, etc... la que lleva a solicitar consulta especializada (Dilisio MF, 2017; Neviasser & Neviasser, 2011).

Según el tiempo de evolución y los niveles de dolor y limitación del movimiento, se clasificó a la mitad de los pacientes en fase de congelamiento (45%) y la otra mitad en fase de congelada (55%). La fase de la enfermedad al diagnóstico, no es un dato que se refleje en las series clínicas publicadas, salvo en las que hacen referencia a su correlación con los hallazgos de las pruebas de imagen (Sofka et al., 2008) o la anatomía patológica (Neviaser & Hannafin, 2010). Esto es debido a que no condiciona el tratamiento inicial, siempre basado en el control del dolor y la recuperación de la movilidad mediante fisioterapia.

Todos nuestros pacientes fueron incluidos en un protocolo de tratamiento con terapia multimodal para el alivio del dolor y fisioterapia. 13 pacientes evolucionaron satisfactoriamente con dicho tratamiento. Los otros 7 restantes precisaron tratamiento quirúrgico mediante capsulotomía artroscópica. Se realizó seguimiento mensual durante un año en los pacientes a los que se realizó únicamente tratamiento conservador y hasta los 6 meses postoperatorios en aquellos que fueron intervenidos quirúrgicamente.

### Evolución del dolor

Los pacientes en la visita inicial presentaban un dolor medio moderado (5/10), de forma más o menos constante (dolor mínimo 4/10), con picos de dolor intenso (8/10).

Al final del seguimiento, el dolor se había aliviado por completo en todos los pacientes, salvo uno que refería molestias ocasionales (dolor 1/10 en dolor máximo, medio y ahora) con periodos indoloros (dolor mínimo 0) (Gráfico 6.1)

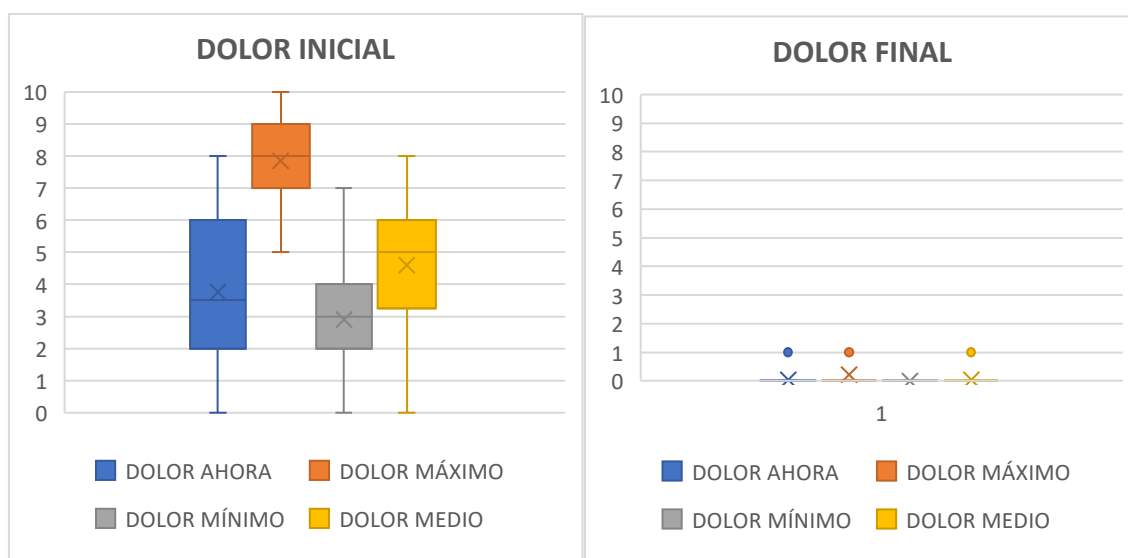


Gráfico 6.1: Diagramas de cajas y bigotes comparando la intensidad del dolor el momento del diagnóstico (izquierda) y al final del seguimiento (derecha).

En la mayoría de las series previas sobre tratamiento de la capsulitis adhesiva, se compara el dolor inicial y al final del seguimiento. Nakandala (Nakandala et al., 2021), en una revisión sistemática en 2021 sobre la eficacia de diferentes terapias de rehabilitación (estiramientos, ejercicios, ultrasonidos, ondas de choque, infiltraciones con esteroides, etc.) concluye que todas las intervenciones resultan en una reducción significativa del dolor a corto y medio plazo (1 semana a 6 meses), en comparación con los parámetros iniciales. Zhang (Zhang et al., 2021), en un metaanálisis reciente sobre tratamientos no quirúrgicos en la capsulitis adhesiva, también muestra una mejoría del dolor en todas las series. La mayoría de los estudios no encuentran diferencias significativas entre los diferentes protocolos de tratamiento propuestos y hay muy pocos estudios con seguimiento de más de un año. Forsythe (Forsythe et al., 2021), en una revisión sistemática con metaanálisis de todos los ensayos clínicos sobre capsulitis adhesiva desde 2008 para valorar la eficacia de la cirugía artroscópica, llega conclusiones

similares: ningún tratamiento resulta superior a otro en el alivio del dolor o la movilidad, aunque si fracasa el tratamiento conservador, la cirugía demuestra ser el superior para mejorar el rango de movimiento. Celik (Celik & Kaya Mutlu, 2016), en un estudio prospectivo sobre 26 pacientes con seguimiento de un año tras tratamiento fisioterápico, refiere una mejoría en la escala analógica del dolor de 5,3 inicial a 0,2-0,4. Vastamäki (Vastamaki et al., 2012), en una revisión retrospectiva de 83 pacientes seguidos durante un tiempo medio de 9 años, encuentra un alivio del dolor independientemente de si el paciente no ha sido tratado, ha seguido tratamiento conservador o manipulación bajo anestesia, con unos valores de la escala visual analógica para el dolor finales de 0,5-0,8 en reposo, 1,1-1,8 con la actividad y 0,6-1,0 por la noche.

Sin embargo, en la mayor parte de las series revisadas con datos a largo plazo (1 año o más), persiste cierto grado de dolor en el tiempo:

Binder (Binder et al., 1984), publica una serie prospectiva de 42 paciente manejados de forma conservadora y encuentra que el 35% de los sujetos presentaban dolor al final del seguimiento (44 meses), siendo leve en todos menos en uno, que refería dolor intenso. Hand (Hand et al., 2008), en un estudio a largo plazo sobre 223 pacientes con capsulitis adhesiva incluyendo diferentes tratamientos (analgesia, fisioterapia, movilización bajo anestesia o liberación artroscópica) presenta un 35% de síntomas leves-moderados y 6% de síntomas intensos persistentes a los 3 años, predominantemente dolor. Griggs (Griggs et al., 2000) en su serie prospectiva de 75 pacientes, diferencia dolor con la actividad y el reposo. Al inicio, el dolor con la actividad fue intenso o invalidante en el 75% de los casos, moderado en el 21% y leve o ausente en el 2%. Sin embargo, respecto al dolor en reposo inicial, el 56% no tenían dolor, el 32% presentaban dolor leve, el 11 % moderado y el 2 % intenso. Al final del seguimiento de 24 meses, el 84% de los pacientes no tenían dolor en reposo y el 16 % tenían dolor leve. Respecto al dolor con la actividad el 73% no tenían dolor, el 21% presentaban dolor leve y el 6% mantuvieron dolor moderado.

Nuestros pacientes presentaron alivio del dolor prácticamente completo al final del seguimiento. Esto podría deberse al protocolo de tratamiento multimodal utilizado en todos ellos, con analgesia oral, infiltraciones de esteroides o bloqueos del nervio supraescapular, de eficacia probada para el alivio del dolor (Griesser et al., 2011; Jones & Chattopadhyay, 1999; Klc et al., 2015) y la inclusión en un programa de fisioterapia desde el inicio, que también mejora el dolor (Nakandala et al., 2021). En las series con seguimiento a largo plazo anteriormente referidas, se incluyen pacientes con tratamientos

muy heterogéneos, incluidos aquellos dejados evolucionar sin ninguna terapia y puede justificar la discrepancia en los resultados.

### **Evolución de la movilidad**

En el momento de la inclusión, la movilidad pasiva de hombro estaba limitada al en todos los movimientos estudiados, predominando la restricción de rotación externa glenohumeral (déficit 96%), seguida de la limitación de la rotación interna glenohumeral (77%) y la rotación externa global (67-76%) (gráfico 6.2 izquierda).

Al final del seguimiento se produjo una mejoría significativa, alcanzando valores de movilidad prácticamente similares al hombro contralateral en la flexión, la abducción y la rotación interna global, así como en la abducción glenohumeral. Sin embargo, persistió un déficit en la rotación externa glenohumeral de alrededor del 33% y algo menor en la rotación externa global (15-17%) y en la rotación interna glenohumeral (15%), independientemente del tratamiento aplicado (gráfico 6.2 y 6.3)

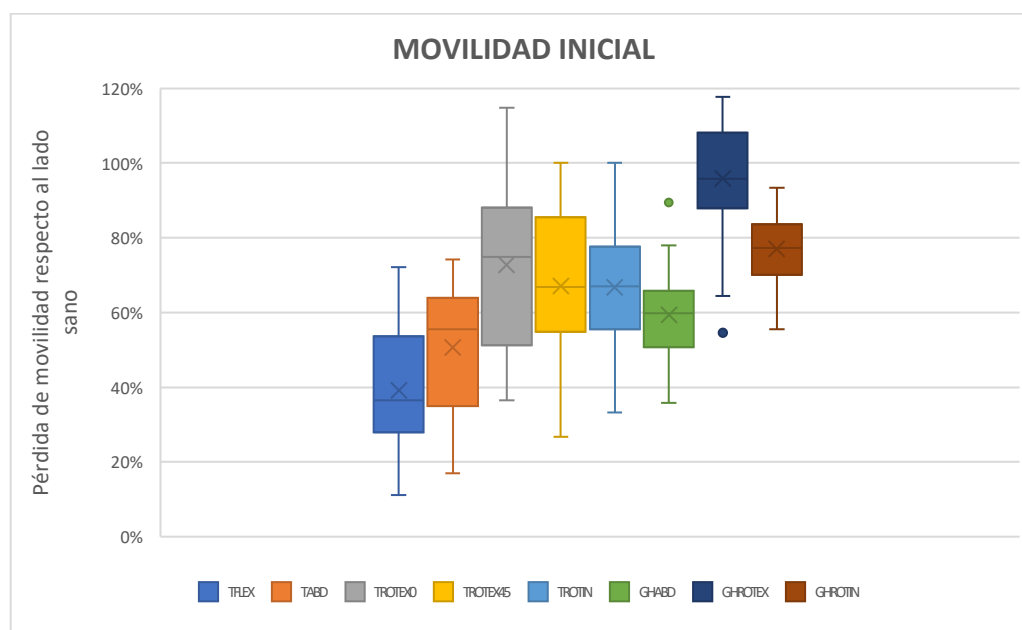


Gráfico 6.2: Diagrama de cajas y bigotes mostrando el porcentaje de pérdida de movilidad pasiva del hombro afecto al inicio. TFLEX: flexión global, TABD: abducción global; TROT0: rotación externa global a 0° de abducción; TROT45: rotación externa global a 45° de abducción; TROTIN: rotación interna global; GHABD: abducción glenohumeral; GHROT: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral.

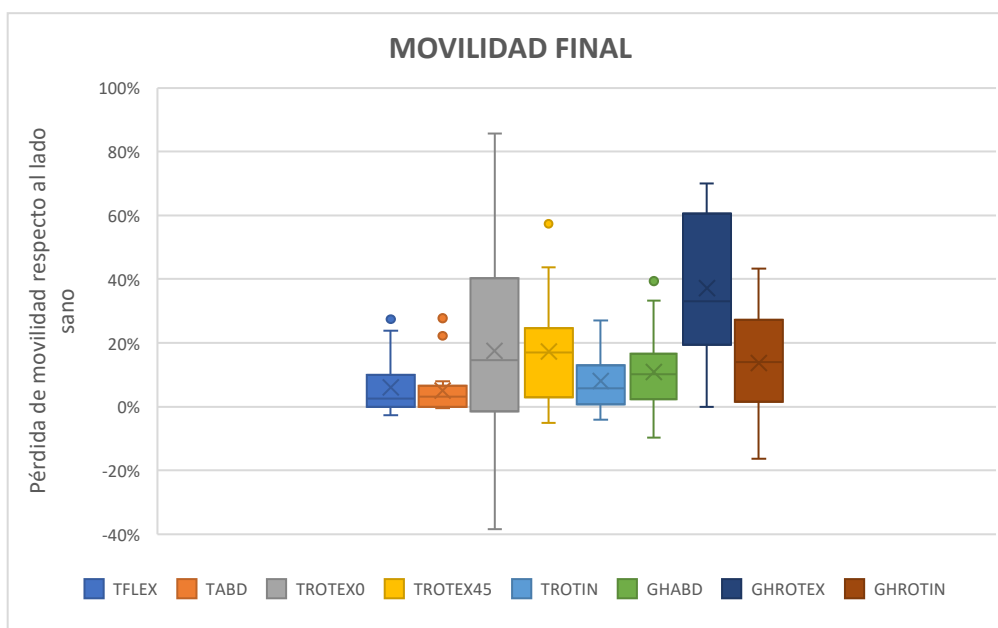


Gráfico 6.3: Diagramas de cajas y bigotes mostrando el porcentaje de pérdida de movilidad pasiva del hombro afecto al final del seguimiento. TFLEX: flexión global, TABD: abducción global; TROTEX0: rotación externa global a 0° de abducción; TROTEX45: rotación externa global a 45° de abducción; TROTIN: rotación interna global; GHABD: abducción glenohumeral; GHROTEX: rotación externa glenohumeral; GHROTIN: rotación interna glenohumeral.

La restricción de la movilidad en al menos dos planos del movimiento es característica de la capsulitis adhesiva y forma uno de los principales criterios diagnósticos (Cho et al., 2020; Zuckerman & Rokito, 2011). Se debe a la contractura y fibrosis de la cápsula glenohumeral. La limitación de rotación externa es característico. La fibrosis del intervalo rotador con la contractura del ligamento coracohumeral, son los principales responsables de dicho déficit (Neer CS 2nd, 1992; Ozaki et al., 1989). Koide (Koide et al., 2016), además, defiende que ligamento coracohumeral engrosado, desde la base coracoides hasta la cápsula superomedial es también responsable de la restricción en la rotación interna, aunque otros autores lo atribuyen a la contractura de la cápsula posteroinferior (Burkhart et al., 2003). A medida que progresa la enfermedad, se produce una obliteración del receso subescapular y del axilar con una disminución global del volumen articular (Bunker, 1997), que conducen a una reducción progresiva de la movilidad en todos los arcos.

La mejoría progresiva de la movilidad del hombro es una constante en la evolución de la capsulitis adhesiva. De hecho, con frecuencia se ha descrito como un proceso "autolimitado" (Grey, 1978), lo que significa que evolucionará hacia la recuperación con el tiempo, independientemente tratamiento realizado. Abrassart (Abrassart et al., 2020), en una revisión realizada en 2020 para la EFORT (*Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ortopedia y Traumatología*) sobre las publicaciones de capsulitis



adhesiva, refleja que el 33% de las revisiones sistemáticas de los últimos años la siguen considerando como un proceso autolimitado en todos los casos, el 13% autolimitada en casi todos los pacientes y solo el 25% no la considera un proceso autolimitado.

Los resultados tan dispares publicados parecen estar en relación con el modo en que se miden los resultados: tienden a ser más favorables si se usan escalas subjetivas que con medidas objetivas.

Así Reeves, en 1975 (Reeves, 1975), en un seguimiento a 5 y 10 años de 41 pacientes, constató que el 97% de los pacientes no presentaban limitación funcional del hombro afecto para las actividades, aunque el 61% de los pacientes presentaban limitación de la movilidad a la exploración clínica.

Shaffer (Shaffer et al., 1992), en un seguimiento a largo plazo (media 7 años) de 68 hombros con capsulitis adhesiva tratados de forma conservadora, encuentra que el 60% tienen una restricción de la movilidad activa. La restricción era leve o moderada en todos los planos excepto en la rotación externa, que mostró una movilidad menor del 70% del valor de referencia, aunque no fue estadísticamente significativo.

También Griggs (Griggs et al., 2000), en un estudio prospectivo a dos años de 75 pacientes con un programa de ejercicios de estiramiento, concluye que la gran mayoría de los pacientes (90%) tienen resultados subjetivos satisfactorios y ausencia de discapacidad. El mismo autor reconoce, sin embargo, un déficit residual en la movilidad del hombro activa y pasiva, sobre todo en las rotaciones de entre el 26 y el 27%.

Una revisión sistemática de la literatura sobre la historia natural de la capsulitis adhesiva realizada por Wong (Wong et al., 2017), corrobora que todos los estudios informan de una mejoría en el rango de movimiento, aunque no existe una recuperación completa objetiva. El déficit de movilidad se manifiesta sobre todo en la rotación externa, donde existe una recuperación al año de entre el 50 y el 60% de los valores de referencia.

La movilidad final en nuestra serie de pacientes está en concordancia con las publicaciones referidas, con mejoría de en todos los arcos al final del seguimiento, pero con un déficit residual predominante en las rotaciones glenohumorales, sobre todo en la rotación externa. El tiempo de seguimiento es relativamente corto (11 meses en el grupo *conservador* y 6 meses postoperatorios en el grupo *fracaso*) y puede considerarse una debilidad de nuestro trabajo, sobre todo si se tiene en cuenta que el curso de la capsulitis adhesiva puede durar años. Sin embargo, todos los pacientes presentan buenos resultados en la última visita, con adecuado control del dolor, evaluación funcional y rango de movilidad (excepto por el déficit de movilidad glenohumeral), y creemos que un

seguimiento adicional no empeorará los resultados, ya que no se objetiva un deterioro funcional a largo plazo en la capsulitis adhesiva (Binder et al., 1984) y las recidivas son excepcionales (Shaffer et al., 1992); es más, Binder (Binder et al., 1984), en su serie prospectiva de 42 pacientes con un seguimiento a largo plazo, demuestra que la movilidad tiende a seguir mejorando en el 88% de los pacientes desde el alta clínica (a los 8 meses) hasta la revisión final (a los 44 meses), aunque los sujetos mantuvieron una restricción persistente, sobre todo en las rotaciones, comparándolo con el lado sano o los valores de referencia. En esta misma serie hubo 5 pacientes (12%) que experimentaron un empeoramiento en la movilidad en la visita final.

### **Evolución de la función del hombro**

La función del hombro en nuestro grupo de pacientes mostró una importante mejoría, pasando de la mediana en la puntuación de Constant de 32 (RIQ: 17) en la visita inicial a 92 (RIQ: 8) en la visita final. (Gráfico 6.4)

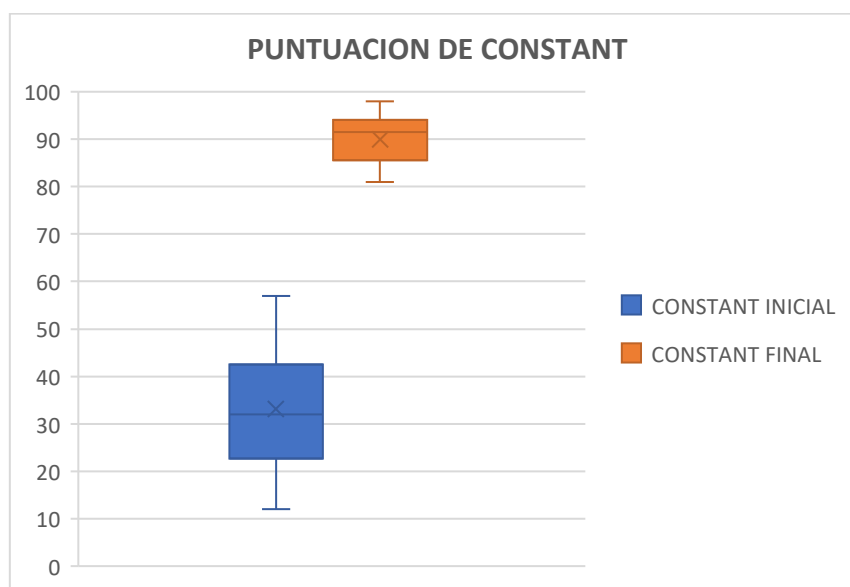


Gráfico 6.4: Diagrama de cajas y bigotes mostrando la puntuación de la prueba de Constant al inicio y al final del seguimiento

Nuestros datos son consistentes con lo publicado hasta la fecha. Las series que utilizan la prueba de Constant para medir la función del hombro, demuestran una importante mejoría, independientemente del tratamiento aplicado. Russell (Russell et al., 2014), en un estudio randomizado sobre 75 pacientes y tres diferentes protocolos de fisioterapia, obtiene una mejoría en la escala de Constant, desde un valor inicial de 39,8

a un valor al año de seguimiento de 72 a 88 según el protocolo de tratamiento empleado. Vastamäki (Vastamaki et al., 2012), en el estudio retrospectivo de 103 pacientes seguidos durante 13 y 20 meses, obtiene una puntuación de Constant final de entre 81 y 83, independientemente del tratamiento empleado (sin tratamiento, fisioterapia o manipulación bajo anestesia). Dierks (Diercks & Stevens, 2004), en un estudio prospectivo de 77 pacientes tratados mediante ejercicios domiciliarios o fisioterapia reglada encuentra una mejoría en el test de Constant a los 2 años, alcanzando valores alrededor de 80 en el grupo de la fisioterapia reglada y de 90 en el grupo de los ejercicios domiciliarios.

También las series que evalúan los resultados del tratamiento quirúrgico mediante liberación artroscópica reflejan importantes mejorías en la puntuación de Constant.

Warner (Warner et al., 1996) analiza los resultados de 23 pacientes con capsulitis adhesiva a los que se realiza tratamiento quirúrgico artroscópico, y encuentra una mejoría en la puntuación de Constant de alrededor de 48 puntos tras un seguimiento medio de 39 meses, presentando todos los sujetos una puntuación final por encima de 75. Celik (Celik et al., 2017), en una serie de 32 pacientes tratados mediante liberación artroscópica, encuentra mejorías en la puntuación de Constant desde 38 preoperatoriamente a 80-90 puntos al final del seguimiento (24-90 meses). Mubark (Mubark et al., 2015), en una serie de 40 pacientes intervenidos artroscópicamente, presenta una mejora en la puntuación de Constant de 38 puntos en el preoperatorio a 86 puntos a los 6 meses de seguimiento.

### 6.3.2.2 DISCUSION SOBRE EL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR

#### 6.3.2.2.1 INDICACIÓN QUIRÚRGICA Y TIEMPO DE DEMORA

De los 20 pacientes incluidos en nuestra serie, 7 (35%) fueron intervenidos quirúrgicamente mediante capsulotomía artroscópica y fueron considerados “fracaso del tratamiento conservador”.

La cirugía fue indicada si tras un periodo mínimo de 4 meses de tratamiento analgésico y fisioterápico no mejoraba el dolor y/o el rango de movimiento. El procedimiento fue realizado en una mediana de 5,2 meses desde el inicio del tratamiento.

El porcentaje de pacientes que requieren intervención quirúrgica en la capsulitis adhesiva varía según las series. Nuestros datos son acordes con los de algunos autores como Berghs y Warner. Berghs (Berghs et al., 2004), revisa 154 pacientes diagnosticados de capsulitis adhesiva; en el 33% se realizó una liberación quirúrgica, la mayor parte de las veces (88%) artroscópica. Warner (Warner et al., 1996), realizó liberación artroscópica en 23 de 81 pacientes (28%).

Sin embargo, otros estudios indican porcentajes menores. Así, en la revisión de Kingston (Kingston et al., 2018) de 2190 pacientes con capsulitis adhesiva, 361 fueron sometidos a intervención quirúrgica (16,5%). Levine (Levine et al., 2007), en su serie de 105 hombros revisados, el 10,5 % (11 hombros) requieren tratamiento quirúrgico. Forsythe (Forsythe et al., 2021) en una revisión sistemática de la literatura con metaanálisis, reporta un porcentaje de tratamiento quirúrgico global de 7,1% (122 pacientes de un total de 4042 en los textos revisados desde 2008 a 2018).

Creemos que el alto porcentaje de pacientes que han precisado tratamiento quirúrgico en nuestra serie se debe a tres factores: por un lado, la expansión de las técnicas artroscópicas de hombro, que permiten una liberación capsular controlada con buenos resultados en el dolor y la movilidad a largo plazo y con bajo riesgo de complicaciones (Le Lievre & Murrell, 2012); en segundo lugar, el estilo de vida cada vez más activo de la población en la que la capsulitis es más prevalente (40-60 años) implica mayores expectativas, una mayor demanda funcional y una adherencia más difícil a un tratamiento conservador prolongado, planteándose alternativas quirúrgicas con más frecuencia y de forma más precoz; por último, el entorno terciario en que se realizó el estudio puede condicionar que muchos sujetos con capsulitis adhesiva leve o de evolución rápida no fuesen atendidos en la consulta monográfica de hombro, estando la muestra sesgada a aquellos casos más graves.

En relación con el momento de la cirugía, no existe acuerdo entre los autores. Rangan (Rangan et al., 2020), en un ensayo clínico multicéntrico randomizado, demuestra que la cirugía precoz no es un procedimiento coste-efectivo y que debe considerarse solo cuando fracasan otros tratamientos menos costosos e invasivos (fisioterapia y analgesia). En general, se acepta que los pacientes que no recuperan una movilidad satisfactoria o no progresan después de 3 a 6 meses de tratamiento conservador, pueden ser candidatos a cirugía (Dilisio MF, 2017), aunque no existe consenso y el rango de tiempo hasta la cirugía, según los autores, es amplísimo; por ejemplo: Berghs (Berghs et al., 2004): 2-24

meses; Warner (Warner et al., 1996): 4-12 meses; Celik (Celik et al., 2017): 6-12 meses; Kanbe (Kanbe, 2018): 6-25 meses, etc.

El tiempo de demora mínimo hasta la cirugía lo establecimos en 4 meses, basándonos en los estudios de Griggs (Griggs et al., 2000) y Levine (Levine et al., 2007), según los cuales, la mejoría en los pacientes que evolucionan satisfactoriamente con tratamiento conservador se produce entre los 3 y los 4 meses.

#### 6.3.2.2.2 VARIABLES PREDICTORAS PRECOCES DEL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR

Tratamos de determinar si existía algún factor que condicionara el fracaso del tratamiento conservador. En particular, queríamos detectar indicadores precoces de fracaso, para evitar la prolongación de tratamientos ineficaces que consumen recursos excesivos y alargan la incapacidad del paciente.

Analizamos las distintas variables epidemiológicas y la evolución del dolor y la movilidad en los primeros dos meses de tratamiento (tabla 6.10).

Variable	Éxito conservador	Fracaso conservador	Significación Estadística
N	13	7	
Edad	51.8 (4.4)	42.8 (14.6)	NS
Sexo (masculino:femenino)	4:9	4:3	NS
Diabetes mellitus	1:12	1:6	NS
Fase clínica inicial (congelamiento:congelada)	7:6	2:5	NS
<b>Mejoría del dolor <math>\geq 2</math> puntos en los dos primeros meses</b>			
Dolor máximo	5/13(%)	0/7 (0%)	NS
Dolor medio	7/13(%)	2/7 (29%)	NS
Dolor mínimo	8/13(61%)	0/7 (0%)	<b>P=0.014</b>
Dolor ahora	8/13(61%)	2/7 (29%)	NS
<b>Mejoría &gt;10% en la movilidad pasiva en los primeros 2 meses</b>			
Flexión global	9/13(69%)	3/7 (43%)	NS
Abducción global	11/13(%)	4/7 (57%)	NS
Rotación externa global a 0°	5/13(%)	3/7 (43%)	NS
Rotación externa global a 45°	5/13(%)	3/7 (43%)	NS
Rotación interna global	10/13(%)	2/7 (29%)	NS
Abducción glenohumeral	10/13(%)	1/7 (14%)	<b>P=0.017</b>
Rotación externa glenohumeral	9/13(69%)	0/7 (0%)	<b>P=0.0047</b>
Rotación interna glenohumeral	7/13(%)	1/7 (14%)	NS

Tabla 6.10: Posibles predictores del fracaso del tratamiento conservador. Las variables cuantitativas se presentan como mediana (rango intercuartílico) y las cualitativas como n/total (porcentaje). NS: No significativo

Solo encontramos asociación estadística significativa en 3 de las variables:

- Mejoría del dolor mínimo  $\geq 2$  puntos en los dos primeros meses.
- Mejoría  $>10\%$  en la abducción glenohumeral en los primeros 2 meses.
- Mejoría  $>10\%$  en la abducción glenohumeral en los primeros 2 meses.

### **Variables epidemiológicas**

No encontramos asociación de las variables sexo, edad, presencia de diabetes mellitus o la fase de la enfermedad con el fracaso del tratamiento conservador.

Al igual que en nuestro estudio, la mayor parte de las series no encuentran asociación de uno u otro sexo con malos resultados (Kingston et al., 2018; Levine et al., 2007; Rill et al., 2011; Shaffer et al., 1992; Zhang et al., 2021). Por el contrario, una minoría de trabajos encuentran que los varones tienen más riesgo de tener peores resultados que las mujeres (Griggs et al., 2000; Shaffer et al., 1992).

En relación con la edad, algunas publicaciones indican que los pacientes más jóvenes tienen más riesgo de someterse a tratamiento quirúrgico. Kingston (Kingston et al., 2018), en su revisión de 2190 pacientes diagnosticados de capsulitis adhesiva, observa que los pacientes de más de 70 años tienen menos posibilidad de operarse. Rill (Rill et al., 2011), en su estudio retrospectivo de 99 pacientes, también encuentra que los más jóvenes tienen más probabilidades de someterse a cirugía que los mayores, aunque lo atribuye a un posible sesgo de selección debido al aumento de demandas y expectativas en los sujetos de menor edad. Asimismo, Levine (Levine et al., 2007) encontró que los pacientes sometidos a cirugía por fracaso del tratamiento conservador eran significativamente más jóvenes (51 años) que pacientes tratados sin cirugía (56 años).

Respecto a la diabetes, considerada factor de riesgo para el desarrollo de capsulitis adhesiva, Dyer (Dyer et al., 2021), en una revisión sistemática reciente, proporciona evidencia preliminar que sugiere que los diabéticos con capsulitis pueden tener peores resultados tras el tratamiento, pero sugiere que son necesarios estudios de alta calidad para corroborarlo.

Si atendemos a la fase de la enfermedad, a mayor tiempo de evolución entre el inicio de los síntomas y el inicio del tratamiento es esperable mayor rigidez y por tanto peores resultados, como defiende Wong (Wong et al., 2017) en su revisión sistemática sobre la historia natural de la capsulitis adhesiva. También Rill (Rill et al., 2011), en su estudio sobre posibles predictores del resultado tras el tratamiento conservador o quirúrgico,

observó que la duración menor de los síntomas al inicio del tratamiento predijo un mejor resultado funcional.

