

**Universidad San Pablo-CEU
CEU Escuela Internacional de Doctorado
(CEINDO)**

PROGRAMA DE DOCTORADO en MEDICINA TRASLACIONAL



**CARACTERIZACIÓN DE LA OMALGIA EN LA POBLACIÓN GENERAL.
IMPLICACIÓN CLÍNICA Y BIOMECÁNICA DEL DÉFICIT DE ROTACIÓN
INTERNA GLENOHUMERAL EN LA PATOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL
COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO.**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Rafael Jácome López

Dirigida por:

Dr. Francisco García-Muro San José
Dr. José María Silberberg Muiño

**MADRID
2023**

FACULTAD DE MEDICINA

Dr. D. Francisco García-Muro San José, Profesor Titular y adscrito al Departamento de Fisioterapia de la Universidad de la Facultad de Medicina CEU San Pablo y **Dr. D. José María Silberberg Muiño**,

HACEMOS CONSTAR:

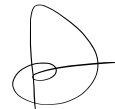
Que **D. Rafael Jácome López** ha realizado, bajo nuestra dirección y coordinación, la tesis doctoral titulada: **“Caracterización de la omalgia en la población general. Implicación clínica y biomecánica del déficit de rotación interna glenohumeral en la patología estructural del complejo articular del hombro.”**, para optar al Grado de Doctor por la Universidad CEU San Pablo, y que dicho trabajo reúne las condiciones necesarias para su presentación y defensa ante el Tribunal Calificador.

Madrid, 20 de noviembre de dos mil veintitrés

Los directores,



Fdo. Dr. D. Francisco García-Muro San José



Fdo. Dr. D. José María Silberberg Muiño

AGRADECIMIENTOS

Mención especial para mis directores de Tesis que han sabido transmitirme la motivación y la constancia necesarias para la consecución de este trabajo por superación personal. Paco, mentor, profesor, compañero, amigo y siempre guiando mi destino en estos ya 20 años caminando de la mano de la fisioterapia desde mi inicio universitario, con distintas etapas en el ámbito deportivo, la docencia de postgrado y compartiendo estrategias comunes en beneficio de nuestros pacientes.

A mi gran familia, siempre primero; padres, hermanos y sobrinos, incluidos todos los de la parte política.

A otros compañeros de profesión y referentes que han marcado lo que defiendo de manera diaria en mi consulta y he conseguido gracias a su confianza y oportunidades: Dr. Luis Fernández-Rosa, Dr. Tomás Pérez Fernández, Prof. Fernando García Sanz y Prof. Álvaro Parra González.

Al Dr. Ara Kassarian, Dr. Javier Tejada Gallego, Dr. Amr A. Abdelkader, y Prof. José Luis Lara Cabrero por interesarse en nuestros estudios y de manera desinteresada ayudarme con esta aportación a la comunidad científica basada en mi evidencia clínica.

Sobre todo, a Carmenchu, la última en llegar, pero la que seguro me acompañará el resto de la vida, compartiendo logros y alegrías, sin tu apoyo y aliento diarios no hubiera sido posible.

LISTADO DE ABREVIATURAS.....	8
LISTADO DE FIGURAS.....	9
LISTADO DE TABLAS.....	10
I. INTRODUCCIÓN	11
I.1 JUSTIFICACIÓN.....	11
I.2 ANTECEDENTES	16
I.2.1. ANATOMÍA CLÍNICA RELEVANTE DEL COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO	20
I.2.2. BIOMECÁNICA DEL COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO	23
I.2.3. DÉFICIT DE ROTACIÓN INTERNA GLENOHUMERAL.....	29
I.2.4. TEST ORTOPÉDICOS	34
I.2.5. EVALUACIÓN RADIOLÓGICA Y HALLAZGOS CLÍNICOS.....	46
I.2.6. TRATAMIENTO DE PATOLOGÍAS ESPECÍFICAS DEL HOMBRO	49
I.3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	55
I.3.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	55
I.3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS	55
II. MATERIAL Y MÉTODOS	57
II.1. TIPOS DE ESTUDIOS	57
II.2. ÁMBITO ESPACIAL	57
II.3. ÁMBITO TEMPORAL	57
II.4. MUESTRA POBLACIONAL.....	58
II.4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	58
II.4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	59
II.4.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	59
II.5. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	60
II.5.1. EXPLORACIÓN FÍSICA	60
II.5.2. EXPLORACIÓN RADIOLÓGICA.....	63

II.6. ASPECTOS LEGALES Y COMITÉ DE ÉTICA.....	64
II.7. VARIABLES	65
II.7.1. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y DEMOGRÁFICAS	65
II.7.2. VARIABLES DE EXPLORACIÓN DEL HOMBRO.....	67
II.7.3. VARIABLES DE MOVILIDAD E IMAGEN	67
II.7.4. TRATAMIENTO DE DRIG Y SU EFICACIA.....	69
II.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	73
III. RESULTADOS.....	74
III.1. ESTUDIO OBSERVACIONAL DESCRIPTIVO TRANSVERSAL.....	74
III.2. ENSAYO CLÍNICO ABIERTO	80
IV. DISCUSIÓN.	82
IV.1. ESTUDIO OBSERVACIONAL DESCRIPTIVO TRANSVERSAL.....	87
IV.2. ENSAYO CLÍNICO ABIERTO.....	93
V. CONCLUSIÓN	96
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	98
VII. ANEXOS	116
ANEXO I. HOJA DE INFORMACION A LOS PARTICIPANTES, CONSENTIMIENTO INFORMADO, CUADERNO DE RECOGIDA DE DATOS	116
ANEXO II. COMITÉ DE ÉTICA	122
ANEXO III. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.....	123

LISTADO DE ABREVIATURAS

ABER- Abducción Rotación Externa

AC- Acromioclavicular

AIC- Criterios de información de Akaike

ANOVA- Análisis de Varianza

BA- Balance Articular

CI- Consentimiento Informado

CIE- Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas de Salud Relacionados

CRD- Cuaderno Recogida de Datos

CT- Tomografía Computarizada

DRIG- Déficit de Rotación Interna Glenohumeral.

ER- Rotación externa

GIRD- Glenohumeral internal rotation deficit.

HI- Hoja de Información al Participante

IMC- Índice de Masa Corporal

IR- Rotación interna

RM- Resonancia Magnética

MRA- Artrografía por Resonancia Magnética

MRI- Imágenes por Resonancia Magnética

MRT- Movimiento Rotación Total

NPRS- Numeric Pain Rating Scale

ROM- Rango de Movimiento

SD- Desviación estándar

SLAP- Labrum Superior Anterior y Posterior

STATA- Estadísticas y Datos

TROM- Rango Total de Movimiento

UCL- Ligamento colateral cubital

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Aspecto lateral de la disposición de los tendones del manguito rotador en la articulación del hombro derecho junto con la fosa glenoidea. (Extraído de Neumann DA: *Kinesiology of Musculoskeletal System 2nd Edition*)

Figura 2: Articulaciones del complejo articular del hombro derecho. (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology, Figure 4-1*)

Figura 3: Visión Anterior de la articulación del hombro derecho con ligamentos circundantes. (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology, Figure 4-12*)

Figura 4: Muestra los movimientos osteocinemáticos convencionales del húmero en la articulación glenohumeral derecha (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology, Figure 4-13*)

Figura 5: Medición DRIG usando goniómetro digital. (Imagen propia)

Figura 6: Estiramiento *Sleeper Stretch* para DRIG. (Imagen propia)

Figura 7: Evaluación bilateral, dinámica y sin carga durante la antepulsión glenohumeral del ángulo inferior y el borde medial de la escápula al realizar el descenso de los brazos. Derecha test positivo. (Imagen propia)

Figura 8: "Numeric Pain Rating Scale" (NPRS)

Figura 9: Protocolo de Lectura de Pruebas Imagen diseñado para la ocasión. (Imagen propia)

Figura 10: Protocolo de tratamiento fisioterápico de DRIG. (Elaboración propia)

Figura 11: Artrocinemática de la articulación glenohumeral durante la abducción de hombro. A describe la correcta artrocinemática convexo-cóncavo. El rodamiento superior de la cabeza humeral es contrarrestado con el deslizamiento inferior. B describe la consecuencia del rodamiento superior sin deslizamiento inferior. (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology, Figure 1-23*)

Figura 12 A y B: Resultados ensayo clínico tratamiento DRIG. (Imagen propia)

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Definición de las Variables Antropométricas y Demográficas.

Tabla 2: Definición de las Variables de exploración del hombro.

Tabla 3: Definición de las Variables de movilidad e imagen de lesiones biomecánicas y de afectación estructural del hombro.

Tabla 4. DRIG de pacientes con omalgia según parámetros sociodemográficos.

Tabla 5. Correlación entre diferentes factores sociodemográficos y DRIG de pacientes con dolor de hombro.

Tabla 6. Etiología del dolor de hombro basada en los test ortopédicos.

Tabla 7. Etiología del dolor de hombro basada en los hallazgos radiológicos.

I. INTRODUCCIÓN

I.1 JUSTIFICACIÓN

El dolor de hombro ocupa la tercera posición en la prevalencia de dolor de origen musculoesquelético, llegando al 66,7% de prevalencia a lo largo de un período vital y siendo la prevalencia puntual entre un 6,9 y un 29% de la población. La mayor incidencia (2,6%) se encuentra en la mediana edad, entre los 42 y 46 años. (Luime *et al.*, 2009).

Aunque la mayoría de los pacientes se recupera en un período de tiempo corto, una proporción de la población presenta dolores persistentes que llegan a consumir hasta el 80% del gasto económico por dolor de hombro (Kuiipers *et al.*, 2006). En países como Australia solo la lista de espera para la cirugía de hombro supone una media entre AU\$2.622-AU\$3.835,78 por paciente (Marks *et al.* 2019). En Suecia la suma asciende a unos 4.139€ por episodio al año sin tener en cuenta los gastos asociados al absentismo laboral, la discapacidad generada, etc. (Virta *et al.*, 2012).

El paciente tipo en estos momentos podría encuadrarse en dos subtipos: los deportistas de élite, que presentan dolor de hombro al realizar su gesto deportivo por encima de la cabeza y con discinesias de hombro (Mohseni-Bandpei *et al.*, 2012; Matsuura *et al.*, 2017; Hill *et al.*, 2015;; Hickey *et al.*, 2018) ; en cuanto al perfil en gente no deportista, el paciente que frecuentemente padece dolor de hombro sería mujer, mayor de 60 años, con un trabajo sedentario y alguna comorbilidad (Luime *et al.*, 2009; Khosravi *et al.*, 2019; Bento *et al.*, 2010).

Por su composición neuroanatómica es complejo distinguir la procedencia del dolor de hombro entre las diferentes estructuras que lo conforman. A nivel periférico, pueden ser fuente de dolor diferentes estructuras como la cápsula, el manguito rotador, los ligamentos glenohumerales, el labrum o incluso la propia inervación del hombro. Sin embargo, el hecho de que se solape la información de los receptores expandidos a lo largo de todas las estructura hace muy difícil un diagnóstico diferencial entre las diferentes estructuras. Por ese motivo, no existen test ortopédicos aislados capaces de detectar la etiología del dolor (Dean *et al.*, 2013).

Es bien conocida la interacción del sistema nervioso central en la participación del dolor de hombro, pudiendo explicar que juega un papel protagonista para su perpetuación en el tiempo e incluso para la aparición de éste. Podríamos hablar de que en muchos casos existen procesos de sensibilización central o periférica que justificarían el dolor de hombro (Dean *et al.*, 2013; Sanchis *et al.*, 2012; Shitara *et al.*, 2015).

Además, los factores psicosociales añadidos, como las creencias, el miedo al movimiento, el catastrofismo o la autoeficacia, pueden llegar a tomar una papel tan relevante que de ellos podría depender el éxito de la curación o la propia perpetuación del dolor (Chester *et al.*, 2019; Martínez-Calderón *et al.*, 2019; Parr *et al.*, 2012). De ahí el resultado de que en ciertos procedimientos quirúrgicos comparados con procedimientos placebo no existan diferencias entre grupos. (Paavola *et al.*, 2018; Beard *et al.*, 2018)

Por otro lado, encontramos que, en la historia natural del desgarro del manguito de los rotadores, muchos pacientes son asintomáticos pero que pueden llegar a reproducir los síntomas cuando sufren otro desgarro sintomático en el hombro contralateral (Yamaguchi *et al.*, 2001). O

incluso en entidades como la capsulitis adhesiva, la terapia en espejo ha demostrado efectividad (Baskava *et al.*, 2018). Incluso en un estudio piloto en el que anestesiaban a pacientes con rigidez provocada *a priori* por capsulitis adhesiva, mejoran entre 55-110° su movilidad (Hollmann *et al.*, 2018), quedando patente que el proceso de hiperalgesia o sensibilización periférica causaba la mayor parte de la pérdida de movilidad por la contracción protectora de la musculatura periarticular. En definitiva, todos estos argumentos nos narran la verdadera dificultad de los síndromes dolorosos en el hombro.

En cuanto a los factores de riesgo que encontramos en los deportistas, aparece el déficit de rotación interna (DRIG) (Hill *et al.*, 2015; Chepeha *et al.*, 2018) y la discinesia escapular (Hickey *et al.*, 2018). Podría añadirse que el estiramiento de la capsula posterior del hombro aparece como un factor protector del mismo (Chepeha *et al.*, 2018). De esta manera un DRIG superior a 20° se relaciona con una mayor incidencia de lesiones de hombro en deportistas (Lubiatowski *et al.*, 2018). Como ejemplo gráfico, al comprobarse los efectos agudos de un partido de tenis en la movilidad y la fuerza del hombro dominante, al final del partido se pierde rotación interna y fuerza en la rotación externa (Moreno-Pérez *et al.*, 2019). Sin embargo, no conocemos bien la relación entre el DRIG y el dolor de hombro en la población general.

Por otro lado, la cápsula posterior de la articulación glenohumeral, que se estira principalmente en la rotación interna, está inervada por el nervio supraescapular del cual su bloqueo con radiofrecuencia ha demostrado ser eficaz en el dolor de hombro (Dean *et al.*, 2013).

Otro aspecto para tener en cuenta, podría ser la fuerza en el hombro. Sin embargo, en la literatura encontramos argumentos contradictorios, ya que en ciertos síndromes parece que este

déficit se encuentra presente (Sansone *et al.*, 2018) pero no se relaciona con el dolor y la pérdida de funcionalidad (Clausen *et al.*, 2017), y, sin embargo, en nadadores, la pérdida de fuerza en la extensión parece un factor de riesgo para desarrollar dolor de hombro (McLaine *et al.*, 2018). Cabe añadir que el trabajo progresivo de la fuerza y la movilidad parece clave en la mejoría de la sintomatología (Dean *et al.*, 2013).

Kibler *et al.* acuñaron en 1988 por primera vez el acrónimo GIRD en la literatura deportiva del béisbol como Glenohumeral Internal Rotation Deficit y ha quedado así de forma internacional. Nosotros haremos referencia a él como DRIG, traducido como Déficit de Rotación Interna Glenohumeral. Establecieron el límite en un déficit de al menos 25º en relación con el hombro contralateral.

Verna *et al.* en 1991 fue el primero en evidenciar que el DRIG estaba asociado con patología invalidante del hombro. Demostró que la presencia de DRIG en jugadores de béisbol podía conllevar hasta un 60% más de lesiones y de ahí empezaron a surgir diferentes estudios para conocer la prevalencia, evaluación y consecuencias de este déficit. Myers *et al.* en 2006 estableció déficit de 11º el aumento de lesiones de hombro y Wilk *et al.* en 2012 18º de aumento hasta 1,9 veces el riesgo de sufrir lesiones de hombro.

El hecho de la variedad de estudios que presentaban diferentes límites de la normalidad para establecer un DRIG patológico hizo que en 2013 se reuniesen los expertos y estableciesen el Consenso de la Patología del Hombro del lanzador conocido como *Disabled Throwing Shoulder: 10-year update, (Arthroscopy 2013)*, estableciendo el DRIG como patológico cuando era igual o superior a 18º en relación con el contralateral., o lo que es lo mismo, en caso de afectación

bilateral, en relación a 90º, mínimo 72º. Hoy en día no se sabe bien si el DRIG es una adaptación o una patología. Se atribuye a la sobrecarga y el sobreuso con las múltiples repeticiones en los movimientos del hombro contra gravedad.