Sin embargo, nosotros no hemos encontrado asociación entre la fase de la enfermedad al diagnóstico y el fracaso del tratamiento conservador. Este hallazgo concuerda con lo publicado por Binder (Binder et al., 1984), que no encontró diferencias en el resultado final entre los pacientes que se presentaron en los 3 primeros meses desde el inicio de los síntomas (fase de congelación) y aquellos en los que los síntomas estaban presentes de 4 a 10 meses antes de la inclusión (fase congelada).

Una debilidad de nuestro estudio, que podría justificar la falta de asociación con el fracaso de alguna de estas variables epidemiológicas, es el tamaño muestral que hace que los subgrupos para la comparación sean pequeños (por ejemplo, solo 2 pacientes diabéticos) y condiciona una baja potencia estadística.

### **Evolución del dolor en los dos primeros meses de tratamiento**

La ausencia de mejoría en los niveles de dolor mínimo en al menos 2 puntos tras los primeros dos meses empeoró el pronóstico (gráfico 6.5). Elegimos la diferencia de  $\geq 2$  puntos, porque es la diferencia mínima clínicamente importante reconocida para la escala analógica visual del dolor (Salas Apaza et al., 2021).

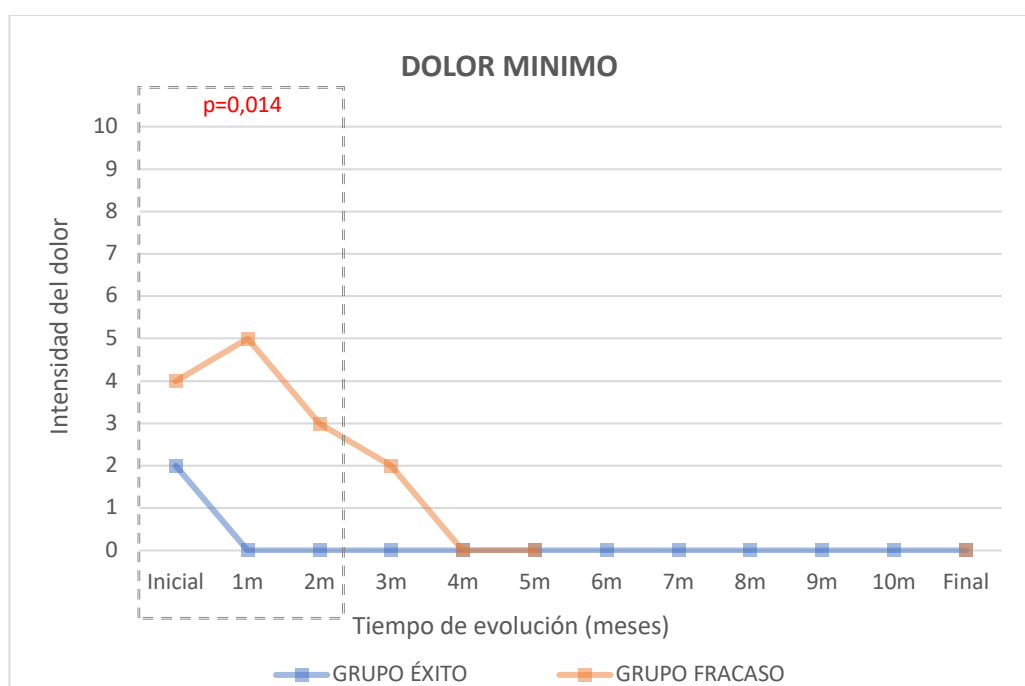


Gráfico 6.5: Gráfico lineal mostrando la evolución del dolor mínimo en los grupos éxito y fracaso del tratamiento conservador. Se encuadra la evolución temporal de los 2 meses iniciales y el valor de p (significación estadística)

La mejoría del dolor es una constante en todas las series independientemente del tratamiento realizado (Forsythe et al., 2021; Nakandala et al., 2021; Rangan et al., 2020). Con relación al valor predictivo de la intensidad del dolor, algunos autores analizan la gravedad inicial como indicador de mal pronóstico. Así, Griggs (Griggs et al., 2000), encuentra que los valores iniciales de dolor con la actividad se asocian a un peor resultado final, pero no así los valores del dolor de reposo. Hand (Hand et al., 2008), también observa que aquellos pacientes que refieren síntomas más graves (“insoportables”) en los primeros 6 meses, asocian peores resultados finales con la terapia conservadora. No hay datos sobre la evolución inicial del dolor con el tratamiento ni de su valor pronóstico, lo cual es una aportación novedosa de nuestro trabajo.

En nuestro estudio, de los cuatro parámetros de dolor estudiados, solo la evolución del dolor mínimo tuvo asociación estadística. Las otras variables (dolor máximo, dolor medio y dolor ahora) no presentaron diferencias significativas en los grupos *éxito* y *fracaso*. Esto lo interpretamos como que, gracias a la terapia multimodal, todos los pacientes mejoran de alguna manera en la intensidad de dolor, pero el dolor mínimo persistente implica que no existe un momento del día sin sensación dolorosa, se dificulta el descanso, la fisioterapia y condiciona una peor calidad de vida. Cuando el dolor mínimo no mejora al inicio de la terapia, existe más probabilidad de precisar tratamiento quirúrgico. También existe un grupo de sujetos en los que no hay mejoría del dolor mínimo porque en el momento de la primera consulta ya no tienen dolor mínimo. Se trata de cuadros muy evolucionados, que se presentan en fase de congelación, con importante rigidez, pero sin dolor de reposo. Estos pacientes, también tienen más posibilidades de precisar tratamiento quirúrgico.

### **Variación del rango de movilidad en los dos primeros meses de tratamiento**

La ausencia de mejoría en >10% en la abducción glenohumeral en los primeros dos meses de tratamiento se asoció con al fracaso del tratamiento conservador (gráfico 6.6).



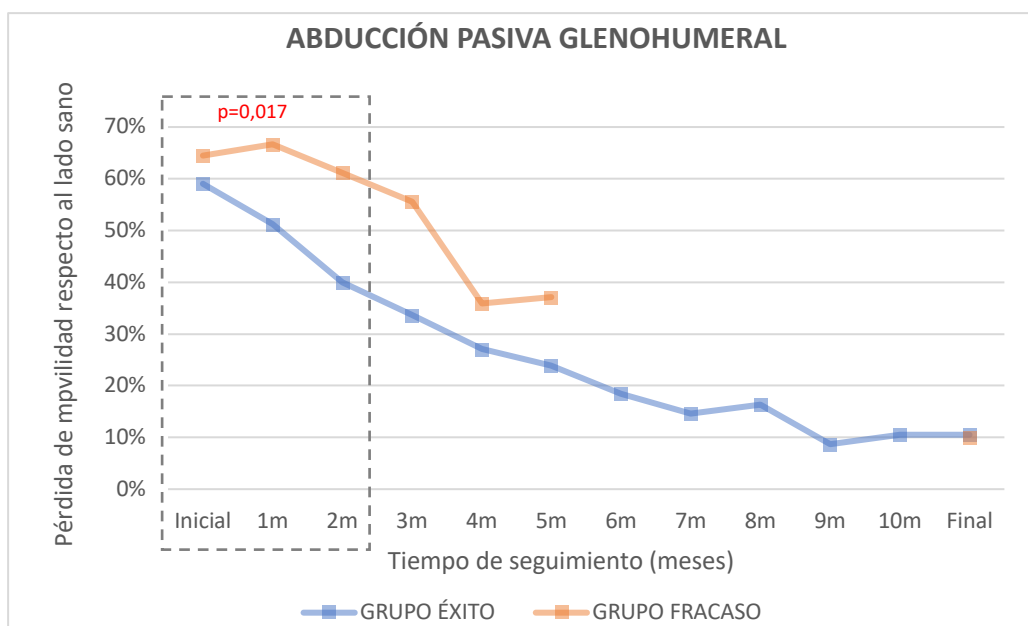


Gráfico 6.6: Gráfico lineal mostrando la evolución de la abducción glenohumeral en los grupos éxito y fracaso del tratamiento conservador. Se encuadra la evolución temporal de los 2 meses iniciales y el valor de p (significación estadística)

Asimismo, la ausencia de mejoría en >10% en la abducción glenohumeral presentó asociación con el fracaso del tratamiento conservador (gráfico 6.7)

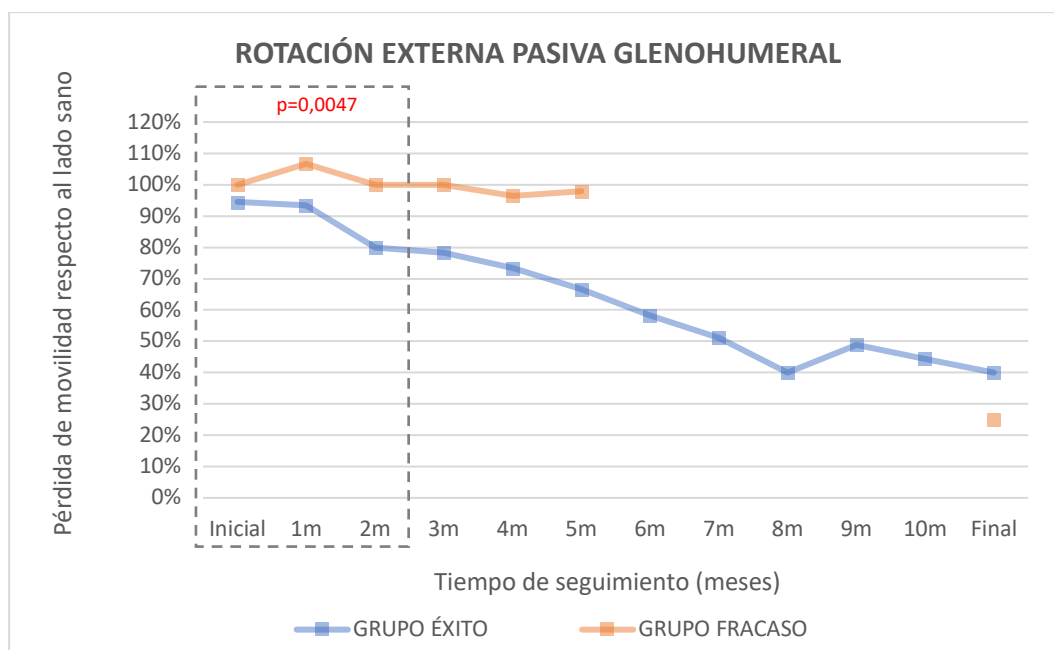


Gráfico 6.7: Gráfico lineal mostrando la evolución de la abducción glenohumeral en los grupos éxito y fracaso del tratamiento conservador. Se encuadra la evolución temporal de los 2 meses iniciales y el valor de p (significación estadística)

Curiosamente, la variación en la movilidad global en los primeros meses no presentó asociación estadística con el fracaso. Esto podría justificarse porque en la mejoría de la movilidad global del hombro influyen no solo la articulación glenohumeral,

sino también la articulación escapulotorácica, permitiendo mejorar el rango global sin mejora de la amplitud de movimiento glenohumeral y constituyendo un factor de confusión.

Tampoco la variación precoz en la rotación interna glenohumeral se asoció a peores resultados.

Como ocurre con las variaciones precoces del dolor, no existen estudios previos con los que comparar nuestros resultados y este análisis supone otra aportación novedosa de nuestro trabajo.

Algunos autores tratan de establecer relación entre los parámetros de movilidad inicial y el fracaso del tratamiento conservador.

Así, Levine (Levine et al., 2007), en su serie retrospectiva de 234 pacientes identifica la disminución de flexión y rotación externa en la presentación inicial como factores relacionados con la necesidad de tratamiento quirúrgico, lo mismo que el empeoramiento en la flexión anterior durante los primeros meses de terapia conservadora. Rill (Rill et al., 2011), en su estudio retrospectivo sobre 99 pacientes, observó que los pacientes que habían sido intervenidos quirúrgicamente tenían de forma significativa menos rotación externa e interna iniciales que se trataron de forma conservadora. Esta asociaciones no se aprecian en nuestra serie.

Según nuestros datos, si a pesar de una buena adherencia al tratamiento conservador multimodal, persiste de la rigidez glenohumeral en los primeros dos meses, aumenta la posibilidad de fracaso.

#### *6.3.2.2.3 VALOR PREDICTIVO SOBRE EL FRACASO DEL TRATAMIENTO CONSERVADOR DE LAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS: ANALISIS POST HOC*

En la parte final de nuestro análisis valoramos la pertenencia al grupo *éxito* o *fracaso* de los pacientes que habían presentado mejoría o no en los tres parámetros que encontramos significativos, de forma aislada o combinada.

Vimos que entre el 91 y el 100% de los pacientes que mejoraban el dolor mínimo y/o la abducción glenohumeral >10% y/o la rotación externa glenohumeral > 10 % se incluían en el grupo *éxito*. Tan solo un paciente que mejoró la abducción glenohumeral >10° de forma aislada fue intervenido quirúrgicamente.

Por otra parte, entre 47 y el 67% de los pacientes que no mejoraron en estos parámetros, precisaron tratamiento quirúrgico.

Para hacer una aproximación al riesgo de precisar cirugía, calculamos las *Odds Ratio* (OR) de la no mejoría en las variables con el fracaso del tratamiento conservador. Las variables se consideraron aisladas, combinadas de dos en dos o la unión de las tres (tabla 6.11).

	<b>Odds Ratio</b>	<b>Nivel de significación</b>	<b>IC 95%</b>
<b>No mejoría dolor mínimo <math>\geq 2</math> puntos en los primeros dos meses</b>	23,18	p=0,04	1,09-492,98
<b>No mejoría de la abducción glenohumeral <math>&gt; 10\%</math> en los primeros dos meses</b>	20	p=0,01	1,68-238,64
<b>No mejoría de la rotación externa glenohumeral <math>&gt;10\%</math> en los primeros dos meses</b>	31,67	p=0,02	1,46-685,34
<b>No mejoría dolor mínimo <math>\geq 2</math> puntos ni mejoría en la abducción glenohumeral <math>&gt; 10\%</math> en los primeros dos meses</b>	17,31	p=0,07	0,82-365,23
<b>No mejoría dolor mínimo <math>\geq 2</math> puntos ni mejoría en la rotación externa glenohumeral <math>&gt; 10\%</math> en los primeros dos meses</b>	13	p=0,1	0,62-274,33
<b>No mejoría en la abducción glenohumeral <math>&gt;10\%</math> y en la rotación externa glenohumeral <math>&gt; 10\%</math> en los primeros dos meses</b>	17,31	p=0,067	0,82-365,23
<b>No mejoría del dolor mínimo <math>\geq 2</math> puntos ni mejoría en la abducción glenohumeral <math>&gt; 10\%</math> ni mejoría en la rotación externa glenohumeral <math>&gt; 10\%</math></b>	9,71	p=0,15	0,46-206,40

Tabla 6.11: Cálculo de las *odds ratio* de cada una de las variables de forma individual y combinada con el nivel de significación (p) y el intervalo de confianza del 95% (IC)

Los valores obtenidos de OR son elevados en todos los casos, pero los intervalos de confianza son muy amplios y sólo en las variables individuales el límite inferior está por encima de 1, indicando asociación significativa. Así, por ejemplo, un paciente que no mejora en la rotación externa glenohumeral  $>10\%$  en los dos primeros meses, tiene 32 veces (entre 1,5 y 685) más posibilidades de precisar tratamiento quirúrgico. En cambio, en la asociación de variables, el 1 está incluido entre los límites de sus intervalos de confianza, por lo que la relación establecida en estos casos no tiene significación estadística.

Lo anterior limita las conclusiones de nuestro trabajo a que existe relación entre las variables individuales y el fracaso del tratamiento conservador. Aunque el sentido común

nos dice que, si cada una de las variables tienen asociación con el fracaso, la presencia de varias en un mismo paciente aumentará la posibilidad de precisar tratamiento quirúrgico, esto no ha podido ser probado y justifica más investigaciones futuras para poder aplicarse en la toma de decisiones clínicas.

Otra limitación de nuestro estudio es que no se definió formalmente la indicación de cirugía y que el cirujano podría haberse inclinado a tratar quirúrgicamente a los sujetos que tenían dolor persistente y limitación de la movilidad glenohumeral, sesgando así los resultados a favor de estas tres variables pronósticas. Sin embargo, creemos que este posible sesgo se disminuye por el hecho de que la decisión quirúrgica se tomó siempre después de al menos 4 meses de tratamiento conservado, y que las variables hacen referencia a la evolución del dolor y movilidad en los 2 primeros meses, con lo que es poco probable que estos datos afectaran a la decisión quirúrgica.

## 6.4 CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS PRESENTADAS

### 6.4.1 HIPÓTESIS 1: EL MÉTODO GRASP PARA MEDIR LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA NO ES REPRODUCIBLE NI UTILIZABLE EN LA PRÁCTICA CLÍNICA.

Con nuestro estudio hemos demostrado que el método GRASP para medir selectivamente la movilidad glenohumeral es sencillo, fácil de utilizar y reproducible.

La concordancia en las mediciones repetidas fue buena para la abducción glenohumeral (ICC 0,84-0,86) y moderada para las rotaciones externa e interna (ICC 0,61-0,68), con valores similares en la reproductibilidad intraobservador e interobservador. Estos valores están en consonancia con otros métodos de medida de la movilidad glenohumeral descritos en la literatura (Boon & Smith, 2000; Macedo & Magee, 2009; Wilk et al., 2009). Además, los valores de ICC obtenidos fueron similares a los de la medida de la movilidad global del hombro, usada como control.

Por otra parte, considerando que variaciones menores de 10° no son detectables por el paciente, ni tienen relevancia desde el punto de vista clínico, el porcentaje de medidas realizadas por un mismo examinador con variaciones inferiores a 10° fue de 98% para la abducción glenohumeral y de 87% y 85% para las rotaciones glenohumorales externa e interna, respectivamente. Entre diferentes examinadores, la concordancia de las medidas con variaciones inferiores a 10° fue de 97% para la abducción glenohumeral, entre 78 y 83% para la rotación externa y entre 78 y 82% para la rotación interna.

Por tanto, consideramos al método GRASP un método reproducible, que puede ser aplicado en la práctica clínica. De este modo rechazamos nuestra primera hipótesis nula y podemos afirmar que *“el sistema de medida es reproducible y utilizable en la práctica clínica”*.

### 6.4.2 HIPÓTESIS 2: CONOCER LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL AISLADA EN SUJETOS CON RIGIDEZ PRIMARIA DE HOMBRO NO ES ÚTIL A LA HORA DE DEFINIR LA GRAVEDAD DEL PROCESO, SU EVOLUCIÓN O SU PRONÓSTICO.

De los 20 pacientes incluidos en nuestro estudio, 7 fueron intervenidos mediante capsulotomía artroscópica.

Tras analizar posibles variables predictoras precoces del fracaso del tratamiento conservador, las únicas con asociación estadísticamente significativa fueron: la no

mejoría del dolor mínimo en 2 o más puntos en los dos primeros meses, la no mejoría de la abducción glenohumeral en  $>10\%$  en los dos primeros meses y la no mejoría de la rotación externa en  $>10\%$  en los 2 primeros meses.

Estos 3 parámetros, además, tuvieron unas Odds Ratio (OR) respecto al fracaso del tratamiento conservador por encima de 20, con límites de los intervalos de confianza por encima de 1. De lo anterior se deduce que frente a los sujetos que mejoran, aquellos pacientes en los que persiste el dolor mínimo y/o la rigidez glenohumeral en los dos primeros meses de tratamiento, tienen entre 1,1 y 685,3 veces más probabilidad de precisar tratamiento quirúrgico y, en consecuencia, tienen un cuadro más grave y con peor pronóstico.

Cabe destacar que no hemos encontrado asociación entre la evolución de la movilidad global y el fracaso del tratamiento conservador. Analizar la movilidad global en la capsulitis adhesiva puede dar lugar a valoraciones erróneas, por el posible aumento del rango de movilidad escápulo-torácico como mecanismo compensador de la rigidez glenohumeral. Así, un paciente puede mejorar la movilidad de su hombro a expensas de una hipermovilidad escápulo-torácica, pero manteniendo una articulación glenohumeral rígida. De este modo, mejora subjetivamente, pero la discinesia ocasionada puede ser responsable de persistencia de dolor y discapacidad en el tiempo.

Concluyendo, en la capsulitis adhesiva es fundamental diferenciar la movilidad selectiva glenohumeral y separarla de la global del hombro. La evolución de la restricción glenohumeral nos va a indicar qué pacientes presentan un cuadro más grave y nos ayudará a discriminar los que no responden al tratamiento conservador y precisarán cirugía. Por ello, rechazamos la segunda hipótesis nula y podemos afirmar que *“conocer la movilidad glenohumeral aislada en pacientes con rigidez primaria de hombro es útil a la hora de definir la gravedad del proceso, su evolución o su pronóstico”*.

## 6.5 PERSPECTIVAS DE FUTURO

En la presente investigación hay 3 hallazgos relevantes:

-La movilidad glenohumeral aislada se mide de una forma sencilla y con reproducible con el método GRASP, equiparable a la de otros sistemas descritos.

-En la capsulitis adhesiva, la no mejoría del dolor mínimo implica mayores posibilidades de fallo del tratamiento conservador.

-En la capsulitis adhesiva, es fundamental medir la movilidad glenohumeral aislada, separándola de la movilidad global de hombro. El grado de restricción del rango glenohumeral y su evolución con el tratamiento conservador nos ayudan a discriminar qué pacientes tienen peor pronóstico.

De aquí surgen nuevos retos y objetivos de estudio, que pueden llevar a posteriores investigaciones y que detallaremos a continuación.

La sencillez del método GRASP y su reproductibilidad hacen que sea una herramienta muy útil en la práctica clínica. Pero diagnosticar un déficit de movimiento implica conocer los valores de movilidad normal y, hasta la fecha, no están establecidos para el rango glenohumeral. Se plantea, por tanto, un estudio de movilidad glenohumeral en individuos sanos mediante el método GRASP, para establecer valores normativos según edad, sexo y dominancia.

Por otro lado, se propone ampliar el estudio sobre movilidad glenohumeral en la capsulitis adhesiva, incluyendo mayor número de pacientes y prolongando el seguimiento.

El objetivo será, en primer lugar, establecer cuánto déficit de movilidad glenohumeral hay en la capsulitis adhesiva. Hasta el momento actual, el diagnóstico de esta entidad se basa en datos clínicos muy generales: dolor, limitación del rango de movilidad activo y pasivo (no cuantificado) y radiografías normales (Abrassart et al., 2020; Cho et al., 2020; Zuckerman & Rokito, 2011). Un análisis selectivo del déficit de movilidad glenohumeral puede llevar a la propuesta de criterios diagnósticos más precisos.

En segundo lugar, un seguimiento a más largo plazo permitirá determinar si los resultados encontrados en la visita final se mantienen en el tiempo y si difieren según el tratamiento empleado.

Por último, es necesario confirmar nuestros hallazgos sobre la relación existente entre la no mejoría del dolor mínimo y de la persistencia de la rigidez glenohumeral una vez iniciado el tratamiento y el fracaso del tratamiento conservador. Adicionalmente, podrán reevaluarse factores de mal pronósticos presentes al diagnóstico que han sido referidos por otros autores: edad, diabetes, obesidad, tiempo de evolución, etc. (Ando et al., 2013; Kingston et al., 2018; Rill et al., 2011).

Dada la discapacidad prolongada a la que se enfrentan estos pacientes con los actuales protocolos de tratamiento, los esfuerzos deben centrarse en acelerar la recuperación del movimiento y disminuir el dolor. Reconocer precozmente factores de mal pronóstico, llevará a identificar a los pacientes candidatos a tratamiento quirúrgico de forma más temprana, evitando prolongar tratamientos ineficaces, que desgastan al sujeto y al sistema.

Desde que describimos el método GRASP y analizamos su reproductibilidad, se está implementando en las consultas monográficas de hombro de nuestro hospital. Las observaciones en pacientes con otras afecciones de hombro llevan a plantear nuevas líneas de investigación futuras centradas en la movilidad glenohumeral. Por ejemplo, discriminar la pérdida selectiva de movilidad glenohumeral en pacientes con rigidez secundaria a fracturas, artrosis o procedimientos quirúrgicos previos.

De especial interés es la pérdida de movilidad glenohumeral tras reparaciones capsulolabiales en la inestabilidad anterior de hombro. Los análisis de resultados habitualmente se basan en las tasas de reluxación, pero pocos autores hacen hincapié en la pérdida de movilidad (generalmente en rotación externa, debido al retensado de la cápsula anterior). Sin embargo, este déficit condiciona la percepción subjetiva de mal resultado por parte del paciente, generalmente joven y deportista (Rahme et al., 2010). Están descritas pérdidas de rotación externa pequeñas, de entre 4° y 12° tras procedimientos de Bankart abiertos (Neviaser et al., 2017), de 2° a 6° tras Bankart artroscópico (Wang et al., 2015), de 9° a 14° tras *remplissage* (Lazarides et al., 2019). Frantz (Frantz et al., 2020), sin embargo, en un estudio multicéntrico reciente, refiere que el 42% de los pacientes a los que se les realiza procedimiento de Bankart artroscópico



asociado a *remplissage*, presentan a los 6 meses una pérdida de rotación externa a 90° mayor a 20°. Nuestra percepción, al explorar a los pacientes tras cirugía de inestabilidad anterior mediante el método GRASP, es que la magnitud de pérdida de rotación externa glenohumeral es significativa y puede estar infravalorada en estudios previos por mecanismos de compensación escapular. Este análisis constituye otro objetivo de investigación futuro.



# CONCLUSIONES



## 7 CONCLUSIONES

1. El método descrito para medir de la movilidad glenohumeral mediante goniometría y estabilización manual de la escápula, que hemos denominado con el acrónimo inglés GRASP (*Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch*), es un sistema reproducible para medir la abducción y las rotaciones de la articulación glenohumeral aislándolas del resto del complejo articular del hombro.
2. La medida selectiva del rango glenohumeral con el método GRASP en la capsulitis adhesiva ayuda a identificar precozmente los casos en los que fracasará el tratamiento conservador:
  - Los pacientes cuyo déficit de abducción glenohumeral aislada no mejora en un porcentaje mayor al 10% en los primeros dos meses de tratamiento conservador, tienen más riesgo de precisar cirugía.
  - Los pacientes cuyo déficit de rotación externa glenohumeral aislado no mejora más de un 10% en los dos primeros meses de tratamiento conservador, tienen más posibilidades de precisar tratamiento quirúrgico.
3. En los sujetos con capsulitis adhesiva, la evaluación del dolor mínimo mediante la pregunta 4 del Cuestionario breve modificado del dolor-forma corta, que evalúa en una escala discreta de 0 a 10 el menor dolor en las últimas 24 horas ayuda a identificar precozmente los casos en los que fracasará el tratamiento conservador. Los pacientes cuyo dolor mínimo no mejora en 2 o más puntos tras dos meses de tratamiento conservador, tienen más posibilidades de precisar tratamiento quirúrgico.



# BIBLIOGRAFÍA





## BIBLIOGRAFIA

- Abrassart, S., Kolo, F., Piotton, S., Chih-Hao Chiu, J., Stirling, P., Hoffmeyer, P., & Ladermann, A. (2020). 'Frozen shoulder' is ill-defined. How can it be described better? *EFORT Open Rev*, 5(5), 273-279. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.5.190032>
- Ager, A. L., Roy, J. S., Roos, M., Belley, A. F., Cools, A., & Hebert, L. J. (2017). Shoulder proprioception: How is it measured and is it reliable? A systematic review. *J Hand Ther*, 30(2), 221-231. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.05.003>
- Ahlbaeck, S. O., & Lindahl, O. (1964). Sagittal Mobility of the Hip-Joint. *Acta Orthop Scand*, 34, 310-322. <https://doi.org/10.3109/17453676408989327>
- Ando, A., Sugaya, H., Hagiwara, Y., Takahashi, N., Watanabe, T., Kanazawa, K., & Itoi, E. (2013). Identification of prognostic factors for the nonoperative treatment of stiff shoulder. *Int Orthop*, 37(5), 859-864. <https://doi.org/10.1007/s00264-013-1859-8>
- Andren, L., & Lundberg, B. J. (1965). Treatment of Rigid Shoulders by Joint Distension during Arthrography. *Acta Orthop Scand*, 36, 45-53. <https://doi.org/10.3109/17453676508989370>
- Badía, X., Muriel, C., Gracia, A., Nunez-Olarte, J. M., Perulero, N., Galvez, R., . . . Grupo, V. (2003). [Validation of the Spanish version of the Brief Pain Inventory in patients with oncological pain]. *Med Clin (Barc)*, 120(2), 52-59. [https://doi.org/10.1016/s0025-7753\(03\)73601-x](https://doi.org/10.1016/s0025-7753(03)73601-x) (Validacion espanola del cuestionario Brief Pain Inventory en pacientes con dolor de causa neoplasica.)
- Baeyens, J. P., Van Roy, P., De Schepper, A., Declercq, G., & Clarijs, J. P. (2001). Glenohumeral joint kinematics related to minor anterior instability of the shoulder at the end of the late preparatory phase of throwing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16(9), 752-757. [https://doi.org/10.1016/s0268-0033\(01\)00068-7](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(01)00068-7)
- Bagg, S. D., & Forrest, W. J. (1988). A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med Rehabil*, 67(6), 238-245.
- Barnes, C. P., Lam, P. H., & Murrell, G. A. (2016). Short-term outcomes after arthroscopic capsular release for adhesive capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg*, 25(9), e256-264. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.12.025>
- Bearn, J. G. (1967). Direct observations on the function of the capsule of the sternoclavicular joint in clavicular support. *J Anat*, 101(Pt 1), 159-170.
- Bechtol, C. O. (1980). Biomechanics of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*(146), 37-41.
- Beimers, L., & Murrell, G. A. C. (2014). Arthroscopic Capsular Release for Idiopathic Adhesive Capsulitis. *JBJS Essent Surg Tech*, 3(1), e2. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.L.00024>

- Bell, S. N., Troupis, J. M., Miller, D., Alta, T. D., Coghlan, J. A., & Wijeratna, M. D. (2015). Four-dimensional computed tomography scans facilitate preoperative planning in snapping scapula syndrome. *J Shoulder Elbow Surg*, 24(4), e83-90. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.09.020>
- Benjamini, Y. H., Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 57(1), 289-300.
- Berghs, B. M., Sole-Molins, X., & Bunker, T. D. (2004). Arthroscopic release of adhesive capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg*, 13(2), 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2003.12.004>
- Bey, M. J., Kline, S. K., Zael, R., Kolowich, P. A., & Lock, T. R. (2010). In Vivo Measurement of Glenohumeral Joint Contact Patterns. *EURASIP J Adv Signal Process*, 2010. <https://doi.org/10.1155/2010/162136>
- Bey, M. J., Kline, S. K., Zael, R., Lock, T. R., & Kolowich, P. A. (2008). Measuring dynamic in-vivo glenohumeral joint kinematics: technique and preliminary results. *J Biomech*, 41(3), 711-714. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.09.029>
- Bey, M. J., Zael, R., Brock, S. K., & Tashman, S. (2006). Validation of a new model-based tracking technique for measuring three-dimensional, in vivo glenohumeral joint kinematics. *J Biomech Eng*, 128(4), 604-609. <https://doi.org/10.1115/1.2206199>
- Binder, A., Hazleman, B. L., Parr, G., & Roberts, S. (1986). A controlled study of oral prednisolone in frozen shoulder. *Br J Rheumatol*, 25(3), 288-292. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/25.3.288>
- Binder, A. I., Bulgen, D. Y., Hazleman, B. L., & Roberts, S. (1984). Frozen shoulder: a long-term prospective study. *Ann Rheum Dis*, 43(3), 361-364. <https://doi.org/10.1136/ard.43.3.361>
- Birch, R., Jessop, J., & Scott, G. (1991). Brachial plexus palsy after manipulation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br*, 73(1), 172.
- Blache, Y., Dumas, R., Lundberg, A., & Begon, M. (2017). Main component of soft tissue artifact of the upper-limbs with respect to different functional, daily life and sports movements. *J Biomech*, 62, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.10.019>
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1(8476), 307-310.
- Boon, A. J., & Smith, J. (2000). Manual scapular stabilization: its effect on shoulder rotational range of motion. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(7), 978-983. <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.5617>
- Boone, D. C., & Azen, S. P. (1979). Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg Am*, 61(5), 756-759.

- Boone, D. C., Azen, S. P., Lin, C. M., Spence, C., Baron, C., & Lee, L. (1978). Reliability of goniometric measurements. *Phys Ther*, 58(11), 1355-1360. <https://doi.org/10.1093/ptj/58.11.1355>
- Bovens, A. M., van Baak, M. A., Vrencken, J. G., Wijnen, J. A., & Verstappen, F. T. (1990). Variability and reliability of joint measurements. *Am J Sports Med*, 18(1), 58-63. <https://doi.org/10.1177/036354659001800110>
- Brumitt, J., Meria, E., Nee, B., & Davidson, G. (2008). Glenohumeral joint range of motion in elite male golfers: a pilot study. *N Am J Sports Phys Ther*, 3(2), 82-88.
- Bruno, J. L., Li, Z., Trudeau, M., Raina, S. M., & Dennerlein, J. T. (2012). A single video camera postural assessment system to measure rotation of the shoulder during computer use. *J Appl Biomech*, 28(3), 343-348. <https://doi.org/10.1123/jab.28.3.343>
- Bruyneel, A. V. (2020). Smartphone Applications for Range of Motion Measurement in Clinical Practice: A Systematic Review. *Stud Health Technol Inform*, 270, 1389-1390. <https://doi.org/10.3233/SHTI200456>
- Buchbinder, R., Green, S., Youd, J. M., & Johnston, R. V. (2006). Oral steroids for adhesive capsulitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(4). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006189>
- Bunker, T. D. (1997). Frozen shoulder: unravelling the enigma. *Ann R Coll Surg Engl*, 79(3), 210-213.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*, 19(4), 404-420. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>
- Carter, T. I., Pansy, B., Wolff, A. L., Hillstrom, H. J., Backus, S. I., Lenhoff, M., & Wolfe, S. W. (2009). Accuracy and reliability of three different techniques for manual goniometry for wrist motion: a cadaveric study. *J Hand Surg Am*, 34(8), 1422-1428. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.06.002>
- Celik, D., & Kaya Mutlu, E. (2016). Does adding mobilization to stretching improve outcomes for people with frozen shoulder? A randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil*, 30(8), 786-794. <https://doi.org/10.1177/0269215515597294>
- Celik, H., Seckin, M. F., Akcal, M. A., Kara, A., Kilinc, B. E., & Akman, S. (2017). MID-LONG TERM RESULTS OF MANIPULATION AND ARTHROSCOPIC RELEASE IN FROZEN SHOULDER. *Acta Ortop Bras*, 25(6), 270-274. <https://doi.org/10.1590/1413-785220172506174033>
- Chen, J., Chen, S., Li, Y., Hua, Y., & Li, H. (2010). Is the extended release of the inferior glenohumeral ligament necessary for frozen shoulder? *Arthroscopy*, 26(4), 529-535. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2010.02.020>
- Cho, C. H., Bae, K. C., & Kim, D. H. (2019). Treatment Strategy for Frozen Shoulder. *Clin Orthop Surg*, 11(3), 249-257. <https://doi.org/10.4055/cios.2019.11.3.249>

- Cho, C. H., Kim du, H., Bae, K. C., Lee, D., & Kim, K. (2016). Proper site of corticosteroid injection for the treatment of idiopathic frozen shoulder: Results from a randomized trial. *Joint Bone Spine*, 83(3), 324-329. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2015.06.014>
- Cho, C. H., Lee, Y. H., Kim, D. H., Lim, Y. J., Baek, C. S., & Kim, D. H. (2020). Definition, Diagnosis, Treatment, and Prognosis of Frozen Shoulder: A Consensus Survey of Shoulder Specialists. *Clin Orthop Surg*, 12(1), 60-67. <https://doi.org/10.4055/cios.2020.12.1.60>
- Chung, H., Kim, D., Banks, S. A., Son, J., Kim, Y., On, M., & Yeom, J. (2019). Evaluation of three-dimensional in vivo scapular kinematics and scapulohumeral rhythm between shoulders with a clavicle hook plate and contralateral healthy shoulders. *Int Orthop*, 43(2), 379-386. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4003-y>
- Clark, W. A. (1920). A system of joint measurements. *J Bone Joint Surg*, 2(12), 687-700.
- Clement, R. G., Ray, A. G., Davidson, C., Robinson, C. M., & Perks, F. J. (2013). Frozen shoulder : long-term outcome following arthrographic distension. *Acta Orthop Belg*, 79(4), 368-374.
- Clunie, G., Bomanji, J., & Ell, P. J. (1997). Technetium-99m-MDP patterns in patients with painful shoulder lesions. *J Nucl Med*, 38(9), 1491-1495.
- Codsi M, M. J., Hinchey JW, Brems JJ. (2017). Clinical Evaluation of Shoulder Problems. In *Rockwood and Mantsen 's. The Shoulder* (Fifth ed., pp. 95-133.e132). Elsevier.
- Colachis, S. C., Jr., Strohm, B. R., & Brechner, V. L. (1969). Effects of axillary nerve block on muscle force in the upper extremity. *Arch Phys Med Rehabil*, 50(11), 647-654.
- Conaghan, P. G. (2012). A turbulent decade for NSAIDs: update on current concepts of classification, epidemiology, comparative efficacy, and toxicity. *Rheumatol Int*, 32(6), 1491-1502. <https://doi.org/10.1007/s00296-011-2263-6>
- Constant, C. R., & Murley, A. H. (1987). A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*(214), 160-164.
- Cools, A. M., De Wilde, L., Van Tongel, A., Ceysens, C., Ryckewaert, R., & Cambier, D. C. (2014). Measuring shoulder external and internal rotation strength and range of motion: comprehensive intra-rater and inter-rater reliability study of several testing protocols. *J Shoulder Elbow Surg*, 23(10), 1454-1461. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.01.006>
- Cucchi, D., Marmotti, A., De Giorgi, S., Costa, A., D'Apolito, R., Conca, M., . . . Committee, S. R. (2017). Risk Factors for Shoulder Stiffness: Current Concepts. *Joints*, 5(4), 217-223. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1608951>

- Cuesta-Vargas, A. I., Galan-Mercant, A., & Williams, J. M. (2010). The use of inertial sensors system for human motion analysis. *Phys Ther Rev*, 15(6), 462-473. <https://doi.org/10.1179/1743288X11Y.0000000006>
- Cvetanovich, G. L., Leroux, T. S., Bernardoni, E. D., Hamamoto, J. T., Saltzman, B. M., Verma, N. N., & Romeo, A. A. (2018). Clinical Outcomes of Arthroscopic 360 degrees Capsular Release for Idiopathic Adhesive Capsulitis in the Lateral Decubitus Position. *Arthroscopy*, 34(3), 764-770. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.08.249>
- Dahan, T. H., Fortin, L., Pelletier, M., Petit, M., Vadeboncoeur, R., & Suissa, S. (2000). Double blind randomized clinical trial examining the efficacy of bupivacaine suprascapular nerve blocks in frozen shoulder. *J Rheumatol*, 27(6), 1464-1469.
- Date, A., & Rahman, L. (2020). Frozen shoulder: overview of clinical presentation and review of the current evidence base for management strategies. *Future Sci OA*, 6(10), FSO647. <https://doi.org/10.2144/fsoa-2020-0145>
- Dayanidhi, S., Orlin, M., Kozin, S., Duff, S., & Karduna, A. (2005). Scapular kinematics during humeral elevation in adults and children. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 20(6), 600-606. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.03.002>
- de Andres Ares, J., Cruces Prado, L. M., Canos Verdecho, M. A., Penide Villanueva, L., Del Valle Hoyos, M., Herdman, M., . . . Velazquez Rivera, I. (2015). Validation of the Short Form of the Brief Pain Inventory (BPI-SF) in Spanish Patients with Non-Cancer-Related Pain. *Pain Pract*, 15(7), 643-653. <https://doi.org/10.1111/papr.12219>
- de Groot, J. H. (1999). The scapulo-humeral rhythm: effects of 2-D roentgen projection. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 14(1), 63-68. [https://doi.org/10.1016/s0268-0033\(98\)00027-8](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(98)00027-8)
- de Winter, A. F., Heemskerk, M. A., Terwee, C. B., Jans, M. P., Deville, W., van Schaardenburg, D. J., . . . Bouter, L. M. (2004). Inter-observer reproducibility of measurements of range of motion in patients with shoulder pain using a digital inclinometer. *BMC Musculoskelet Disord*, 5, 18. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-5-18>
- Debski, R. E., McMahon, P. J., Thompson, W. O., Woo, S. L., Warner, J. J., & Fu, F. H. (1995). A new dynamic testing apparatus to study glenohumeral joint motion. *J Biomech*, 28(7), 869-874. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)95276-b](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)95276-b)
- Depalma, A. F. (1963). Surgical Anatomy of Acromioclavicular and Sternoclavicular Joints. *Surg Clin North Am*, 43, 1541-1550. [https://doi.org/10.1016/s0039-6109\(16\)37142-0](https://doi.org/10.1016/s0039-6109(16)37142-0)
- Dhillon, S. (2010). Tramadol/paracetamol fixed-dose combination: a review of its use in the management of moderate to severe pain. *Clin Drug Investig*, 30(10), 711-738. <https://doi.org/10.2165/11205830-000000000-00000>

- Diercks, R. L., & Stevens, M. (2004). Gentle thawing of the frozen shoulder: a prospective study of supervised neglect versus intensive physical therapy in seventy-seven patients with frozen shoulder syndrome followed up for two years. *J Shoulder Elbow Surg*, 13(5), 499-502.  
<https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.03.002>
- Dilisio MF, E. B., Higgins LD, Warner JJP. (2017). The stiff shoulder. In *Rockwood and Matsen's, The Shoulder* (Fifth ed., pp. 1123-1150.e1127). Elsevier.
- Drake, R. L. V., A Wayne. Mitchell Adam WM. (2020). Upper limb. In R. L. Drake, A. W. Vogl, A. W. M. Mitchell, R. M. Tibbitts, P. E. Richardson, & A. Horn (Eds.), *Gray's atlas of anatomy* (3rd. ed.). Elsevier.
- Duke, O., Zecler, E., & Grahame, R. (1981). Anti-inflammatory drugs in periartthritis of the shoulder: a double-blind, between-patient study of naproxen versus indomethacin. *Rheumatol Rehabil*, 20(1), 54-59.  
<https://doi.org/10.1093/rheumatology/20.1.54>
- Duplay, E. S. (1872). De la periarthrite scapulo-humérale et des raideurs de l'épaule qui en sont la conséquence. *Arch Gen Med*, 20, 513-542.
- Dyer, B. P., Burton, C., Rathod-Mistry, T., Blagojevic-Bucknall, M., & van der Windt, D. A. (2021). Diabetes as a Prognostic Factor in Frozen Shoulder: A Systematic Review. *Arch Rehabil Res Clin Transl*, 3(3), 100141.  
<https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100141>
- Dyer, D. R., Troupis, J. M., & Kamali Moaveni, A. (2015). Wide field of view CT and acromioclavicular joint instability: A technical innovation. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 59(3), 326-330. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.12283>
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Piorowski, P. A., & Schulz, D. A. (1996). Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24(6), 336-341.  
<https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.6.336>
- Enwemeka, C. S. (1986). Radiographic verification of knee goniometry. *Scand J Rehabil Med*, 18(2), 47-49.
- Famaey, J. P., & Ginsberg, F. (1984). Treatment of periartthritis of the shoulder: a comparison of ibuprofen and diclofenac. *J Int Med Res*, 12(4), 238-243.  
<https://doi.org/10.1177/030006058401200403>
- Favejee, M. M., Huisstede, B. M., & Koes, B. W. (2011). Frozen shoulder: the effectiveness of conservative and surgical interventions--systematic review. *Br J Sports Med*, 45(1), 49-56. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.071431>
- Fayad, F., Roby-Brami, A., Yazbeck, C., Hanneton, S., Lefevre-Colau, M. M., Gautheron, V., . . . Revel, M. (2008). Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder. *J Biomech*, 41(2), 326-332.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.09.004>



- Fealy, S., Rodeo, S. A., Dicarlo, E. F., & O'Brien, S. J. (2000). The developmental anatomy of the neonatal glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg*, 9(3), 217-222.
- Fields, B. K. K., Skalski, M. R., Patel, D. B., White, E. A., Tomasian, A., Gross, J. S., & Matcuk, G. R., Jr. (2019). Adhesive capsulitis: review of imaging findings, pathophysiology, clinical presentation, and treatment options. *Skeletal Radiol*. <https://doi.org/10.1007/s00256-018-3139-6>
- Forsythe, B., Lavoie-Gagne, O., Patel, B. H., Lu, Y., Ritz, E., Chahla, J., . . . Nwachukwu, B. U. (2021). Efficacy of Arthroscopic Surgery in the Management of Adhesive Capsulitis: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Arthroscopy*, 37(7), 2281-2297. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.09.041>
- Frantz, T. L., Everhart, J. S., Cvetanovich, G. L., Neviasser, A., Jones, G. L., Hettrich, C. M., . . . Group, M. S. (2020). What Are the Effects of Remplissage on 6-Month Strength and Range of Motion After Arthroscopic Bankart Repair? A Multicenter Cohort Study. *Orthop J Sports Med*, 8(2), 2325967120903283. <https://doi.org/10.1177/2325967120903283>
- Freedman, L., & Munro, R. R. (1966). Abduction of the arm in the scapular plane: scapular and glenohumeral movements. A roentgenographic study. *J Bone Joint Surg Am*, 48(8), 1503-1510.
- Fukuda, K., Craig, E. V., An, K. N., Cofield, R. H., & Chao, E. Y. (1986). Biomechanical study of the ligamentous system of the acromioclavicular joint. *J Bone Joint Surg Am*, 68(3), 434-440.
- Gajdosik, R. L., & Bohannon, R. W. (1987). Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther*, 67(12), 1867-1872.
- Giphart, J. E., Brunkhorst, J. P., Horn, N. H., Shelburne, K. B., Torry, M. R., & Millett, P. J. (2013). Effect of plane of arm elevation on glenohumeral kinematics: a normative biplane fluoroscopy study. *J Bone Joint Surg Am*, 95(3), 238-245. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01875>
- Giphart, J. E., van der Meijden, O. A., & Millett, P. J. (2012). The effects of arm elevation on the 3-dimensional acromiohumeral distance: a biplane fluoroscopy study with normative data. *J Shoulder Elbow Surg*, 21(11), 1593-1600. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.023>
- Goddu, R. I., C. and Poirier, S. (2009). *Establishment of normative data for the range of motion of the glenohumeral joint with respect to age and gender* [University of Massachusetts].
- Gogia, P. P., Braatz, J. H., Rose, S. J., & Norton, B. J. (1987). Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther*, 67(2), 192-195. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.192>

- Goldstein, B. (2004). Shoulder anatomy and biomechanics. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 15(2), 313-349. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2003.12.008>
- Gotter, G. (1987). Comparative evaluation of tenoxicam and piroxicam in the treatment of humeroscapular periartthritis. *Eur J Rheumatol Inflamm*, 9(2), 95-97.
- Graichen, H., Stammberger, T., Bonel, H., Haubner, M., Englmeier, K., Reiser, M., & Eckstein, F. (2000). Magnetic resonance-based motion analysis of the shoulder during elevation. *Clin Orthop Relat Res*(370), 154-163. <https://doi.org/10.1097/00003086-200001000-00014>
- Graichen, H., Stammberger, T., Bonel, H., Karl-Hans, E., Reiser, M., & Eckstein, F. (2000). Glenohumeral translation during active and passive elevation of the shoulder - a 3D open-MRI study. *J Biomech*, 33(5), 609-613. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(99\)00209-2](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(99)00209-2)
- Green, S., Buchbinder, R., Forbes, A., & Bellamy, N. (1998). A standardized protocol for measurement of range of movement of the shoulder using the Plurimeter-V inclinometer and assessment of its intrarater and interrater reliability. *Arthritis Care Res*, 11(1), 43-52. <https://doi.org/10.1002/art.1790110108>
- Greene, B. L., & Wolf, S. L. (1989). Upper extremity joint movement: comparison of two measurement devices. *Arch Phys Med Rehabil*, 70(4), 288-290.
- Grey, R. G. (1978). The natural history of "idiopathic" frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 60(4), 564.
- Griesser, M. J., Harris, J. D., Campbell, J. E., & Jones, G. L. (2011). Adhesive capsulitis of the shoulder: a systematic review of the effectiveness of intra-articular corticosteroid injections. *J Bone Joint Surg Am*, 93(18), 1727-1733. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01275>
- Griggs, S. M., Ahn, A., & Green, A. (2000). Idiopathic adhesive capsulitis. A prospective functional outcome study of nonoperative treatment. *J Bone Joint Surg Am*, 82(10), 1398-1407.
- Groh, G. I., Simoni, M., Rolla, P., & Rockwood, C. A. (1994). Loss of the deltoid after shoulder operations: An operative disaster. *J Shoulder Elbow Surg*, 3(4), 243-253. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80042-6](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80042-6)
- Gunal, I., Kose, N., Erdogan, O., Gokturk, E., & Seber, S. (1996). Normal range of motion of the joints of the upper extremity in male subjects, with special reference to side. *J Bone Joint Surg Am*, 78(9), 1401-1404.
- Halder, A. M., Itoi, E., & An, K. N. (2000). Anatomy and biomechanics of the shoulder. *Orthop Clin North Am*, 31(2), 159-176. [https://doi.org/10.1016/s0030-5898\(05\)70138-3](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(05)70138-3)
- Hamdan, T. A., & Al-Essa, K. A. (2003). Manipulation under anaesthesia for the treatment of frozen shoulder. *Int Orthop*, 27(2), 107-109. <https://doi.org/10.1007/s00264-002-0397-6>



- Hand, C., Clipsham, K., Rees, J. L., & Carr, A. J. (2008). Long-term outcome of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*, *17*(2), 231-236. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.05.009>
- Hand, G. C., Athanasou, N. A., Matthews, T., & Carr, A. J. (2007). The pathology of frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Br*, *89*(7), 928-932. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.89B7.19097>
- Hao, Q., Devji, T., Zeraatkar, D., Wang, Y., Qasim, A., Siemieniuk, R. A. C., . . . Guyatt, G. (2019). Minimal important differences for improvement in shoulder condition patient-reported outcomes: a systematic review to inform a BMJ Rapid Recommendation. *BMJ Open*, *9*(2), e028777. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028777>
- Harmon, D., & Hearty, C. (2007). Ultrasound-guided suprascapular nerve block technique. *Pain Physician*, *10*(6), 743-746.
- Harris, G., Bou-Haidar, P., & Harris, C. (2013). Adhesive capsulitis: review of imaging and treatment. *J Med Imaging Radiat Oncol*, *57*(6), 633-643. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.12111>
- Haughton, D. N., Barton, S., Meenan, E., Mehan, R., Wykes, P., Warner, J., & Mulgrew, E. (2018). Can we improve the outcome of hydrodilatation for adhesive capsulitis? *Shoulder Elbow*, *10*(2), 93-98. <https://doi.org/10.1177/1758573217706199>
- Hayes, K., Walton, J. R., Szomor, Z. R., & Murrell, G. A. (2001). Reliability of five methods for assessing shoulder range of motion. *Aust J Physiother*, *47*(4), 289-294. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(14\)60274-9](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(14)60274-9)
- Hayes, K. W., Petersen, C., & Falconer, J. (1994). An examination of Cyriax's passive motion tests with patients having osteoarthritis of the knee. *Phys Ther*, *74*(8), 697-707; discussion 707-699. <https://doi.org/10.1093/ptj/74.8.697>
- Hayes, K. W., & Petersen, C. M. (2001). Reliability of assessing end-feel and pain and resistance sequence in subjects with painful shoulders and knees. *J Orthop Sports Phys Ther*, *31*(8), 432-445. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.8.432>
- Hecker, A., Aguirre, J., Eichenberger, U., Rosner, J., Schubert, M., Sutter, R., . . . Bouaicha, S. (2021). Deltoid muscle contribution to shoulder flexion and abduction strength: an experimental approach. *J Shoulder Elbow Surg*, *30*(2), e60-e68. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.05.023>
- Hill, A., Bull, A., Urwin, M., Aichroth, P., & Wallace, A. (2004). Potential clinical application of Electron Beam Computed Tomography to dynamic imaging of the shoulder. *Orthopaedic Proceedings*, *86-B*(SUPP\_I), 100-101. [https://doi.org/10.1302/0301-620X.86BSUPP\\_I.0860100d](https://doi.org/10.1302/0301-620X.86BSUPP_I.0860100d)
- Hill, A. M., Bull, A. M., Dallalana, R. J., Wallace, A. L., & Johnson, G. R. (2007). Glenohumeral motion: review of measurement techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *15*(9), 1137-1143. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0318-8>

- Hill, A. M., Bull, A. M. J., Urwin, M., & Aichroth, P. (2005). EBCT dynamic imaging of the shoulder rhythm *Orthopaedic Proceedings*, 87-B(SUPP\_III), 231-232. [https://doi.org/10.1302/0301-620X.87BSUPP\\_III.0870231d](https://doi.org/10.1302/0301-620X.87BSUPP_III.0870231d)
- Hita-Contreras, F., Sanchez-Montesinos, I., Martinez-Amat, A., Cruz-Diaz, D., Barranco, R. J., & Roda, O. (2018). Development of the human shoulder joint during the embryonic and early fetal stages: anatomical considerations for clinical practice. *J Anat*, 232(3), 422-430. <https://doi.org/10.1111/joa.12753>
- Hogfors, C., Peterson, B., Sigholm, G., & Herberts, P. (1991). Biomechanical model of the human shoulder joint--II. The shoulder rhythm. *J Biomech*, 24(8), 699-709. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(91\)90334-j](https://doi.org/10.1016/0021-9290(91)90334-j)
- Huskisson, E. C., & Bryans, R. (1983). Diclofenac sodium in the treatment of painful stiff shoulder. *Curr Med Res Opin*, 8(5), 350-353. <https://doi.org/10.1185/03007998309112396>
- Inman, V. T., Saunders, J. B., & Abbott, L. C. (1996). Observations of the function of the shoulder joint. 1944. *Clin Orthop Relat Res*(330), 3-12. <https://doi.org/10.1097/00003086-199609000-00002>
- Itoi, E., Arce, G., Bain, G. I., Diercks, R. L., Guttman, D., Imhoff, A. B., . . . Yoo, Y. S. (2016). Shoulder Stiffness: Current Concepts and Concerns. *Arthroscopy*, 32(7), 1402-1414. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.03.024>
- Itoi, E., Kuechle, D. K., Newman, S. R., Morrey, B. F., & An, K. N. (1993). Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J Bone Joint Surg Br*, 75(4), 546-550. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.75B4.8331107>
- Itoi, E., Motzkin, N. E., Morrey, B. F., & An, K. N. (1994). Stabilizing function of the long head of the biceps in the hanging arm position. *J Shoulder Elbow Surg*, 3(3), 135-142. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80092-X](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80092-X)
- Jenkins, E. F., Thomas, W. J., Corcoran, J. P., Kirubanandan, R., Beynon, C. R., Sayers, A. E., & Woods, D. A. (2012). The outcome of manipulation under general anesthesia for the management of frozen shoulder in patients with diabetes mellitus. *J Shoulder Elbow Surg*, 21(11), 1492-1498. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.006>
- Jobe, C. M., & Iannotti, J. P. (1995). Limits imposed on glenohumeral motion by joint geometry. *J Shoulder Elbow Surg*, 4(4), 281-285. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(05\)80021-7](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(05)80021-7)
- Jobe, C. P., WP; Petkovic D. (2016). Gross Anatomy of the Shoulder. In M. F. Rockwood CA, Wirth MA, Lippitt SB, Fehring EV, Sperling JW. (Ed.), *Rockwood and Matsen's The Sholuder* (Fifth ed., pp. 35-94). Elsevier.
- Jones, D. S., & Chattopadhyay, C. (1999). Suprascapular nerve block for the treatment of frozen shoulder in primary care: a randomized trial. *Br J Gen Pract*, 49(438), 39-41.

- Jordan, K., Dziedzic, K., Mullis, R., Dawes, P. T., & Jones, P. W. (2001). The development of three-dimensional range of motion measurement systems for clinical practice. *Rheumatology (Oxford)*, *40*(10), 1081-1084. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/40.10.1081>
- Jump, C. M., Waghmare, A., Mati, W., Malik, R. A., & Charalambous, C. P. (2021). The Impact of Suprascapular Nerve Interventions in Patients with Frozen Shoulder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JBJS Rev*, *9*(12). <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.21.00042>
- Kanbe, K. (2018). Clinical outcome of arthroscopic capsular release for frozen shoulder: essential technical points in 255 patients. *J Orthop Surg Res*, *13*(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0758-5>
- Karataş, G. K., & Meray, J. (2002). Suprascapular nerve block for pain relief in adhesive capsulitis: comparison of 2 different techniques. *Arch Phys Med Rehabil*, *83*(5), 593-597. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.32472>
- Karduna, A. R., McClure, P. W., Michener, L. A., & Sennett, B. (2001). Dynamic measurements of three-dimensional scapular kinematics: a validation study. *J Biomech Eng*, *123*(2), 184-190. <https://doi.org/10.1115/1.1351892>
- Kato, M., Echigo, A., Ohta, H., Ishiai, S., Aoki, M., Tsubota, S., & Uchiyama, E. (2007). The accuracy of goniometric measurements of proximal interphalangeal joints in fresh cadavers: comparison between methods of measurement, types of goniometers, and fingers. *J Hand Ther*, *20*(1), 12-18; quiz 19. <https://doi.org/10.1197/j.jht.2006.11.015>
- Kibler, W. B. (1997). Normal shoulder mechanics and function. *Instr Course Lect*, *46*, 39-42.
- Kim DS, O. M., Yeom JS. (2017). Overview of various measurement tools for shoulder kinematics. *Clinics in Shoulder and elbow*, *20*(4), 244-249.
- Kim, E., Park, J. H., Han, B. R., Park, H. J., Lee, S. Y., Murase, T., . . . Park, S. J. (2017). In Vivo Analysis of Three-Dimensional Dynamic Scapular Dyskinesia in Scapular or Clavicular Fractures. *Acta Med Okayama*, *71*(2), 151-159. <https://doi.org/10.18926/AMO/54984>
- Kim, Y. S., Yoo, Y. S., Jang, S. W., Nair, A. V., Jin, H., & Song, H. S. (2015). In vivo analysis of acromioclavicular joint motion after hook plate fixation using three-dimensional computed tomography. *J Shoulder Elbow Surg*, *24*(7), 1106-1111. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.12.012>
- Kingston, K., Curry, E. J., Galvin, J. W., & Li, X. (2018). Shoulder adhesive capsulitis: epidemiology and predictors of surgery. *J Shoulder Elbow Surg*, *27*(8), 1437-1443. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.04.004>
- Klc, Z., Filiz, M. B., Cakr, T., & Toraman, N. F. (2015). Addition of Suprascapular Nerve Block to a Physical Therapy Program Produces an Extra Benefit to Adhesive Capsulitis: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil*, *94*(10 Suppl 1), 912-920. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000336>

- Koide, M., Hamada, J., Hagiwara, Y., Kanazawa, K., & Suzuki, K. (2016). A Thickened Coracohumeral Ligament and Superomedial Capsule Limit Internal Rotation of the Shoulder Joint: Report of Three Cases. *Case Rep Orthop*, 2016, 9384974. <https://doi.org/10.1155/2016/9384974>
- Kolber, M. J., & Hanney, W. J. (2012). The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *Int J Sports Phys Ther*, 7(3), 306-313.
- Kolber, M. J., Saltzman, S. B., Beekhuizen, K. S., & Cheng, M. S. (2009). Reliability and minimal detectable change of inclinometric shoulder mobility measurements. *Physiother Theory Pract*, 25(8), 572-581. <https://doi.org/10.3109/09593980802667995>
- Kolk, A., de Witte, P. B., Henseler, J. F., van Zwet, E. W., van Arkel, E. R., van der Zwaal, P., . . . de Groot, J. H. (2016). Three-dimensional shoulder kinematics normalize after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg*, 25(6), 881-889. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.10.021>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, 15(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kraal, T., Beimers, L., The, B., Sierevelt, I., van den Bekerom, M., & Eygendaal, D. (2019). Manipulation under anaesthesia for frozen shoulders: outdated technique or well-established quick fix? *EFORT Open Rev*, 4(3), 98-109. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180044>
- Ladermann, A., Piotton, S., Abrassart, S., Mazzolari, A., Ibrahim, M., & Stirling, P. (2021). Hydrodilatation with corticosteroids is the most effective conservative management for frozen shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 29(8), 2553-2563. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06390-x>
- Langrana, N. A. (1981). Spatial kinematic analysis of the upper extremity using a biplanar videotaping method. *J Biomech Eng*, 103(1), 11-17. <https://doi.org/10.1115/1.3138237>
- Lannan, D. L., T; Toland, M. (1996). *Establishment of normative data for the range of motion of the glenohumeral joint* University of Massachusetts]. Massachusetts.
- Larsen, C. M., Juul-Kristensen, B., Lund, H., & Sogaard, K. (2014). Measurement properties of existing clinical assessment methods evaluating scapular positioning and function. A systematic review. *Physiother Theory Pract*, 30(7), 453-482. <https://doi.org/10.3109/09593985.2014.899414>
- Lawrence, R. L., Braman, J. P., Laprade, R. F., & Ludewig, P. M. (2014). Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints. *J Orthop Sports Phys Ther*, 44(9), 636-645, A631-638. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5339>