Son muchos los autores que ponen de manifiesto la importancia de la implicación clínica del DRIG como una adaptación o patología que condiciona la salud de los hombros en el ámbito deportivo, por lo que de manera casi obligada consideramos debe ser extrapolado a la población general adulta.

Es por ello que siendo prácticamente nula la línea de investigación en esta población, planteamos la razón y la realización de esta tesis doctoral.

El objetivo de este estudio es comprobar la relación entre el déficit de rotación interna glenohumeral y el dolor de hombro en población general.

I.2 ANTECEDENTES

El dolor del complejo articular del hombro se considera uno de los problemas articulares más comunes del mundo. La incidencia de dolor de hombro varía de 7,7 a 62 por 1.000 personas por año, con un rango medio de 37,8 por 1.000 personas por año. Esto lleva al concepto de que generalmente surge en múltiples condiciones y está sujeto a tratamiento. En tales condiciones, el dolor de hombro se asocia con dolor y discapacidad funcional, lo que limita al paciente durante su trabajo, los deportes y otras actividades diarias. También puede provocar estrés emocional, provocando una disminución de la calidad de vida. La articulación del hombro es una de las regiones anatómicas más complicadas de evaluar y tratar durante una lesión. (Luime *et al.*, 1970).

La anatomía y la biomecánica de la articulación del hombro juegan un papel fundamental en la comprensión de cualquier condición subyacente (Figura 1). El hombro tiene cuatro articulaciones fisiológicas, lo que crea un proceso de movimiento complejo. Este movimiento es posible gracias a múltiples interacciones de huesos, ligamentos y tendones en las articulaciones. Estas sutiles interacciones generan una relatividad combinada durante el movimiento de la articulación del hombro.

El dolor de hombro suele surgir en el "techo" del hombro, que está formado por el proceso óseo conocido como acromion. La escápula es una estructura plana en forma de cuchilla que se encuentra posterior a la pared torácica. Debido a su estructura plana, puede deslizarse suavemente y proporcionar una gran superficie para la unión de músculos y tendones. Los músculos y tendones que provocan la estabilidad y el movimiento del hombro se conocen como manguito rotador. Estos tendones incluyen los tendones supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor. El dolor de hombro se asocia más comúnmente con el

pinzamiento de estos tendones en el espacio subacromial. Estas estructuras circundan la tuberosidad mayor del húmero y el arco coracoacromial. (Djade *et al.*, 2019).

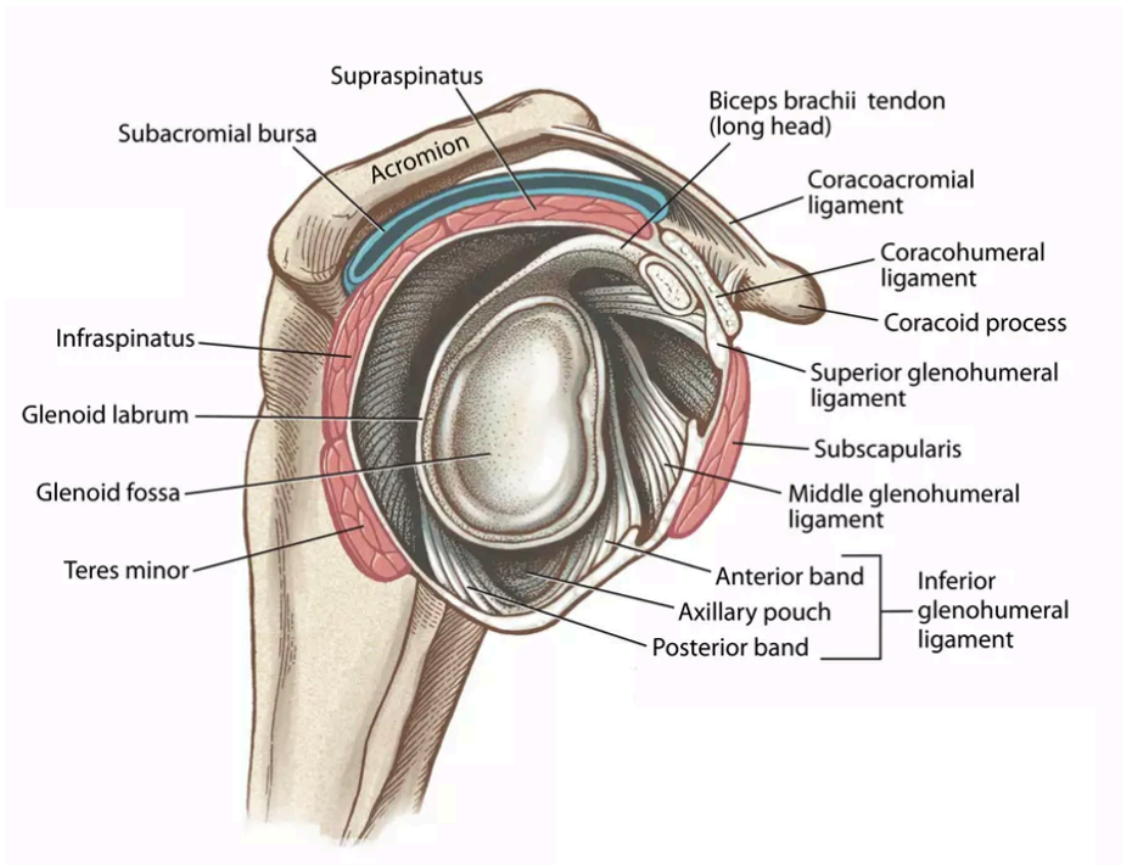


Figura 1: Aspecto lateral de la disposición de los tendones del manguito rotador en la articulación del hombro derecho junto con la fosa glenoidea. (Extraído de Neumann DA: *Kinesiology of Musculoskeletal System 2nd Edition*)

Artrocinemáticamente es posible realizar una variedad de movimientos en la articulación del hombro, específicamente en la articulación glenohumeral. Los diversos movimientos de la articulación glenohumeral hacen del hombro una gran entidad para el movimiento y otras funciones. La articulación glenohumeral puede realizar de manera alterna aducción, abducción, flexión, extensión, rotación interna y externa. Estos movimientos se pueden combinar para

traducir las actividades del hombro en un rodamiento y un deslizamiento anterior, posterior, superior e inferior. Son posibles otros tipos de movimientos combinados debido al ajuste específico de la cabeza humeral en la fosa glenoidea. (Kuijpers *et al.*, 2006).

Actualmente, el déficit de rotación interna glenohumeral (DRIG) traducido del acrónimo inglés *glenohumeral internal rotation déficit* (GIRD) se define como la pérdida de rotación interna del brazo además del cambio estructural de los tendones y músculos asociados. En la era actual, se define como una pérdida de más de 20° de la rotación interna en comparación con el hombro contralateral. DRIG es un proceso gradual que provoca un cambio estructural patológico en los músculos y tendones del hombro, lo que contribuye a la disminución gradual de la rotación interna del hombro. A veces, el DRIG no es patológico debido a la anteversión concomitantemente disminuida del húmero, que no afecta el movimiento de rotación total (MRT) del hombro. Por otro lado, el MRT del hombro está disminuido en el DRIG sintomático. DRIG se asocia de manera más común con atletas cuyo hombro se sobre utiliza para realizar críquet, jugadores de tenis y golf, pitcher, etc. Usar el hombro para movimientos tan intensos puede provocar un dolor importante en el hombro. La literatura ha confirmado que el dolor de hombro a menudo se asocia con gestos técnicos (Van den Heuvel *et al.*, 2007) y actividades que implican levantar objetos pesados, lanzarlos y adoptar posturas inadecuadas. Se identifican múltiples causas al evaluar la correlación del dolor de hombro con DRIG. La causa más común identificada es el pinzamiento del hombro y el síndrome del manguito rotador. Se asocia con tendinopatías y bursitis de los tendones del manguito rotador, comprimidos debajo del espacio subacromial.

Así, es importante generar una relación entre el dolor de hombro y el DRIG. El DRIG también debe definirse después de la lesión del manguito rotador. Todas las patologías de las articulaciones del hombro están relacionadas de forma compleja, lo que las hace muy difíciles de tratar. El dolor de hombro afecta entre el 18% y el 26% de las personas en cualquier momento de la vida. Esto plantea una enorme carga socioeconómica. El dolor de hombro (científicamente conocido como omalgia) es el principal síndrome articular doloroso en todo el mundo. No sólo se asocia a patologías del mismo complejo articular, sino que también se ve agravado por los dolores referidos en otras regiones anatómicas.

Según la literatura, ha habido una falta de consenso en la clasificación del dolor de hombro y sus factores causales, lo que ha planteado múltiples obstáculos en su tratamiento. Además, las patologías del hombro suelen tener un origen muy variado, por lo que se requieren múltiples protocolos de tratamiento. Por lo tanto, es necesaria una comprensión clara de las patologías de la articulación del hombro para evaluar e idear regímenes de tratamiento. En el pasado, los estudios sobre el dolor de hombro se realizaban principalmente en atletas sometidos a movimientos y alta intensidad de la articulación del hombro. La incidencia de esta patología aumenta día a día, por lo que se considera necesario estudiar el proceso en la población no deportista. Se deben desarrollar nuevos enfoques de diagnóstico para llegar a las patologías causantes exactas del dolor. (Mitchell *et al*, 2005). La incidencia del dolor de hombro está significativamente alterada en diferentes regiones del mundo. Puede deberse a diferencias de género, proporciones raciales, actividades ocupacionales, disponibilidad de atención médica primaria, educación y muchos otros factores. Esta situación complica progresivamente las posibilidades diagnósticas.

El uso de esteroides, analgésicos y fisioterapia se acepta parcialmente en diversas patologías de la articulación del hombro. Esto requiere una revisión de la biomecánica de la articulación del hombro, enfoques de diagnóstico, clasificación etiopatológica y una comprensión clara de los protocolos de tratamiento.

I.2.1. Anatomía clínica relevante del complejo articular del hombro

La articulación del hombro es compleja y proporciona múltiples rangos de movimiento debido a sus múltiples prominencias óseas, inserciones, músculos y ligamentos. Consiste en la articulación escapulotorácica, la articulación glenohumeral, la articulación esterno costo clavicular y la articulación acromio clavicular, (Figura 2), que se combinan para proporcionar los movimientos más efectivos. (Kibler *et al.*, 2012).

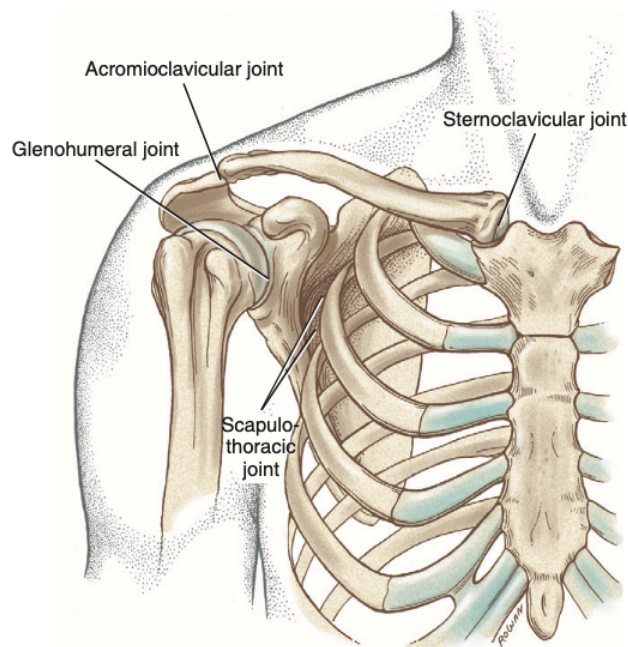


Figura 2: Articulaciones del complejo articular del hombro derecho. (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology*, Figure 4-1)

La fosa glenoidea se forma debajo del acromion, separada de la base del acromion por el arco espino glenoideo. La fosa glenoidea se coloca para mirar lateralmente a unos 10 ° a 15° al borde medial de la escápula. Hay dos tuberosidades principales en la cavidad glenoidea. Una superior que se llama tubérculo mayor y proporciona unión al tendón largo del bíceps. En su superficie inferior, el tubérculo se llama tubérculo menor, que proporciona inserción al tendón del músculo tríceps. La cavidad glenoidea está rodeada por un tejido fibroso grueso alrededor de su circunferencia, conocido como labrum glenoideo. Tiene forma triangular cuando se ve en sección y se fusiona con el espacio glenohumeral proporcionando adherencia del húmero a la fosa glenoidea. La articulación glenohumeral está rodeada por una cápsula articular con un volumen de aproximadamente 10-15 ml. y una superficie doble en comparación con la glenoidea. Múltiples ligamentos glenohumerales se unen a la cavidad glenoidea y estabilizan la articulación en el espacio. (Rose *et al.*, 2018). El ligamento coracohumeral se origina en la apófisis coracoides y se extiende desde el húmero hasta el tubérculo mayor. Se fusiona con el tendón largo del bíceps y proporciona estabilidad. Los ligamentos humerales transversos actúan como un retináculo del tendón del bíceps y están formados por fibras transversales. Los ligamentos glenohumerales medio e inferior tienen diámetro y longitud variables en diferentes individuos. El ligamento medio se origina en el labrum glenoideo y se fusiona con el tubérculo inferior y el tendón subescapular.

La superficie articular de la cabeza humeral tiene una forma ovalada peculiar que mira medial, superior y posterior. La superficie está inclinada 13° con respecto a la diáfisis, además de la retro torsión con la articulación del codo de aproximadamente 30°. La zona de inserción real de la cabeza humeral forma casi una verdadera esfera. (Hibberd *et al.*, 2015). La superficie

superior tiene el tubérculo mayor con tres facetas que proporciona inserción a los tres tendones de los músculos del manguito rotador. El surco intertubercular está presente entre ambas tuberosidades, que se encuentran 30° medial o 9 mm. anterior al eje de la inserción. Este surco está cubierto por el ligamento transverso, que en consecuencia actúa como retináculo para el tendón del bíceps. Cuatro músculos forman el manguito rotador de la articulación del hombro, incluidos el supraespinoso, el infraespinoso, el subescapular y el redondo menor. Estos grupos de músculos desempeñan un papel importante en la estabilidad de la cabeza humeral en la cavidad articular (Figura 3). El supraespinoso es un músculo con forma de vientre que estabiliza la articulación glenohumeral mediante compresión y elevación inicial. (Wilk *et al.*, 2010).

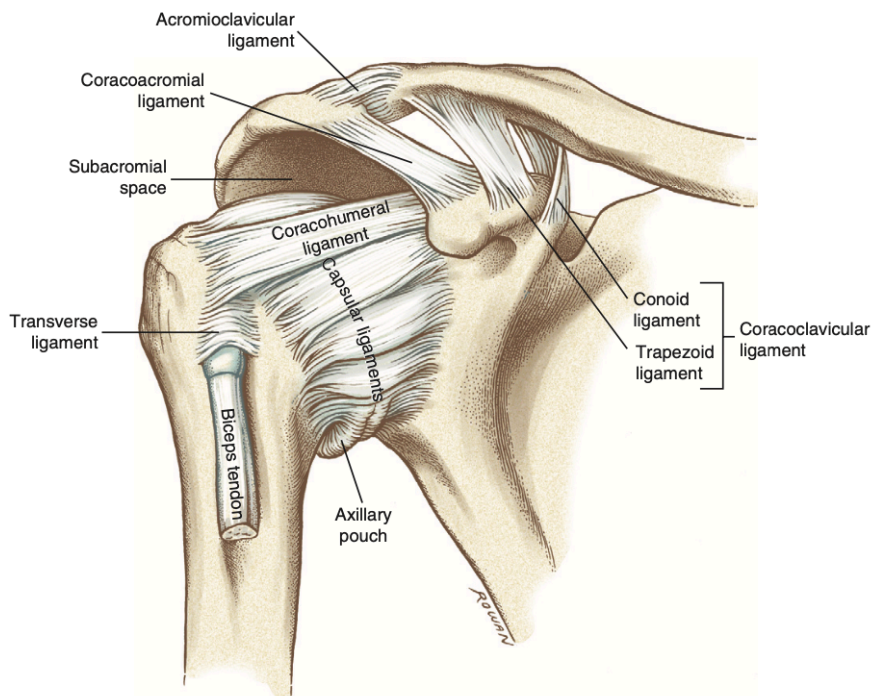


Figura 3: Visión Anterior de la articulación del hombro derecho con ligamentos circundantes. (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology*, Figure 4-12)

De manera similar, el redondo menor genera el 45% de la fuerza de rotación externa total. El músculo subescapular es el único componente del grupo del manguito rotador que es anterior. Es un potente estabilizador de la articulación glenohumeral contra las traslaciones anterior e inferior de la articulación. Es rotador interno de la articulación y también un estabilizador pasivo de la articulación. El músculo deltoides es un músculo grande que consta de una parte espinal que se origina en la columna cervical, una parte clavicular de la cabeza lateral de la clavícula y la parte acromial del acromion. Es el músculo más importante en la abducción del hombro. La parte clavicular es importante para iniciar el movimiento, mientras que las otras partes desempeñan un papel vital en los grados superiores de abducción. El redondo mayor también es un músculo importante que desempeña un papel importante en la rotación interna, aducción y extensión del húmero. Los músculos largos unidos al húmero en los lados anterior y posterior son los músculos bíceps y tríceps, que son importantes en la flexión y extensión de la articulación del codo. Varias patologías del hombro que presentan dolor en el hombro incluyen discinesia escapular, inestabilidad de la articulación glenohumeral, patología del manguito rotador y DRIG (Kalo *et al.*, 2020).