- Lazarides, A. L., Duchman, K. R., Ledbetter, L., Riboh, J. C., & Garrigues, G. E. (2019). Arthroscopic Remplissage for Anterior Shoulder Instability: A Systematic Review of Clinical and Biomechanical Studies. *Arthroscopy*, 35(2), 617-628. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.09.029>
- Le, H. V., Lee, S. J., Nazarian, A., & Rodriguez, E. K. (2017). Adhesive capsulitis of the shoulder: review of pathophysiology and current clinical treatments. *Shoulder Elbow*, 9(2), 75-84. <https://doi.org/10.1177/1758573216676786>
- Le Lievre, H. M., & Murrell, G. A. (2012). Long-term outcomes after arthroscopic capsular release for idiopathic adhesive capsulitis. *J Bone Joint Surg Am*, 94(13), 1208-1216. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00952>
- Lee, J. C., Sykes, C., Saifuddin, A., & Connell, D. (2005). Adhesive capsulitis: sonographic changes in the rotator cuff interval with arthroscopic correlation. *Skeletal Radiol*, 34(9), 522-527. <https://doi.org/10.1007/s00256-005-0957-0>
- Lee, K. W., Choi, Y. J., Lee, H. J., Gil, Y. C., Kim, H. J., Tansatit, T., & Hu, K. S. (2018). Classification of unusual insertion of the pectoralis minor muscle. *Surg Radiol Anat*, 40(12), 1357-1361. <https://doi.org/10.1007/s00276-018-2107-0>
- Levine, W. N., Kashyap, C. P., Bak, S. F., Ahmad, C. S., Blaine, T. A., & Bigliani, L. U. (2007). Nonoperative management of idiopathic adhesive capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg*, 16(5), 569-573. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.12.007>
- Lewis, J. (2015). Frozen shoulder contracture syndrome - Aetiology, diagnosis and management. *Man Ther*, 20(1), 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.07.006>
- Lho, Y. M., Ha, E., Cho, C. H., Song, K. S., Min, B. W., Bae, K. C., . . . Park, H. B. (2013). Inflammatory cytokines are overexpressed in the subacromial bursa of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*, 22(5), 666-672. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.06.014>
- Liem, D., Meier, F., Thorwesten, L., Marquardt, B., Steinbeck, J., & Poetzl, W. (2008). The influence of arthroscopic subscapularis tendon and capsule release on internal rotation strength in treatment of frozen shoulder. *Am J Sports Med*, 36(5), 921-926. <https://doi.org/10.1177/0363546507313090>
- Lin, J. J., Lim, H. K., & Yang, J. L. (2006). Effect of shoulder tightness on glenohumeral translation, scapular kinematics, and scapulohumeral rhythm in subjects with stiff shoulders. *J Orthop Res*, 24(5), 1044-1051. <https://doi.org/10.1002/jor.20126>
- Loew, M., Heichel, T. O., & Lehner, B. (2005). Intraarticular lesions in primary frozen shoulder after manipulation under general anesthesia. *J Shoulder Elbow Surg*, 14(1), 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.04.004>
- Lorbach, O., Anagnostakos, K., Scherf, C., Seil, R., Kohn, D., & Pape, D. (2010). Nonoperative management of adhesive capsulitis of the shoulder: oral cortisone application versus intra-articular cortisone injections. *J Shoulder Elbow Surg*, 19(2), 172-179. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.06.013>



- Lu, T. W., & O'Connor, J. J. (1999). Bone position estimation from skin marker coordinates using global optimisation with joint constraints. *J Biomech*, 32(2), 129-134. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(98\)00158-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(98)00158-4)
- Lucas, D. B. (1973). Biomechanics of the shoulder joint. *Arch Surg*, 107(3), 425-432. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1973.01350210061018>
- Ludewig, P. M., Phadke, V., Braman, J. P., Hassett, D. R., Cieminski, C. J., & LaPrade, R. F. (2009). Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J Bone Joint Surg Am*, 91(2), 378-389. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01483>
- Lundberg, B. J. (1969). The frozen shoulder. Clinical and radiographical observations. The effect of manipulation under general anesthesia. Structure and glycosaminoglycan content of the joint capsule. Local bone metabolism. *Acta Orthop Scand Suppl*, 119, 1-59.
- MacDermid, J. C., Chesworth, B. M., Patterson, S., & Roth, J. H. (1999). Intratester and intertester reliability of goniometric measurement of passive lateral shoulder rotation. *J Hand Ther*, 12(3), 187-192. [https://doi.org/10.1016/s0894-1130\(99\)80045-3](https://doi.org/10.1016/s0894-1130(99)80045-3)
- Macedo, L. G., & Magee, D. J. (2009). Effects of age on passive range of motion of selected peripheral joints in healthy adult females. *Physiother Theory Pract*, 25(2), 145-164. <https://doi.org/10.1080/09593980802686870>
- Magnussen, R. A., & Taylor, D. C. (2011). Glenoid fracture during manipulation under anesthesia for adhesive capsulitis: a case report. *J Shoulder Elbow Surg*, 20(3), e23-26. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.11.024>
- Malicky, D. M., Soslowsky, L. J., Blasier, R. B., & Shyr, Y. (1996). Anterior glenohumeral stabilization factors: progressive effects in a biomechanical model. *J Orthop Res*, 14(2), 282-288. <https://doi.org/10.1002/jor.1100140217>
- Mandalidis, D. G., Mc Glone, B. S., Quigley, R. F., McInerney, D., & O'Brien, M. (1999). Digital fluoroscopic assessment of the scapulohumeral rhythm. *Surg Radiol Anat*, 21(4), 241-246. <https://doi.org/10.1007/BF01631393>
- Manske, R. C., & Prohaska, D. (2008). Diagnosis and management of adhesive capsulitis. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 1(3-4), 180-189. <https://doi.org/10.1007/s12178-008-9031-6>
- Matsuki, K., Matsuki, K. O., Mu, S., Kenmoku, T., Yamaguchi, S., Ochiai, N., . . . Banks, S. A. (2014). In vivo 3D analysis of clavicular kinematics during scapular plane abduction: comparison of dominant and non-dominant shoulders. *Gait Posture*, 39(1), 625-627. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.06.021>
- Matsuki, K., Matsuki, K. O., Mu, S., Yamaguchi, S., Ochiai, N., Sasho, T., . . . Banks, S. A. (2011). In vivo 3-dimensional analysis of scapular kinematics: comparison of dominant and nondominant shoulders. *J Shoulder Elbow Surg*, 20(4), 659-665. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.09.012>

- Mejia-Hernandez, K., Chang, A., Eardley-Harris, N., Jaarsma, R., Gill, T. K., & McLean, J. M. (2018). Smartphone applications for the evaluation of pathologic shoulder range of motion and shoulder scores-a comparative study. *JSES Open Access*, 2(1), 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.jses.2017.10.001>
- Michiels, I., & Grevenstein, J. (1995). Kinematics of shoulder abduction in the scapular plane. On the influence of abduction velocity and external load. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 10(3), 137-143. [https://doi.org/10.1016/0268-0033\(95\)93703-v](https://doi.org/10.1016/0268-0033(95)93703-v)
- Mihata, T., Takeda, A., Kawakami, T., Itami, Y., Watanabe, C., Doi, M., & Neo, M. (2016). Isolated glenohumeral range of motion, excluding side-to-side difference in humeral retroversion, in asymptomatic high-school baseball players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24(6), 1911-1917. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3193-0>
- Moore, M. L. (1949). The measurement of joint motion; the technic of goniometry. *Phys Ther Rev*, 29(6), 256-264.
- Mubark, I. M., Ragab, A. H., Nagi, A. A., & Motawea, B. A. (2015). Evaluation of the results of management of frozen shoulder using the arthroscopic capsular release. *Ortop Traumatol Rehabil*, 17(1), 21-28. <https://doi.org/10.5604/15093492.1143530>
- Muir, S. W., Corea, C. L., & Beaupre, L. (2010). Evaluating change in clinical status: reliability and measures of agreement for the assessment of glenohumeral range of motion. *N Am J Sports Phys Ther*, 5(3), 98-110.
- Mullaney, M. J., McHugh, M. P., Johnson, C. P., & Tyler, T. F. (2010). Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Physiother Theory Pract*, 26(5), 327-333. <https://doi.org/10.3109/09593980903094230>
- Mun, S. W., & Baek, C. H. (2016). Clinical efficacy of hydrodistention with joint manipulation under interscalene block compared with intra-articular corticosteroid injection for frozen shoulder: a prospective randomized controlled study. *J Shoulder Elbow Surg*, 25(12), 1937-1943. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.09.021>
- Nakandala, P., Nanayakkara, I., Wadugodapitiya, S., & Gawarammana, I. (2021). The efficacy of physiotherapy interventions in the treatment of adhesive capsulitis: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 34(2), 195-205. <https://doi.org/10.3233/BMR-200186>
- Neer, C., Satterlee, C., Dalsey, R., & Flatow, E. (1992). The anatomy and potential effects of contracture of the coracohumeral ligament. *Clin Orthop Relat Res*, 280(1992 Jul), 182-185.
- Neer CS 2nd, S. C., Dalsey RM, Flatow EL. (1992). The anatomy and potential effects of contracture of the coracohumeral ligament. *Clin Orthop Relat Res*, 280(1992 Jul), 182-185.

- Neviaser, A. S., & Hannafin, J. A. (2010). Adhesive capsulitis: a review of current treatment. *Am J Sports Med*, 38(11), 2346-2356.  
<https://doi.org/10.1177/0363546509348048>
- Neviaser, A. S., & Neviaser, R. J. (2011). Adhesive capsulitis of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg*, 19(9), 536-542.
- Neviaser, J. (1945). Adhesive capsulitis of the shoulder: a study of the pathological findings in periarthrosis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 27(2), 211-222.
- Neviaser, R. J., Benke, M. T., & Neviaser, A. S. (2017). Mid-term to long-term outcome of the open Bankart repair for recurrent traumatic anterior dislocation of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*, 26(11), 1943-1947.  
<https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.04.013>
- Neviaser, R. J., & Neviaser, T. J. (1987). The frozen shoulder. Diagnosis and management. *Clin Orthop Relat Res*(223), 59-64.
- Norkin, & White. (2016). *Measurement of joint motion. A guide to goniometry*. (Fifth ed.). F.A. Davis Company.
- Norkin, C. C. (2016). *Measurement of joint motion. A guide to goniometry*. (Fifth ed.). F.A. Davis Company.
- O'Brien, S. J., Neves, M. C., Arnoczky, S. P., Rozbruch, S. R., Dicarlo, E. F., Warren, R. F., . . . Wickiewicz, T. L. (1990). The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. *Am J Sports Med*, 18(5), 449-456. <https://doi.org/10.1177/036354659001800501>
- O'Brien, S. J., Warren, R. F., & Schwartz, E. (1987). Anterior shoulder instability. *Orthop Clin North Am*, 18(3), 395-408.
- Ogilvie-Harris, D. J., & Wiley, A. M. (1986). Arthroscopic surgery of the shoulder. A general appraisal. *J Bone Joint Surg Br*, 68(2), 201-207.
- Oh, J. H., Oh, C. H., Choi, J. A., Kim, S. H., Kim, J. H., & Yoon, J. P. (2011). Comparison of glenohumeral and subacromial steroid injection in primary frozen shoulder: a prospective, randomized short-term comparison study. *J Shoulder Elbow Surg*, 20(7), 1034-1040.  
<https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.04.029>
- Omari, A., & Bunker, T. D. (2001). Open surgical release for frozen shoulder: surgical findings and results of the release. *J Shoulder Elbow Surg*, 10(4), 353-357.  
<https://doi.org/10.1067/mse.2001.115986>
- Ovesen, J., & Nielsen, S. (1985). Stability of the shoulder joint. Cadaver study of stabilizing structures. *Acta Orthop Scand*, 56(2), 149-151.  
<https://doi.org/10.3109/17453678508994342>
- Ozaki, J., Nakagawa, Y., Sakurai, G., & Tamai, S. (1989). Recalcitrant chronic adhesive capsulitis of the shoulder. Role of contracture of the coracohumeral ligament and



- rotator interval in pathogenesis and treatment. *J Bone Joint Surg Am*, 71(10), 1511-1515.
- O'Brien, M., Taylor SA, Ramkumar PN, White AE. (2017). Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint. In M. F. Rockwood CA, Wirth MA, Lippitt SB, Fehring EV, Sperling JW. (Ed.), *Rockwood and Mantsen's. The Shoulder* (Fifth ed., pp. 1-33.e33). Elsevier.
- Park, J. Y., Hwang, J. T., Kim, K. M., Makkar, D., Moon, S. G., & Han, K. J. (2013). How to assess scapular dyskinesis precisely: 3-dimensional wing computer tomography--a new diagnostic modality. *J Shoulder Elbow Surg*, 22(8), 1084-1091. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.10.046>
- Peduzzi, P., Concato, J., Feinstein, A. R., & Holford, T. R. (1995). Importance of events per independent variable in proportional hazards regression analysis. II. Accuracy and precision of regression estimates. *J Clin Epidemiol*, 48(12), 1503-1510. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(95\)00048-8](https://doi.org/10.1016/0895-4356(95)00048-8)
- Perry, J. (1988). Biomechanics of the shoulder. In R. CR (Ed.), *The shoulder*. Churchill Livingstone.
- Peterson, B., & Palmerud, G. (1996). Measurement of upper extremity orientation by video stereometry system. *Med Biol Eng Comput*, 34(2), 149-154. <https://doi.org/10.1007/BF02520020>
- Petherick, M., Rheault, W., Kimble, S., Lechner, C., & Senear, V. (1988). Concurrent validity and intertester reliability of universal and fluid-based goniometers for active elbow range of motion. *Phys Ther*, 68(6), 966-969. <https://doi.org/10.1093/ptj/68.6.966>
- Pons-Villanueva, J. E. S. M., J. (2016). The stiff shoulder in diabetic patients. *Int J Rheum Dis*, 19(12), 1226-1236. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.12890>
- Poppen, N. K., & Walker, P. S. (1976). Normal and abnormal motion of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 58(2), 195-201.
- Prestgaard, T., Wormgoor, M. E., Haugen, S., Harstad, H., Mowinckel, P., & Brox, J. I. (2015). Ultrasound-guided intra-articular and rotator interval corticosteroid injections in adhesive capsulitis of the shoulder: a double-blind, sham-controlled randomized study. *Pain*, 156(9), 1683-1691. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000209>
- Prieto, L., Lamarca, R., & Casado, A. (1998). [Assessment of the reliability of clinical findings: the intraclass correlation coefficient]. *Med Clin (Barc)*, 110(4), 142-145. (La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclass.)
- Prodromidis, A. D., & Charalambous, C. P. (2016). Is There a Genetic Predisposition to Frozen Shoulder?: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JBJS Rev*, 4(2). <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.O.00007>

- Provencher, M. T., & Saldua, N. S. (2008). The rotator interval of the shoulder: anatomy, biomechanics, and repair techniques. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 18(1), 9-22.
- Rahme, H., Vikerfors, O., Ludvigsson, L., Elvén, M., & Michaëlsson, K. (2010). Loss of external rotation after open Bankart repair: an important prognostic factor for patient satisfaction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(3), 404-408. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0987-6>
- Ramirez, J. (2019). Adhesive Capsulitis: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*, 99(5), 297-300.
- Ranalletta, M., Rossi, L. A., Zaidenberg, E. E., Campos, C., Ignacio, T., Maignon, G. D., & Bongiovanni, S. L. (2017). Midterm Outcomes After Arthroscopic Anteroinferior Capsular Release for the Treatment of Idiopathic Adhesive Capsulitis. *Arthroscopy*, 33(3), 503-508. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.08.024>
- Rangan, A., Brealey, S. D., Keding, A., Corbacho, B., Northgraves, M., Kottam, L., . . . Group, U. F. S. (2020). Management of adults with primary frozen shoulder in secondary care (UK FROST): a multicentre, pragmatic, three-arm, superiority randomised clinical trial. *Lancet*, 396(10256), 977-989. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31965-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31965-6)
- Redler, L. H., & Dennis, E. R. (2019). Treatment of Adhesive Capsulitis of the Shoulder. *J Am Acad Orthop Surg*, 27(12), e544-e554. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00606>
- Reeves, B. (1975). The natural history of the frozen shoulder syndrome. *Scand J Rheumatol*, 4(4), 193-196. <https://doi.org/10.3109/03009747509165255>
- Rheault, W., Miller, M., Nothnagel, P., Straessle, J., & Urban, D. (1988). Intertester reliability and concurrent validity of fluid-based and universal goniometers for active knee flexion. *Phys Ther*, 68(11), 1676-1678. <https://doi.org/10.1093/ptj/68.11.1676>
- Richards, R. R., An, K. N., Bigliani, L. U., Friedman, R. J., Gartsman, G. M., Gristina, A. G., . . . Zuckerman, J. D. (1994). A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg*, 3(6), 347-352. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80019-0](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80019-0)
- Riddle, D. L., Rothstein, J. M., & Lamb, R. L. (1987). Goniometric reliability in a clinical setting. Shoulder measurements. *Phys Ther*, 67(5), 668-673.
- Rill, B. K., Fleckenstein, C. M., Levy, M. S., Nagesh, V., & Hasan, S. S. (2011). Predictors of outcome after nonoperative and operative treatment of adhesive capsulitis. *Am J Sports Med*, 39(3), 567-574. <https://doi.org/10.1177/0363546510385403>
- Roach, S., San Juan, J. G., Suprak, D. N., & Lyda, M. (2013). Concurrent validity of digital inclinometer and universal goniometer in assessing passive hip mobility in healthy subjects. *Int J Sports Phys Ther*, 8(5), 680-688.

- Robinson, C. M., Seah, K. T., Chee, Y. H., Hindle, P., & Murray, I. R. (2012). Frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Br*, 94(1), 1-9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B1.27093>
- Rome, K., & Cowieson, F. (1996). A reliability study of the universal goniometer, fluid goniometer, and electrogoniometer for the measurement of ankle dorsiflexion. *Foot Ankle Int*, 17(1), 28-32. <https://doi.org/10.1177/107110079601700106>
- Rundquist, P. J. (2007). Alterations in scapular kinematics in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(1), 19-25. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2121>
- Russell, S., Jariwala, A., Conlon, R., Selfe, J., Richards, J., & Walton, M. (2014). A blinded, randomized, controlled trial assessing conservative management strategies for frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*, 23(4), 500-507. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.12.026>
- Ryf, C., & Weymann, A. (1999). *Range of motion-AO Neutral-0 method: measurement and documentation*. Rowman & Littlefield.
- Sabari, J. S., Maltzev, I., Lubarsky, D., Liskay, E., & Homel, P. (1998). Goniometric assessment of shoulder range of motion: comparison of testing in supine and sitting positions. *Arch Phys Med Rehabil*, 79(6), 647-651. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(98\)90038-7](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(98)90038-7)
- Sabatini, A. M. (2011). Estimating three-dimensional orientation of human body parts by inertial/magnetic sensing. *Sensors (Basel)*, 11(2), 1489-1525. <https://doi.org/10.3390/s110201489>
- Sadler, T. W., & Langman, J. (2012). *Langman's medical embryology* (12th ed.). Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Saha, A. K. (1971). Dynamic stability of the glenohumeral joint. *Acta Orthop Scand*, 42(6), 491-505. <https://doi.org/10.3109/17453677108989066>
- Salas Apaza, J. A., Franco, J. V. A., Meza, N., Madrid, E., Loézar, C., & Garegnani, L. (2021). Minimal clinically important difference: The basics. *Medwave*, 21(3), e8149. <https://doi.org/10.5867/medwave.2021.03.8149>
- Saltychev, M., Laimi, K., Virolainen, P., & Fredericson, M. (2018). Effectiveness of Hydrodilatation in Adhesive Capsulitis of Shoulder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scand J Surg*, 107(4), 285-293. <https://doi.org/10.1177/1457496918772367>
- Sasanuma, H., Sugimoto, H., Kanaya, Y., Iijima, Y., Saito, T., Saito, T., & Takeshita, K. (2016). Magnetic resonance imaging and short-term clinical results of severe frozen shoulder treated with manipulation under ultrasound-guided cervical nerve root block. *J Shoulder Elbow Surg*, 25(1), e13-20. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.06.019>

- Scalzitti, D. A. W., J. (2016). Validity and Reliability of Goniometric Measurement. In *Measurement of Joint Motion. A guide to Goniometry* (Fifth ed., pp. 43-63). F.A David Company.
- Schwartz, E., Warren, R. F., O'Brien, S. J., & Fronek, J. (1987). Posterior shoulder instability. *Orthop Clin North Am*, 18(3), 409-419.
- Senk, M., & Cheze, L. (2010). A new method for motion capture of the scapula using an optoelectronic tracking device: a feasibility study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 13(3), 397-401. <https://doi.org/10.1080/10255840903263945>
- Shaffer, B., Tibone, J. E., & Kerlan, R. K. (1992). Frozen shoulder. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 74(5), 738-746.
- Shah, N., & Lewis, M. (2007). Shoulder adhesive capsulitis: systematic review of randomised trials using multiple corticosteroid injections. *Br J Gen Pract*, 57(541), 662-667.
- Sharkey, N. A., & Marder, R. A. (1995). The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head. *Am J Sports Med*, 23(3), 270-275. <https://doi.org/10.1177/036354659502300303>
- Shin, S. H., Ro du, H., Lee, O. S., Oh, J. H., & Kim, S. H. (2012). Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone. *Man Ther*, 17(4), 298-304. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.02.010>
- Shin, S. J., & Lee, S. Y. (2013). Efficacies of corticosteroid injection at different sites of the shoulder for the treatment of adhesive capsulitis. *J Shoulder Elbow Surg*, 22(4), 521-527. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.06.015>
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*, 86(2), 420-428. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.86.2.420>
- Shuler, F. (2009). Anatomía. In M. D. Miller (Ed.), *Ortopedia y Traumatología. Revisión sistemática* (Quinta edición ed., pp. 135-199). Elsevier.
- Silver, D. (1923). Measurement of the range of motion in joints. *J Bone Joint Surg*, 21, 569.
- Simovitch, R., Flurin, P. H., Wright, T., Zuckerman, J. D., & Roche, C. P. (2018). Quantifying success after total shoulder arthroplasty: the minimal clinically important difference. *J Shoulder Elbow Surg*, 27(2), 298-305. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.09.013>
- Snow, M., Boutros, I., & Funk, L. (2009). Posterior arthroscopic capsular release in frozen shoulder. *Arthroscopy*, 25(1), 19-23. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2008.08.006>
- Sofka, C. M., Ciavarra, G. A., Hannafin, J. A., Cordasco, F. A., & Potter, H. G. (2008). Magnetic resonance imaging of adhesive capsulitis: correlation with clinical staging. *HSS J*, 4(2), 164-169. <https://doi.org/10.1007/s11420-008-9088-1>

- Song, A., Higgins, L. D., Newman, J., & Jain, N. B. (2014). Glenohumeral corticosteroid injections in adhesive capsulitis: a systematic search and review. *PM R*, 6(12), 1143-1156. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.06.015>
- Sugamoto, K., Harada, T., Machida, A., Inui, H., Miyamoto, T., Takeuchi, E., . . . Ochi, T. (2002). Scapulohumeral rhythm: relationship between motion velocity and rhythm. *Clin Orthop Relat Res*(401), 119-124. <https://doi.org/10.1097/00003086-200208000-00014>
- Surgeons, A. A. o. O. (1965). *Joint motion: method of measuring and recording*. Churchill Livingstone.
- Taboadela. (2007). *Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. Asociart ART.
- Talkhani, I. S., & Kelly, C. P. (1997). Scapulothoracic rhythm in normal male volunteers. *Biomed Sci Instrum*, 34, 327-331.
- Tanaka, K., Saura, R., Takahashi, N., Hiura, Y., & Hashimoto, R. (2010). Joint mobilization versus self-exercises for limited glenohumeral joint mobility: randomized controlled study of management of rehabilitation. *Clin Rheumatol*, 29(12), 1439-1444. <https://doi.org/10.1007/s10067-010-1525-0>
- Tasto, J. P., & Elias, D. W. (2007). Adhesive capsulitis. *Sports Med Arthrosc Rev*, 15(4), 216-221. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181595c22>
- Theodorides, A. A., Owen, J. M., Sayers, A. E., & Woods, D. A. (2014). Factors affecting short- and long-term outcomes of manipulation under anaesthesia in patients with adhesive capsulitis of the shoulder. *Shoulder Elbow*, 6(4), 245-256. <https://doi.org/10.1177/1758573214528155>
- Tighe, C. B., & Oakley, W. S. (2008). The prevalence of a diabetic condition and adhesive capsulitis of the shoulder. *South Med J*, 101(6), 591-595. <https://doi.org/10.1097/SMJ.0b013e3181705d39>
- Torres, R. R., & Gomes, J. L. (2009). Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med*, 37(5), 1017-1023. <https://doi.org/10.1177/0363546508329544>
- Turkel, S. J., Panio, M. W., Marshall, J. L., & Girgis, F. G. (1981). Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am*, 63(8), 1208-1217.
- Uthoff, H. K., & Boileau, P. (2007). Primary frozen shoulder: global capsular stiffness versus localized contracture. *Clin Orthop Relat Res*, 456, 79-84. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e318030846d>
- Uppal, H. S., Evans, J. P., & Smith, C. (2015). Frozen shoulder: A systematic review of therapeutic options. *World J Orthop*, 6(2), 263-268. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i2.263>

- Urayama, M., Itoi, E., Hatakeyama, Y., Pradhan, R. L., & Sato, K. (2001). Function of the 3 portions of the inferior glenohumeral ligament: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg*, *10*(6), 589-594. <https://doi.org/10.1067/mse.2001.119391>
- van de Pol, R. J., van Trijffel, E., & Lucas, C. (2010). Inter-rater reliability for measurement of passive physiological range of motion of upper extremity joints is better if instruments are used: a systematic review. *J Physiother*, *56*(1), 7-17.
- van der Windt, D. A., van der Heijden, G. J., Scholten, R. J., Koes, B. W., & Bouter, L. M. (1995). The efficacy of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) for shoulder complaints. A systematic review. *J Clin Epidemiol*, *48*(5), 691-704. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(94\)00170-u](https://doi.org/10.1016/0895-4356(94)00170-u)
- Vastamaki, H., Kettunen, J., & Vastamaki, M. (2012). The natural history of idiopathic frozen shoulder: a 2- to 27-year followup study. *Clin Orthop Relat Res*, *470*(4), 1133-1143. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-2176-4>
- Vastamaki, H., Varjonen, L., & Vastamaki, M. (2015). Optimal time for manipulation of frozen shoulder may be between 6 and 9 months. *Scand J Surg*, *104*(4), 260-266. <https://doi.org/10.1177/1457496914566637>
- Vermeulen, H. M., Stokdijk, M., Eilers, P. H., Meskers, C. G., Rozing, P. M., & Vliet Vlieland, T. P. (2002). Measurement of three dimensional shoulder movement patterns with an electromagnetic tracking device in patients with a frozen shoulder. *Ann Rheum Dis*, *61*(2), 115-120. <https://doi.org/10.1136/ard.61.2.115>
- Vicente Herrero MT, D. B. S., Bandrés Moya F, Ramírez Iñiguez de la Torre MV, Capdevila Garcia L. (2018). Valoración del dolor. Revision comparativa de escalas y cuestionarios. *Rev Soc Esp Dolor*, *25*(4), 228-236. <https://doi.org/10.20986/resed.2018.3632/2017>
- Wang, L., Liu, Y., Su, X., & Liu, S. (2015). A Meta-Analysis of Arthroscopic versus Open Repair for Treatment of Bankart Lesions in the Shoulder. *Med Sci Monit*, *21*, 3028-3035. <https://doi.org/10.12659/MSM.894346>
- Wang, W., Shi, M., Zhou, C., Shi, Z., Cai, X., Lin, T., & Yan, S. (2017). Effectiveness of corticosteroid injections in adhesive capsulitis of shoulder: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, *96*(28), e7529. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000007529>
- Warner, J. J., Allen, A., Marks, P. H., & Wong, P. (1996). Arthroscopic release for chronic, refractory adhesive capsulitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, *78*(12), 1808-1816. <https://doi.org/10.2106/00004623-199612000-00003>
- Waschke, F. P. J. (2018). *Sobotta Atlas of Anatomy English/Latin* (16th ed., Vol. 1). Elsevier.
- Watson, L., Bialocerkowski, A., Dalziel, R., Balster, S., Burke, F., & Finch, C. (2007). Hydrodilatation (distension arthrography): a long-term clinical outcome series. *Br J Sports Med*, *41*(3), 167-173. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.028431>



- Wellmon, R. H., Gulick, D. T., Paterson, M. L., & Gulick, C. N. (2016). Validity and Reliability of 2 Goniometric Mobile Apps: Device, Application, and Examiner Factors. *J Sport Rehabil*, 25(4), 371-379. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0041>
- West, C. C. (1945). Measurement of joint motion. *Arch Phys Med Rehabil*(26), 414-425.
- Whelton, C., & Peach, C. A. (2018). Review of diabetic frozen shoulder. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 28(3), 363-371. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2068-8>
- White, & Norkin. (2016a). Basic concepts. In *Measurement of joint motion. A guide to goniometry* (Fifth ed.). F A David Company.
- White, & Norkin. (2016b). The shoulder. In C. C. W. D. J. Norkin (Ed.), *Measurement of joint motion. A guide to goniometry* (Fifth ed., pp. 66-113). F.A Davis.
- White, D. J. N. C. C. (2016). Basic concepts. In *Measurement of joint motion. A guide to goniometry* (Fifth ed., pp. 3-18). F.A Davis.
- White, D. N. C. (2016). The shoulder. In C. C. W. D. J. Norkin (Ed.), *Measurement of joint motion. A guide to goniometry* (Fifth ed., pp. 66-113). F.A Davis.
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Aune, K. T., Porterfield, R. A., Harker, P., . . . Andrews, J. R. (2015). Deficits in Glenohumeral Passive Range of Motion Increase Risk of Shoulder Injury in Professional Baseball Pitchers: A Prospective Study. *Am J Sports Med*, 43(10), 2379-2385. <https://doi.org/10.1177/0363546515594380>
- Wilk, K. E., Reinold, M. M., Macrina, L. C., Porterfield, R., Devine, K. M., Suarez, K., & Andrews, J. R. (2009). Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. *Sports Health*, 1(2), 131-136. <https://doi.org/10.1177/1941738108331201>
- Wong, C. K., Levine, W. N., Deo, K., Kesting, R. S., Mercer, E. A., Schram, G. A., & Strang, B. L. (2017). Natural history of frozen shoulder: fact or fiction? A systematic review. *Physiotherapy*, 103(1), 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2016.05.009>
- Woods, D. A., & Loganathan, K. (2017). Recurrence of frozen shoulder after manipulation under anaesthetic (MUA): the results of repeating the MUA. *Bone Joint J*, 99-B(6), 812-817. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B6.BJJ-2016-1133.R1>
- Xiao, R. C., Walley, K. C., DeAngelis, J. P., & Ramappa, A. J. (2017). Corticosteroid Injections for Adhesive Capsulitis: A Review. *Clin J Sport Med*, 27(3), 308-320. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000358>
- Zhang, J., Zhong, S., Tan, T., Li, J., Liu, S., Cheng, R., . . . Ye, X. (2021). Comparative Efficacy and Patient-Specific Moderating Factors of Nonsurgical Treatment Strategies for Frozen Shoulder: An Updated Systematic Review and Network Meta-analysis. *Am J Sports Med*, 49(6), 1669-1679. <https://doi.org/10.1177/0363546520956293>

- Zou, G. Y. (2012). Sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision and assurance. *Stat Med*, 31(29), 3972-3981. <https://doi.org/10.1002/sim.5466>
- Zreik, N. H., Malik, R. A., & Charalambous, C. P. (2016). Adhesive capsulitis of the shoulder and diabetes: a meta-analysis of prevalence. *Muscles Ligaments Tendons J*, 6(1), 26-34. <https://doi.org/10.11138/mltj/2016.6.1.026>
- Zuckerman, J. D., & Rokito, A. (2011). Frozen shoulder: a consensus definition. *J Shoulder Elbow Surg*, 20(2), 322-325. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.07.008>



# APÉNDICES



## APÉNDICES

### APÉNDICE 1: Hoja de información y consentimiento para participar en el estudio de reproductibilidad del método GRASP.



#### HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO:

**Título del estudio:**

Análisis de la reproducibilidad en sujetos sanos de un sistema de medida goniométrico de la movilidad glenohumeral.

**Investigador principal:**

Miguel Ángel Ruiz Iban

**¿En qué consiste el estudio?**

Este estudio intenta evaluar un nuevo sistema de medida de la movilidad del hombro. Es un sistema sencillo que usa un goniómetro clínico estándar (una regla para medir ángulos) que puede usar en cualquier sitio con relativa facilidad.

Este sistema pretende evaluar la movilidad específica de una parte de la articulación del hombro.

La información obtenida con este sistema puede ser de utilidad clínica en sujetos con patología de hombro, pero el sistema necesita evaluarse primero.

El estudio pretende ver si el sistema de medida obtiene resultados similares cuando se mide a una misma persona de forma repetida y por distintos examinadores.

**¿En qué consiste su participación?**

La participación en el estudio supondrá realizarle tres medidas de la movilidad del hombro consecutivas. Las medidas consistirán medir ciertos ángulos mientras se le coloca el brazo en determinadas posiciones relativamente sencillas e indoloras.

La duración de las tres medidas que se realizarán tiene una duración aproximada de unos 10 minutos.

**¿Por qué se le elige para participar?**

Para poder hacer el estudio se necesitan sujetos sanos que no tengan ni hayan tenido ninguna patología de hombro, y que voluntariamente quieran participar en el estudio. Si usted participa deberá contar con disponibilidad para repetir las medidas espaciadas en el tiempo.

**¿Cuánto tiempo va a durar este estudio?**

El tiempo de participación requerido es lo que dura la realización de las medidas, unos 10 minutos.

**¿Hay riesgos o beneficios por participar?**

Las medidas realizadas no tienen efectos secundarios ya que los instrumentos de recolección de datos y de medida son inocuos.

**¿Hay alguna compensación por participar?**

No se le dará ninguna compensación económica por participar, tampoco los investigadores recibirán ninguna compensación económica por realizar el estudio.

**Confidencialidad:**

El proceso será estrictamente confidencial. Los datos personales de los participantes no serán utilizados en ninguna publicación. Se gestionará el tratamiento de datos en cumplimiento de la nueva ley de protección de datos EU2016/679, que entró en vigor en mayo de 2016 y se aplica en Europa desde el 25 de mayo de 2018. Asimismo, se cumplirá con lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999.

Sus datos serán almacenados de forma anónima durante un máximo de diez años. Si lo desea, tiene la posibilidad de dirigirse a la Autoridad competente en materia de Protección de Datos para ejercer sus derechos respecto a dichos datos.

**Participación:**

La participación es estrictamente voluntaria.

**Derecho a retirarse del estudio:**

Usted tiene derecho a retirarse del estudio en cualquier momento del estudio. Incluso, si en un futuro no desea participar, deberá comunicárselo a los investigadores y sus medidas serán eliminadas de la base de datos.

**Contacto en caso de dudas:**

Investigador principal: Miguel Ruiz Ibán.

Email: [drmi@hotmail.com](mailto:drmi@hotmail.com)

Teléfono: 913368210

Hospital Ramón y Cajal

Ctra. de Colmenar [Viejo km 9,100](#). 28034 Madrid

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica (Planta 2C)

**MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO POR ESCRITO**

Título del ESTUDIO:

Análisis de la reproducibilidad en sujetos sanos de un sistema de medida goniométrico de la movilidad glenohumeral.

Código de protocolo: GONIOGH01

**Investigador principal y promotor del estudio:** MIGUEL ANGEL RUIZ IBÁN

Yo (nombre y apellidos)

.....  
He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con:

..... (nombre del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

FECHA:

FIRMA DEL PARTICIPANTE/  
REPRESENTANTE LEGAL

FECHA:

FIRMA DEL INVESTIGADOR

**APÉNDICE 2: Hoja de recogida de datos del estudio sobre la reproductibilidad de la medida de la movilidad glenohumeral (método GRASP).**

**REPRODUCIBILIDAD DE LA MEDIDA DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL**

**HOJA DE RECOGIDA DE DATOS**

NOMBRE DEL SUJETO MEDIDO:

SEXO:

FECHA NACIMIENTO:

IMC (Peso/Talla<sup>2</sup>):

EXAMINADOR A:

EXAMINADOR B:

FECHA DE LAS MEDIDAS:

	SESIÓN	EXAM A MED 1	EXAM B MED 1	EXAM A MED 2
<b>MOVILIDAD PASIVA DERECHO</b>	ABD			
	ROT EXT 45º			
	ROT INT 45º			
<b>MOVILIDAD PASIVA IZQUIERDO</b>	ABD			
	ROT EXT 45º			
	ROT INT 45º			
<b>MOVILIDAD GLENO- HUMERAL DERECHO</b>	ABD			
	ROT EXT 45º			
	ROT INT. 45º			
<b>MOVILIDAD GLENO- HUMERAL ZQUIERDO</b>	ABD			
	ROT EXT 45º			
	ROT INT. 45º			

## APÉNDICE 3: Aprobación del estudio de reproductibilidad del método GRASP por el Hospital Ramón y Cajal y el Comité de Ética de la Investigación (CEIm)



### Conformidad de la Dirección del HURyC

La Dirección del Hospital Universitario Ramón y Cajal, visto el informe favorable emitido por el Comité de Ética de la Investigación que ha evaluado el estudio:

Título del Estudio:

**ANÁLISIS DE LA REPRODUCIBILIDAD EN SUJETOS SANOS DE UN SISTEMA DE MEDIDA GONIOMÉTRICO DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL.**

Protocolo versión 2 de 24 de febrero de 2019  
HIP/CI versión 2 de 24 de febrero de 2019

Código: GONIOGH01

CEI/CEIm evaluador: CEIm Hospital Universitario Ramón y Cajal

Investigador Principal en el Hospital Universitario Ramón y Cajal: Dr. Miguel Ángel Ruiz Ibán (Traumatología).

Acepta la realización de dicho estudio en el centro, con estricta sujeción al protocolo aprobado y, cuando su ejecución implique algún ingreso o gasto específico, al contrato que se tendrá que formalizar al efecto a través de la entidad gestora: *Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario Ramón y Cajal*.


Madrid a 27 de Marzo de 2019

El director gerente

p.d.f. de 7/05/2018

Fdo. Dra M<sup>a</sup> Angeles Gálvez Múgica



 <p>Hospital Universitario Ramón y Cajal</p>	<p>Comité de Ética de la Investigación con medicamentos</p>
---	---

**DICTAMEN DEL COMITE DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS**

D<sup>a</sup>. Itziar de Pablo López de Abechuco, Secretaria del COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

**CERTIFICA**

Que se ha evaluado la propuesta del promotor referida al ESTUDIO: **GONIOGH01**

TÍTULO:

**ANÁLISIS DE LA REPRODUCIBILIDAD EN SUJETOS SANOS DE UN SISTEMA DE MEDIDA GONIOMÉTRICO DE LA MOVILIDAD GLENOHUMERAL.**

**Protocolo versión 2 de 24 de febrero de 2019**  
**HIP/CI versión 2 de 24 de febrero de 2019**

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos legalmente establecidos, y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Este CEIm actuando como comité evaluador, emite dictamen **FAVORABLE** y acepta que dicho estudio sea realizado en los centros siguientes por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

**Dra. Miguel Ángel Ruíz Ibán / Hospital Universitario Ramón y Cajal**

Y HACE CONSTAR QUE:

- 1º En la reunión celebrada el día **28 de enero de 2019 ACTA nº 358** se decidió emitir el informe correspondiente al estudio de referencia.
- 2º En dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente y se cumplieron las normas de funcionamiento interno del Comité para que la decisión del citado CEIm sea válida.
- 3º El CEIm, tanto en su composición, como en los PNT cumple con las normas de BPC (CPMP/ ICH/ 135/95)
- 4º La composición actual del CEIm es la siguiente:


<b>PRESIDENTE</b>	Sonsoles Sancho García.	Oncología Radioterápica
<b>VICEPRESIDENTE</b>	M <sup>a</sup> Ángeles Gálvez	Farmacología Clínica
<b>SECRETARIO TECNICO</b>	Itziar de Pablo López de Abechuco	Farmacología Clínica
<b>VOCALES</b>	M <sup>a</sup> Jesús Blanchard Rodríguez	Hematología
	Irene Cabrera Troye	Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica
	Yolanda de Blas Fernández	DUE Servicio de Urgencias
	Guillermo García Ribas	Neurología

Ctra. Colmenar, km. 9,100 - 28034 MADRID (Planta -2 Dcha)  
Tlf.: 91 336 8322

E-mail: [ceic.hrc@salud.madrid.org](mailto:ceic.hrc@salud.madrid.org)

1



 <b>Hospital Universitario Ramón y Cajal</b>	<b>Comité de Ética de la Investigación con medicamentos</b>
---	---

	Carmen Guillén Ponce	Oncología Médica. Miembro del Comité de ética asistencial.
	Rosa Ana Hernández Antolín	Cardiología
	Manuel Luque Ramírez	Endocrinología y Nutrición.
	María Muñoz García	Farmacia Hospitalaria.
	Alfonso Muriel García	Bioestadística Clínica
	Cristina Pueyo López	Farmacia Hospitalaria. Máster en Bioética
	Carmen Ruiz Ballesteros	Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica. Abogada
	Javier Sánchez Casajús	Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica
	José Luis San Millán López	Genética Molecular
	Sonia Soto Díaz	Medicina Familiar y Comunitaria.
	Carmen Herrero Domínguez-Berrueta	Farmacéutica de Primaria
	Ana Jiménez Gordo	Oncología Médica. Hospital Universitario Infanta Sofía.
	Javier Martínez González	Gastroenterología.
	Sergio Serrano Villar	Enfermedades Infecciosas. Miembro de la Comisión de Investigación.

En el caso de que algún miembro participe en el estudio o declare algún conflicto de interés no habrá participado en la evaluación, ni en el dictamen de la solicitud de autorización del mismo.


Se recuerda al investigador que al ejecutar este proyecto contrae una serie de compromisos con respecto al Comité (Anexo)

Para que conste donde proceda, y a petición del promotor

Madrid a 27 de Marzo de 2019.

Fdo.: Itziar de Pablo López de Abechuco  
Secretaría CEIm

 **Hospital Universitario  
Ramón y Cajal**  
COMITÉ DE ÉTICA DE LA  
INVESTIGACIÓN CON  
MEDICAMENTOS

 <b>Hospital Universitario Ramón y Cajal</b>	<b>Comité de Ética de la Investigación con medicamentos</b>
---	---

**ANEXO: Compromisos contraídos por el investigador con respecto al Comité de Ética de la investigación:**

Se recuerda al investigador que la ejecución del estudio le supone los siguientes compromisos con el Comité:

- Ejecutar el estudio con arreglo a lo especificado en el protocolo, tanto en los aspectos científicos como en los aspectos éticos.
- Notificar al Comité todas las modificaciones o enmiendas en el estudio y solicitar una nueva evaluación de las relevantes.
- Enviar al Comité un informe final al término de la ejecución del estudio. Este informe deberá incluir los siguientes apartados:
  - Número de registro del estudio en bases de datos públicas de proyectos de investigación, si procede
  - Memoria final del estudio, la enviada a las agencias reguladoras
  - Publicación/es científica/s generada/s por el estudio
  - Información (tipo y modo) transmitida a los sujetos del estudio sobre los resultados de la investigación y sobre los que afecten directamente a su salud (si procede)

**APÉNDICE 4: Protocolo aprobado por el CEIm sobre el estudio de Reproducibilidad en sujetos sanos de un sistema de medida goniométrico de la movilidad glenohumeral.**



**PROTOCOLO**

**Código**

GONIOGH01

Versión 2 (24/02/2019)

**TITULO**

**ANÁLISIS DE LA REPRODUCIBILIDAD EN SUJETOS SANOS DE UN  
SISTEMA DE MEDIDA GONIOMÉTRICO DE LA MOVILIDAD  
GLENOHUMERAL.**



**1. Título del estudio**

Análisis de la reproducibilidad en sujetos sanos de un sistema de medida goniométrico de la movilidad glenohumeral.

- **Código del protocolo**

GONIOGH01

- **Investigador principal y dirección de su centro de trabajo**

Miguel Angel Ruiz Ibán

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica

Hospital Universitario Ramón y Cajal

Ctra. de Colmenar Km 9,100

28034 Madrid.

Tel: +34 91 3368208 655668479.

e-mail: [drmri@hotmail.com](mailto:drmri@hotmail.com)

- **Centros en los que se prevé realizar el estudio**

Servicio de traumatología del Hospital Ramón y Cajal.

- **Comité Etico de Investigación Clínica que evalúa el ensayo**

CEIC del Hospital Hospital Ramón y Cajal.

- **Objetivo principal**

Evaluar la reproducibilidad de un sistema de valoración con goniómetro de la movilidad de la articulación glenohumeral del hombro.

- **Diseño**

Estudio experimental de reproducibilidad sobre voluntarios sanos.

- **Enfermedad o trastorno en estudio**

Cinemática del hombro sano

- **Población en estudio y número total de pacientes**

Sujetos sanos sin patología de hombro (30 sujetos)

- **Calendario**

3 meses.

- **Fuente de financiación**

No se dispone de fuente de financiación

## Índice

1. Resumen.....	5
2. Información general.....	6
3. Justificación del artículo y revisión crítica de la bibliografía.....	7
4. Objetivos.....	10
5. Fuente de información y ámbito.....	10
6. Diseño del estudio.....	11
7. Variables e instrumentos de medida.....	12
8. Análisis estadístico.....	14
9. Aspectos éticos.....	15
10. Consideraciones prácticas.....	17

## 1. Resumen

El objetivo del estudio es realizar medidas repetidas en el tiempo por distintos investigadores en una serie de sujetos sanos a fin de analizar la reproducibilidad intra e inter-observador del sistema de medida.



## **2. Información general**

### **Título del estudio**

Análisis de la reproducibilidad en sujetos sanos de un sistema de medida goniométrico de la movilidad glenohumeral

### **Código del protocolo**

GONIOGH01

### **Datos de los investigadores y colaboradores**

Investigador principal: Miguel Ángel Ruiz Ibán

Investigadores colaboradores: Susana Alonso Guemes, Jorge Diaz Heredia,.

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica Hospital Ramón y Cajal

Ctra. de Colmenar Km 9,100

28034 Madrid.

Tel y Fax: +34 91 520 24 25.

e-mail: drmri@hotmail.com

### **Centros y CCAA donde se prevea realizar**

Hospital Ramón y Cajal (Madrid). Comunidad Autónoma de Madrid

### **Duración prevista del estudio**

3 meses



### **3. Justificación del estudio y revisión crítica de la bibliografía**

El hombro es la articulación más móvil del cuerpo humano. Una de las claves de esta movilidad es el hecho de que la “articulación del hombro” es en realidad un complejo sistema osteoarticular y muscular que incluye decenas de músculos que se proyectan desde el cúbito al iliaco y al occipital y tres articulaciones complejas: la articulación glenohumeral (GH), la escapulotorácica y la acromioclavicular. En líneas generales se acepta que, en los movimientos del hombro la mitad del rango normal de movilidad se atribuye a la articulación GH y el resto al complejo escapulo-clavícula-tórax.

La evaluación completa de estas articulaciones exige del examinador no solo la valoración estática de estas articulaciones sino un análisis dinámico de la participación de cada articulación en el movimiento y del patrón muscular que es complejo de reproducir y que hace que su evaluación clínica se limite, en muchas ocasiones, a indicar simplemente el rango movilidad completo del grupo de las tres articulaciones sin hacer distinciones sobre el origen de ese movimiento.

Dada esta complejidad, distintos investigadores han utilizado sistemas sofisticados para poder realizar un análisis tridimensional de la cinemática de la articulación. Estos sistemas se basan principalmente en el uso de herramientas de análisis de movimiento mediante sensores electromagnéticos y requieren de

equipo especializado, personal dedicado y salas específicas para obtener datos de interés, lo cual las aleja de su uso en la clínica habitual y los reserva para ambientes de investigación. El uso de inclinómetros digitales puede solventar algunas de estas limitaciones, pero no todos. Hannah et al[1] en una revisión reciente compara estos sistemas y ahonda sobre las ventajas e inconvenientes de cada uno. Los resultados obtenidos por distintos grupos de investigación han demostrado que estas técnicas son útiles para comprender mejor cómo funciona la articulación y cómo se altera dicha función con la patología, como ha demostrado recientemente Lawrence et al[2] en un estudio realizado con sensores atornillados al hueso.

Entre los distintos problemas clínicos que aparecen en el hombro, la pérdida de movilidad de la articulación aparece con relativa frecuencia de forma asociada o no a otros síntomas como el dolor o la pérdida de fuerza. Hay algunos grupos de pacientes en los que la pérdida de rango de movimiento es el principal problema, siendo buenos ejemplos los sujetos con rigidez de hombro primaria [3](síndrome de hombro congelado, capsulitis retráctil...etc.) y aquellos con secuelas de fracturas de humero proximal tratadas de forma conservadora en los que se consigue la consolidación pero que no recuperan el rango de movilidad normal de la articulación.

En los sujetos con estos trastornos se reconoce que el problema está focalizado principalmente en la articulación glenohumeral y/o en el espacio subacromial. Sin embargo, esta limitación del movimiento a ese nivel es difícil de evaluar por sí sola, ya que no disponemos de métodos fiables de evaluación

de la participación de cada articulación en el rango de movimiento total de estos sujetos.

Es por tanto de interés en muchos pacientes (y en particular en aquellos con rigidez de hombro) el disponer de herramientas sencillas de usar y accesibles en la práctica clínica que permitan evaluar la participación selectiva de cada articulación en la cinética toraco-escápulo-humeral.

El estudio propuesto pretende evaluar en primer lugar la validez de un sistema de medida sencillo para medir el rango de movilidad específico de la articulación GH. para después aplicar su uso en proyectos futuros para la valoración y seguimiento de pacientes con rigidez de hombro por capsulitis adhesiva o secundaria a fractura de humero proximal.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Hannah DC, Scibek JS (2015) Collecting shoulder kinematics with electromagnetic tracking systems and digital inclinometers: A review. *World J Orthop* 6 (10):783-794. doi:10.5312/wjo.v6.i10.783
2. Lawrence RL, Braman JP, Laprade RF, Ludewig PM (2014) Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints. *J Orthop Sports Phys Ther* 44 (9):636-645, A631-638. doi:10.2519/jospt.2014.5339
3. Tauro JC, Paulson M (2008) Shoulder stiffness. *Arthroscopy* 24 (8):949-955. doi:S0749-8063(08)00230-2 [pii]  
10.1016/j.arthro.2008.03.014



#### **4. Objetivos**

El objetivo es evaluar la reproducibilidad de un sistema de valoración con goniómetro del arco de movilidad glenohumeral del hombro.

#### **5. Fuente de información y ámbito**

Se seleccionarán voluntarios sanos entre los miembros del servicio de traumatología y personal del hospital.

Las mediciones se realizarán en las consultas de traumatología.

## 6. Diseño del estudio

Estudio experimental trasversal de análisis de reproducibilidad de un sistema de medida.

### 6.1. Definición de la población

La población sobre la que se pretende validar el sistema de medida incluye a priori toda la población adulta española.

Se seleccionará una muestra de 30 sujetos. Estos sujetos ni antecedentes de la misma, además el rango de movilidad será normal.

Los criterios de inclusión serán:

- Edad mayor de 18 años
- Índice de masa corporal <30.
- No patología de hombro diagnosticada
- No antecedentes de patología o cirugía en los hombros
- Rango de movilidad simétrico y normal (abducción >150°, flexión >165°)
- Aceptar participar en el estudio y firmar el consentimiento informado.

### 6.2. Período de observación

Las 3 medidas se realizarán de forma repetida en una misma sesión.

### 6.3. Limitaciones del estudio:

El análisis de reproducibilidad no tiene graves limitaciones intrínsecas. La n es la adecuada para dicho tipo de análisis. La principal limitación es no poder hacer una validación simultánea del sistema, esto es, no disponer como control de un sistema tridimensional electromagnético validado de evaluación de la

cinemática del complejo del hombro que discrimine la movilidad glenohumeral de la escapulotorácica que usar como control.

Otra limitación de este estudio es que, con solo 30 sujetos incluidos, no se podrán definir parámetros poblacionales de la cinemática del hombro. Sin embargo, este número si es suficiente para poder realizar el análisis de reproducibilidad. Además, se evalúan los dos hombros en cada voluntario sano, así que la n real es 60.

## **7. Variables e instrumentos de medida.**

### Variables:

A cada sujeto se le realizarán medidas de las siguientes 12 variables, 6 en cada hombro:

- Movilidad pasiva del hombro: abducción, rotaciones externa e interna con brazo en 45° de abducción.
- Movilidad pasiva de la articulación glenohumeral: abducción, rotaciones externa e interna con brazo en 45° de abducción.

### Método de medida:

Las medidas se realizarán en una sola sesión con la participación de dos investigadores. Los investigadores se alternarán en la sala para realizar cada juego de medidas: el investigador que realiza dos juegos de medidas deberá ausentarse de la sala mientras el otro investigador realiza su juego de medidas, de manera que el investigador que no está realizando las medidas no estará presente mientras el otro realiza las medidas, y asegurar el cegado de las



mediciones. el investigador que realiza las medidas repetidas no tendrá acceso a sus datos registrados cuando repite la medición.

A los 30 sujetos incluidos se les realizará la valoración del arco de movilidad pasivo de la articulación completa del hombro en abducción y rotaciones externa e interna según los criterios establecidos en la literatura de evaluación goniométrica de la articulación del hombro con un goniómetro estándar de brazo largo.

A continuación, se realizará la evaluación de la movilidad específica de la articulación glenohumeral en ambos hombros. Con ayuda de un goniómetro clínico estándar se harán las mediciones de abducción y rotaciones externa e interna siguiendo el método de medida que se presenta a continuación.:

Método de medida de la movilidad glenohumeral aislada:

El punto clave de esta evaluación es el bloqueo del movimiento de la escápula. Esto no es posible realizarlo simultáneamente En ambos hombros por lo que las medidas se hacen secuencialmente. El examinador se coloca a la espalda del paciente, por detrás del hombro a explorar. Su mano contralateral con la palma sobre la espina de la escápula con los dedos 2 y 3 sobre el acromion y la articulación acromioclavicular. El pulgar fija el borde medial de la escápula. La mano que bloquea la escápula evita la movilidad escapulotorácica y controla el momento en que la movilidad pasiva del brazo empieza a movilizar la escápula.

En cada movimiento se debe buscar identificar el punto fijo en que la articulación glenohumeral llega a su tope de movilidad. Se hacen las tres medidas de cada lado consecutivamente empezando por el lado sano. El examinador encargado de reproducir el movimiento pasivo realizará cada movimiento de abducción o rotaciones en dos o tres ocasiones hasta encontrar el tope fisiológico, que suele ser indoloro.

Se coloca al sujeto sobre una banqueta alta sin respaldo ni brazos. Con el tronco perpendicular al suelo. Debe descubrirse el tórax, aunque puede llevar una camiseta de asas o el sujetador.

Para empezar, se instruye al sujeto sobre lo que se le va a hacer y la posibilidad de que tenga dolor.

*“Relájese ahora, voy a moverle suavemente el brazo para ver cuanto lo mueve, avíseme si le duele”*

En la medida de la abducción el examinador 1 se coloca detrás del sujeto, bloquea la escápula y empieza con el brazo alineado a lo largo del cuerpo. Con la mano ipsilateral sujeta el codo en flexión de 90° para controlar una pronosupinación neutra. Realiza la abducción hasta el tope de movilidad. Se solicita al sujeto que no realice más movimientos y mantenga la extremidad en dicha posición.

El examinador se coloca detrás del sujeto y coloca el Goniómetro sobre la cabeza humeral con el brazo de medida perpendicular al suelo.

En la medida de rotaciones el examinador lleva el brazo a 45° de abducción glenohumeral y coloca el codo en rotación neutra. , Realiza los movimientos de rotación interna y externa partiendo de 0° a continuación se indica al sujeto que



mantenga la extremidad en dicha posición. El examinador hace las medidas.. Las evaluaciones se realizarán en 3 ocasiones. Dos evaluadores independientes realizarán la evaluación de forma consecutiva, sin coincidir en la sala donde se realizan las mediciones, repitiendo el primer examinador la evaluación en tercer lugar y sin acceso a las medidas realizadas previamente.

Recolección de datos:

Los datos serán recogidos en una hoja preparada al efecto (apéndice 1) por cada examinador según realiza las mediciones y de forma independiente del otro examinador. Posteriormente serán transferidos a una base de datos Excel.

## **8. Análisis estadístico**

Se calcularán los Coeficientes de correlación intraclase (C.C.I). interobservador e intraobservador de las distintas medidas realizadas. Para evaluar la reproducibilidad se considerarán los CCI según la siguiente escala: >0.9 excelente, entre 0,9 y 0.85 bueno, entre 0,85 y 0,8 aceptable, <0,8 pobre. Se realizará además un análisis de correlación lineal y un análisis de Bland-Altman.

Predeterminación del tamaño muestral:

Siguiendo el método propuesto por Zou et al (Statistics in Medicine, 31(29), 3972. 2012) y asumiendo unos valores de CCI de entre 0.8 y 0.9 con una potencia de 0,8 y un nivel de significación estadística de  $p < 0,05$ , se calculó una  $n$  de 58. Dado que se realizan las mediciones sobre los dos hombros de los

sujetos sanos se incluirán 30 sujetos.

## **9. Aspectos éticos**

Los datos personales de los voluntarios, tales como nombre, edad, IMC, etc. serán de carácter confidencial y no se publicarán en ningún momento.

La utilización del aparato de medida (un goniómetro clínico analógico estándar) es totalmente inocua, y no contempla ningún efecto secundario dañino o perjudicial para la salud del sujeto. Tampoco supone ninguna exposición de riesgo, ni radiación, ni emisión de ningún tipo.

Todos los voluntarios serán debidamente informados del procedimiento y deberán firmar un consentimiento informado.

El tratamiento de los datos se hará con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento del Reglamento General de protección de datos el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales

En caso de publicación de los resultados del estudio no se revelará la identidad de los participantes.

## **10. Consideraciones prácticas**

### **10.1 Plan de trabajo**

Reclutamiento de sujetos y toma de medidas: 3 meses (mes 1 a 3)

Análisis de datos: 2 meses (mes 4 y 5)

Redacción de los resultados: 4 meses (mes 5 a 8)

### **10.2 Difusión de los resultados**

Si los resultados derivados del presente estudio se desean publicar, se respetará siempre la confidencialidad de la identidad de los sujetos participantes

## **APÉNDICE 5: Hoja de información y consentimiento para participar en el estudio sobre movilidad glenohumeral en pacientes con capsulitis adhesiva.**



### **HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE**

#### ***Título del estudio***

**REGISTRO DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS Y FUNCIONALES DE LOS SUJETOS CON CAPSULITIS ADHESIVA DE HOMBRO EVALUADOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL**

#### ***Investigador principal y promotor del estudio***

MIGUEL ANGEL RUIZ IBÁN

Se puede poner en contacto con él telefónicamente en el 913368210.

#### ***¿En qué consiste mi problema?***

Usted tiene un problema en su articulación del hombro que hace que le cause dolor y no se mueva bien. Su médico le ha explicado que su problema se llama capsulitis adhesiva u hombro congelado primario.

Su médico le habrá explicado el tratamiento disponible y el plan de tratamiento que se usará en su caso. Incluirá analgésicos, fisioterapia, infiltraciones y, ocasionalmente, cirugía.

#### ***¿En qué consiste mi participación?***

Deseamos conocer los resultados del tratamiento y su evolución durante los próximos años. El protocolo habitual en los pacientes con esta patología es realizar evaluaciones clínicas que se realizarán al menos cada tres meses y necesariamente al año, a los dos años, a los 5 años y cada 5 años a partir de entonces.

En su caso, su inclusión en el estudio supondrá la inclusión de los datos de esas evaluaciones clínicas en una base de datos para su posterior estudio, así como la revisión de su historia clínica para completar los datos sobre su situación.

Mediante esta hoja de información y el consentimiento adjunto se le está pidiendo su autorización para participar en un estudio de investigación clínica totalmente voluntario. Si usted decide no participar, esto no supone ningún problema y no tendrá ninguna repercusión en su atención médica.



**Objetivo del estudio**

El objetivo de este estudio es valorar el resultado clínico y funcional de los sujetos diagnosticados de capsulitis adhesiva de hombro y tratados en la Unidad de Hombro y Codo del Hospital Universitario Ramón y Cajal.

**¿Qué se propone en este estudio?**

Nos proponemos recoger los datos de evolución de todos los pacientes diagnosticados de capsulitis adhesiva de hombro para averiguar cómo podemos mejorar nuestros resultados.

**¿Cómo se seleccionarán a los participantes?**

Todos los pacientes diagnosticados de capsulitis adhesiva de hombro y tratados en la Unidad de Hombro y Codo del Hospital Universitario Ramón y Cajal. Usted está entre ellos.

**Tiempo requerido**

Usted participará en el estudio desde su inclusión y mientras siga acudiendo a realizarse revisiones en este centro.

**Riesgos y beneficios**

Su médico le ha explicado su problema, su pronóstico y el tratamiento disponible.

Su inclusión en el estudio no supone ningún cambio en el tratamiento ni en su seguimiento, ya que se trata de un problema común que se maneja habitualmente en la Unidad. Tampoco tiene ventajas añadidas ni supone que usted acuda más veces a la consulta o pase más tiempo en ella. Además, no le supondrá coste económico ninguno.

**Compensación**

No se le dará ninguna compensación económica por participar, ni los investigadores recibirán ninguna compensación económica por realizar el estudio.

**Confidencialidad**

El proceso será estrictamente confidencial. Los datos serán incluidos en una base de datos personales bajo la responsabilidad del centro y que sigue la normativa vigente en materia de Protección de Datos de Carácter Personal (el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento

europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Cuando los resultados de la investigación sean publicados sus datos personales no serán revelados. El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio/colaboradores, autoridades sanitarias, al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. Sus datos serán almacenados de forma anónima durante 10 años. Usted tiene la posibilidad de dirigirse a la Autoridad competente en materia de Protección de Datos para ejercer sus derechos respecto a esos datos.

#### ***Participación***

La participación es estrictamente voluntaria.