1.2.2. Biomecánica del complejo articular del hombro

De las cuatro articulaciones involucradas en la biomecánica del complejo articular del hombro, la articulación glenohumeral implica movimientos de flexión, extensión, aducción, abducción y rotación interna y externa (Figura 4).

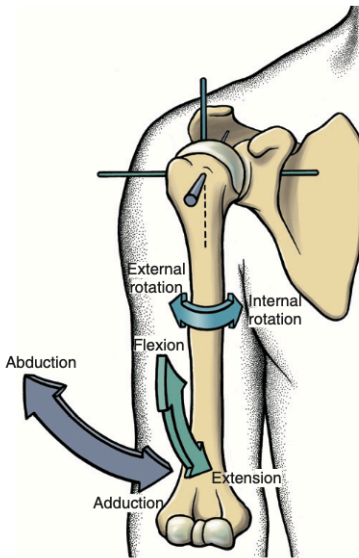


Figura 4: Muestra los movimientos osteocinemáticos convencionales del húmero en la articulación glenohumeral derecha (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology*, Figure 4-13)

De manera similar, la articulación acromioclavicular participa en los mismos movimientos que la articulación glenohumeral. Estos movimientos están controlados por la coordinación de los músculos del manguito rotador para evitar la traslación excesiva de la cabeza humeral en cualquier dirección. La articulación escapulotorácica también participa directamente en el movimiento del hombro en cualquier plano. Esta articulación contribuye a la elevación y depresión anterior y posterior de la articulación del hombro durante cualquier movimiento de la articulación del hombro. También contribuye al movimiento del hombro participando en la protracción, la inclinación posterior y el movimiento de rotación en planos laterales dependiendo del tipo de plano en el que se mueve. Este movimiento de la articulación del hombro es posible debido a la conformidad específica de la cabeza humeral con la fosa glenoidea. Su forma se ajusta naturalmente de tal manera que tiene más convexidad en el plano anteroposterior que en el

plano superior e inferior. (Lubis *et al.*, 2020). Anteriormente se han realizado varios análisis de movimiento tridimensional para evaluar el movimiento del húmero en diferentes planos. Algunos estudios demuestran que la elevación máxima de la articulación glenohumeral se obtuvo cuando el húmero se encuentra en rotación externa de 35° en el plano anterior de 23° al plano escapular. Se observa que los ligamentos que unen la cabeza humeral a la cavidad glenoidea producen movimientos pasivos en el húmero según la traslación de la cabeza humeral. La traslación anterior del húmero se asocia con la flexión y la traslación posterior se asocia con la extensión de la articulación glenohumeral. El ritmo escapulohumeral forma la base de la coordinación de la escápula y el húmero en el movimiento de la articulación. Se ha observado en la literatura que el ritmo escapulohumeral genera una relación de 2:1 en la elevación de la articulación. Esto significa que, por cada 20° de elevación del húmero, la escápula proporcionará hasta 10°. No sólo esto, sino que los 17 músculos escapulares diferentes participan directa o indirectamente en la estabilidad de la cabeza humeral en su posición exacta y permitiendo los movimientos necesarios. Como ya se mencionó, la articulación del hombro es la articulación más compleja del cuerpo humano y requiere una coordinación sutil de las uniones neuromusculares para la ejecución de los movimientos de manera óptima. (Almeida *et al.*, 2013). Por lo tanto, la literatura reciente ha tratado de clasificar la naturaleza de la patología de la articulación del hombro según el déficit estructural que se produce como consecuencia de las patologías futuras. Por lo general, el pinzamiento externo se refiere a la disminución del espacio en el arco coracoacromial, mientras que el pinzamiento interno se refiere a la inestabilidad glenohumeral y afecta el borde glenoideo. La escápula es una estructura flotante que está estabilizada por múltiples músculos

conocidos como motores globales y músculos estabilizadores finos. Estos músculos tienen un mecanismo neuromuscular y propioceptivo extremadamente desarrollado. (Wilk *et al.*, 2009).

Algunas estructuras anatómicas juegan un papel esencial en la estabilidad y en el control motor de la articulación, pero no participan activamente en la movilidad de la articulación. Éstas incluyen el labrum glenoideo, la fascia, los ligamentos, la cápsula y el cartílago. Son una restricción física para el complejo articular del hombro, esencial para mantener su fuerza basal. Del mismo modo, también poseen mecanorreceptores basales, que participan directamente en el envío de señales aferentes al sistema nervioso central para analizar y enviar órdenes posteriores de movimientos motores. Los ligamentos glenohumerales desempeñan un papel esencial en la estabilidad del brazo al actuar como soporte físico en diferentes posiciones y movimientos. El ligamento más importante es el ligamento glenohumeral inferior, ya que estabiliza el brazo en abducción y rotación externa. La dislocación más común, es decir, luxación anterior del brazo, se debe a la rotura del ligamento glenohumeral inferior. La cavidad glenoidea y el labrum también estabilizan la cabeza humeral debido a sus formas y dimensiones. La cavidad es más cóncava en dirección superior e inferior que en dirección anteroposterior. Es cóncavo justo en congruencia con la forma de la propia cavidad glenoidea y evita la dislocación de la cabeza. (Tennent *et al.*, 2003). El labrum glenoideo actúa como una estructura complementaria con la cabeza del humero y profundiza la cavidad para la unión física de la cabeza con el espacio. Un porcentaje de la estabilidad también lo ofrece la inclinación inferior de la escápula siguiendo el húmero.

Si nos adentramos en la arto, músculo y osteocinématicas de la articulación glenohumeral, observaremos que determinados factores definen la presencia de determinados tipos de movimientos en la articulación. El primer tema por discutir es la fuerza del músculo que actúa sobre la articulación para su movimiento. La fuerza del músculo se puede obtener definiendo el área transversal fisiológica del músculo. Se obtiene dividiendo el volumen muscular por la longitud de las fibras musculares. El segundo factor importante es el brazo de momento del músculo que actúa sobre una articulación en particular. El porcentaje del músculo involucrado en el movimiento de la articulación está determinado por su inserción en relación con la posición del músculo y el punto central de movimiento de la articulación. Diferentes investigadores calcularon estos valores.

Por el contrario, el redondo menor es el depresor más importante en todo el movimiento de la articulación del hombro. Estos dos músculos también juegan un papel esencial en la rotación externa de la articulación. Por el contrario, el subescapular, el pectoral mayor y el dorsal ancho son algunos de los rotadores internos intrínsecos de la articulación del hombro. Además, las actividades musculares han sido estudiadas por medios electromiográficos, lo que demostró que múltiples grupos de músculos actúan coordinadamente para realizar un movimiento articular específico. (Tennent *et al.*, 2003). La medición del par en diferentes movimientos articulares también se calcula para determinar la actividad del músculo en un movimiento particular. Se ha descubierto que el par en la rotación interna es más significativo que en la rotación externa. De manera similar, el valor del torque es más significativo en el movimiento de extensión que en la flexión y es más notable en la abducción que en la aducción de la articulación del hombro. Los modelos de cálculo de fuerza propuestos en estudios anteriores definen que casi

el 90% de la fuerza en el movimiento de la articulación del hombro es proporcionada únicamente por el deltoides y los músculos del manguito rotador. Los otros músculos proporcionan la fuerza restante. Esto muestra la importancia de los músculos del manguito rotador para proporcionar estabilidad y movimiento a la articulación del hombro.

La importancia de la escápula en la biomecánica y cinemática de la articulación del hombro debe considerarse durante la discusión sobre el movimiento de la articulación del hombro. Según diferentes aprendizajes estereofotogramétricos, se ha concluido que la escápula presenta movimientos rotacionales y direccionales durante la elevación y depresión de la articulación del hombro. El movimiento de traslación de la escápula incluye movimientos superior e inferior y de adelante hacia atrás. Durante la protracción de la articulación del hombro, la escápula muestra un movimiento hacia adelante alejándose de las vértebras, rotación interna y rotación externa teniendo como fulcro la articulación acromioclavicular. De manera similar, la retracción se produce por el movimiento opuesto de dichos músculos. La asistencia de la escápula en el movimiento del hombro es ventajosa en muchos sentidos. Mejora significativamente la variedad y proporción del movimiento de la articulación humero-torácica. Ayuda a mantener la eficiencia muscular al aumentar el espacio para el movimiento del músculo en su longitud y tensión adecuadas. Ayuda a la cavidad glenoidea a convertirse en el soporte del húmero estabilizando su base. (Yamashita *et al.*, 2007). Es importante señalar que la rotación interna es el tipo de movimiento que ocurre principalmente en la articulación glenohumeral. La articulación escapulotorácica sólo afecta al 15% de la rotación interna del húmero.

Por otro lado, la afectación de la articulación glenohumeral dificulta la rotación interna a un nivel mucho mayor. Los músculos y la fascia de la espalda proporcionan estabilidad a la

escápula. El movimiento combinado de la articulación escapulotorácica y glenohumeral afecta la elevación del brazo y se conoce como ritmo escapulohumeral. Este movimiento rítmico es la base del movimiento de la articulación del hombro en varios planos. Como se mencionó anteriormente, la proporción es de 2:1 en movimientos regulares. Esta proporción se altera en pacientes con dolor de hombro y otras patologías. Puede haber un aumento del movimiento en la articulación glenohumeral durante el movimiento restringido de la articulación escapulotorácica. Posteriormente, puede producirse una reducción del movimiento debido al movimiento restringido en el espacio subacromial para evitar el dolor. (Zorro, 2005).

I.2.3. Déficit de rotación interna glenohumeral

Como su nombre indica, el déficit de rotación interna glenohumeral (DRIG) se define como la disminución de la rotación interna de la articulación del hombro en comparación con la articulación contralateral. El factor de riesgo más crítico para desencadenar DRIG es levantar la mano por encima de la cabeza en deportes como el tenis, el bádminton, el cricket y el béisbol. También ocurre en profesiones y ocupaciones donde el brazo se levanta por encima de la cabeza. Los movimientos de lanzamiento por encima de la cabeza suponen mayores fuerzas con mayores velocidades, lo que a su vez requiere el más alto nivel de precisión. En estos movimientos, la rotación interna y externa se coordinan para mantener la cavidad glenoidea centrada y proporcionar precisión artrocinemática para evitar lesiones. Los movimientos de rotación glenohumerales se adaptan constantemente por naturaleza a las necesidades del brazo. Se observa que normalmente, el brazo dominante se desarrolla de tal manera que disminuye la

rotación interna y aumenta la rotación externa. El MRT es casi el mismo en ambos brazos. El movimiento repetitivo del brazo en el lanzamiento por encima de la cabeza aumenta la posibilidad de mala adaptación en el brazo dominante en comparación con el no dominante. (Kibler *et al.*, 2012). Estas adaptaciones cambian la tensión y las fuerzas de los músculos y ligamentos, la coordinación de los movimientos entre las articulaciones y la compresión del espacio en el que se mueven las articulaciones. Es fundamental considerar que DRIG y MRT predicen lesiones en el brazo, pero no son lesiones en sí mismas. Esta terminología indica el inicio del proceso de mala adaptación en la articulación del hombro sintomático a nivel biomecánico. No indican ninguna lesión específica ni proporcionan ningún identificador particular del proceso de lesión (Figura5).

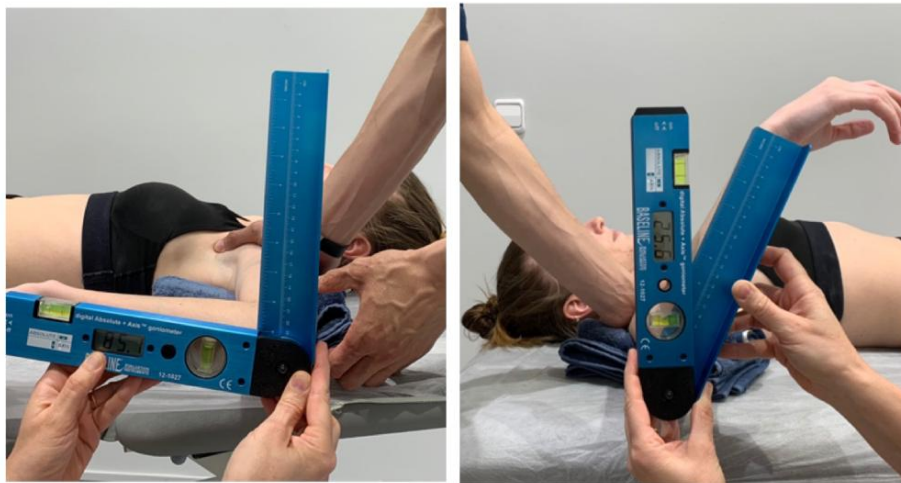


Figura 5: Medición DRIG usando goniómetro digital. (Imagen propia).

La definición anterior de DRIG se identificaba como la disminución de la rotación interna del hombro afectado a aproximadamente 25°. Después del desarrollo de la literatura y de estudios de casos, se revisó la definición para que fuera una reducción de la rotación interna de aproximadamente 11°. Evidencia reciente ha afirmado que incluso una disminución de 11° de rotación interna podría provocar un proceso de mala adaptación y lesión en el hombro. El MRT es la suma de la rotación interna y externa, que es igual en ambos brazos. Este fenómeno se debe a la retroversión humeral y se confirma en un brazo promedio sin lesiones ni cambios adaptativos. Se cree que los cambios que ocurren en la rotación glenohumeral de los atletas son un proceso continuo y sutil y dependen de múltiples factores. (Myers *et al.*, 2006). Estos cambios ocurren en huesos, músculos y ligamentos en múltiples variantes. Los cambios en DRIG y MRT son un espectro de lesiones que se ha estudiado a fondo y aún están en progreso. El proceso crónico de lanzamiento del brazo induce múltiples microdesgarros en el labrum glenoideo, que luego forma tejido cicatricial para repararse y realinearse. Estos atletas tienen un mayor grosor de la cápsula posterior, que es proporcional a la cantidad de rotación interna en esa articulación específica. Además, estos deportistas presentan una mayor retroversión del húmero con cápsulas posteriores gruesas e hipertrofiadas. Los cambios en el músculo después de una actividad aguda del brazo se deben a la liberación simultánea de calcio intramuscular después del daño muscular. Este daño provoca la afectación del sarcómero, la unión de las fibrillas y el posterior acortamiento del músculo. Esto, a su vez, provoca dolor, que es un síntoma agudo común después de una actividad vigorosa del brazo. La tixotropía explica el proceso de exposición crónica a la tensión del músculo y los cambios posteriores que sufre.