#### ***Derecho a retirarse del estudio***

Usted tiene derecho a retirarse de la investigación en cualquier momento sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

#### ***¿A quien dirigirse en caso de preguntas?***

Investigador principal: Miguel Ángel Ruiz Ibán

Email: [dmri@hotmail.com](mailto:dmri@hotmail.com)

Telefono: 913368210.

Hospital Ramón y Cajal. Ctra. De Colmenar Viejo km 9,100, 28034 Madrid

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica (Planta 2C)

**MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO POR ESCRITO**

Título del ESTUDIO:

REGISTRO DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS Y FUNCIONALES DE LOS SUJETOS CON CAPSULITIS ADHESIVA DE HOMBRO EVALUADOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

**Código de protocolo:** RIGIDEZHOMBRO01

**Investigador principal y promotor del estudio:** MIGUEL ANGEL RUIZ IBÁN

Yo (nombre y apellidos)

.....

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con:

..... (nombre del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

FECHA:

FIRMA DEL PARTICIPANTE/  
REPRESENTANTE LEGAL

FECHA:

FIRMA DEL INVESTIGADOR

## APÉNDICE 6: Cuestionario breve modificado del dolor-forma corta

### B1 Cuestionario Breve para la Evaluación del Dolor (Edición Corta)

Estudio N° \_\_\_\_\_

Hospital N° \_\_\_\_\_

No Escriba Sobre Esta Línea

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

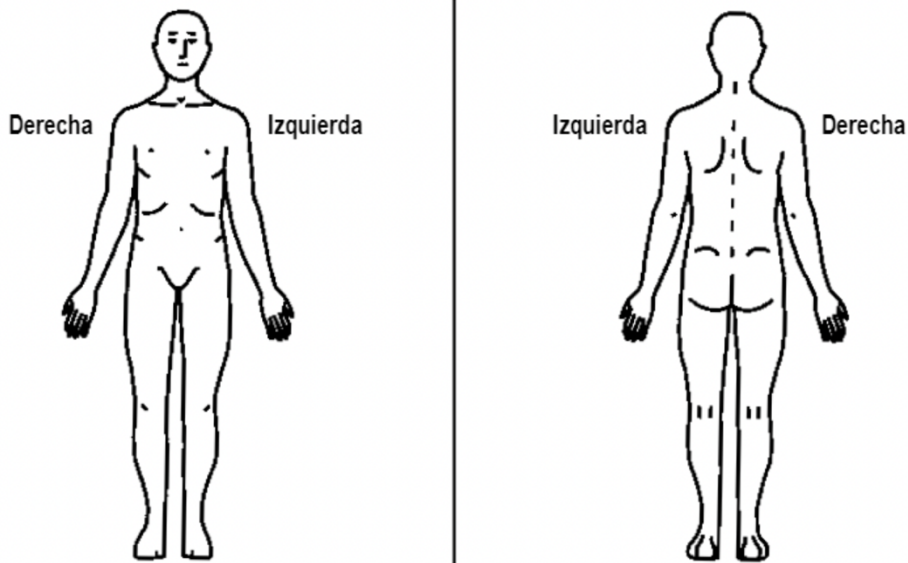
Hora: \_\_\_\_\_

Apellido: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

1. Todos hemos tenido dolor alguna vez en nuestra vida (por ejemplo, dolor de cabeza, contusiones, dolores de dientes). ¿En la actualidad, ha sentido un dolor distinto a estos dolores comunes?

1. Sí                      2. No

2. Indique en el dibujo, con un lápiz, donde siente el dolor. Indique con una "X" la parte del cuerpo en la cual el dolor es más grave.



3. Clasifique su dolor haciendo un círculo alrededor del número que mejor describe la intensidad **máxima** de dolor sentido en las últimas 24 horas.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún Dolor										El Peor Dolor Imaginable

4. Clasifique su dolor haciendo un círculo alrededor del número que mejor describe la intensidad **mínima** de dolor sentido en las últimas 24 horas.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún Dolor										El Peor Dolor Imaginable

5. Clasifique su dolor haciendo un círculo alrededor del número que mejor describe la intensidad **media** de dolor sentido en las últimas 24 horas.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún Dolor										El Peor Dolor Imaginable



6. Clasifique su dolor haciendo un círculo alrededor del número que mejor describe la intensidad de su dolor **actual**.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún Dolor										El Peor Dolor Imaginable

7. ¿Qué tratamiento o medicamento recibe para su dolor? \_\_\_\_\_

8. ¿En las últimas 24 horas, cuánto **alivio** ha sentido con el tratamiento o con el medicamento? Indique con un círculo el porcentaje que mejor se adapta a su alivio.

0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Ningún Alivio										Alivio Total

9. Haga un círculo alrededor del número que mejor describe la manera en que el **dolor ha interferido**, durante las últimas 24 horas, con su:

**A. Actividad en general**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

**B. Estado de ánimo**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

**C. Capacidad de caminar**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

**D. Trabajo normal (ya sea en casa o afuera)**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

**E. Relaciones con otras personas**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

**F. Sueño**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

**G. Capacidad de diversión**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No Interfiere										Interfiere por Completo

## APÉNDICE 7: Test de Constant-Murley

<b>CONSULTAS EXTERNAS</b>	<b>UNIDAD DE HOMBRO</b>
<b>CONSTANT SCORE</b>	

NHC y Nombre del Paciente

**Operación/Diagnostico:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

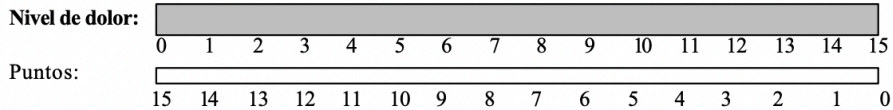
**Lateralidad:** R L

<b>Examen:</b>	Pre-op				
	3 meses	6 meses			
	1 año	2 años	___ años		

**A.- Dolor (/15): media (1 + 2/2)  A**

1. ¿Cuánto dolor tiene dolor en el hombro en sus actividades de la vida diaria?  
 No =15 pts, Mild pain = 10 pts, Moderate = 5 pts, Severe or permanent = 0 pts. \_\_\_\_\_

2. Escala lineal:  
 Si "0" significa no tener dolor y "15" el mayor dolor que pueda sentir, haga un circulo sobre el nivel de dolor de su hombro a  
 La puntuación es inversamente proporcional a la la escala de dolor (Por ejemplo, un nivel de 5 son 10 puntos)



**B.- Actividades de la vida diaria (/20) Total (1 + 2 + 3 + 4)  B**

1. ¿Esta limitada tu vida diaria por tu hombro?  
 No = 4, Limitacio moderada = 2, Limitacion severa = 0 \_\_\_\_\_
2. ¿Esta limitada tu actividad deportiva por tu hombro?  
 No = 4, Limitacio moderada = 2, Limitacion severa = 0 \_\_\_\_\_
3. ¿Te despiertas por el dolor de hombro?  
 No = 2, A veces = 1, Si = 0 \_\_\_\_\_
4. ¿Hasta que altura puedes elevar tu brazo para coger un objeto (pe. un vaso)?  
 Cintura = 2, Xiphoides (esternon) = 4, Cuello = 6, Cabeza = 8, Sobre cabeza = 10 \_\_\_\_\_

**C.- Balance articular (/40): Total (1 + 2 + 3 + 4)  C**

<b>1.- Flexion anterior:</b> 0 - 3      0 pts _____ 31 - 60      2 pts _____ 61 - 90      4 pts _____ 91 - 120      6 pts _____ 121 - 150      8 pts _____ > 150      10 pts	<b>2.- Abduccion:</b> 0 - 30 _____ 31 - 60 _____ 61 - 90 _____ 91 - 120 _____ 121 - 150 _____ > 150
---	--

<b>3.- Rotracion externa:</b> _____ Mano nuca      0 pts Mano detras de la cabeza y codos delante      2 pts Mano detras de la cabeza y codos detras      4 pts Mano sobre la cabeza y codos delante      6 pts Mano sobre la cabeza y codos detras      8 pts Elevacion completa del brazo      10 pts	<b>4.- Rotacion interna: (Pulgar hasta)</b> _____ Muslo Nalga Artic. SI Cintura T12 Entre las escapulas
---	---

**D.- Fuerza (/25): Puntos: media (kg) x 2 =  D**

Primera medicion:      Segunda medicion:      Tercera medicion:      Cuarta medicion:      Quinta medicion:  
 Average pulls:

**TOTAL (/100): A + B + C + D**

## APÉNDICE 8: Hoja de recogida de datos del estudio sobre movilidad glenohumeral en pacientes con capsulitis adhesiva.

**HOJA DE RECOGIDA DE DATOS RIGIDEZ DE HOMBRO**

**Y MOVILIDAD GLENOHUMERAL**

PEGATINA SI ESTA DISPONIBLE

NHC:

NOMBRE:

FECHA NACIMIENTO:

FECHA INICIO SÍNTOMAS:

LADO AFECTO: DERECHO / IZQUIERDO

FASE CLÍNICA INICIAL: INFLAMATORIA CONGELACIÓN

TIPO DE MEDIDAS	SESIÓN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	FECHA												
MEDIDAS DE DOLOR	MAXIMO												
	MÍNIMO												
	MEDIO												
	AHORA												
	EN REHAB												
	EN REPOSO												
MOVILIDAD ACTIVA DERECHO	NOCTURNO												
	FLEX												
	ABD												
	ROT EXT 0º												
	ROT EXT 45º												
MOVILIDAD ACTIVA IZQUIERDO	ROT INT.												
	FLEX												
	ABD												
	ROT EXT 0º												
	ROT EXT 45º												
MOVILIDAD PASIVA DERECHO	ROT INT.												
	FLEX												
	ABD												
	ROT EXT 0º												
MOVILIDAD PASIVA IZQUIERDO	ROT EXT 45º												
	ROT INT.												
	FLEX												
	ABD												
	ROT EXT 0º												
MOVILIDAD GLENO-HUMERAL DERECHO	ROT EXT 45º												
	ROT INT.												
	ABD												
MOVILIDAD GLENO-HUMERAL IZQUIERDO	ROT EXT 45º												
	ROT INT.												
	ABD												

Notas clínicas:

Si son necesarias más anotaciones, escribirlas al dorso y marcar este cuadro

## APÉNDICE 9: Aprobación del estudio de resultados clínicos y funcionales de los sujetos con capsulitis adhesiva de hombro por el comité de ética (CEI/CEIm) del Hospital Ramón y Cajal (AproCEIC 020/21)



### Conformidad de la Dirección del HURyC

La Dirección del Hospital Universitario Ramón y Cajal, visto el informe favorable emitido por el Comité de Ética de la Investigación que ha evaluado el estudio:

Título del Estudio:

**REGISTRO DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS Y FUNCIONALES DE LOS SUJETOS CON CAPSULITIS ADHESIVA DE HOMBRO EVALUADOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL**

**Protocolo versión 01, enero 2021  
HIP/CI versión febrero 2021 tras aclaraciones CEI**

Código: RIGIDEZHOMBRO01

CEI/CEIm evaluador: Hospital Universitario Ramón y Cajal.

Investigador Principal en el Hospital Universitario Ramón y Cajal: **Dr. Miguel Ángel Ruiz Ibán (Traumatología)**

Acepta la realización de dicho estudio en el centro, con estricta sujeción al protocolo aprobado y, cuando su ejecución implique algún ingreso o gasto específico, al contrato que se tendrá que formalizar al efecto a través de la entidad gestora: *Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario Ramón y Cajal.*

Madrid a 18 de Febrero de 2021

El director gerente

p.d.f. de 7/05/2018  
Fdo. Dra Mª Angeles Gálvez Múgica



**DICTAMEN DEL COMITE DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS**

D<sup>a</sup>. Itziar de Pablo López de Abechucu, Secretaria del COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

**CERTIFICA**

Que se ha evaluado la propuesta referida al ESTUDIO con código: **RIGIDEZHOMBRO01**

TÍTULO:

**REGISTRO DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS Y FUNCIONALES DE LOS SUJETOS CON CAPSULITIS ADHESIVA DE HOMBRO EVALUADOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL**

**Protocolo versión 01, enero 2021  
HIP/CI versión febrero 2021 tras aclaraciones CEI**

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos legalmente establecidos, y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- El proceso de selección de los sujetos participantes es apropiado.
- Se considera adecuado el procedimiento previsto para información y obtención del consentimiento informado o, alternativamente, se acepta la exención de consentimiento propuesta para este estudio

Este CEIm actuando como comité evaluador, emite dictamen **FAVORABLE** y acepta que dicho estudio sea realizado en los centros siguientes por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

**Dr. Miguel Ángel Ruiz Ibán / Hospital Universitario Ramón y Cajal**

Y HACE CONSTAR QUE:

- 1° En la reunión celebrada el día **09/02/2021 ACTA 407** se decidió emitir el informe correspondiente al estudio de referencia.
- 2° En dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente y se cumplieron las normas de funcionamiento interno del Comité para que la decisión del citado CEIm sea válida.
- 3° El CEIm, tanto en su composición, como en los PNT cumple con las normas de BPC (E6 R2)
- 4° La composición actual del CEIm es la siguiente:

<b>PRESIDENTE</b>	Sonsoles Sancho García.	Oncología Radioterápica
<b>VICEPRESIDENTE</b>	M <sup>a</sup> Ángeles Gálvez	Farmacología Clínica. Miembro de la Comisión de Investigación.
<b>SECRETARIO TECNICO</b>	Itziar de Pablo López de Abechucu	Farmacología Clínica
<b>VOCALES</b>	M <sup>a</sup> Jesús Blanchard Rodríguez	Hematología
	Irene Cabrera Troye	Licenciada en Derecho. No vinculada laboralmente al Hospital. Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica. Experto

		en normativa de protección de datos. Representante del interés del paciente.
	Yolanda de Blas Fernández	DUE Servicio de Urgencias
	Guillermo García Ribas	Neurología
	Carmen Guillén Ponce	Oncología Médica.
	Manuel Luque Ramírez	Endocrinología y Nutrición.
	María Muñoz García	Farmacia Hospitalaria.
	Alfonso Muriel García	Bioestadística Clínica.
	Cristina Pueyo López	Farmacia hospitalaria y Máster de Bioética. Miembro del Comité de Ética Asistencial
	Carmen Ruiz Ballesteros	Licenciada en Derecho. No vinculada laboralmente al Hospital. Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica.
	Javier Sánchez Casajús	Licenciado en Económicas. No vinculado laboralmente al Hospital. Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica. Representante del interés del paciente
	José Luis San Millán López	Servicio Genética
	Sonia Soto Díaz	Medicina Familiar y Comunitaria.
	Carmen Herrero Domínguez-Berrueta	Farmacéutica de Atención Primaria. Dirección asistencial Noroeste.
	Ana Jiménez Gordo	Oncología Médica. Hospital Universitario Infanta Sofía.
	Javier Martínez González	Gastroenterología.

En el caso de que algún miembro participe en el estudio o declare algún conflicto de interés no habrá participado en la evaluación, ni en el dictamen de la solicitud de autorización del mismo.

Se recuerda al investigador que al ejecutar este proyecto contrae una serie de compromisos con respecto al Comité (Anexo)

Para que conste donde proceda, y a petición del promotor

Madrid

DE PABLO LOPEZ  
DE ABECHUCO  
ITZIAR -  
07493941N

Firmado digitalmente por DE PABLO LOPEZ DE ABECHUCO ITZIAR - 07493941N  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=ES, serialNumber=IDCES-07493941N, givenName=ITZIAR, sn=DE PABLO LOPEZ DE ABECHUCO, cn=DE PABLO LOPEZ DE ABECHUCO ITZIAR - 07493941N  
Fecha: 2021.02.22 13:37:21 +01'00'



**ANEXO: Compromisos contraídos por el investigador con respecto al Comité de Ética de la investigación:**

Se recuerda al investigador que la ejecución del estudio le supone los siguientes compromisos con el Comité:

- Ejecutar el estudio con arreglo a lo especificado en el protocolo, tanto en los aspectos científicos como en los aspectos éticos.
- Notificar al Comité todas las modificaciones o enmiendas en el estudio y solicitar una nueva evaluación de las relevantes.
- Enviar al Comité un informe final al término de la ejecución del estudio. Este informe deberá incluir los siguientes apartados:
  - Número de registro del estudio en bases de datos públicas de proyectos de investigación, si procede
  - Memoria final del estudio, la enviada a las agencias reguladoras
  - Publicación/es científica/s generada/s por el estudio
  - Información (tipo y modo) transmitida a los sujetos del estudio sobre los resultados de la investigación y sobre los que afecten directamente a su salud (si procede)



## **APÉNDICE 10: Protocolo aprobado por CEI/CEIm sobre el registro de los resultados clínicos y funcionales de los sujetos con capsulitis adhesiva de hombro evaluados en el Hospital universitario Ramón y Cajal**



### **PROTOCOLO**

Código RIGIDEZHOMBRO01

Versión 0.1

### **TÍTULO**

**REGISTRO DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS Y FUNCIONALES DE LOS SUJETOS CON  
CAPSULITIS ADHESIVA DE HOMBRO EVALUADOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO  
RAMÓN Y CAJAL**



## Índice

<b>1. Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Información general.....</b>	<b>4</b>
2.1 Título del estudio .....	4
2.2 Código del protocolo .....	4
2.3 Datos de los investigadores y colaboradores .....	4
2.4 Centros y CCAA donde se prevea realizar.....	4
2.5 Duración prevista del estudio .....	5
<b>3. Justificación del artículo y revisión crítica de la bibliografía.....</b>	<b>7</b>
3.1 Bibliografía .....	8
<b>4. Objetivos .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Fuente de información y ámbito.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Diseño del estudio.....</b>	<b>10</b>
6.1 Definición de la población .....	11
6.2 Período de observación .....	12
6.3 Limitaciones del estudio .....	12
<b>7. Variables e instrumentos de medida. Definición y descripción de las mediciones</b>	<b>13</b>
<b>8. Análisis estadístico.....</b>	<b>13</b>
<b>9. Aspectos éticos .....</b>	<b>14</b>
<b>10. Consideraciones prácticas .....</b>	<b>15</b>
10.1 Plan de trabajo.....	15
10.2 Difusión de los resultados.....	15

## 1. Resumen

La capsulitis adhesiva del hombro, también llamada hombro congelado, es una patología idiopática que se presenta con dolor y rigidez. Se caracteriza por presentar una inflamación inicial seguida de alteraciones fibróticas en la cápsula glenohumeral, que no presentaba lesiones previas. Su prevalencia es del 3-5%, afecta fundamentalmente a adultos entre la quinta y sexta década de vida, y presenta una fuerte asociación con la diabetes mellitus. El curso clínico fue definido clásicamente por Julius Nevasier constando de tres fases: una fase inicial de congelación, de 2 a 9 meses de duración, que cursa con un intenso dolor de hombro y el desarrollo progresivo de rigidez. Más tarde, en la fase de hombro congelado (4 a 12 meses), el dolor desaparece progresivamente y la rigidez persiste. Finalmente, en la fase de descongelación (5-26 meses), la rigidez desaparece lentamente, pero hasta el 40% de los casos tendrán una rigidez persistente. El diagnóstico es fundamentalmente clínico. En el examen físico presentan una pérdida de rango de movimiento pasivo, con la fuerza preservada. La resonancia magnética mostrará cambios inflamatorios y engrosamiento capsular.

El tratamiento es inicialmente conservador: los AINES por vía oral y las inyecciones intraarticulares de esteroides pueden proporcionar un alivio del dolor a corto plazo. La fisioterapia se considera el pilar del tratamiento, pero la terapia intensiva tiene peores resultados que los ejercicios autoaplicados en el domicilio. Cuando los síntomas persisten durante 3 a 6 meses sin mejorar, se considera realizar la liberación capsular artroscópica obteniéndose buenos resultados.

Este estudio busca establecer un registro de los sujetos diagnosticados de capsulitis adhesiva primaria en la Unidad de Hombro y Codo de este Hospital, que permita evaluar los resultados clínicos obtenidos y compararlo con la evidencia publicada. Para esto se analizarán los resultados clínicos de estos sujetos a largo plazo y se realizará un registro cuidadoso de las características epidemiológicas de los pacientes, la evolución de los niveles de dolor y rango de movilidad del hombro, así como del tratamiento administrado.

## 2. Información general

### ***Título del estudio***

Registro de los resultados clínicos y funcionales de los sujetos con capsulitis adhesiva de hombro evaluados en el Hospital Universitario Ramón Y Cajal

### ***Código del protocolo***

RIGIDEZHOMBRO01

### ***Datos de los investigadores y colaboradores***

Investigador principal: Miguel Ángel Ruiz Ibán<sup>1</sup>

Investigadores colaboradores: Jorge Díaz Heredia, Raquel Ruiz Díaz, Ignacio de Rus Aznar; Susana Alonso Güemes

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica Hospital Ramón y Cajal

Ctra. de Colmenar Km 9,100. 28034 Madrid.

Tel y Fax: +34 91 520 24 25. e-mail: [drmri@hotmail.com](mailto:drmri@hotmail.com)

### ***Centros y CCAA donde se prevea realizar***

Servicio de Traumatología del Hospital Ramón y Cajal (Madrid).



***Duración prevista del estudio***

Ilimitada

***Comité Ético de Investigación Clínica que evalúa el estudio***

CEIC del Hospital Universitario Ramón y Cajal

***Objetivo principal***

Valorar los resultados clínicos y funcionales de los sujetos con capsulitis adhesiva de hombro evaluados en la Unidad de hombro y Codo del Hospital Universitario Ramón Y Cajal

***Diseño***

Estudio observacional longitudinal, con datos recogidos de forma retrospectiva y prospectiva, de pacientes evaluados en la Unidad de Hombro y Codo del Hospital Universitario Ramón y Cajal a los que se les diagnostica una capsulitis adhesiva de hombro.

***Enfermedad o trastorno en estudio***

Capsulitis adhesiva de hombro.

***Población en estudio y número total de pacientes***

Pacientes con diagnóstico de Capsulitis adhesiva de hombro. Se incluirán todos los sujetos desde enero de 2019.

**Calendario**

En el primer semestre del estudio se recogerán los datos disponibles en las bases de datos del hospital de los sujetos con dicho diagnóstico que estén siendo evaluados en consultas del hospital hasta ese momento. Hay disponible un registro informal de estos sujetos desde enero de 2019.

Adicionalmente, desde el comienzo del estudio se reclutarán todos los pacientes a los que se les diagnostique capsulitis adhesiva. Se realizarán análisis anuales de los resultados funcionales y clínicos al año, a los dos años, a los cinco años y cada cinco años adicionales.

***Fuente de financiación***

No se dispone de fuente de financiación.

### 3. Justificación del estudio y revisión crítica de la bibliografía

La capsulitis adhesiva del hombro, también llamada hombro congelado, es una patología idiopática que se presenta con dolor y rigidez. Se caracteriza por presentar una inflamación inicial seguida de alteraciones fibróticas en la cápsula glenohumeral, que no presentaba lesiones previas(1). Su prevalencia es del 3-5%, afecta fundamentalmente a adultos entre la quinta y sexta década de vida, y presenta una fuerte asociación con la diabetes mellitus(2). El curso clínico fue definido clásicamente por Julius Nevasier (3) constando de tres fases: una fase inicial de inflamación, de 2 a 9 meses de duración, que cursa con un intenso dolor de hombro y el desarrollo progresivo de rigidez. Más tarde, en la fase de congelación (4 a 12 meses), el dolor desaparece progresivamente y la rigidez persiste. Finalmente, en la fase de descongelación (5-26 meses), la rigidez desaparece lentamente, pero hasta el 40% de los casos tendrán una rigidez persistente(4, 5). El diagnóstico es fundamentalmente clínico. En el examen físico presentan una pérdida de rango de movimiento pasivo, con la fuerza preservada. La resonancia magnética mostrará cambios inflamatorios y engrosamiento capsular(6).

El tratamiento es inicialmente conservador: los AINES por vía oral y las inyecciones intraarticulares de esteroides pueden proporcionar un alivio del dolor a corto plazo. La fisioterapia se considera el pilar del tratamiento, pero la terapia intensiva tiene peores resultados que los ejercicios autoaplicados en el domicilio(7). Cuando los síntomas persisten durante 3 a 6 meses sin mejorar, se considera realizar una intervención que consiste en una liberación capsular artroscópica, obteniéndose buenos resultados(8-10). Como los pacientes que eventualmente requieren cirugía, pasan típicamente muchos meses sometidos a un tratamiento conservador costoso, y que a menudo no quita el dolor, lo ideal sería averiguar con antelación qué sujetos necesitarán cirugía, pero no existen predictores claros del fracaso del tratamiento conservador(5, 11).

Existe escasa literatura disponible que analice los resultados e implicaciones a largo plazo de los pacientes con capsulitis adhesiva(4, 5, 12). Por tanto, creemos relevante tener un conocimiento preciso del resultado funcional y clínico de estos pacientes cuando son tratados en nuestro servicio.



### 3.1 Bibliografía

1. Le HV, Lee SJ, Nazarian A, Rodriguez EK. Adhesive capsulitis of the shoulder: review of pathophysiology and current clinical treatments. *Shoulder Elbow*. 2017;9(2):75-84.
2. Ramirez J. Adhesive Capsulitis: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2019;99(5):297-300.
3. Neviasser JS. Adhesive capsulitis of the shoulder (the frozen shoulder). *Med Times*. 1962;90:783-807.
4. Hand C, Clipsham K, Rees JL, Carr AJ. Long-term outcome of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(2):231-6.
5. Shaffer B, Tibone JE, Kerlan RK. Frozen shoulder. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(5):738-46.
6. Fields BKK, Skalski MR, Patel DB, White EA, Tomasian A, Gross JS, et al. Adhesive capsulitis: review of imaging findings, pathophysiology, clinical presentation, and treatment options. *Skeletal Radiol*. 2019;48(8):1171-84.
7. Diercks RL, Stevens M. Gentle thawing of the frozen shoulder: a prospective study of supervised neglect versus intensive physical therapy in seventy-seven patients with frozen shoulder syndrome followed up for two years. *J Shoulder Elbow Surg*. 2004;13(5):499-502.
8. Redler LH, Dennis ER. Treatment of Adhesive Capsulitis of the Shoulder. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(12):e544-e54.
9. Rangan A, Brealey SD, Keding A, Corbacho B, Northgraves M, Kottam L, et al. Management of adults with primary frozen shoulder in secondary care (UK FROST): a multicentre, pragmatic, three-arm, superiority randomised clinical trial. *Lancet*. 2020;396(10256):977-89.
10. Cuellar Gutierrez R, Ruiz Iban MA, Diaz Heredia J, Cuellar Ayestarán A. Results of arthroscopic arthrolysis in post-traumatic shoulder stiffness. *Rev Esp Artrosc Cir Articul*. 2015;22(24):7.
11. Zhang J, Zhong S, Tan T, Li J, Liu S, Cheng R, et al. Comparative Efficacy and Patient- Specific Moderating Factors of Nonsurgical Treatment Strategies for Frozen Shoulder: An Updated Systematic Review and Network Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2020:363546520956293.
12. Binder AI, Bulgen DY, Hazleman BL, Roberts S. Frozen shoulder: a long-term prospective study. *Ann Rheum Dis*. 1984;43(3):361-4.

## 4. Objetivos

Establecer un registro detallado de todos los sujetos que se diagnostiquen de capsulitis adhesiva en la Unidad de Hombro y Codo del Hospital Ramón y Cajal (Madrid).

Evaluar los resultados clínicos y funcionales de estos pacientes en nuestras manos y compararlas con la evidencia publicada, analizando los resultados a largo plazo y realizando un registro cuidadoso de las características epidemiológicas de los pacientes, la evolución de los niveles de dolor y rango de movilidad del hombro, así como del tratamiento administrado.

## 5. Fuente de información y ámbito

Se incluirá a todos los sujetos que se diagnostiquen de capsulitis adhesiva en la Unidad de Hombro y Codo del Hospital Ramón y Cajal desde enero de 2019 en adelante.

Los datos a recoger en el estudio se obtendrán de la historia clínica del paciente, de las notas de evolución clínica, del protocolo quirúrgico, si existiese, y del informe de alta. Asimismo, se analizarán las imágenes radiológicas disponibles para su evaluación.

De estas fuentes se recogerán los siguientes datos para analizar:

- Datos epidemiológicos: fecha de nacimiento, sexo, talla y peso.
  - Antecedentes personales relevantes.
  - Nivel de actividad basal mediante la escala de Barthel.
  - Datos analíticos.
  - Presencia de comorbilidades.



- Tipo de tratamiento utilizado, así como su duración y eficacia
- Niveles de dolor mediante las respuestas en las cuatro preguntas del BPI (del inglés, *Brief Pain Inventory*) en todas las visitas, incluyendo la preoperatoria.
- Valores en la escala de *Constant-Murley* en todas las visitas anuales.
- En las pruebas radiológicas disponibles se analizará la presencia de las lesiones típicas de la capsulitis, así como de otras lesiones asociadas.
- Durante todo el seguimiento: evaluación del rango de movilidad del hombro y de los niveles de dolor.

Todos estos datos se incluirán en una base de datos Excel creada para este propósito. Dicha base de datos está depositada en los servidores del hospital y es de acceso exclusivo a los miembros del servicio de COT. Se consultará con el servicio de bioinformática para la realización de una base de datos ad hoc para recogida de datos con REDCAP.

## 6. Diseño del estudio

Estudio observacional, con toma de datos de forma retrospectiva y prospectiva, de una cohorte de casos de pacientes a los que se les diagnostica una capsulitis adhesiva en la unidad de Hombro y Codo del hospital.

Se hará análisis retrospectivo de la historia clínica y la iconografía disponible de los pacientes diagnosticados de capsulitis adhesiva desde enero de 2019 y hasta la aprobación del estudio por el CEIC.

A partir de entonces a estos pacientes, y a aquellos a los que se establezca el diagnóstico se les dará la hoja de información y solicitará la firma del consentimiento informado. Se han diseñado dos hojas de información diferenciadas, una para aquellos

sujetos que se incluyan en el estudio después del diagnóstico y otra para aquellos que se incluyan en el momento del diagnóstico. A partir de entonces los datos subsiguientes serán recogidos de forma prospectiva.

### **6.1 Definición de la población**

El diagnóstico de capsulitis adhesiva primaria se establecerá en base a la historia natural y el examen clínico; específicamente se incluirán pacientes con dolor de hombro si cumplen con los siguientes criterios de inclusión:

- 1.-Edad de 18 años o más;
- 2.-Restricción de la rotación externa pasiva a 0º de abducción en el hombro afectado a menos del 50% del hombro contralateral
- 3.-  $\geq 25\%$  de pérdida de rango de movimiento (ROM) en  $\geq 2$  direcciones
- 4.-No tener historia de haber sufrido un traumatismo mayor previo en el hombro.
- 5.- No tener historia de haber sufrido una cirugía previa en el hombro afectado.
- 6.-Tener hombro congelado secundario a otras causas, excepto diabetes (por ejemplo, cirugía cardíaca)
- 7.-Presencia de otras afecciones del hombro, identificadas en radiografías simples o resonancia magnética (MRI), que pudieran ser causa de los síntomas (artrosis, roturas del manguito rotador, tendinitis calcificante).

Esto incluye, según los registros hasta hoy aproximadamente unos 20 pacientes diagnosticados anualmente

### **6.2 Período de observación**

Empieza en enero de 2019 y el seguimiento y reclutamiento se plantean como indefinidos.