El proceso patológico más importante en el desarrollo de DRIG es la lesión de los músculos del manguito rotador y la tensión de la cápsula posterior. La posición del brazo durante el lanzamiento ejerce un mayor efecto de rotación externa con un aumento masivo en la aceleración rotación interna y el par rotación interna. Este movimiento extremo ejerce una tensión enorme sobre los estabilizadores estáticos y dinámicos de la articulación del hombro. Estos pacientes también son vulnerables a sufrir daños en el ligamento colateral cubital (UCL) de la articulación del codo y a la discinesia escapulotorácica. En estos casos, los deportistas suelen intentar conseguir la máxima eficiencia en su deporte lo que le predispone a una mayor incidencia de lesiones. A menudo se quejan de la micro inestabilidad que adquieren debido a la exposición crónica a movimientos extremos. (Scher *et al.*, 2010).

Ciertos puntos de anamnesis y exploración son esenciales para diagnosticar la causa del DRIG. La anamnesis del paciente se refiere a la historia médica y quirúrgica, que es importante en el diagnóstico de la patología del hombro. En la anamnesis del paciente se pueden descubrir diferentes aspectos. Puede identificar un incidente importante que podría haber provocado la patología del hombro. También identificará los síntomas y sus características. También se puede identificar el tipo de dolor de hombro, su origen, factores que lo agravan y lo alivian, y otras características. También podemos sondear las expectativas, la efectividad del tratamiento y las preferencias del paciente en el proceso de toma de antecedentes. Se deben descartar señales de alerta durante la anamnesis para determinar la causa exacta. Algunas preguntas críticas son la historia del desarrollo del dolor y el traumatismo que condujo al desarrollo del dolor, cualquier factor significativo que haya aumentado el desarrollo de los síntomas y la situación actual.

También son esenciales a considerar la distribución y la irradiación del dolor, cualquier alteración en las actividades diarias del paciente y la alteración del sueño. (Shanley *et al.*, 2011).

El punto más importante sería analizar la actividad profesional y los hábitos deportivos de los pacientes. El dolor se evaluará después de los deportes, las actividades diarias y la vida profesional. Se debe preguntar al paciente sobre los métodos de autocuidado o tratamiento domiciliario y su eficacia sobre el dolor. La localización del dolor es fundamental, junto con la limitación que provoca al movimiento del brazo. También es fundamental preguntar sobre la asociación del dolor con el cuello y su movimiento. Aquí es fundamental identificar el mecanismo de lesión que ha provocado los síntomas, ya que puede ayudar a identificar el lugar exacto donde se produjo la lesión. Es esencial identificar el sitio de la lesión, la posición y el movimiento del brazo durante la lesión y la experiencia personal sobre la lesión. La experiencia subjetiva es crucial ya que puede conducir al diagnóstico final del problema. Por ejemplo, un sonido como crujido o rotura puede identificarse como una fractura, y un bulto o estallido puede ser una articulación del hombro dislocada o subluxada. Debido a la alta prevalencia de la lesión en deportistas, es fundamental descartar cualquier posibilidad de lesión en la práctica deportiva o cualquier asociación con la misma.

La exploración física minuciosa puede ayudar a diagnosticar la patología del hombro en un paciente con dolor de hombro. En primer lugar, es fundamental comprobar y aclarar el estado del dolor cervical, ya que también se refiere al dolor en el hombro, que puede malinterpretarse. Después de eso, el primer paso para evaluar el hombro sería observar de cerca los cambios en el hombro. Se debe observar la forma, simetría y posición de la escápula, el húmero y el codo, y se

debe anotar e identificar cualquier cambio en ellos. El siguiente paso es la palpación de la articulación del hombro, que puede revelar hinchazón, bulto anormal, asimetría, temperatura de la superficie y crepitación con el movimiento. El examen neurológico de la articulación y las estructuras asociadas es fundamental para descartar afectaciones de los dermatomas y miotomas esenciales. Se debe pedir al paciente que realice movimientos en todos los planos, que serán probados y comparados con los valores esperados. Se observará la asociación del dolor con el movimiento del hombro y se anotarán los resultados concurrentes. (Shitara *et al.*, 2015).

I.2.4. Test ortopédicos

Existen multitud de test ortopédicos para tener una interpretación subjetiva de la posible patología del hombro. Estas pruebas proporcionan información diagnóstica al examinador y ayudan a decidir pruebas radiológicas adicionales.

Test de Jobe: en esta prueba, el examinador eleva el brazo del paciente a 90° de abducción con rotación interna. Luego se aplica al brazo una presión hacia abajo contra su presión. La prueba se etiqueta como positiva si provoca dolor o debilidad anormal. Esta prueba se realiza para evaluar la fuerza del músculo supraespinoso. La posición de abducción total con rotación interna ejerce una gran tensión sobre el tendón supraespinoso, que se debilita en el síndrome de pinzamiento o en el desgarro del manguito rotador. Muchos autores han discutido la eficacia de esta prueba en el diagnóstico del síndrome de desgarro o pinzamiento.

Prueba de raspado de Apley: comprueba el funcionamiento de los rotadores y aductores internos y externos de la articulación del hombro. Hay dos versiones de esta prueba, es decir, la

prueba de Apley superior y la prueba de Apley inferior. En el primer tipo, se pide al paciente que flexione el brazo y el hombro y toque la cara superior de la escápula opuesta. De manera similar, en la otra forma, se pide al paciente que toque el ángulo inferior de la escápula opuesta. Esta prueba ayuda a diagnosticar la estabilidad de la articulación glenohumeral, un desgarro en cualquier músculo del manguito rotador y especifica cualquier patología agravada de cualquier otro tejido. (Iwata *et al.*, 2018).

Prueba de aprehensión: evalúa la integridad del ligamento glenohumeral inferior, la cápsula articular y la inestabilidad articular en dirección anterior. El examinador realiza esta prueba pidiendo al paciente que se acueste en decúbito supino y sostenga el húmero en la articulación del codo. El hombro se abduce a 90° con el codo flexionado a 90°. Se agarra el antebrazo del paciente y se lo rota suavemente hacia afuera. Los pacientes con luxación o subluxación reciente del hombro mostrarán signos de dolor y aprehensión cuando el hombro se acerque a los 90° de rotación externa. El dolor y la aprehensión son aspectos diferentes de esta prueba e indican diferentes patologías. Esta prueba también puede modificarse colocando al paciente en decúbito prono y abduciendo y rotando externamente el brazo. La aprehensión y el dolor en esa posición pueden indicar patologías articulares sutiles.

Prueba de reubicación de Jobe: se realiza para detectar la luxación anterior crónica de la articulación glenohumeral y la integridad del ligamento glenohumeral inferior. (Sanders *et al.*, 2005). El paciente se encuentra en decúbito supino con abducciones de 90° sin rotación interna. El codo se flexiona a 90° y el examinador coloca una mano en la mitad del antebrazo y la otra en el lado proximal del húmero. Luego se rota externamente el hombro y se aplica una fuerza dirigida posteriormente al extremo proximal del hombro. La dirección posterior debería reducir

la subluxación anterior de la articulación del hombro y, en consecuencia, la aprensión y el dolor del paciente. La aprensión del paciente y el dolor posterior volverán si se elimina la fuerza posterior en caso de inestabilidad anterior de la articulación examinada.

Prueba de inestabilidad anterior: El paciente está en decúbito supino con la articulación glenohumeral ligeramente desplazada sobre el borde de la camilla. En esta posición, la articulación del codo se flexiona a 90º y el hombro se abduce a 90º con una rotación externa de aproximadamente 60º. Esto mantiene la articulación en una rotación neutra. Ahora, el examinador coloca el pulgar de la otra mano en el lado anteroinferior de la cabeza humeral con los dedos colocados posteriormente a la posición de la cabeza. Manteniendo esta posición del paciente y del examinador, se aplica una fuerza posterior sobre la cabeza humeral manteniendo la fuerza anterior con los dedos. El pulgar se utiliza para apreciar la cantidad de traslación que sufre el húmero al aplicar esta presión. La prueba se repite repetidamente después de aumentar la cantidad de abducción del brazo. En cada intento de prueba, debe haber un punto final firme y rígido. Esta prueba siempre se realiza en comparación con el otro brazo. La prueba se utiliza para describir la integridad capsular y el funcionamiento adecuado del ligamento glenohumeral inferior. Si el paciente muestra aprensión o dolor y excesiva laxitud articular, indica daño capsular. (Yogman *et al.*, 2016).

Prueba de traslación anterior y posterior: evalúa la laxitud glenohumeral en posiciones anterior y posterior. En esta prueba, se pide al paciente que se siente con los brazos relajados a los lados. El examinador coloca una mano en la cara superior de la escápula y estabiliza la articulación glenohumeral. Mueve la cabeza humeral hacia delante y hacia atrás utilizando los dedos y el pulgar de la otra mano. El examinador debe probar el movimiento de traslación en

ambos brazos y en todas las direcciones. La diferencia entre los movimientos se anotará y revisará para su posterior consideración.

Prueba del Sulcus: La laxitud humeral inferior se evalúa mediante la realización de esta prueba que identifica cualquier déficit en los ligamentos glenohumeral y coracohumeral superiores. En esta prueba, se pide al paciente que se ponga de pie y cuelgue el brazo afectado en una posición relajada de lado. El brazo normal se utiliza para agarrar la muñeca del brazo afectado. Se pide al paciente que aplique activamente fuerza dirigida hacia abajo y luego el examinador palpa el espacio subacromial. El espacio se palpa como una hendidura o surco en la cara superior de la mitad del deltoides. Esta prueba debe realizarse en ambos brazos y se deben comparar los resultados. Las observaciones en esta prueba dependen en gran medida de la experiencia del evaluador y tienen una fiabilidad significativa si se realizan correctamente. (Aytona *et al.*, 2013).

Evaluación de la subluxación posterior de la cabeza humeral: que se evalúa mediante la prueba de inestabilidad glenohumeral posterior. Se coloca al paciente en decúbito supino en la cama con el brazo afectado en abducción de 90° y aducción horizontal de 30° a 40°. El examinador coloca una mano en la cabeza humeral anterior y al mismo tiempo usa los dedos para localizar la articulación glenohumeral posterior. Luego aplica una fuerza dirigida hacia atrás con una mano y luego analiza cualquier subluxación posterior con los dedos de la mano. Debe mantener la subluxación posterior del hombro mediante la aplicación de fuerza con el pulgar y, mientras tanto, se utiliza un segundo brazo para abducir gradualmente el brazo hasta la posición neutra. Durante esta maniobra, el brazo afectado muestra una reducción en caso de que esté

subluxado. La reducción es visible porque el brazo está en abducción. La prueba debe repetirse varias veces para confirmar los resultados y puede compararse bilateralmente.

Prueba de Feagin: también conocida como prueba del cajón inferior, se utiliza para aclarar la integridad del ligamento glenohumeral inferior y la subluxación inferior de la cabeza humeral. En esta prueba, se hace que el paciente se sienta en la camilla con abducciones de 90°. El brazo afectado del paciente se coloca sobre el hombro del examinador con el codo en posición completamente extendida. Luego, el médico coloca ambas manos en el extremo proximal del húmero y aplica fuerza dirigida hacia abajo sobre el húmero. Se evalúa el brazo para detectar subluxación o inestabilidad inferior con la palpación del espacio presente inferiormente. La prueba se considera positiva incluso en presencia de aprehensión o dolor. Esta prueba se combina con la prueba del Sulcus para evaluar la inestabilidad multidireccional en la articulación del hombro. (Telles *et al.*, 2021).

Pruebas de pinzamiento del manguito rotador: como su nombre indica, detecta la afectación estructural y funcional de los músculos del manguito rotador. Estas pruebas objetivan diferentes niveles del síndrome de pinzamiento para diferentes músculos del manguito rotador. Una de las pruebas objetiva daños en el tendón del supraespinoso. Los pacientes se sientan en la camilla y el examinador se coloca del lado del brazo afectado. El examinador coloca una mano en la cara posterior del hombro para proporcionar estabilidad a la escápula. Luego, el examinador sujeta el brazo afecto y flexiona el codo completamente por encima de la cabeza. La flexión completa del húmero puede causar dolor al paciente en caso de síndrome de pinzamiento. La segunda variante de la prueba se conoce como prueba de flexión y rotación interna. Se obliga al paciente a sentarse en la camilla, y el examinador se coloca del lado afecto del paciente. Luego,

el paciente flexiona el codo a 90°. Al mismo tiempo, el examinador flexiona la articulación del hombro a 90°. Luego, el examinador coloca la otra mano en el extremo distal del húmero y rota al máximo el húmero en dirección interna. Este movimiento disminuye el espacio subacromial. El procedimiento provocará una respuesta dolorosa si hay pinzamiento del espacio subacromial. Estas pruebas se conocen en la literatura moderna como pruebas de impacto de Hawkins Kennedy. Esta prueba tiene una sensibilidad más baja pero una especificidad muy alta, por lo que pueden diagnosticar con precisión el síndrome de pinzamiento si se realiza con precisión. Esta prueba generalmente se realiza en el conjunto de pruebas junto con los test del infraespinoso y del arco doloroso. La tasa de positividad en estas pruebas es útil en la confirmación de la lesión y su probabilidad. Estas pruebas son cruciales en los procedimientos de diagnóstico ya que el síndrome de pinzamiento es la patología más común de la articulación del hombro, especialmente en atletas y trabajadores por encima de la cabeza. (Eichinger *et al.*, 2021).

Empty can: es una de las pruebas importantes en el diagnóstico de la patología de la articulación del hombro. La prueba se utiliza para analizar la fuerza del músculo supraespinoso. Por eso también se la conoce como prueba de fuerza del supraespinoso. En esta prueba, el paciente se encuentra de pie con ambos brazos en abducción de 90° con casi 30° de aducción horizontal y rotación interna al máximo. Se pide al paciente que mantenga la posición y el examinador coloca sus manos a la altura del codo y lo presiona hacia abajo. El paciente debe poder resistir el movimiento. En el brazo afecto, el paciente no podrá resistir eficazmente el movimiento y también puede sentir dolor durante el mismo.

Prueba de rotación interna contra resistencia: evalúa la fuerza del músculo supraespinoso, cambiando la rotación interna del brazo. Es una de las pruebas más esenciales en

el diagnóstico del déficit de rotación interna glenohumeral. Por lo general, se obliga al paciente a permanecer de pie con los brazos a los lados y no se deben rotar los brazos. Los codos se flexionan aproximadamente 90° durante esta posición. El examinador coloca una mano en la cara lateral del codo y la otra en el antebrazo distal en su lado medial. Se le pedirá al paciente que rote internamente el brazo mientras el examinador proporcionará resistencia a la rotación interna del paciente. La fuerza del músculo se evalúa por su capacidad para moverse contra la resistencia de la rotación interna. El músculo afectado se compara con el músculo del brazo contralateral.

Prueba de rotación externa contra resistencia: del mismo modo, se realiza una prueba de contraste para evaluar la rotación externa del brazo, que está controlada por el músculo redondo menor y el músculo infraespinoso. En esta prueba, se pide al paciente que se ponga de pie de la misma manera que en la prueba anterior. El paciente está de pie con los brazos a los lados y el codo flexionado a 90°. El examinador coloca una mano en el codo medial y la otra en la cara lateral de la porción distal del antebrazo. Se pide al paciente que rote el brazo contra la resistencia externa y se evalúa la fuerza muscular. Se debe asegurar que el codo del paciente no se abduzca para favorecer la rotación externa del brazo y debe mantenerse en su lugar. La fuerza de estos músculos se prueba en ambos brazos y se nota la diferencia. (Allen *et al.*, 2020).

Prueba de labrum glenoideo: el labrum glenoideo es una estructura esencial de la cabeza humeral que proporciona estabilidad y movilidad adecuada a la articulación glenohumeral. Su integridad y función son primordiales. El paciente se acuesta en la camilla con la articulación glenohumeral en el borde. El examinador coloca uno de sus brazos sobre el codo para sostener el brazo y flexiona el brazo en la articulación glenohumeral en su punto máximo. Durante esta

posición, el codo se coloca en una extensión de aproximadamente 60º, y con el codo relajado. Luego, el examinador coloca los dedos de la otra mano en la cara posterior de la articulación humeral. Se mueve el húmero de manera pasiva entre diferentes rangos de abducción y flexión total del húmero. Estos movimientos extremos en la articulación humeral crean situaciones en las que cualquier desgarro del labrum quedará atrapado. Este desgarro puede causar una sensación de "chasquido" o rechinar en la articulación humeral, que el paciente e incluso el examinador pueden sentir u oír. Esta amplitud de movimiento debe compararse con el labrum del hombro no afectado.