### **6.3 Limitaciones del estudio**

La principal limitación de este estudio es su bajo tamaño muestral ya que incluye datos de una sola unidad del Area 4 de salud. Es posible que algunos de estos pacientes sean manejados por otros especialistas (médicos rehabilitadores, reumatólogos, médicos de familia e incluso traumatólogos generales). Se valorá a medio plazo incluir estos colectivos en el estudio.

Adicionalmente no se considera establecer grupos de tratamiento diferenciado. Todos los sujetos se manejarán de acuerdo a la práctica clínica habitual en el centro.

Por último, dado que algunos de los datos se recogen de forma retrospectiva, es posible que la calidad de dichos datos sea inferior a la de los datos recogidos prospectivamente.



## **7. Variables e instrumentos de medida. Definición y descripción de las mediciones**

En la evaluación inicial se recogerán: fecha de nacimiento, sexo, talla y peso. Antecedentes personales relevantes. Nivel de actividad basal (escala de Barthel). Datos radiológicos. Comorbilidades, rango de movilidad, niveles de dolor.

En todas las visitas de seguimiento (que se realizarán al menos cada tres meses y necesariamente al año, a los dos años, a los 5 años y cada 5 años a partir de entonces) se evaluará:

- El arco de movilidad activo y pasivo del hombro afecto.
- El nivel de dolor con respuestas en cuatro preguntas del BPI.
- La situación funcional del hombro con una escala objetiva de función de hombro (Constant-Murley).
- Tratamientos realizados (tipo, frecuencia) así como su nivel de eficacia y sus posibles complicaciones.
- Resultados de pruebas radiológicas adicionales

## **8. Análisis estadístico**

Se analizará la normalidad de las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizará el test de la T de student o la U de Mann-Whitney) para comparar las diferentes variables cuantitativas. Para las variables cualitativas se utilizará la prueba de la Chi cuadrado. El nivel de significación estadística se establecerá en  $p < 0,05$ .

## 9. Aspectos éticos

A los sujetos incluidos no se les realizará ninguna prueba diagnóstica/terapéutica adicional a las habituales en este tipo de pacientes. Tampoco realizarán visitas adicionales a las planteadas de forma habitual a este tipo de pacientes.

Para asegurar el anonimato de los sujetos incluidos los datos recogidos serán almacenados con un código numérico que se asociará a la información personal del sujeto en un listado aparte. De esta manera los datos personales del sujeto no estarán ligados a la información recogida.

Se ha elaborado un consentimiento informado que se incluye en este protocolo. En los pacientes con diagnóstico previo se solicitará su cumplimentación en la próxima revisión clínica habitual (documento 5.2. hoja de información y Consentimiento Informado, CI, retrospectivo). Aquellos sujetos que se diagnostiquen de novo, se les solicitará la firma en el momento de informar al paciente sobre su patología (documento 5.1. hoja de información y CI prospectivo).

El tratamiento de los datos se hará con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento del Reglamento General de protección de datos el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

En caso de publicación de los resultados del estudio no se revelará la identidad de los participantes.

## **10. Consideraciones prácticas**

### **10.1 *Plan de trabajo***

En primer lugar, se revisarán las historias clínicas de los pacientes diagnosticados de capsulitis adhesiva desde 2019 en la unidad que cumplan los criterios de inclusión, y se volcarán en una base de datos confidencial salvo para investigador y colaboradores. Se revisará la historia clínica y las pruebas de imagen de dichos sujetos para completar la base de datos de forma retrospectiva durante los próximos 6 meses.

Se planea incluir a los nuevos posibles sujetos de forma prospectiva de forma indefinida.

Anualmente se hará una evaluación de los resultados clínicos y funcionales, así como de las complicaciones aparecidas, incluyendo en el análisis los sujetos que tengan seguimiento de un año, dos años y 5 años.

### **10.2 *Difusión de los resultados***

Cuando los resultados derivados del presente estudio se publiquen, se respetará siempre la confidencialidad de la identidad de los sujetos participantes

## APÉNDICE 11: Valores de cada una de las variables de movilidad de hombro estudiadas en los voluntarios

HOMBRO	SUJETO	LADO	TABD1.1	TROTEX1.1	TROTIN1.1	GHABD1.1	GHROTEX1.1	GHROTIN1.1	TABD1.2	TROTEX1.2	TROTIN1.2	GHABD1.2	GHROTEX1.2	GHROTIN1.2	TABD2.1	TROTEX2.1	TROTIN2.1	GHABD2.1	GHROTEX2.1	GHROTIN2.1
1	1	D	157	87	60	82	74	39	166	81	55	78	62	32	170	78	60	84	72	43
2	1	I	163	72	66	79	35	46	174	72	68	79	35	44	170	64	75	76	34	48
3	2	D	177	89	73	81	59	35	172	83	85	74	58	44	180	85	77	73	50	35
4	2	I	174	74	53	78	51	29	175	78	50	68	50	24	171	85	59	75	45	25
5	3	D	180	71	78	100	65	67	180	73	79	97	50	70	175	80	84	87	58	65
6	3	I	173	80	81	85	36	70	173	67	78	80	33	70	175	76	88	80	48	72
7	4	D	181	89	77	80	45	43	181	86	78	81	64	47	182	84	74	82	47	30
8	4	I	182	88	82	81	70	44	184	85	70	79	71	43	188	85	68	77	58	44
9	5	D	170	60	76	80	38	59	169	65	67	77	38	49	168	69	70	86	42	49
10	5	I	167	62	78	72	40	46	165	61	65	76	49	38	164	67	64	81	45	41
11	6	D	173	77	88	74	55	39	171	90	87	76	56	39	164	85	88	76	56	33
12	6	I	171	78	82	77	52	48	173	87	85	80	48	36	161	86	84	76	64	41
13	7	D	168	87	88	71	46	44	163	87	90	67	53	39	165	84	84	75	48	44
14	7	I	168	84	89	71	46	47	162	88	85	65	42	38	162	82	86	68	49	48
15	8	D	178	72	83	81	49	72	183	68	85	76	55	66	174	76	81	81	55	74
16	8	I	182	66	74	79	40	38	184	76	85	78	53	49	181	76	82	88	48	41
17	9	D	192	70	73	68	42	31	184	70	76	66	47	33	189	60	70	63	45	32
18	9	I	188	68	83	64	51	60	185	66	72	67	46	59	186	70	69	60	55	58
19	10	D	181	92	70	67	51	31	178	89	65	72	55	37	170	92	70	65	42	27
20	10	I	179	82	70	62	62	35	178	78	73	65	61	45	180	81	63	70	47	28
21	11	D	167	86	72	63	82	38	173	85	70	70	84	39	171	85	80	70	82	48
22	11	I	170	83	70	66	55	32	175	87	70	68	61	38	169	86	78	66	60	50
23	12	D	168	69	88	69	39	60	158	59	86	72	51	62	158	59	82	76	40	62
24	12	I	170	64	79	68	54	54	164	54	89	70	51	52	162	58	89	74	51	58
25	13	D	171	75	72	77	55	40	172	71	72	80	64	47	168	81	75	80	62	50
26	13	I	174	78	80	86	48	40	171	69	75	81	54	51	173	83	80	85	64	48
27	14	D	175	84	82	79	68	55	172	86	81	79	54	49	173	92	87	78	70	63
28	14	I	171	81	80	76	58	58	174	83	76	76	58	57	170	82	88	82	63	53
29	15	D	183	70	75	85	70	69	184	73	80	82	65	71	179	82	82	89	68	64
30	15	I	180	81	77	84	69	73	180	70	82	80	62	71	179	86	84	81	71	68
31	16	D	170	85	82	83	74	58	170	79	78	78	68	62	171	82	82	85	75	58
32	16	I	176	83	80	81	82	72	177	83	80	77	77	68	174	85	78	80	78	57
33	17	D	183	84	80	84	72	56	183	84	80	84	66	61	183	83	73	83	62	51
34	17	I	184	79	83	94	76	71	182	76	86	98	60	58	184	80	77	93	62	68
35	18	D	174	65	83	79	52	45	176	72	83	76	61	50	175	72	74	76	60	48
36	18	I	180	62	89	75	40	46	180	61	84	72	50	53	179	61	78	81	51	50
37	19	D	170	74	84	90	60	45	172	72	79	89	59	56	170	84	79	89	71	45
38	19	I	168	65	86	84	58	43	175	68	78	90	63	47	168	71	86	92	64	43
39	20	D	172	78	85	82	60	39	170	81	82	82	59	41	168	74	79	82	59	38
40	20	I	174	80	86	80	55	43	175	74	81	80	55	38	174	76	81	80	59	39
41	21	D	183	90	86	96	83	53	183	98	79	98	86	50	188	95	83	99	78	47
42	21	I	185	90	85	93	78	53	187	92	74	96	81	54	182	93	80	93	69	51
43	22	D	182	88	84	99	69	40	185	85	80	98	69	48	180	88	81	102	67	48
44	22	I	179	82	78	96	63	50	175	84	88	102	71	57	175	90	81	101	65	64
45	23	D	172	80	73	86	61	44	171	79	73	81	58	45	178	74	79	78	53	49
46	23	I	174	83	75	83	55	40	171	79	75	78	54	47	170	74	79	75	51	53
47	24	D	181	83	81	99	63	57	181	90	83	101	66	60	183	82	79	100	71	58
48	24	I	183	92	80	95	68	52	185	91	83	97	70	51	184	86	83	103	72	49
49	25	D	185	90	80	88	60	43	183	91	81	84	65	39	183	57	80	80	61	46
50	25	I	186	89	58	85	65	53	185	86	54	83	66	42	180	90	64	82	65	39
51	26	D	180	87	55	82	83	33	181	87	52	83	82	37	182	90	61	79	78	47
52	26	I	182	85	77	83	73	59	182	78	65	82	71	48	181	57	72	80	73	58
53	27	D	183	78	97	86	68	60	183	75	86	85	67	56	182	75	89	82	56	59
54	27	I	178	76	93	84	65	53	177	72	87	88	60	46	179	73	83	81	65	60
55	28	D	181	88	80	83	85	67	182	86	85	92	78	62	182	85	81	87	76	60
56	28	I	177	86	77	92	78	66	179	84	83	93	73	62	179	91	78	91	69	61
57	29	D	172	91	85	93	72	40	171	88	83	90	68	48	172	89	70	94	72	51
58	29	I	176	90	87	81	70	70	172	84	85	88	70	67	175	88	72	92	76	64
59	30	D	180	90	77	76	81	45	181	86	79	84	80	49	183	82	70	78	80	54
60	30	I	181	94	78	80	78	55	179	88	81	81	78	51	184	91	72	85	82	44



## APÉNDICE 12 : Publicaciones relacionadas con este trabajo

- RUIZ IBÁN MA, ALONSO GÜEMES S, RUIZ DÍAZ R, ASENJO GISMERO CV, LORENTE GOMEZ A, DIAZ HEREDIA J. EVALUATION OF THE INTER AND INTRA-OBSERVER REPRODUCIBILITY OF THE GRASP METHOD: A GONIOMETRIC METHOD TO MEASURE THE ISOLATED GLENOHUMERAL RANGE OF MOTION IN THE SHOULDER JOINT. *J EXP ORTHOP.* 2021 MAY 15;8(1):37

Ruiz Ibán et al. *J EXP ORTOP* (2021) 8:37  
<https://doi.org/10.1186/s40634-021-00352-z>

Journal of  
Experimental Orthopaedics

ORIGINAL PAPER

Open Access



# Evaluation of the inter and intraobserver reproducibility of the GRASP method: a goniometric method to measure the isolated glenohumeral range of motion in the shoulder joint

Miguel Angel Ruiz Ibán<sup>1\*</sup>, Susana Alonso Güemes<sup>1</sup>, Raquel Ruiz Díaz<sup>1</sup>, Cristina Victoria Asenjo Gismero<sup>2</sup>, Alejandro Lorente Gomez<sup>1</sup> and Jorge Diaz Heredia<sup>1</sup>

### Abstract

**Purpose:** To evaluate the intra and interobserver reproducibility of a new goniometric method for evaluating the isolated passive range of motion of the glenohumeral joint in an outpatient setting.

**Methods:** This is a prospective observational study on healthy subjects. The Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch (GRASP) method is a new method for assessing the isolated range of motion (ROM) of the glenohumeral joint (GH) by a single examiner with a clinical goniometer. It measures the isolated glenohumeral passive abduction (GH-AB), passive external rotation (GH-ER) and internal rotation (GH-IR) with the arm at 45° of abduction. These three GH ROM parameters were measured in both shoulders of 30 healthy volunteers (15 males/15 females, mean age:41.6[SD = 10.3] years). The full shoulder passive abduction, passive external rotation and internal rotation 45° of abduction were measured by the same examiners with a goniometer for comparison. One examiner made two evaluations and a second examiner made a third one. The primary outcome was the intra- and interobserver reproducibility of the measurements assessed with intraclass correlation coefficients (ICC) and the Bland–Altman plot.

**Results:** The intra-observer ICC for isolated glenohumeral ROM were: 0.84 ± 0.07 for GH-ABD, 0.63 ± 0.09 for GH-ER, and 0.61 ± 0.14 for GH-IR. The inter-observer ICC for isolated glenohumeral ROM were: 0.86 ± 0.06 for GH-ABD, 0.68 ± 0.12 for GH-ER, and 0.62 ± 0.14 for GH-IR. These results were similar to those obtained for full shoulder ROM assessment with a goniometer.

**Conclusion:** The GRASP method is reproducible for quick assessment of isolated glenohumeral ROM.

**Level of evidence:** III

**Keywords:** Shoulder, Range of motion, Glenohumeral joint, Goniometric

\*Correspondence: drmiri@hotmail.com

<sup>1</sup> Unidad de Hombro y Codo, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Cta Colmenar km 9,100, 28046 Madrid, Spain

Full list of author information is available at the end of the article



**Background**

The shoulder joint is a complex system in which four different joints (glenohumeral, acromioclavicular, sternoclavicular and scapulothoracic) work synchronically. All these different joints have a role in normal function, during sporting activities, and in shoulder pathology [18]. Certain problems affect more selectively one of these joints and the glenohumeral joint is affected predominantly in different traumatic, overuse or degenerative shoulder problems [4, 11, 16, 20]. When there is a limitation of the shoulder range of motion (ROM), these joints can have different roles.

The importance of understanding the degree of involvement of the glenohumeral joint in the total shoulder ROM has been shown in the general population and in athletes for problems such as adhesive capsulitis [14, 16] or glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) [19]. In both problems the full-shoulder ROM (FS-ROM) might be normal or only slightly changed as glenohumeral stiffness is masked by scapulothoracic hypermobility.

Some authors have suggested different methods for measuring the isolated passive glenohumeral ROM (GH-ROM) with a goniometer in clinic [6, 8]. These methods measure only passive external (PER) or internal rotation (PIR) and block scapular movements by pressing

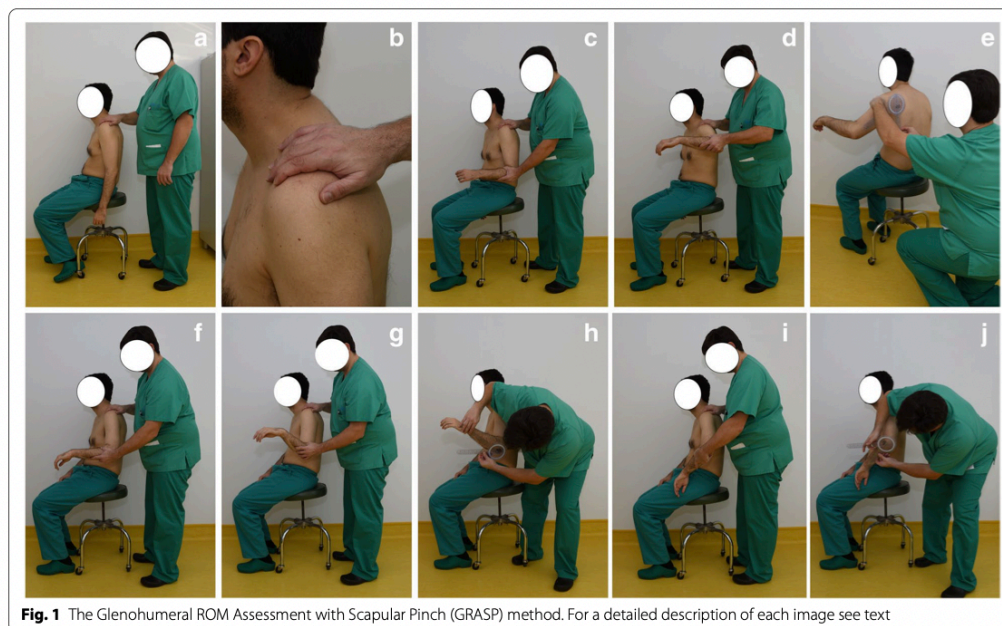
the coracoid and acromion to the bed (thus needing the subject to lie down) and require that the shoulder is placed in 90° of abduction. Lying completely or placing the shoulder in 90° of abduction is sometimes difficult to achieve in painful or older subjects. Although some clinicians assess glenohumeral ROM blocking the scapula with their hands, the so called “Codman’s grip”, this method has not been assessed properly and no reliable method has been developed to measure passive abduction (PABD) of the glenohumeral joint [24].

The main objective of this study was to evaluate the reproducibility in healthy adults of a new simple goniometric method, the Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch (GRASP), that measures selectively the PABD, PER and PIR of the glenohumeral joint and can be used by a single examiner using a simple clinical goniometer. The null hypothesis was that the presented method was not reproducible.

**Material and methods**

**Measurement method**

The Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch (GRASP) method was developed to allow for quick assessment of the passive abduction, external and internal rotation ROM of the glenohumeral joint with



**Fig. 1** The Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch (GRASP) method. For a detailed description of each image see text

a goniometer by a single individual in a busy clinical setting.

The subject to be measured is asked to undress from the thigh up and to sit in a stool (Fig. 1a). Then she/he is asked to relax and informed that no active movement is required from his/her side. For a left shoulder the examiner stands behind the subject, places his/her left hand over the shoulder, with the palm over the scapular spine, the thumb over the posterior aspect of the acromion and the rest of the fingers over the distal clavicle and the acromioclavicular joint (Fig. 1b). The osseous structures are felt delicately, and some soft but firm pressure is applied. The examiner picks up the elbow of the subject from posterior and flexes it to 90° so as to place it in 0° of rotation (Fig. 1c). Then passive abduction is started by the examiner using the right hand to elevate the elbow, taking care to block any scapular upward tilt with the left hand. Abduction is progressed until a firm stop is detected and scapular displacement starts (Fig. 1d). At that moment the examiner asks the subject to hold the arm in position, allowing for scapular movement if required but making sure abduction angle is maintained. Then the glenohumeral passive abduction (GH-PABD) angle is measured from the back with the goniometer, placing the goniometer in the coronal plane, with the vertex at the humeral head and one limb perpendicular to the floor and the other in line with the arm (Fig. 1e). Rotations are assessed in a similar manner: The scapula is blocked with the left hand and the arm is brought to 45° of glenohumeral abduction with the right hand on the elbow, keeping the 0° degrees of rotation, that is, parallel to the floor (Fig. 1f). Then the arm is externally rotated with the right hand while keeping notice of any scapular retraction. The movement is stopped when a firm stop is noticed and scapular displacement starts (Fig. 1g). At that moment the examiner asks the subject to hold the arm in position, then the glenohumeral passive external rotation (GH-PER) angle is measured from the lateral side in the plane of the forearm with the vertex of the goniometer placed at the elbow, one limb perpendicular to the coronal plane and the other in line with the elbow (Fig. 1h). The glenohumeral passive internal rotation (GH-PIR) angle is measured likewise but blocking scapular protraction (Fig. 1i and j). A measurement session can be seen in the video, Supplemental Digital Content 1.

#### Sample size calculation

Based on the sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision of Zou et al. [27] a minimum sample size of 58 was estimated for evaluating reproducibility. A total sample of 60 shoulder (30 subjects) was chosen.

#### Subjects

Thirty healthy subjects (15 males and 15 females, mean age: 41.6 [standard deviation 10.3] years) with no history of shoulder pathology agreed to participate in this research study. Both shoulders' GH-ROM and FS-ROM was measured in all subjects. Since agreement between measurements does not depend on the side in which measurements are made, right and left shoulder of the subjects were considered independently for a total of 60 shoulders.

Written informed consent to participate in the study was obtained for each subject. The study was approved by the Local Institutional Review Board (IRB approval number: 004/19).

#### Data collection

Two examiners took part in data collection, both had extensive experience using the method. Three measurement sessions were completed for each 60 shoulders: two by examiner A (named sessions A1 and A2) and one by examiner B (named session B), following an A1–B–A2 sequence. The actual examiner assigned to the role of A and B was randomized for each patient with a flip of a coin. All sessions were planned in the same day. When one of the examiners was making the measurements, the other examiner left the room to be blinded to the results obtained by his/her fellow investigator.

Each measurement session included sequential measurements of the isolated glenohumeral passive abduction (GH-AB) ROM, passive external rotation (GH-ER) and internal rotation (GH-IR) with the arm at 45° of abduction, followed by measurement of the full passive shoulder ROM in abduction (FS-PABD), external rotation (FS-PER) and internal rotation (FS-PIR) with the arm at 45° of abduction in the sitting position. This second set of measurements was performed as a control for reproducibility. All measurements were performed with a set of long-arm (12") goniometers (Physio Supplies Limited, Spalding, UK).

#### Statistical analysis

The ROM values were tested for normality using the Kolmogorov-Smirnoff test. Intra and interobserver reproducibility was assessed for all six variables using Two Model intraclass correlation coefficients (ICC) [21]. ICC below 0.5 were considered poor, between 0.5 and 0.75 moderate, 0.75 to 0.9 good and >0.9 excellent [12]. For intraobserver reproducibility the data from sessions A1 and A2 were compared. For interobserver reproducibility the data from sessions A1 and A2 were compared with B.



Bland-Altman plots were obtained for all six variables [5].

An arbitrary cut-off point of 10° was established to further assess reproducibility: the percentage of measures that varied more than 10° between repeated measurements was calculated. The minimal clinically important difference (MCID) in ROM for shoulder movements has not been clearly established, but a range of 2° to 10° has been proposed [10, 22].

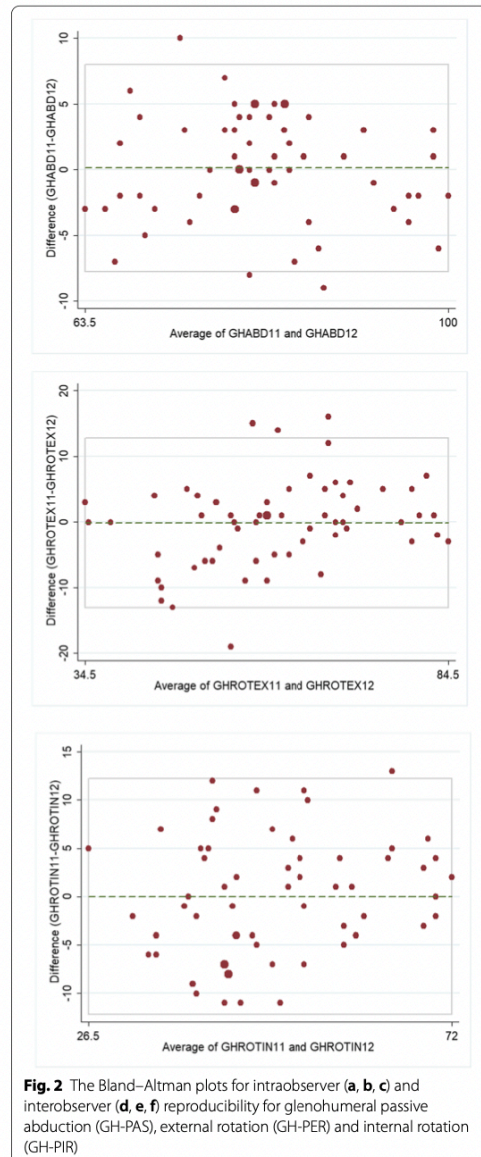
**Results**

The mean [standard deviation] values of the six angular parameters measured were: FS-ABD:176°[6.57°]; FS-ER:79.6°[8.94°]; FS-IR:77.8°[7.59°]; GH-ABD: 81.4°[8.94°]; GH-ER: 61.0°[11.8°]; and GH-IR: 49.9°[10.7°].

The ICC obtained for intra and interobserver reproducibility can be seen in Table 1. There was good agreement in the abduction measurements. For the rotation measurements the agreement was moderate. The results obtained for GH measurements were at least as good as those obtained for FS measurements for all three measured angles. The Bland–Altman plots for all three GH angles measured can be seen in Fig. 2. The percentage of measurements with variations below 10° between examiners was 97% for GH-PAB and 85% for both GH-PER and GH-PIR.

**Table 1** Intra and interobserver Intraclass Correlation Coefficients (ICC) with 95% confidence intervals (95% Conf. Int) for the measurements of isolated glenohumeral passive abduction (GH-AB) ROM, passive external rotation GH-ER) and internal rotation (GH-IR) with the arm at 45° of abduction; and for full shoulder (FS) passive abduction (FS-AB) ROM, passive external rotation (FS-ER) and passive internal rotation (FS-IR) with the arm at 45° of abduction are also presented. ICC values below 0.5 (considered poor reproducibility) are shaded in dark grey, values between 0.5 and 0.75 (moderate reproducibility) are shaded in light grey, and values over 0,75 (good reproducibility) are left white

Variable	Intraobserver		Interobserver	
	ICC	95% Conf. Int	ICC	95% Conf. Int
GH-PAB	0.84	0.75–0.91	0.86	0.77–0.92
GH-PER	0.63	0.52–0.80	0.68	0.52–0.80
GH_PIR	0.61	0.44–0.75	0.62	0.45–0.76
FS-PAB	0.81	0.70–0.89	0.83	0.72–0.90
FS-PER	0.80	0.68–0.88	0.63	0.47–0.77
FS-PIR	0.57	0.41–0.73	0.53	0.36–0.70



**Fig. 2** The Bland–Altman plots for intraobserver (a, b, c) and interobserver (d, e, f) reproducibility for glenohumeral passive abduction (GH-PAS), external rotation (GH-PER) and internal rotation (GH-PIR)

**Discussion**

The most important finding of this study is that the Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch (GRASP) method for the measurement of isolated

passive glenohumeral ROM has reproducibility in line with other standard techniques used in clinical practice to assess full-shoulder passive range of motion. It provides very good reproducibility in abduction measurements and good acceptable reproducibility in external and internal rotation.

A precise assessment of the role that each individual joint has in the full shoulder ROM is something that is rarely done in the typical busy clinical setting [17]. The main exception is glenohumeral internal rotation in subjects with GIRD, a problem that affects overhead athletes such as swimmers [3, 7, 23] and tennis [7, 8, 23] players; in these subjects an imbalance between glenohumeral internal and external rotation causes symptoms and a precise assessment of isolated GH-ROM is needed. In other problems, such as adhesive capsulitis in which the glenohumeral joint is selectively affected, a precise measurement of the isolated GH-ROM could be useful, as it is well-recognized that subjects with adhesive capsulitis use their scapulothoracic joint to compensate for GH-ROM loss, making precise assessment of the clinical course of the disease difficult, as an improvement in FS-ROM could be attributed to progressive healing of the capsular problem but it might also be due to increased scapulothoracic compensation. Thus, a simple method to assess GH-ROM should be of help.

Unfortunately, the available tools to assess reliably the GH-ROM have significant limitations that make them unusable in a typical clinical setting. Systems that use cumbersome motion tracking systems [1, 2], fluoroscopy [9], scapular immobilizers [15] or even percutaneous bone pins [13] have been used in experimental settings and have shown excellent reproducibility. Other authors have presented systems in which an examiner manually immobilises the scapula in supine [23, 25] position while another examiner measures GH-ER and GH-IR. These systems are widely used [19] but have very poor reproducibility, with ICC values below 0.5–0.6 [6, 26]; furthermore they require that the arm is placed in 90° of abduction, a position that might be painful for many subjects with shoulder problems. Some clinicians assess glenohumeral ROM manually blocking the scapula with their hands, the so called “Codman’s grip”, this method has not been properly validated and the GRASP method built on this clinical exam method trying to standardize it.

The new method presented here was developed with the following requirement in mind: it should use only a manual goniometer (available in virtually any outpatient clinic), it should require only one examiner, it should be quick to use and painless to the patient and should be as reproducible as the usual methods to assess ROM in a busy clinical setting. The GRASP method has clear

advantages for the clinician: it is simple to use, requires only one examiner, uses a simple goniometer, does not require the patient to lie or place the shoulder in 90° of abduction (some healthy subjects do not reach 90° of isolated passive glenohumeral abduction and many injured shoulders are very uncomfortable at this extreme ROM), the measurements are easy to interpret and comparisons to the contralateral side or previous exams can be done seamlessly.

The intra and interobserver reproducibility of the GRASP method to assess GH-ROM described are in par with the measurements we took of FS-ROM. This suggests that it might be as adequate as the typical methods that we use in our practice to assess ROM. The ICC values for GH-ABD are especially relevant, with 95% confidence intervals over 0.75, the reproducibility should be considered good and there is no other system, to our knowledge, that allows for GH passive abduction assessment in the clinical setting. The values for GH-ER (0.68) and for GH-IR (0.62) are also acceptable but lower than for abduction, but precise assessment of rotation movements is more difficult [24]. The method presented has similar ICC ranges as the FS-ER and FS-IR measurements presented here and in line, if not better, than those presented by other authors that assess isolated GH rotational ROM: assessments: Boone and Smith [6] tested a supine, manual goniometer, two examiner, manual scapular stabilization method in 50 healthy athletes and found intraobserver ICCs of 0.58 for ER and 0.60 for IR, and interobserver ICCs of 0.78 for ER and 0.38 for IR. Wilk et al. [26] evaluated the reproducibility of three different ways to stabilize the scapula in the supine position during GH-IR measurement and found interobserver ICC consistently below 0.5. thus, this new system seems to be clearly more reproducible than previous methods.

The ICC values obtained are not optimal, this being a limitation of this method, as this tool might be of limited use when very precise assessment is needed. Despite of this, using the MCID threshold of 10° showed that abduction and probably external rotation can be measured relatively safely with this new method and it seems as reproducible if not more reproducible as other available methods. A clear limitation of the measurement method is that it requires the subject to keep the shoulder in 45° of active adduction during rotational measurements, some patients, with significant rotator cuff problems might struggle to keep the arm in that position for long. Another limitation of this study is sample size: although a sample size calculation for the reproducibility analysis was indeed performed, the results obtained are limited in scope regarding the acquisition of normative data for healthy individuals, as the sample size is too small and includes a relatively young population. Ideally



further reproducibility assessment could have been performed making repeated measurements in different days, this was not done and is a limitation of this study. To finish, a clinical tool should not be only accurate, but it should also be useful; this study only evaluates reproducibility, it lacks a clear clinical indication for use; this is a limitation that our research team is working to solve.