Prueba de estabilidad de la AC: la AC es crucial para proporcionar movilidad y estabilidad a la articulación glenohumeral. La articulación está sostenida por el ligamento acromioclavicular y el ligamento coracoacromial. El paciente se sienta en la camilla con los brazos apoyados a los lados. El examinador coloca una mano en la parte proximal del antebrazo y la otra en la mitad de la clavícula. Luego, el examinador intenta desplazar el acromion de la clavícula aplicando una fuerza dirigida hacia abajo sobre el húmero. Los dedos que están presentes en el medio de la clavícula también se emplean para palpar la separación en la AC. Es el caso de daño ligamentoso del ligamento acromioclavicular o coracoacromial, (Chobot *et al.*, 2018).

Prueba de aducción cruzada o de aducción horizontal. el pinzamiento de la AC es una patología común en pacientes con dolor de hombro. Esto se evalúa mediante una prueba conocida como El paciente puede estar de pie o sentado en la camilla de exploración con el extremo distal del húmero en abducción de 90º por el examinador. Luego, el examinador mueve pasivamente el brazo del paciente horizontalmente hacia el lado opuesto del cuerpo. El brazo está en la posición máxima de aducción y toca la articulación opuesta del hombro. Los dedos del

examinador se utilizan para palpar la separación o crepitación en la articulación. Esta maniobra puede provocar una respuesta dolorosa en el paciente si la AC sufre algún pinzamiento. La prueba también se conoce como prueba de aducción cruzada o prueba de bufanda. La posición de la prueba provoca la compresión de la faceta acromial medial siguiendo la clavícula distal, lo que provoca síntomas dolorosos. Esta prueba puede diagnosticar osteoartritis de la articulación AC o rotura de ligamentos. Se pueden establecer múltiples diagnósticos diferenciales según la interpretación de la prueba. Estos pueden incluir capsulitis adhesiva, artrosis glenohumeral, tensión de la cápsula posterior y pinzamiento en el espacio subacromial.

Prueba de integridad de la articulación esternoclavicular: como la clavícula es un componente esencial del movimiento que involucra la articulación glenohumeral, es vital evaluar su integridad con todas sus articulaciones.. Se pide al paciente que se siente cómodamente en un taburete. Luego, el examinador se sienta frente al paciente y coloca sus manos sobre la articulación esternoclavicular del hombro afecto. Luego, el examinador utiliza el pulgar y los dedos para desplazar la articulación esternoclavicular hacia arriba y hacia abajo desde su posición normal. Este movimiento articular es fundamental para comprobar la laxitud de los ligamentos esternoclavicular y costoclavicular. Estos ligamentos participan principalmente en el mantenimiento de la integridad de la articulación esternoclavicular y en la prevención de su desplazamiento durante el movimiento normal. (Hani Zreik *et al.*, 2019).

Prueba de Speed: la prueba analiza la funcionalidad del músculo y tendón del bíceps, que es el flexor más común de la articulación del codo. En esta prueba, el brazo del paciente se extiende completamente en la articulación glenohumeral con el codo ligeramente flexionado y el antebrazo en supinación. Luego, el examinador pide al paciente que flexione la articulación del

codo aplicando la fuerza máxima, mientras genera una fuerza contra la flexión del brazo. La aplicación de fuerza sobre el codo en flexión genera una sensación de dolor que puede indicar tendinopatía del músculo bíceps.

Prueba de Ludington: evalúa la porción larga del bíceps. Se pide al paciente que levante ambos brazos por encima de la cabeza y junte los dedos de ambas manos. Esta maniobra proporciona la máxima relajación al tendón del bíceps. Después de juntar los dedos, se le pide al paciente que flexione y extienda la articulación del codo alternativamente. El examinador debe palpar el tendón del bíceps durante el movimiento del paciente. Si el tendón no es palpable, indica una rotura del tendón del bíceps. En combinación con estas pruebas para el músculo bíceps, se prueba la integridad del ligamento transversal humeral realizando la prueba de integridad del ligamento trans humeral. En esta prueba, el brazo afectado del paciente se abduce y se rota internamente. Luego, el examinador rota pasivamente el brazo hacia afuera mientras palpa el surco bicipital.

Prueba de la escápula alada: es una de las pruebas esenciales para evaluar el daño nervioso o la pérdida de integridad muscular del músculo que mantiene la escápula centrada. El serrato anterior es el músculo que mantiene la escápula en su lugar original y está inervado por el nervio torácico largo. El daño al nervio o músculo resulta en una condición llamada escápula alada. El brazo se coloca en los 90° de la articulación del codo o en una posición de flexión en la pared mientras se está de pie derecho en el suelo. El examinador se coloca detrás del paciente y genera una fuerza en la pared. Al mismo tiempo, se le pide al paciente que retroceda usando los brazos en la dirección opuesta a la fuerza. El examinador podrá observar el aleteo de la escápula, lo cual puede deberse a daño en el nervio o insuficiencia muscular. El paciente aún puede realizar

el movimiento si la lesión ha sido prolongada por compresión que involucra el trapecio inferior. (Inayat *et al.*, 2017).

Pruebas musculares: estas pruebas describirán ampliamente los músculos de la articulación del hombro. La primera prueba es la flexión de la articulación del hombro, que está gobernada por la parte superior del músculo pectoral mayor, coracobraquial y deltoides. El paciente está sentado o de pie en la posición anatómica. La resistencia se aplica en el extremo distal del brazo mientras el brazo se flexiona en la articulación del hombro hasta 90°. El paciente no podrá flexionar el brazo contra la fuerza en presencia de alguna patología de cualquiera de los flexores del brazo. La siguiente prueba es la prueba de los extensores del hombro, realizada por la parte inferior del músculo pectoral mayor, el dorsal ancho y el redondo mayor. El paciente posiciona su hombro en rotación medial y ligeramente en aducción. El paciente está acostado boca abajo mientras el hombro se encuentra en la posición mencionada anteriormente. Luego se le indica que realice extensiones en diversos grados y rangos. Durante la extensión del hombro se nota cualquier debilidad, dolor o aprehensión. La posición del dolor y la debilidad en un determinado punto corresponde a la debilidad muscular, que puede comprobarse con otras pruebas. Las siguientes pruebas del hombro incluyen abducción y aducción, que son los componentes esenciales del movimiento del hombro. Es esencial para contribuir al movimiento general del hombro en múltiples planos. La prueba de abducción del hombro incluye colocar a los pacientes con abducciones de hombro de 90° en brazos relajados. El paciente se sienta relajado en la silla con el codo flexionado en grados mínimos. El paciente abduce el hombro y el examinador aplica la fuerza opuesta a la abducción. La debilidad o el esfuerzo durante la maniobra se considerarán patología de la musculatura. Los músculos implicados en la abducción

del hombro incluyen el deltoides y el supraespinoso, que se ponen a prueba durante esta maniobra. La abducción horizontal del hombro está gobernada por las fibras posteriores del músculo deltoides, infraespinoso y redondo menor. Estos músculos se prueban colocando al paciente en decúbito prono y los hombros en abducción de 90°. Los brazos del paciente cuelgan verticalmente del borde de la camilla. Se pide al paciente que mueva los brazos en abducción horizontal en múltiples rangos de movimiento. La última prueba que se discutirá en esta extensa discusión experimental sobre la evaluación de la articulación del hombro es la prueba de aducción horizontal de la articulación del hombro. Esto lo realiza principalmente el músculo pectoral mayor y se prueba colocando al paciente en decúbito supino con los brazos en abducción a 90°. Durante esta posición, se le indica al paciente que realice múltiples movimientos de aducción horizontal, y el examinador proporciona la resistencia proximal de la articulación del codo. El dolor o la aprensión en el movimiento de la articulación se considera una patología muscular. (Jobe *et al.*, 1982).

Medición goniométrica: el paciente se sitúa decúbito supino con el hombro en abducción de 90° y con flexión de 90° de codo. (Van der Windt *et al.*, 1995). Se colocó una toalla doblada entre el plano de la camilla y la cara posterior del hombro para respetar el plano anatómico de la escápula, así como una contratoma estabilizadora en la cara anterior del hombro con el pulgar apuntando hacia la coracoides para evitar que la cabeza humeral se anteriorice. Se colocó el fulcro del goniómetro digital en el olécranon sosteniéndolo verticalmente al suelo (posición neutral) y la rama móvil centrada con la referencia de la apófisis estiloides del cúbito. (Norkin *et al.*, 2016).

I.2.5. Evaluación radiológica y hallazgos clínicos

Se emplean múltiples técnicas radiológicas para la evaluación de las patologías del hombro. Estas técnicas juegan un papel esencial en los valores diagnósticos y pronósticos de la lesión. Las radiografías simples son esenciales para diagnosticar fracturas, cuerpos libres y tumores. Estas imágenes se toman desde múltiples vistas y el diagnóstico se realiza en consecuencia. Las proyecciones de rutina de la articulación del hombro incluyen proyecciones anteroposterior y lateral. Algunas opiniones únicas se obtienen en diferentes circunstancias. Incluyen la vista axilar, que evalúa las fracturas y dislocaciones del borde glenoideo; la vista lateral axilar del punto oeste; vistas de muesca Stryker para evaluar lesiones de Hill Sachs; y la evaluación de la visión de Zanca de la articulación acromioclavicular.

La resonancia magnética es una de las técnicas radiográficas más esenciales para evaluar la articulación del hombro, especialmente en la población deportista. Una resonancia magnética estándar del hombro se realiza en tres planos diferentes. La proyección más crucial es el plano coronal oblicuo que puede diferenciar entre desgarros del supraespinoso e infraespinoso. La artrografía por resonancia magnética se emplea en los hospitales modernos para determinar lesiones del labrum y tendinopatías. Esto es más útil en pacientes menores de 40 años, ya que la patología de la articulación del hombro se desplaza del labrum a los tendones del manguito rotador con la edad. La artrografía por resonancia magnética es útil en múltiples patologías del hombro, que incluyen desgarros del tendón articular, desgarros del labrum anterior y desgarros del labrum superior, anterior y posterior (SLAP). Se ha empleado considerablemente en la lesión del labrum y en el pinzamiento del hombro. Generalmente se compara con las imágenes de la resonancia magnética para un diagnóstico exacto. Para diagnosticar los desgarros intra-sustancia

y del receso lateral y los quistes parabrales, se obtienen imágenes saturadas de grasa de la articulación en tres planos diferentes. Luego se combinan con las imágenes coronales oblicuas saturadas de grasa T2, estableciendo un diagnóstico comparativo. Existen algunas posiciones específicas, como la rotación externa en abducción (ABER), (Barreto *et al.*, 2019). Estas secuencias suelen llevar mucho tiempo, por lo que la mayoría de los hospitales se muestran reacias a obtener estas imágenes. Algunos abordajes se realizan para obtener artrografía directa del hombro, que incluyen abordajes anteroinferior, del intervalo rotador y posterior. Algunos incluyen abordajes ecográficos y fluoroscópicos, y cada técnica tiene limitaciones y ventajas que difieren de un caso a otro. En ocasiones se utiliza un anestésico como solución etnográfica, pero cada solución tiene limitaciones debido a su naturaleza condrogénica.

Algunas de las técnicas menos invasivas incluyen la artrografía indirecta, que es menos invasiva que la artrografía directa habitual ya que no depende de la posición exacta de la aguja. Esta técnica emplea contraste de gadolinio, que se inserta por vía intravenosa y se deja asentar en la sinovial altamente vascularizada de la articulación. La evidencia científica ha demostrado una eficacia similar del método indirecto en comparación con los métodos directos. Por otro lado, algunos estudios demuestran que el contraste intravenoso produce un realce excesivo de las estructuras de tejido blando alrededor de la articulación y no puede diagnosticar lesiones labro ligamentosas en articulaciones distendidas. Por eso estos métodos se utilizan en diferentes instituciones según la preferencia del médico.

La resonancia magnética se emplea para mapear el cartílago, lo que depende de la naturaleza biofísica del proceso de obtención de imágenes. En lugar de las imágenes habituales de las estructuras óseas y de tejidos blandos, se utiliza para especificar la reducción de

proteoglicanos y el proceso de degeneración de la matriz condral, que se puede evaluar en mayor medida para detectar la degeneración cartilaginosa. Anteriormente se había empleado en el estudio del cartílago articular de la rodilla y de las articulaciones cartilaginosas interfalángicas, pero actualmente su eficacia está aumentando en la articulación glenohumeral. En estudios recientes, la artroscopia por resonancia magnética visual se ha empleado con la resonancia magnética tradicional, mejorando significativamente la sensibilidad diagnóstica en enfermedades articulares. Su uso clínico aún se encuentra en una fase incipiente y se está desarrollando continuamente para un uso extendido. Los pacientes con contraindicaciones directas o indirectas para la resonancia magnética son evaluados mediante artrografía por tomografía computarizada. Esto se hace inyectando 10-12 ml. de solución de contraste yodo directamente en la articulación, que luego se analiza mediante la misma técnica que la artrografía por resonancia magnética. Aunque no es un método de elección, se ha prescrito a pacientes con contraindicaciones para la resonancia magnética. En los casos habituales, el contraste yodado no se diluye. Aun así, algunos estudios han demostrado que la proporción de yodo a contraste de 1:4 es más eficaz en el diagnóstico de lesiones de los tejidos blandos, cuerpos libres, tendinopatías y lesiones neuromusculares. La sensibilidad de la prueba en diferentes casos es del 92% al 100%, y la especificidad en diferentes patologías del hombro es del 96% al 100%. Las lesiones labro ligamentosas asociadas a la articulación del hombro no se valoran inicialmente mediante la tomografía computarizada, pero son un recurso fiable en caso de necesidad. Las lesiones de la articulación del hombro se clasifican en función de sus lesiones y se tratan según la necesidad. También es necesario discutir todos los protocolos de tratamiento necesarios para tratar DRIG. (Mok *et al.*, 2010).

I.2.6 Tratamiento de patologías específicas del hombro

Las lesiones del manguito rotador y sus tendones se tratan con reposo y fisioterapia adecuados. El principal objetivo del tratamiento en las patologías del manguito rotador es estabilizar los músculos escapulares, estirar la cápsula posterior y aportar fuerza a los músculos y tendones del manguito rotador. La cirugía se realiza en condiciones en las que el daño al manguito es extenso y no se puede reparar únicamente con fisioterapia. La infiltración de glucocorticoides en el espacio subacromial beneficia a los pacientes durante la fase sintomática aguda. Es necesario descansar de todo tipo de actividades después de dicho tratamiento. El labrum glenoideo es una parte esencial de la cavidad glenoidea y se ha demostrado que desempeña un papel importante en la estabilidad de la articulación. La lesión del labrum se trata estirando la cápsula posterior, fortaleciendo el tendón del bíceps, estabilizando la escápula, y mejorando la condición cinética del manguito rotador. Estos son tratamientos de apoyo para los desgarros del labrum, por lo que para un tratamiento completo es necesaria la sutura quirúrgica para reparar la lesión. Los casos de DRIG generalmente se tratan de forma no quirúrgica. A los pacientes con DRIG se les prescribe tratamiento quirúrgico cuando no mejoran con medios no quirúrgicos. Los tratamientos no quirúrgicos incluyen ejercicios de estiramiento de la cara posterior de la cápsula, estiramiento de los músculo pectoral menor y modificando las actividades que involucren al hombro. (Mattacola *et al.*, 2006).

El tratamiento debe incluir el fortalecimiento de los músculos escapulares posteriores, que incluyen el subescapular y el serrato anterior, junto con la movilización de la articulación glenohumeral. Una de las lesiones importantes de la escápula es el síndrome de la escápula “SICK” que es el acrónimo inglés de “*Scapular malposition, Inferomedial border prominence,*

Coracoid pain and malposition and Diskinesis of Scapular movement". Las patologías incluidas en este síndrome incluyen:

1. Mal posicionamiento de la escápula.
2. La prominencia del borde inferior de la escápula.
3. Dolor en la apófisis coracoides.
4. Discinesia de la articulación del hombro.

Todos estos síntomas se tratan objetivando la causa subyacente. Esto incluye estirar la cápsula posteroinferior y estirar el músculo pectoral menor.

Generalmente, el plan terapéutico de tratamiento del DRIG se divide en quirúrgico y no quirúrgico. Las estrategias no quirúrgicas incluyen medidas de estiramiento y fortalecimiento capsular posterior, que mejoran la mecánica del movimiento escapular. Estas técnicas de estiramiento incluyen el estiramiento del *"sleeper stretch"* (Figura 6) y el estiramiento *"cross arm"* del hombro afecto. El paciente suele permanecer en decúbito lateral omolateral con el codo flexionado a 90°. El otro brazo rota internamente el hombro afecto y se realiza el estiramiento tipo *"sleeper stretch"*. El estiramiento *"cross arm"* se realiza mientras el paciente está de pie, y el hombro no afecto aplica presión sobre el codo para aducirlo por completo y realizar el estiramiento. Múltiples estudios han demostrado la eficacia de los estiramientos en deportistas con DRIG. El estiramiento de los brazos antes y después del lanzamiento aumenta efectivamente la rotación interna de los atletas. Estas técnicas de estiramiento se combinan de diferentes formas para mejorar el rendimiento general del deportista. El estiramiento también se combina con técnicas como la liberación miofascial, que probablemente desempeñe un papel esencial en el tratamiento de DRIG. A los atletas se les prescribe principalmente un programa de fisioterapia

individualizado. (Jiménez-del-Barrio *et al.*, 2022). Un buen programa de fisioterapia consiste en ejercicios progresivos de movilidad y fuerza que implican mejorar las estructuras no afectas en función de las necesidades específicas del paciente. Los ejercicios de las estructuras lesionadas se realizan gradualmente después de que el dolor agudo disminuye y mejora el proceso de lesión real. Además de los programas de ejercicio, los programas de lanzamiento están diseñados para atletas que realizan actividades de lanzamiento de alto grado o movimientos de rotación del hombro.

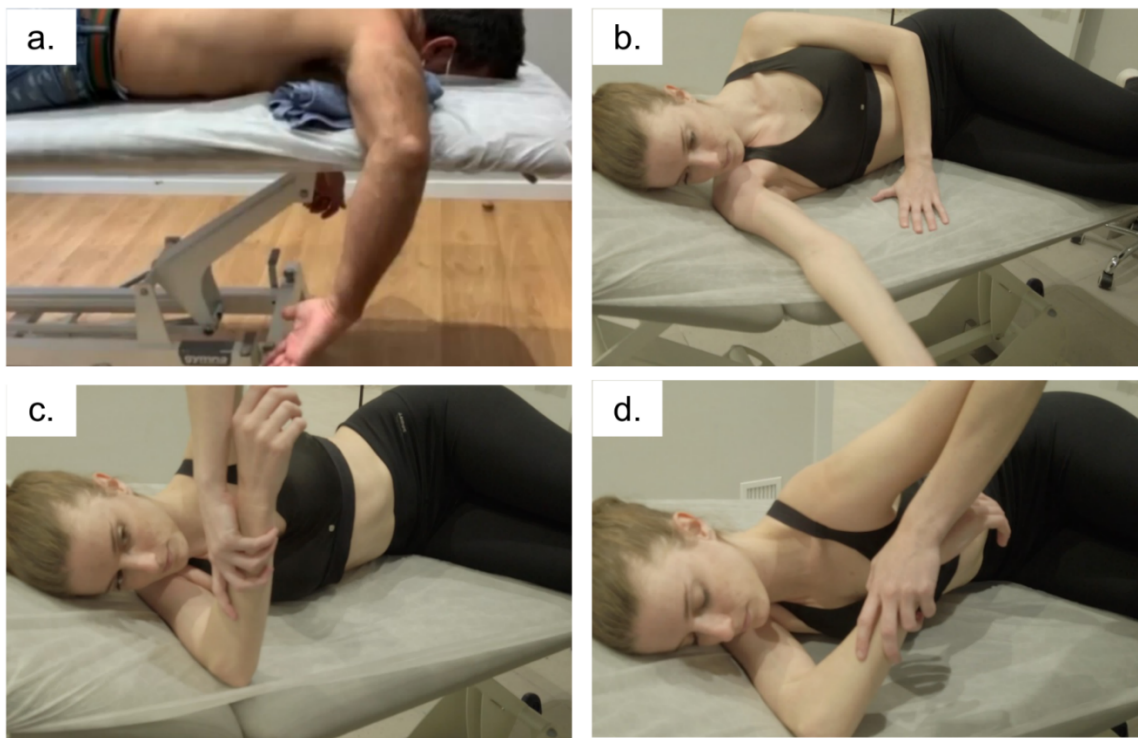


Figura 6: Estiramiento *Sleeper Stretch* para DRIG. (Imagen propia).

Los principios básicos que se aplican para aumentar el movimiento del hombro son generalmente los mismos en todos los programas terapéuticos. Su objetivo es que cada deportista realice un calentamiento adecuado antes de cualquier actividad de la articulación del

hombro para evitar una morbilidad significativa. La aptitud cardiovascular del deportista es necesaria para mejorar su rendimiento general. Se selecciona un programa terapéutico analizando la lesión y recopilando respuestas apropiadas para diferentes respuestas al tratamiento. Cuando se adopta una terapia particular, la terapia posterior sólo debe iniciarse o progresarse una vez que el paciente pueda realizar los ejercicios anteriores sin molestias ni dolor. Los programas terapéuticos para el brazo tienen como objetivo aumentar la movilidad de la articulación glenohumeral junto con el fortalecimiento de los músculos del manguito rotador y la mejora de los estabilizadores de la articulación del hombro. El core juega un papel vital en cualquier movimiento. El fortalecimiento y estabilidad del abdomen, tronco y pelvis son fundamentales en el programa de rehabilitación de cualquier extremidad. La resistencia aplicada en la extremidad debe ajustarse con mucha precisión según la etapa de la lesión. Es una práctica común comenzar con una carga significativamente menor de 1 a 3 libras de peso y luego aumentarla según la mejora del paciente. El peso suele aumentarse después de que el paciente pueda realizar 20 repeticiones del mismo peso sin ninguna molestia ni dolor. (Johnson *et al*, 2018). El tratamiento incluirá ejercicios pliométricos que imiten las demandas del lanzamiento del atleta. Esto se realizará en conjunto con la mejora general del cuerpo, lo que puede mejorar el rendimiento del atleta. Lanzar pelotas pesadas es un ejercicio eficaz para el movimiento del brazo ya que contribuye en la forma de lanzamiento junto con la resistencia a la mejora del músculo. Estos ejercicios deben realizarse tres días por semana. El número objetivo de series y repeticiones es fundamental para la posterior rehabilitación del músculo. Para cada ejercicio específico, el participante realiza un ejercicio de calentamiento adecuado en una cinta de correr o en una bicicleta. Luego se pide a los participantes que realicen regularmente los ejercicios de

fuerza combinados con los estiramientos capsulares posteriores. La fuerza del miembro superior se desarrolla mediante ejercicios que incluyen la abducción del hombro a 90°, la rotación externa del hombro en decúbito lateral, la abducción del hombro con el paciente acostado en decúbito prono y el remo. Ejercicios en decúbito prono con o sin rotación externa. Los ejercicios de las extremidades casi siempre se combinan con los ejercicios de fuerza del core, que son importantes en la distribución del peso total del cuerpo. Los ejercicios básicos incluyen plancha, planchas laterales, extensión de piernas combinada con puentes, flexiones, y peso muerto con una sola pierna que implica una mínima flexión de la articulación de la rodilla. Este programa se puede actualizar a programas avanzados, que siempre deben realizarse bajo la supervisión de un fisioterapeuta experto. El programa de fuerza avanzado incluye ejercicios similares al programa básico y maniobras adicionales. Esto puede incluir rotación externa del hombro, flexión y extensión de las articulaciones de la muñeca y el codo, superman y supinación, y pronación del antebrazo para el miembro superior. Los ejercicios adicionales para el core y las extremidades inferiores pueden incluir extensiones de piernas en posición de entrada, pasos cuadrados, peso muerto rumano con una sola pierna, estocadas y abducción de cadera contra resistencia mientras se mantiene el equilibrio sobre una sola pierna. A algunos pacientes se les prescriben ejercicios pliométricos que implican resistencia a los tubos y ejercicios de rotación externa. También incluye la rotación externa del hombro en abducción con lanzamientos de balones medicinales por encima de la cabeza. Los ejercicios pliométricos incluyen lanzamientos de béisbol en posición de rodillas, incluidas velocidades normales y desaceleradas. (Kirsch *et al.*, 2019).

La terapia manual, tanto articular como de tejidos blandos, se ha utilizado tradicionalmente para mejorar el balance articular en situaciones de déficit de movilidad del complejo articular del hombro, como en la capsulitis adhesiva o como en el DRIG (Zavala-González *et al.*, 2018) , (Shih *et al.*, 2017). Estas maniobras son de ayuda en la consiguiente movilización global del complejo del hombro. (Lee *et al.*, 2014).

Hasta la fecha no se ha propuesto un protocolo de tratamiento de terapia manual completa para el tratamiento del DRIG.

I.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El déficit de rotación Interna glenohumeral puede ser una alteración biomecánica sintomática asociada a las lesiones estructurales tisulares que causan dolor de hombro en la población general adulta que acude a consulta de traumatología en la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid, durante el último trimestre del año 2020 y el primer trimestre del año 2021, a partir del cual se incrementan significativamente los riesgos cinemáticos y cinéticos lesionales, así como la pérdida de calidad en el desarrollo de las actividades de su vida diaria.

De esta manera, todas las omalgias presentarían DRIG y todos los DRIG presentarían alteración estructural.

I.3.1 Objetivo Principal

Identificar la implicación clínica y biomecánica del déficit de rotación interna glenohumeral como una causa primaria sintomática de dolor y limitación funcional del complejo articular del hombro en la población general adulta que acude a consulta de traumatología en la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid.

I.3.2 Objetivos secundarios

- a) Caracterizar y Cuantificar el déficit el DRIG sintomático.
- b) Caracterizar a la población adulta según sus características sociodemográficas, antropométricas, laborales, dominancia y evolución.
- c) Correlacionar exploración traumatológica ortopédica con hallazgos radiológicos.

- d) Correlacionar DRIG y lesiones estructurales del complejo articular del hombro.
- e) Definir un protocolo de tratamiento de fisioterapia especializado para tratar DRIG.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

II.1. TIPOS DE ESTUDIOS

Para la consecución de los objetivos planteados se planificaron 2 estudios, un estudio observacional descriptivo transversal con los hombres y mujeres adultos que acudieron a consulta por omalgia mediante un reclutamiento secuencial no aleatorizado y un ensayo clínico abierto con los adultos participantes del estudio observacional descriptivo transversal anterior que aceptaron someterse a un protocolo de tratamiento de fisioterapia.

II.2. ÁMBITO ESPACIAL

Los estudios y por tanto la muestra se obtuvieron en la consulta número 4 del departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid, de forma no probabilística mediante un muestreo consecutivo.

II.3. ÁMBITO TEMPORAL

Los estudios se desarrollaron durante el último trimestre del año 2020 y el primer trimestre del año 2021. Desafortunadamente el estudio se vio interrumpido por la pandemia de SARS-CoV-2.

II.4. MUESTRA POBLACIONAL

II.4.1. Criterios de Selección

Utilizando la calculadora de tamaño de muestra Raosoft®, obtenemos una prevalencia de 357 pacientes de patología de hombro en la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid, con una prevalencia teórica descrita en torno al 20% con precisión absoluta o error del $\pm 4\%$ y un intervalo de confianza del 95%. Excluimos de la muestra a todos los menores de edad, con este dato realizamos el cálculo del tamaño de la muestra para el estudio observacional descriptivo transversal mediante la calculadora GRANMO (versión 7.12, Instituto Municipal de Investigaciones Médicas, Barcelona, España). El tamaño de la muestra fue de 67, incluidos pacientes de 25 a 75 años ($52,7 \pm 11,8$ años, 36 hombres y 31 mujeres). El consentimiento informado de todos los pacientes se seleccionó mediante el análisis mediante criterios de inclusión y exclusión.

Para el ensayo clínico abierto, el tamaño mínimo de muestra se calculó en 35 pacientes para detectar al menos una diferencia entre IR e IR de 4º, asumiendo un riesgo alfa de 0,05, considerando que es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta, y un riesgo beta de 0,2, teniendo en cuenta que es la probabilidad de aceptar la hipótesis nula cuando es falsa, con una desviación estándar (DE) de 7º y una tasa de abandono del 30%. Así, un total de 35 pacientes caucásicos aceptaron ser tratados en la primera consulta.

II.4.2. Criterios de Inclusión

En el estudio observacional descriptivo transversal se incluyeron todos los pacientes mayores de edad con dolor de hombro que acudieron a consulta y aceptaron participar y suscribieron el consentimiento informado. Se entendió el dolor de hombro en los pacientes cuando manifestaban una experiencia sensorial y emocional desagradable directamente asociada con daño tisular real o potencial en su hombro doloroso y pruebas de imagen que lo sustentan, siguiendo los criterios de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas de Salud Relacionados (CIE).

En el ensayo clínico abierto se incluyó a todos los participantes del estudio observacional descriptivo transversal anterior que aceptaron ser tratados en la primera consulta.

Los pacientes incluidos en la muestra pertenecían a diversos grupos de edad, entornos socioeconómicos y culturas raciales y étnicas. Los pacientes de la muestra fueron sometidos a diversos test ortopédicos y luego evaluados radiológicamente para el diagnóstico de patologías específicas

II.4.3. Criterios de Exclusión

Ser menor de 18 años o mayor de 80 años, presentar dolor en ambos hombros, tener una prótesis articular en al menos uno de los dos hombros, tumor o infección.

También se excluyeron los deportistas federados y de alto rendimiento.

Dichos criterios de inclusión y exclusión se adaptaron de autores (Bach y Goldberg, 2006), que investigan sobre el dolor de hombro y el DRIG.

II.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

- a) Goniómetro digital Absolute + Axis[®] goniometer (*Baseline Evaluation Instruments, Irvington, NY*).
- b) Resonancia Magnética 3T Magnetom VIDA (*Siemens Healthineers, Alemania*) de la Clínica Universidad de Navarra, Sede Madrid.

II.5.1. Exploración Física

Cada paciente fue sometido a un examen ortopédico por un cirujano ortopédico con mínimo 17 años de experiencia. Se realizaron test ortopédicos traumatológicos para explorar el complejo articular del hombro debidamente referenciados en el apartado a tal efecto: Jobe, Gerber, Patte, Lift Off, Cross Arm, Porción Larga de Bíceps, Aprehensión y otros como Hawkins, SLAP, Kim, Yokum, Napoleón, Speed, Palm up, Mayer y Habermayer.

La IR de cada hombro se midió en posición supina en una camilla. El examinador mantuvo el hombro en abducción de 90° con flexión de 90° en el codo. (Van der Windt *et al.*, 1995). Se colocó una toalla doblada entre el plano de la camilla y la cara posterior del hombro para respetar el plano anatómico de la escápula, así como una contratoma estabilizadora en la cara anterior del hombro con el pulgar apuntando hacia la coracoides

para evitar que la cabeza humeral se anteriorice. Se colocó el fulcro del goniómetro digital en el olécranon sosteniéndolo verticalmente (posición neutral). El examinador rotó internamente la articulación glenohumeral mientras estabilizaba la escápula en el banco para evitar movimientos compensatorios. Cuando la escápula comenzó a moverse en protracción o inclinación anterior, se consideró que se había alcanzado el punto final de la medición y se anotó el valor de IR respectivo (IR o IR previo al tratamiento). El orden de los hombros a evaluar fue aleatorio. La evaluación de la IR fue realizada por la misma persona (Figura 5).



Figura 5 (bis): Medición DRIG usando goniómetro digital. (Imagen propia).

Tras el consenso de Discinesia Escapular (Kibler *et al.*, 2009) se decidió que el método de exploración más sensible y específico era la observación del ritmo escapular desde la cara posterior, y sin camiseta del paciente. Se solicitan de manera dinámica entre

3 y 5 antepulsiones de 0º a 180º si es posible por su balance articular, y sin carga, con ambos brazos de manera simétrica. Se observa el ángulo inferior y el borde medial escapulares para objetivar si hay desviación de los relieves anatómicos descritos. En caso afirmativo, el test se considera positivo (Figura 7).