### Conclusions

The Glenohumeral ROM Assessment with Scapular Pinch (GRASP) method is an easy to use, reproducible method for quick and assessment of the isolated glenohumeral range of motion in healthy adults. The quality of the data obtained is similar to that obtained when assessing full shoulder passive ROM with a goniometer.

### Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s40634-021-00352-z>. **Acknowledgements** none

### Authors' contributions

All authors took part in data collection and manuscript review. MRI performed the data analysis and wrote the initial manuscript. The author(s) read and approved the final manuscript.

### Funding

No funding was obtained for this study.

### Availability of data and materials

The datasets generated and/or analysed during the current study are not publicly available but are available from the corresponding author on reasonable request.

### Declarations

#### Ethics approval and consent to participate

Written informed consent to participate in the study and consent for publication was obtained for each subject. The study was approved by the Local Institutional Review Board (IRB approval number: 004/19).

#### Consent for publication

The people that appear in the figures and video are authors of the study (MRI and ALG) and consent to the publication of these images.

#### Competing interests

The authors declare they have no competing interests.

#### Author details

<sup>1</sup>Unidad de Hombro y Codo, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Cta Colmenar km 9,100, 28046 Madrid, Spain. <sup>2</sup>Unidad de Hombro y Codo, Hospital FREMAP Majadahonda, Madrid, Spain.

Received: 28 February 2021 Accepted: 8 April 2021  
Published online: 15 May 2021

### References

- Anglin C, Wyss UP (2000) Review of arm motion analyses. *Proc Inst Mech Eng H* 214(5):541–555. <https://doi.org/10.1243/0954411001535570>
- Assi A, Bakouny Z, Karam M, Massaad A, Skalli W, Ghanem I (2016) Three-dimensional kinematics of upper limb anatomical movements

- in asymptomatic adults: dominant vs. non-dominant. *Hum Mov Sci* 50:10–18. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.09.002>
- Bak K (2010) The practical management of swimmer's painful shoulder: etiology, diagnosis, and treatment. *Clin J Sport Med* 20(5):386–390. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181f205fa>
- Beitzel K, Mazzocca AD, Bak K, Itoi E, Kibler WB, Mirzayan R, Imhoff AB, Calvo E, Arce G, Shea K (2014) ISAKOS upper extremity committee consensus statement on the need for diversification of the Rockwood classification for acromioclavicular joint injuries. *Arthroscopy* 30(2):271–278. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.11.005>
- Bland JM, Altman DG (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1(8476):307–310
- Boon AJ, Smith J (2000) Manual scapular stabilization: its effect on shoulder rotational range of motion. *Arch Phys Med Rehabil* 81(7):978–983. <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.5617>
- Chepeha JC, Magee DJ, Bouliane M, Sheps D, Beaupre L (2018) Effectiveness of a posterior shoulder stretching program on university-level overhead athletes: randomized controlled trial. *Clin J Sport Med* 28(2):146–152. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000434>
- Ellenbecker TS, Roeter EP, Piorkowski PA, Schulz DA (1996) Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther* 24(6):336–341. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.6.336>
- Giphart JE, Brunkhorst JP, Horn NH, Shelburne KB, Torry MR, Millett PJ (2013) Effect of plane of arm elevation on glenohumeral kinematics: a normative biplane fluoroscopy study. *J Bone Joint Surg Am* 95(3):238–245. <https://doi.org/10.2106/JBJS.101875>
- Hao Q, Devji T, Zeraatkar D, Wang Y, Qasim A, Siemieniuk RAC, Vandvik PO, Lahdeoja T, Carrasco-Labra A, Agoritsas T, Guyatt G (2019) Minimal important differences for improvement in shoulder condition patient-reported outcomes: a systematic review to inform a BMJ rapid recommendation. *BMJ Open* 9(2):e028777. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028777>
- Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD (2013) Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'scapular summit'. *Br J Sports Med* 47(14):877–885. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092425>
- Koo TK, Li MY (2016) A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 15(2):155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Lawrence RL, Braman JP, Laprade RF, Ludewig PM (2014) Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints. *J Orthop Sports Phys Ther* 44(9):636–645, A631–638. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5339>
- Lin HT, Hsu AT, An KN, Chang Chien JR, Kuan TS, Chang GL (2008) Reliability of stiffness measured in glenohumeral joint and its application to assess the effect of end-range mobilization in subjects with adhesive capsulitis. *Man Ther* 13(4):307–316. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.02.003>
- Lindenfeld TN, Fleckenstein CM, Levy MS, Grood ES, Frush TJ, Parameswaran AD (2015) Reliability of a new clinical instrument for measuring internal and external glenohumeral rotation. *Sports Health* 7(4):312–317. <https://doi.org/10.1177/1941738113512094>
- Neviaser AS, Neviaser RJ (2011) Adhesive capsulitis of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 19(9):536–542
- Norkin C, White D (2009) The shoulder. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. F.A. Davis Company, Philadelphia
- Roche SJ, Funk L, Sciascia A, Kibler WB (2015) Scapular dyskinesis: the surgeon's perspective. *Shoulder Elbow* 7(4):289–297. <https://doi.org/10.1177/1758573215595949>
- Rose MB, Noonan T (2018) Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. *Open Access J Sports Med* 9:69–78. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S138975>
- Ruiz Iban MA (2017) Shoulder instability. Current concepts and controversies. *Open Orthop J* 11:810–811. <https://doi.org/10.2174/1874325001711010810>
- Shrout PE, Fleiss JL (1979) Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 86(2):420–428
- Simovitch R, Flurin PH, Wright T, Zuckerman JD, Roche CP (2018) Quantifying success after total shoulder arthroplasty: the minimal clinically

- important difference. *J Shoulder Elbow Surg* 27(2):298–305. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.09.013>
23. Torres RR, Gomes JL (2009) Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med* 37(5):1017–1023. <https://doi.org/10.1177/0363546508329544>
  24. White J (2016) Chapter 10: The shoulder. In: C Norkin (ed) *Measurement of joint motion. A guide to goniometry*, 5th edn. F.A. Davis Company, Philadelphia, p 66–113
  25. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Aune KT, Porterfield RA, Harker P, Evans TJ, Andrews JR (2015) Deficits in glenohumeral passive range of motion increase risk of shoulder injury in professional baseball pitchers: a prospective study. *Am J Sports Med* 43(10):2379–2385. <https://doi.org/10.1177/0363546515594380>
  26. Wilk KE, Reinold MM, Macrina LC, Porterfield R, Devine KM, Suarez K, Andrews JR (2009) Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. *Sports Health* 1(2):131–136. <https://doi.org/10.1177/1941738108331201>
  27. Zou GY (2012) Sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision and assurance. *Stat Med* 31(29):3972–3981. <https://doi.org/10.1002/sim.5466>

**Publisher's Note**

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

- **RUIZ IBÁN MA, ALONSO GÜEMES S, RUIZ DÍAZ R, DIAZ HEREDIA J, DE RUS AZNAR I, LORENTE MORENO R. ASSESSMENT OF ISOLATED GLENOHUMERAL RANGE OF MOTION IN PATIENTS WITH ADHESIVE CAPSULITIS CAN HELP PREDICT FAILURE OF CONSERVATIVE TREATMENT: A PILOT STUDY. KNEE SURG SPORTS TRAUMATOL ARTHROSC. 2022 JUN;30(6):2099-2104.**

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy  
<https://doi.org/10.1007/s00167-021-06804-4>

SHOULDER



## Assessment of isolated glenohumeral range of motion in patients with adhesive capsulitis can help predict failure of conservative treatment: a pilot study

Miguel Angel Ruiz Ibán<sup>1,2</sup> · Susana Alonso Güemes<sup>1</sup> · Raquel Ruiz Díaz<sup>1,2</sup> · Jorge Diaz Heredia<sup>1,2</sup> · Ignacio de Rus Aznar<sup>1</sup> · Rafael Lorente Moreno<sup>3</sup>

Received: 7 April 2021 / Accepted: 11 November 2021

© The Author(s) under exclusive licence to European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery, Arthroscopy (ESSKA) 2021

### Abstract

**Purpose** To prospectively evaluate a cohort of patients with adhesive capsulitis and identify predictors of failure of conservative treatment in the first 2 months of therapy.

**Methods** This was a single-cohort, prospective observational study that included 20 participants (13 females/7 males; median age of 51.8 years [interquartile range: 8.65]) with primary adhesive capsulitis managed conservatively and evaluated clinically every month for at least 2 years of follow-up (29 [5] months). The evaluation included stage of the disease, treatment applied, radiological findings, pain levels and range of motion (active and passive ROM in the four planes and isolated glenohumeral passive ROM in abduction [GH-ABD], external rotation [GH-ER] and internal rotation). The main outcome assessed was failure of conservative treatment defined as the need for surgery and persistent pain or CMS below 70 points at the 1-year follow-up.

**Results** Seven patients (7/20, 35%) were considered to have failed conservative treatment because they required arthroscopic capsular release 5.2 (2.1) months after the initial diagnosis. Of all the clinical and epidemiological variables, absence of improvement during the first 2 months in isolated glenohumeral ROM abduction and external rotation predicted failure of conservative treatment: improvement in GH-ABD (10° or more) occurred in 10/13 patients in the conservative treatment group and in 1/7 patients in the surgery group ( $p=0.017$ ). Improvement in GH-ER (10° or more) occurred in 9/13 patients in the conservative treatment group and in 0/7 patients in the surgery group ( $p=0.005$ ).

**Conclusions** Precise assessment of isolated glenohumeral ROM in patients with adhesive capsulitis can help identify patients in which conservative treatment might fail. In this study, patients who did not experience early improvements in isolated glenohumeral ROM often required surgery.

**Level of evidence** III (Prospective cohort study).

**Keywords** Shoulder stiffness · Shoulder · Adhesive capsulitis · Frozen shoulder · Range of motion

### Introduction

Adhesive capsulitis of the shoulder, also known as frozen shoulder, is an idiopathic condition that presents with pain and stiffness. Although the condition is considered to be self-limited, 40–50% of patients have persistent symptoms [4], and 10–15% require surgery [4, 5, 14]. Although diabetic and younger Caucasian patients seem to have a higher risk of requiring surgery [5], there are no other clear epidemiological or clinical predictors of failure of conservative treatment.

The purpose of this study was to prospectively evaluate a cohort of patients with adhesive capsulitis and identify

✉ Miguel Ruiz Ibán  
 drmri@hotmail.com

<sup>1</sup> Unidad de Hombro y Codo, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Cta Colmenar km 9,100, 28046 Madrid, Spain

<sup>2</sup> Department of Surgery, Medical and Social Sciences, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, Madrid, Spain

<sup>3</sup> Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario de Badajoz, Badajoz, Spain



predictors of failure of conservative treatment in the first 2 months of therapy. Specifically, the isolated range of motion of the glenohumeral joint was thoroughly evaluated [16]. The null hypothesis was that there would not be any epidemiological or clinical factors in the initial 2 months of assessment that would predict the failure of conservative treatment in these patients.

## Materials and methods

The study was approved by the Clinical Investigation and Ethics Committee of the Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, Spain (IRB approval number 114/20). All patients signed an informed consent form for their participation in the study.

This was a prospective longitudinal study of patients who presented with adhesive capsulitis between 2018 and 2019. The study was performed at an outpatient shoulder clinic, and all patients with shoulder pain and stiffness were considered for inclusion and were evaluated with a simple radiograph and magnetic resonance imaging (MRI). The inclusion criteria were as follows: (1) age 18 years or older; (2) restriction of passive external rotation at 0° of abduction in the affected shoulder to less than 50% of the contralateral shoulder; (3)  $\geq 25\%$  loss of range of motion (ROM) in  $\geq 2$  directions; and (4) willingness to comply with at least 4 months of conservative treatment. The exclusion criteria were as follows: (1) previous major trauma or surgery in the affected shoulder; (2) frozen shoulder secondary to other conditions, such as frozen shoulder after cardiac surgery, except diabetes; (3) presence of any other condition in the radiographs or MRI, that could be related to the symptoms.

After initial assessment, the patients were informed of the nature of their problem and instructed to follow a conservative treatment protocol focussed on pain management and physical therapy. The pain management protocol included: (1) oral analgesics (etoricoxib 60 mg every 24 h per oral, for up to 12 weeks; if pain did not subside or NSAIDs were contraindicated, paracetamol 325 mg/tramadol 37.5 mg, one or two doses every 12 h per oral); (2) intraarticular steroid injections (triamcinolone 40 mg diluted in 8 cm<sup>3</sup> of mepivacaine 1%, offered in all monthly visits to all patients with moderate to severe pain ( $\geq 4/10$ ) and repeated up to three times if effective); and (3) suprascapular nerve blocks (performed under ultrasound and neurostimulation control and offered to patients with severe pain [ $\geq 7/10$ ] if injections and oral analgesics were ineffective). All patients were referred to a physical therapist. The therapist received written instructions recommending a focus during therapy on pain control, scapulothoracic rebalancing and the need to instruct the patient to perform home-based, self-applied, stretching exercises. Intensive physical therapy was explicitly

discouraged. The duration of the physical therapy was left to the discretion of the therapist and the patient. Surgery was considered after at least 4 months of conservative therapy. The surgical indication was performed by the surgeon, in accordance with the patient, and based on the assessment of the evolution of the pain levels and shoulder function.

All patients were evaluated every month for 12 months and at least 24 months after inclusion of the study. If the subject required surgical treatment, the patient was assessed at 12 months and 24 months after initial assessment. The evaluation included the usual epidemiological variables, comorbidities (including diabetes), stage of the disease (freezing or frozen phase as described by Nevasier [12]), radiographic and MRI findings, and number of physical therapy sessions attended. Pain was assessed monthly using questions 3–6 of the Brief Pain Inventory (which assess verbally pain on a 0–10 scale). Active and passive ROM in the affected and contralateral shoulder was evaluated at each monthly visit with a manual goniometer in abduction, flexion, external rotation (at 0° and 45° of abduction), and internal rotation. Isolated glenohumeral passive ROM of both shoulders was recorded in abduction, external and internal rotation with the GRASP method [16]. A Constant–Murley Score (CMS) evaluation was performed at the initial and last visits.

Twenty consecutive patients were included in the study. All were available for at least 2 years of follow-up (median 29 [interquartile range: 5] months). The main characteristics of the 20 patients are shown in Table 1.

The primary outcome assessed was failure of conservative treatment. Conservative treatment was considered a failure if the subject needed surgery or there was persistent pain ( $> 3/10$ ) or CMS  $< 70$  at the 1-year follow-up. The variables assessed as possible predictors of failure of conservative treatment were sex, age, diabetes, stage of the disease, treatment with corticosteroid injections or nerve blocks, absence of improvement of pain levels (defined as less than 2 points of improvement after the first 2 months of conservative treatment) for all four pain levels assessed and absence of improvement of passive range of motion (defined as less than 10° of improvement after the first 2 months of conservative treatment) in any of the planes.

## Statistical analysis

Normality of the quantitative variables was not assumed due to the small sample size. The Mann–Whitney *U* test was used to compare quantitative variables. Fisher's exact test was used to compare dichotomous and qualitative variables. The statistical threshold for significance was established using the Benjamini–Hochberg procedure (false discovery rate = 0.20) [1]. Sample size calculation was performed assuming a 50% rate of failure of conservative treatment: with an effect size of 0.75 and a power of 0.5 (as



**Table 1** Clinical, epidemiological and treatment characteristics of the 20 patients included in the study

Age	51.8 (8.65)
Sex (male:female)	7:13
Side (right:left)	9:11
Diabetes mellitus	2/20
ROM restriction <sup>a</sup> at the first visit	
Passive flexion	36 (22)%
Passive abduction	56 (28)%
Passive external rotation 0°	75 (36)%
Passive external rotation 45°	67 (29)%
Passive internal rotation	67 (22)%
Passive glenohumeral flexion	60 (14)%
Passive glenohumeral external rotation	96 (18)%
Passive glenohumeral internal rotation	77 (13)%
Pain levels (BPI) at the first visit	
Maximum pain	8 (2)
Mean pain	5 (2.25)
Pain now	3.5 (4)
Minimum pain	4 (2)
Constant Score at the first visit	32 (17)
Treatment	
Number of physical therapy sessions	55 (35)
Intraarticular steroid injections <sup>b</sup>	11/20
Nerve block	8/20
Arthroscopic capsular release	7/20

Quantitative variables are presented as median (interquartile range) and qualitative variables as *n*/total

<sup>a</sup>ROM (range of motion) restriction parameters are presented as percentage lost compared to the contralateral side, higher values representing more stiffness; for example, a subject with 45° of active forward flexion in the affected side and 180° in the contralateral side would have 75% loss of ROM

<sup>b</sup>Steroid injections were offered to 15 patients, but only 11 accepted them, and of those, 5 patients received two monthly injections

the study was considered a pilot study), a sample size of 20 was required.

## Results

Of the 20 included patients, 7 (35%) required surgical treatment 5 [2] months after the initial diagnosis, and these cases were considered failures of conservative treatment. None of the patients managed conservatively for one full year presented final pain levels > 3 or CMS < 70. Thus, conservative treatment was considered to have failed only in the seven patients who required surgery. No differences in the final follow-up outcomes between the patients requiring surgery and those who were successfully treated conservatively were appreciated.

None of the clinical and epidemiological variables evaluated at the first visit predicted failure of conservative treatment (Table 2). When variations in ROM during the first 2 months were analysed, full ROM variables did not correlate with failure of conservative treatment; however, assessment of isolated glenohumeral passive abduction and external rotation showed that absence of improvement of at least 10° in these ROM parameters in the first 2 months was strongly associated with failure of conservative treatment (Table 2, Fig. 1).

## Discussion

The most important finding of this study is that in patients with adhesive capsulitis, precise assessment of isolated glenohumeral range of motion is important and is more useful than total passive ROM assessment. If, after 2 months of conservative treatment, there is no improvement in passive glenohumeral abduction or external rotation, there is an increased risk that the subject will require surgery.

Adhesive capsulitis is a problem with a puzzling physiopathology [6]; it is characterised by initial inflammation followed by hyperplasia and fibrosis of the glenohumeral capsule [8]. As the diagnosis is fundamentally clinical, specifying clear criteria for diagnosis is notably difficult [9]. In this study, a set of inclusion criteria was used that closely mimicked those used in a recent high-quality study [14]. The treatment of adhesive capsulitis is initially conservative [8, 13, 15]: physical therapy is considered the mainstay of treatment, and oral NSAIDs, intraarticular steroid injections and nerve blocks can provide short-term pain relief. When symptoms persist for 3–6 months without improvement, manipulation under anaesthesia, hydrodistension and arthroscopic capsular release are considered [3, 14]. In this study, a multimodal approach that included physical therapy and scalable strategies for pain management was used. Hydrodistension was not used, as its superiority over isolated corticosteroid injections is disputed [7, 11]. Mobilisation under anaesthesia was not used because this poses a significant risk of iatrogenic intraarticular lesions [10].

Arthroscopic capsular release is considered when 6–12 months of conservative management has failed [2, 8, 13, 15] and is required in 10–15% of cases [4, 5, 14]. This study suggests that assessing isolated glenohumeral ROM can identify patients with persistent glenohumeral stiffness who seem to require surgery more often. Interestingly, full-shoulder ROM parameters did not have prognostic value. In a subject with newly diagnosed adhesive capsulitis, pain control strategies usually allow the patient to increase the full-shoulder ROM. In some patients, this will be due to general improvement in ROM (the adhesive capsulitis is “healing”), but in some instances, it only means that the

**Table 2** Possible predictors of failure of conservative treatment

Variable	Conservative	Surgery	Signif.
<i>N</i>	13	7	
Age	51.8 (4.4)	42.8 (14.6)	n.s.
Sex (male:female)	4:9	4:3	n.s.
Diabetes mellitus	1/13 (5)	1/7 (%)	n.s.
Initial clinical phase (freezing:frozen)	7:6	2:5	n.s.
Intraarticular steroid injections	6/13 (%)	3/7 (%)	n.s.
Nerve block	3/13 (%)	4/7 (%)	n.s.
Improvement > 10° in ROM in the first 2 months			
Passive flexion	9/13 (69%)	3/7 (43%)	n.s.
Passive abduction	11/13 (%)	4/7 (57%)	n.s.
Passive external rotation 0°	5/13 (%)	3/7 (43%)	n.s.
Passive external rotation 45°	5/13 (%)	3/7 (43%)	n.s.
Passive internal rotation	10/13 (%)	2/7 (29%)	n.s.
Passive glenohumeral abduction	<b>10/13 (%)</b>	<b>1/7 (14%)</b>	<b>0.017</b>
Passive glenohumeral external rotation	<b>9/13(69%)</b>	<b>0/7 (0%)</b>	<b>0.0047</b>
Passive glenohumeral internal rotation	7/13(%)	1/7 (14%)	n.s.
Improvement in pain ≥ 2 points in the first 2 months			
Maximum pain	5/13 (%)	0/7 (0%)	n.s.
Mean pain	7/13 (%)	2/7 (29%)	n.s.
Minimum pain	<b>8/13 (61%)</b>	<b>0/7 (0%)</b>	<b>0.014</b>
Pain now	8/13 (61%)	2/7 (29%)	n.s.

Quantitative variables are presented as median (interquartile range) and qualitative variables as *n*/total (percentage)

n.s.: not significant. The statistical threshold for significance was established using the Benjamini–Hochberg procedure

scapulothoracic joint is compensating for a persistently stiff glenohumeral joint, an improvement that might lead nowhere in the long term. It is thus important to try to assess whether the “patient perceived improvement”, which is almost always there (Fig. 1A and D), correlates with a true “glenohumeral improvement” (Fig. 1A and C).

There is little information about the factors associated with failure of conservative treatment. Shaffer et al. [17] evaluated 62 patients with primary frozen shoulder managed conservatively for a mean of 7 years and failed to identify any prognostic factor that would predict a poorer outcome. Yoon et al. [18] evaluated 52 patients with adhesive capsulitis and found that MRI does not have any prognostic value. Zhang et al. [19] in a comprehensive network meta-analysis found that the only parameters that seemed to have deleterious impact on the outcome of conservative treatment were female sex and diabetes.

This study has several limitations. First is the small sample size. Although this was considered a pilot study, this design limits the direct applicability of these results and warrants further research to confirm these early findings. Second, the follow-up was relatively short; however, all patients managed conservatively had good outcomes at the latest follow-up [2], suggesting that further

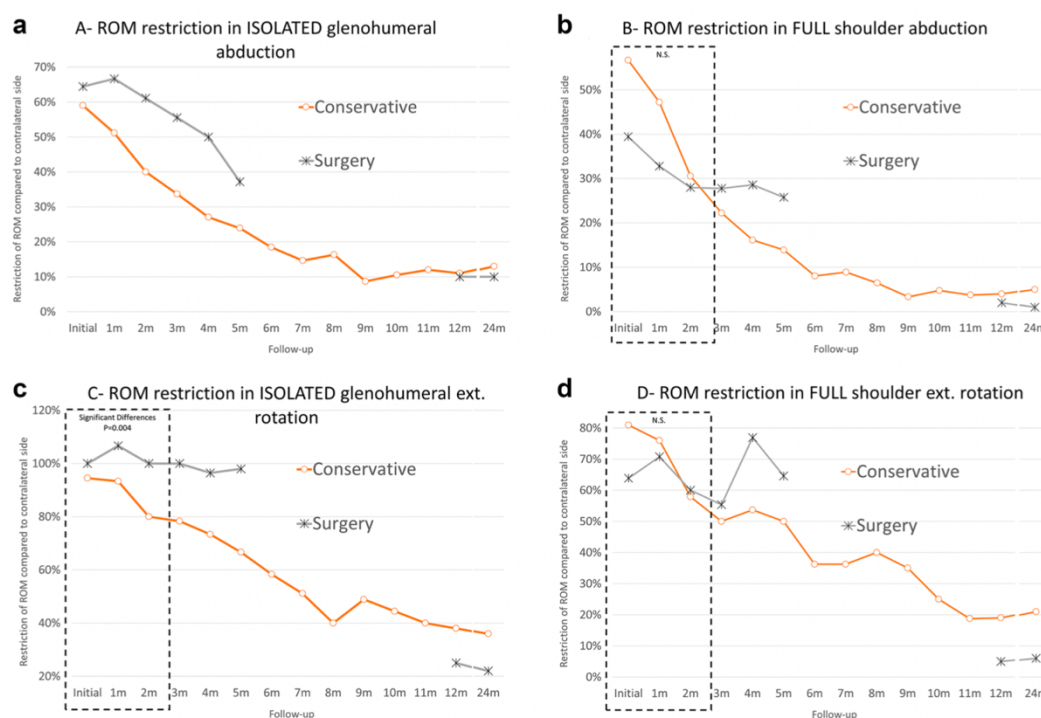
follow-up would not worsen outcomes; moreover, surgery is rarely indicated after more than 2 years of conservative treatment.

Despite these limitations, the current findings might have some clinical relevance: in patients with adhesive capsulitis, a precise assessment of isolated glenohumeral ROM can help identify patients who have a higher risk of failure of conservative treatment. Assessing the isolated ROM of the glenohumeral joint can be done quickly and without further instrumentation [16] and can be easily included in the standard physical assessment of these patients.

### Conclusions

Precise assessment of isolated glenohumeral ROM in patients with adhesive capsulitis can help identify patients in whom conservative treatment might fail. In this pilot study, patients who did not experience early improvements in isolated glenohumeral ROM often required surgery.





**Fig. 1** Graphical representation of the range of motion parameters that were found to correlate with failure of conservative treatment and eventual surgery: isolated glenohumeral abduction ROM restriction (A) and isolated glenohumeral external rotation ROM restriction (C). The evolution of full-shoulder abduction ROM restriction (B) and full-shoulder external rotation ROM restriction (D) are included for comparison. The time elapsed from the initial visit is presented

in the horizontal axis in months. Data from the surgical cohort are presented only for the first 5 months, as, later on, the number of cases were too small. The interrupted squares signal the timeframe in which the study showed differences in the improvement of the parameter between both groups. ROM (range of motion) restriction parameters are presented as percentage lost compared to the contralateral side; higher values representing more stiffness

**Funding** No funding was obtained to perform this study.

**Declarations**

**Conflict of interest** The authors have not any Conflicts of interest related to the content of this study.

**Ethical approval** The study was approved by the Clinical Investigation and Ethics Committee of the Hospital Universitario Ramoón y Cajal, Madrid, Spain (IRB approval number 114/20).

**References**

1. Benjamini Y, Hochberg Y (1995) Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *J R Stat Soc Ser B (Methodol)* 57(1):289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>

2. Fields BKK, Skalski MR, Patel DB, White EA, Tomasian A, Gross JS, Matcuk GR Jr (2019) Adhesive capsulitis: review of imaging findings, pathophysiology, clinical presentation, and treatment options. *Skeletal Radiol* 48(8):1171–1184. <https://doi.org/10.1007/s00256-018-3139-6>
3. Forsythe B, Lavoie-Gagne O, Patel BH, Lu Y, Ritz E, Chahla J, Okoroa KR, Allen AA, Nwachukwu BU (2020) Efficacy of arthroscopic surgery in the management of adhesive capsulitis: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthroscopy*. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.09.041>
4. Hand C, Clipsham K, Rees JL, Carr AJ (2008) Long-term outcome of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 17(2):231–236. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.05.009>
5. Kingston K, Curry EJ, Galvin JW, Li X (2018) Shoulder adhesive capsulitis: epidemiology and predictors of surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 27(8):1437–1443. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.04.004>
6. Kraal T, Lubbers J, van den Bekerom MPI, Alessie J, van Kooyk Y, Eygendaal D, Koorevaar RCT (2020) The puzzling pathophysiology of frozen shoulders—a scoping review. *J Exp Orthop* 7(1):91. <https://doi.org/10.1186/s40634-020-00307-w>

7. Ladermann A, Piotton S, Abrassart S, Mazzolari A, Ibrahim M, Stirling P (2021) Hydrodilatation with corticosteroids is the most effective conservative management for frozen shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06390-x>
8. Le HV, Lee SJ, Nazarian A, Rodríguez EK (2017) Adhesive capsulitis of the shoulder: review of pathophysiology and current clinical treatments. *Shoulder Elbow* 9(2):75–84. <https://doi.org/10.1177/1758573216676786>
9. Lee M, Theodoulou A, Krishnan J (2018) Criteria used for diagnosis of adhesive capsulitis of the shoulder: a scoping review protocol. *JBI Database Syst Rev Implement Rep* 16(6):1332–1337. <https://doi.org/10.11124/JBISRR-2017-003609>
10. Loew M, Heichel TO, Lehner B (2005) Intraarticular lesions in primary frozen shoulder after manipulation under general anesthesia. *J Shoulder Elbow Surg* 14(1):16–21. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.04.004>
11. Mun SW, Baek CH (2016) Clinical efficacy of hydrodistention with joint manipulation under interscalene block compared with intra-articular corticosteroid injection for frozen shoulder: a prospective randomized controlled study. *J Shoulder Elbow Surg* 25(12):1937–1943. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.09.021>
12. Neviasser JS (1962) Adhesive capsulitis of the shoulder (the frozen shoulder). *Med Times* 90:783–807
13. Ramirez J (2019) Adhesive capsulitis: diagnosis and management. *Am Fam Phys* 99(5):297–300
14. Rangan A, Brealey SD, Keding A, Corbacho B, Northgraves M, Kottam L, Goodchild L, Srikesavan C, Rex S, Charalambous CP, Hanchard N, Armstrong A, Brooksbank A, Carr A, Cooper C, Dias JJ, Donnelly I, Hewitt C, Lamb SE, McDaid C, Richardson G, Rodgers S, Sharp E, Spencer S, Torgerson D, Toye F, Group UFS (2020) Management of adults with primary frozen shoulder in secondary care (UK FROST): a multicentre, pragmatic, three-arm, superiority randomised clinical trial. *Lancet* 396(10256):977–989. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31965-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31965-6)
15. Redler LH, Dennis ER (2019) Treatment of adhesive capsulitis of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 27(12):e544–e554. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-17-00606>
16. Ruiz Iban MA, Alonso Guemes S, Ruiz Diaz R, Asenjo Gismero CV, Lorente Gomez A, Diaz Heredia J (2021) Evaluation of the inter and intraobserver reproducibility of the GRASP method: a goniometric method to measure the isolated glenohumeral range of motion in the shoulder joint. *J Exp Orthop* 8(1):37. <https://doi.org/10.1186/s40634-021-00352-z>
17. Shaffer B, Tibone JE, Kerlan RK (1992) Frozen shoulder. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 74(5):738–746
18. Yoon JP, Chung SW, Lee BJ, Kim HS, Yi JH, Lee HJ, Jeong WJ, Moon SG, Oh KS, Yoon ST (2017) Correlations of magnetic resonance imaging findings with clinical symptom severity and prognosis of frozen shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 25(10):3242–3250. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3887-y>
19. Zhang J, Zhong S, Tan T, Li J, Liu S, Cheng R, Tian L, Zhang L, Wang Y, Liu F, Zhou P, Ye X (2020) Comparative efficacy and patient-specific moderating factors of nonsurgical treatment strategies for frozen shoulder: an updated systematic review and network meta-analysis. *Am J Sports Med* 2020:363546520956293. <https://doi.org/10.1177/0363546520956293>

**Publisher's Note** Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.