Figura 7: Evaluación bilateral, dinámica y sin carga durante la antepulsión glenohumeral del ángulo inferior y el borde medial de la escápula al realizar el descenso de los brazos. Derecha test positivo. (Imagen propia).

El dolor se evaluó mediante la "*Numeric Pain Rating Scale*" (NPRS). Es una experiencia subjetiva y variable según la tolerancia de cada participante. Es una escala de 11 opciones, donde "0" es ausencia de dolor y "10" es el dolor de mayor intensidad. Pese a la controversia, esta escala es la más fiable ya que muestra mayor sensibilidad. Es sencilla, rápida y permite valorar los resultados fácilmente (Figura 8).

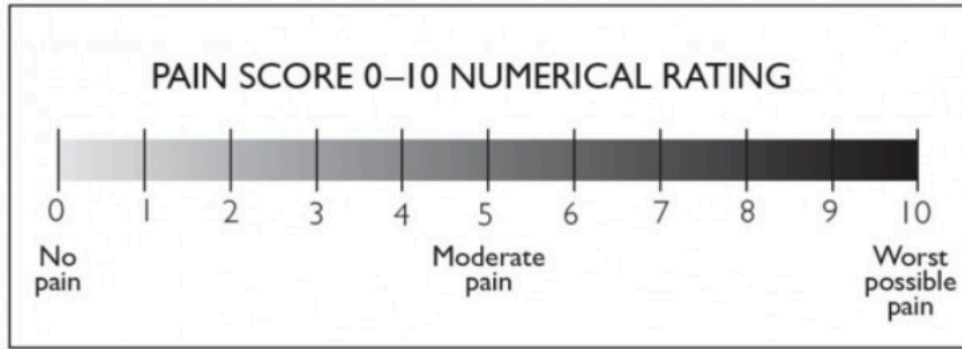


Figura 8: "Numeric Pain Rating Scale" (NPRS).

II.5.2. Exploración Radiológica

Cada paciente fue sometido a pruebas de imagen con el objetivo de correlacionar las afectaciones estructurales del hombro de estudio descritas mediante las correspondientes pruebas de imagen efectuadas por el servicio de radiodiagnóstico de la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid, y revisadas bajo un mismo protocolo (Figura 9) ideado para la ocasión por un radiólogo amplia experiencia. (ANEXO IV)

- Informe Radiología:
 - Manguito:
 - Tendinopatía: No (0) Sí (1)
 - Rotura: Ausente (0) Parcial (1) Total (2)
 - Calcificaciones: No (0) Sí (1)
 - Atrofia Muscular: No (0) Sí (1)
 - Bíceps:
 - Tendinopatía: No (0) Sí (1)
 - Ubicación del Tendón: Normal (0) Anormal (1)
 - Líquido Tenosinovial (Vaina): No (0) Sí (1)
 - Labrum: No (0) Sí (1)
 - Articulación Acromioclavicular: Normal (0) Anormal (1)
 - Efecto sobre el Manguito: No (0) Sí (1)
 - Articulación Glenohumeral:
 - Derrame: No (0) Sí (1)
 - Sinovitis: No (0) Sí (1)
 - Cuerpos (libres) Intra-articulares: No (0) Sí (1)
 - Signos específicos de Capsulitis: No (0) Sí (1)
 - Bursa:
 - Bursa Subacromial-Subdeltoidea Líquido: No (0) Sí (1)
 - Bursa Subcoracoidea Líquido: No (0) Sí (1)
 - Huesos:
 - Bankart: No (0) Sí (1)
 - Hill Sachs: No (0) Sí (1)
 - Lesión de Bennett: No (0) Sí (1)
 - Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Húmero (Se puede Incluir Hill Sachs aquí): No (0) Sí (1)
 - Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Glenoide (Se puede incluir el Bankart Óseo y el Bennett aquí): No (0) Sí (1)
 - Osteofitos Húmero: No (0) Sí (1)
 - Osteofitos Glenoide: No (0) Sí (1)
 - Cartílago:
 - Defecto de Cartílago en el Glenoide: No (0) Sí (1)
 - Defecto de Cartílago en el Húmero: No (0) Sí (1)

Figura 9: Protocolo de Lectura de Pruebas Imagen diseñado para la ocasión.

II.6 ASPECTOS LEGALES Y COMITÉ DE ÉTICA

Los estudios se realizaron tras la aprobación ética del consejo del Comité Ético de la Clínica Universitaria de Navarra (Proyecto 2020.095 de 18 de junio de 2020). Esta aprobación sigue la Declaración de Helsinki sobre la ética en la realización de un estudio. Todos los pacientes con dolor de hombro fueron informados sobre los test ortopédicos, la metodología y la evaluación realizados en los estudios. A estos pacientes se les entregó la Hoja de Información al Participante (HIP) y el Consentimiento Informado (CI) de la Clínica Universidad de Navarra para

la Investigación en Ciencias Biosanitarias, y se mantuvo el secreto adecuado para la investigación. Los exámenes fisioterápicos y la evaluación radiológica se realizaron después de obtener el consentimiento informado completo por escrito. Todas las fotografías o datos compartidos en el estudio se realizarán después de obtener el consentimiento y bajo completo anonimato. (ANEXO IV)

II.7. VARIABLES

Se creó un Cuaderno de Recogida de Datos con preguntas estructuradas, con codificación previa para incluir datos sociodemográficos, clínicos y técnicos, así como los datos relacionados con la exploración física y la radiológica (ANEXO IV) y comprobar los criterios de inclusión y exclusión.

La principal variable del estudio es la presencia de DRIG que se estudiará con respecto a diferentes factores sociodemográficos. La profesión y las actividades deportivas de los pacientes también tendrán en cuenta, así como la edad, el peso, el IMC, los grupos raciales y étnicos, las aficiones, el sexo, las actividades diarias, los factores ambientales, etc. Estos factores formarán parte del análisis comparativo, que se realizará. Otras variables destacables se obtendrán tras la evaluación del examen ortopédico y mediante estudios de imagen. Estarán sujetos a la presencia o ausencia de algún hallazgo particular respecto de una patología concreta.

II.7.1. Variables antropométricas y demográficas.

Se decidieron obtener las siguientes variables antropométricas y demográficas de cada uno de los pacientes (Tabla 1).

Tabla 1: Definición de las Variables Antropométricas y Demográficas.

Variable	Definición	Tipo	Respuestas
Sexo	Género de cada participante	Cualitativa Nominal Dicotómica	Hombre (1) Mujer (2)
Estado Civil	Estado civil de cada participante en el momento de la exploración	Cualitativa Nominal	Soltero (1) Casado (2) Separado (3) Viudo (4)
Descendencia	Ausencia o presencia de hijos en el momento de la exploración	Cualitativa Nominal	Paternidad (1) Maternidad (2) Sin descendencia (3)
Edad	Edad de cada participante en el momento de la exploración	Cuantitativa Continua	En años
Dominancia	Brazo con el que ejecuta de manera más precisa las actividades de la vida diaria	Cualitativa Nominal	Diestro (1) Zurdo (2) Ambidiestro (3)
Altura	Altura de cada participante en el momento de la exploración	Cuantitativa Continua	En centímetros
Peso	Peso de cada participante en el momento de la exploración	Cuantitativa Continua	En Kilogramos
Hombro Afecto	Hombro que presenta dolor en el momento de la exploración y es el motivo de consulta traumatológica	Cualitativa Nominal	Derecho (1) Izquierdo (2) Ambos (3)
Cirugías Previas Hombro Afecto	Haber tenido una cirugía previa en el hombro motivo de consulta en el momento de la exploración	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Ocupación Laboral	Tarea desempeñada con rendimiento económico de cada participante en el momento de la exploración	Cualitativa discreta	
Hábitos Deportivos	Tarea deportiva de cada participante en el momento de la exploración	Cualitativa discreta	
Evolución	Tiempo transcurrido con presencia de dolor en el hombro motivo de consulta hasta el momento de la exploración	Cualitativa Nominal	Hasta 6 semanas (1) Hasta 12 semanas (2) Hasta 6 meses (3) Más de 6 meses (4)

II.7.2. Variables de exploración del hombro.

En cuanto a la exploración de hombro se siguió este protocolo (Tabla 2)

Tabla 2: Definición de las Variables de exploración del hombro.

Variable	Definición	Tipo	Respuestas
Jobe	Presenta signo de Jobe para el músculo supraespinoso	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Gerber	Presenta signo de Gerber para el músculo supraespinoso	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Patte	Presenta signo de Patte para el músculo infraespinoso	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Lift Off	Presenta signo de Lift Off para el músculo subescapular	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Cross Arm	Presenta signo de Cross Arm para la articulación acromio clavicular	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Porción Larga del Bíceps	Presenta signo de Palm Up para la porción larga del bíceps	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)
Signo de Aprehensión	Presenta sensación de dislocación anterior del hombro al realizar abducción con rotación externa	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) Si (1)

II.7.3. Variables de movilidad e imagen.

Las variables de movilidad e imagen que se utilizaron están definidas en la Tabla 3.

Tabla 3: Definición de las Variables de movilidad e imagen de lesiones biomecánicas y de afectación estructural del hombro.

Variable	Definición	Tipo	Respuestas
Rotación Interna	Ángulo de rotación interna glenohumeral pasiva medida con goniómetro digital	Cuantitativa Continua	En grados
Discinesia Escapular	Presencia de alteración del ritmo escapular durante la antepulsión sin carga	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
Manguito Rotador	Tendinopatía	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Rotura	Cualitativa Nominal	Ausente (0) / Parcial (1) / Total (2)
	Calcificaciones	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
Bíceps	Atrofia Muscular	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Tendinopatía	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Ubicación del Tendón	Cualitativa Nominal Dicotómica	Normal (0) / Anormal (1)
	Líquido Tenosinovial	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
Articulación Acromioclavicular	Labrum	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Efecto sobre la Articulación Acromioclavicular	Cualitativa Nominal Dicotómica	Normal (0) / Anormal (1)
Articulación Glenohumeral	Efecto sobre el Manguito	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Derrame	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Sinovitis	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Cuerpos Libres Intraarticulares	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
Bursa	Signos específicos de Capsulitis	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Subacromial Líquido	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
Huesos	Subcoracoidea Líquido	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Bankart	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Hill Sachs	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Lesión de Bennett	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Húmero	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Glenoide	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
	Osteofitos Húmero	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)
Osteofitos Glenoide	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)	
Defectos en Húmero	Cualitativa Nominal Dicotómica	No (0) / Si (1)	

II.7.4 Tratamiento de DRIG y su Eficacia

Se propone una secuencia de tratamiento que incluye técnicas de terapia manual articular y técnicas de liberación de tejidos blandos (Figura 10)

Paciente en decúbito supino:

a.- Deslizamientos sobre la fascia superficial. Técnica para preparar al hombro para la aplicación de técnicas más profundas. Deslizamientos superficiales digitales del terapeuta sobre fascia superficial deltoidea.

b.- y c.- Movilizaciones anteroposteriores de clavícula. Permiten movilizar la articulación esterno costo clavicular y la acromioclavicular preparando el complejo articular del hombro para movilizaciones globales. Facilita la movilización de la fascia pectoral.

Liberaciones miofasciales del complejo articular del hombro. La aplicación de **técnicas de liberación miofascial** mediante presiones directas manuales facilita la movilización y aceptación del movimiento de estas estructuras. El orden del tratamiento propuesto es el siguiente:

d.- Músculo subclavio.

e.- Músculo pectoral.

f.- Músculo pectoral menor.

g.- Músculo subescapular.

h.- Movilización de deslizamiento inferior glenohumeral en abducción. Técnica para facilitar el recentraje glenohumeral. Paciente en decúbito prono: Importante colocar

una toalla entre la cara anterior del paciente y la camilla para evitar la anteriorización excesiva de la cabeza humeral.

h.- (bis), i.- j.- Liberaciones miofasciales de rotadores externos con decoaptación glenohumeral facilitando el espacio triangular, el espacio cuadrangular y el hiato del tríceps.

k.- Movilización de deslizamiento anterior y posterior, superior e inferior glenohumeral en abducción. Técnica para facilitar el recentraje glenohumeral.

Liberaciones miofasciales de la musculatura escapular:

l.- Romboides

m.- Trapecio

n.- Angular de la escápula.

o.- p.- q.- r.- s.- Subescapular: incluye movilización con decoaptación de la articulaciones escapulo torácica.

t.- u.- v.- Finalizamos el tratamiento con una técnica de movilización en supino de la cápsula posterior en flexión de hombro de 90º y aducción, con una buena contratoma a nivel escapular para evitar compensaciones.

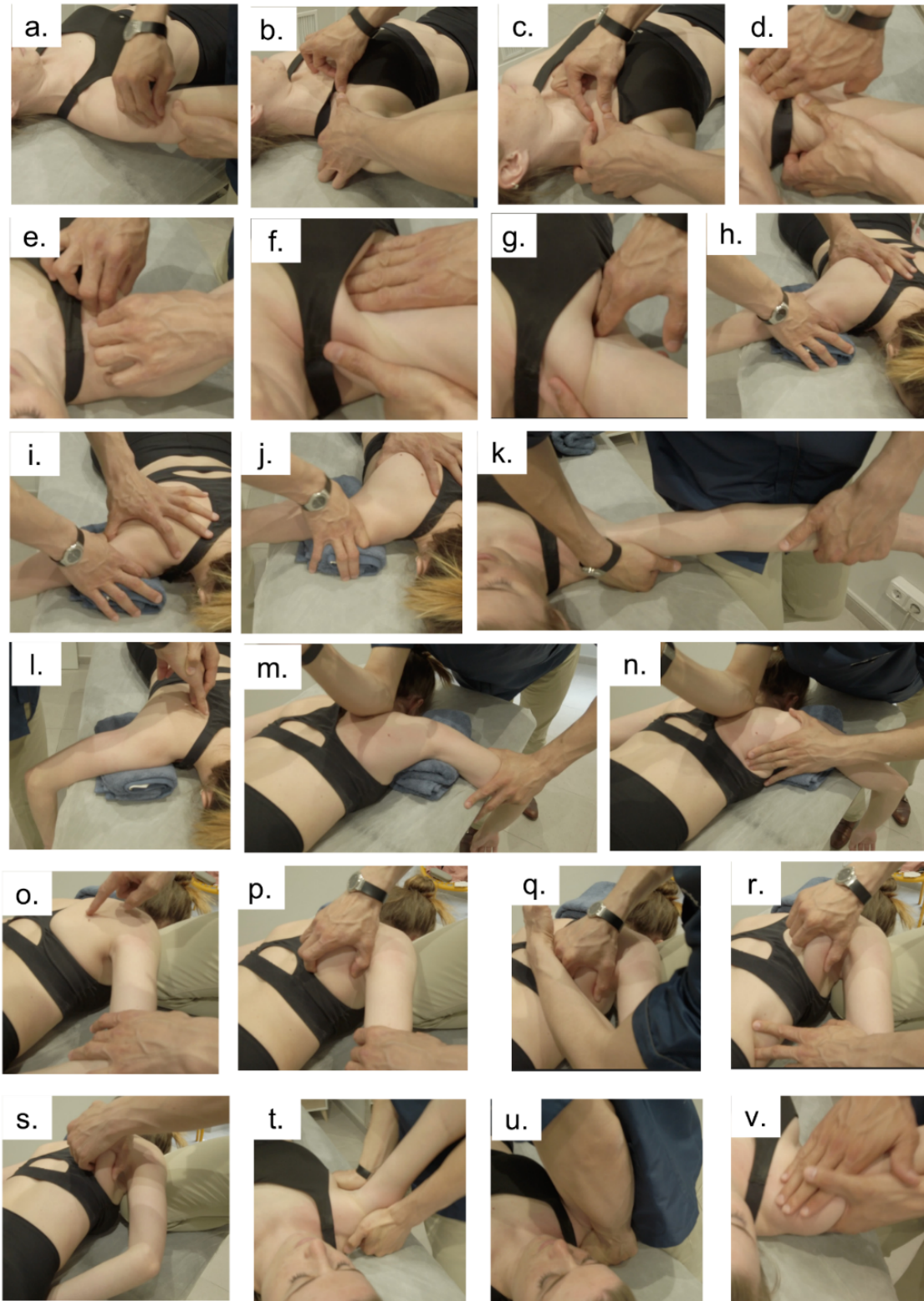


Figura 10: Protocolo de tratamiento fisioterápico de DRIG. (Elaboración propia).

Por último, se instruyó al paciente para adaptar el estímulo biológico activo diario domiciliario que maximizara los beneficios de la terapia manual propioceptiva y diagnóstica realizada en la consulta. Se ejercitó el subescapular en decúbito prono, con el hombro en abducción de 90º en detrimento del pectoral mayor, asegurándonos la activación del subescapular y un deslizamiento de la cabeza humeral posterior al controlar de manera objetiva la anteriorización del hombro, colocando una toalla entre la cabeza humeral y la camilla. Se concluyó realizando los estiramientos *“sleeper stretch”* y *“cross arm”*, este último delante del espejo para conseguir un feedback visual óptimo.

II.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La distribución de los datos se evaluó mediante estadística de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. La estadística descriptiva se realizó como media \pm desviación estándar en caso de distribución normal de las variables y mediana \pm rango intercuartil en caso de no seguir una distribución normal. Las comparaciones se realizaron mediante la prueba t de Student o la prueba ANOVA en función de la cantidad de grupos. La correlación estadística entre todos los factores sociodemográficos y la presencia de DRIG en los pacientes estuvo determinada por el valor de R². El valor de R² entre 0-0,19 se consideró muy débil, de 0,20 a 0,39 débil, de 0,40 a 0,59 moderado, de 0,60 a 0,79 vital y de 0.

En consecuencia, todas las variables, incluidos los factores sociodemográficos y los hallazgos de los test ortopédicos, fueron analizadas mediante un modelo lineal considerando estas variables como independientes y el DRIG como variable dependiente. La presencia de DRIG en el paciente se predijo mediante una selección de regresión, tomando como criterio de paso los Criterios de Información de Akaike (AIC). Los resultados del análisis predictivo generaron predictores específicos para el DRIG (Kvalvaag *et al.*, 2017). Se estudiaron nuevamente en un modelo lineal, considerando cada uno como una variable independiente para DRIG hasta que cada uno se volvió significativo. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando la versión 11 del software STATA. Todos los modelos lineales se probaron utilizando R con R Commander. El valor de significancia para todas las variables se estableció en $p=0,05$.

III. RESULTADOS

Tras la recogida de datos y realizado los análisis estadísticos se realizaron dos publicaciones de las que presentamos a continuación los resultados.

III.1. ESTUDIO OBSERVACIONAL DESCRIPTIVO TRANSVERSAL

Es este estudio participaron 67 pacientes ($52,7 \pm 11,8$ años, 36 hombres y 31 mujeres). En este estudio se investigó los factores sociodemográficos y su relación con la lesión estructural de hombro. Entre los pacientes que presentaron dolor de hombro, más del 82% mostraron un DRIG mayor a 20º. La media del DRIG en todos los pacientes fue de $37,61^\circ$ y el percentil 95 del DRIG fue de $66,22^\circ$. Los resultados de los factores sociodemográficos en la aparición de los resultados se muestran en la siguiente tabla (Tabla 4).

Tabla 4. DRIG de pacientes con omalgia según parámetros sociodemográficos.

Datos Sociodemográficos		DRIG (°)	Valor p
Sexo	Hombre (n=36)	32,03 ± 2,75	0,5403
	Mujer (n=31)	33,53 ± 3,7	
Estado Civil	Soltero (n=11)	48,38 ± 22,78	0,1526
	Casado (n=51)	35,42 ± 15,03	
	Separado (n=4)	35,58 ± 20,48	
	Viudo (n=1)	37,8	
Descendencia	Si (n=52)	34,33 ± 15,33	0.0029*
	No (n=15)	48,91 ± 18,54	
Dominancia	Diestro (n=62)	37,77 ± 17,49	0.7677
	Zurdo (n=5)	35,40 ± 12,2	
Hombro Doloroso	Derecho (n=31)	41,76 ± 13,64	0.0357*
	Izquierdo (n=36)	32,76 ± 19,5	
Coincidencia entre Hombro Doloroso y Dominancia	Si (n=35)	41,09 ± 13,8	0.0476*
	No (n=32)	33,77 ± 19,6	
Evolución	Hasta 6 Semanas (n=14)	36,16 ± 21,85	0.9813
	Hasta 12 Semanas (n=12)	38,14 ± 15,89	
	Hasta 6 Meses (n=15)	38,77 ± 15,33	
	Más de 6 Meses (n=26)	37,44 ± 15,66	
Cirugías Previas	Si (n=2)	37,25 ± 16,99	0.3482
	No (n=65)	48,85 ± 22,98	

El valor p de descendientes directos es inferior a 0,0029, lo que significa que aquellos pacientes con hijos tienen menores posibilidades de tener GIRD que los pacientes sin hijos. También se observa en los resultados que los pacientes con dolor en el hombro derecho tienen más probabilidades de presentar DRIG que los pacientes con dolor en el hombro izquierdo. De manera similar, los pacientes cuyo dominancia coincide con el hombro doloroso tienen más posibilidades de desarrollar DRIG que el hombro no dominante.

La tabla 5 muestra los factores sociodemográficos como la edad, peso, estatura, sexo, estado civil, evolución y cirugías previas que no juegan un papel significativo en el desarrollo del DRIG. El IMC del paciente, sin embargo, correlaciona con el desarrollo de DRIG.

Tabla 5. Correlación entre diferentes factores sociodemográficos y DRIG de pacientes con dolor de hombro.

Variable	Desviación Estándar	Coefficiente de correlación	Valor p
Años	52,87±11,82 (25–75)	0.0052	0.9668
Peso (kg)	69,84±13,91 (44–120)	-0.1842	0.1357
Altura (cm)	168,53±8,37 (151–189)	0.0962	0.4385
IMC (kg/m²)	24.46±3,67 (17,62–38.3)	-0.3036	0.0117*
Deportes	2 (1–2) [‡] (0–4)	-0.0625	0.6153
Deportes Overhead	1 (0–2) [‡] (0–3)	0.0309	0.8042

[‡]: mediana (rango intercuartil)

Con respecto al estudio de la etiología del dolor de hombro basado en los test ortopédicos y su relación con el DRIG, la tabla 6 muestra que el único test relacionado con el DRIG es el test de Jobe ($p=0,0329$).

Tabla 6. Etiología del dolor de hombro basada en los test ortopédicos.

Test Ortopédicos	Resultado	DRIG (°)	Valor p
Jobe	Si (n=46)	34.60 ± 16.83	0.0329*
	No (n=21)	44.15 ± 16.15	
Gerber	Si (n=14)	41.09 ± 16.97	0.3933
	No (n=53)	36.67 ± 17.16	
Patte	Si (n=2)	26.12 ± 16.68	0.3397
	No (n=65)	34.47 ± 18.55	
Lift Off	Si (n=12)	39.31 ± 20.01	0.7046
	No (n=55)	37.22 ± 16.59	
Cross Arm	Si (n=28)	37.48 ± 18.86	0.9637
	No (n=39)	37.68 ± 15.95	
Speed	Si (n=25)	36.04 ± 18.68	0.5693
	No (n=42)	38.52 ± 16.23	
Aprehensión Anterior	Si (n=10)	42.24 ± 6.93	0.3553
	No (n=57)	36.78 ± 2.15	
Discinesia Escapular del Hombro Doloroso	Si (n=54)	39.13 ± 17.59	0.1353
	No (n=13)	31.22 ± 13.58	
Discinesia Escapular del Hombro No Doloroso	Si (n=14)	43.16 ± 9.02	0.0505
	No (n=53)	36.13 ± 18.43	

En cuanto a la etiología del dolor de hombro basada en los hallazgos radiológicos (Tabla 7), se describen como porcentajes para todos los pacientes que participaron en el estudio, siendo el más frecuente la tendinopatía del manguito rotador (88,57%).

Tabla 7. Etiología del dolor de hombro basada en los hallazgos radiológicos.

Tipo de Lesión	Hallazgos radiológicos	%*
Lesiones relacionadas con la Articulación Acromioclavicular	Articulación Anormal	34,29
Lesiones relacionadas con el Bíceps	Tenosinovitis en la vaina	28,57
	Desgarro del Labrum	34,29
	Tendinopatía	25,71
	Ubicación Anormal del Tendón	11,43
Lesiones relacionadas con los Huesos	Bankart	25,71
	Osteofitos en el húmero	14,29
	Hill Sachs	20,00
	Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Húmero	5,71
	Osteofitos en la Fosa Glenoidea	2,86
	Lesión de Bennett	2,86
	Fractura y/u otra deformidad Postraumática/Congénita de la Fosa Glenoidea	2,86
Lesiones relacionadas con la Bursa	Líquido en la bolsa Subacromial-subdeltoidea	57,14
	Líquido en la bolsa Subcoracoidea	25,71
Lesiones relacionadas con el Cartílago	Defecto del Cartílago Glenoideo	5,71
	Defecto del Cartílago del Húmero	2,86
Articulación Glenohumeral	Derrame	31,43
	Sinovitis	11,43
	Signos específicos de Capsulitis.	5,71
Lesiones relacionadas con el Manguito Rotador	Tendinopatía	88,57
	Rotura Parcial	31,43
	Rotura Total	14,29
	Calcificaciones	20,00

*: Los porcentajes denotan el número de pacientes que presentaron cada hallazgo radiológico respecto de los 67 pacientes incluidos en este estudio.

La patología más común encontrada es la tendinopatía del manguito rotador (88,57%). La segunda lesión más importante del manguito rotador diagnosticada es la rotura parcial de los tendones (31,43%).

La siguiente lesión más importante es la relacionada con la bursa, siendo más frecuente la aparición de líquido en las regiones subacromial y subdeltoidea. El espacio subacromial es un espacio pequeño donde ocurre la mayor parte de la actividad y es más probable que se produzca una lesión. El espacio subacromial disminuye durante la abducción del hombro y causa lo que comúnmente se conoce como síndrome de pinzamiento como muestra la figura 11.

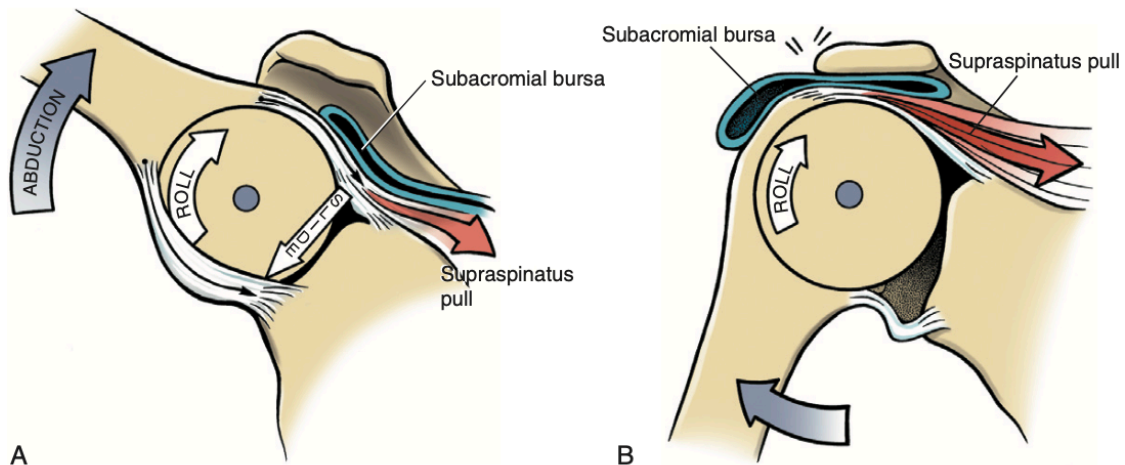


Figura 11: Artrocinemática de la articulación glenohumeral durante la abducción de hombro. A describe la correcta artrocinemática convexo-cóncavo. El rodamiento superior de la cabeza humeral es contrarrestado con el deslizamiento inferior. B describe la consecuencia del rodamiento superior sin deslizamiento inferior. (Extraído de Neumann DA: *Essentials of Kinesiology*, Figure 1-23)

La acumulación de líquido en el espacio subcoracoideo también es frecuente.

Rotura del tendón del bíceps y del labrum glenoideo. Se encontró que eran el 34% del total de pacientes en el estudio.

La siguiente causa importante de dolor de hombro son las patologías articulares. Las más significativas son las que afectan a la AC. La patología relacionada con las articulaciones incluye la insuficiencia de la articulación glenohumeral. La articulación puede verse afectada por derrame en la cavidad, sinovitis o capsulitis en algunos pacientes. Las lesiones más prevalentes en los pacientes de nuestro estudio incluyen las lesiones de Bankart y las lesiones de Hill Sachs. A veces, la lesión ósea también se debe a la presencia de osteofitos en la estructura ósea regular del húmero. *Otra patología menos prevalente encontrada en los pacientes de nuestro estudio fue la lesión condral. Los resultados de las pruebas radiológicas demuestran que siempre existe una patología o cambio estructural asociado con el DRIG.*

III.2. ENSAYO CLÍNICO ABIERTO

Los resultados para el tratamiento de fisioterapia propuesto se describen a continuación. El tratamiento de los pacientes aumentó significativamente la IR del hombro doloroso en todos los pacientes (valor $p < ,0001$) (Figura 12A). Así, la IR_0 fue $26,09 \pm 14,46^\circ$ (23,64–28,53), y después del tratamiento la IR_1 media fue de $67,98 \pm 15,03^\circ$ (65,48–70,52). Cohen d para IR_1 e IR_0 fue 0,172. La diferencia media después del tratamiento ($IR_1 - IR_0$) fue $41,89 \pm 14,74^\circ$ (39,4–44,39). El MCID (como $0.5 \times IR_0 SD$) fue $7,23^\circ$.

DRIG antes y después del tratamiento y el porcentaje de mejora se representan en la figura 12B. Como se puede observar, el tratamiento redujo significativamente el DRIG (valor

$p < ,0001$). Así, el $DRIG_0$ fue $42,95 \pm 16,26^\circ$ (40,2–45,7), y después del tratamiento la media $DRIG_1$ fue $-1,05 \pm 17,18^\circ$ (-3,96-1,85). Cohen d para $DRIG_1$ and $DRIG_0$ fue 2,63. EL MCID (como $0,5 \times DRIG_0$ SD) fue $8,13^\circ$.

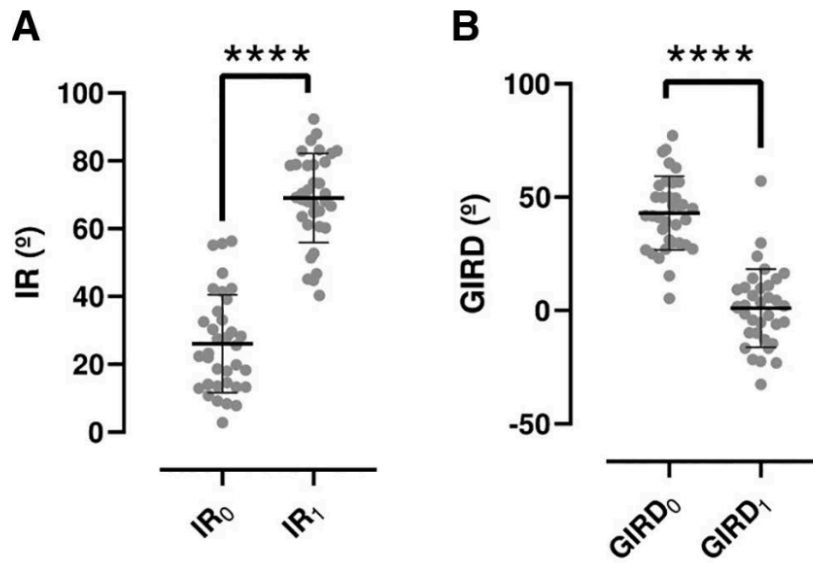


Figura 12 A y B: Resultados ensayo clínico tratamiento DRIG. (Imagen propia).

IV. DISCUSIÓN

DRIG es una patología muy común en deportistas que practican deportes que implican altos niveles de actividad de los brazos. Estos deportes incluyen movimientos de alta velocidad de los brazos, que se realizan bajo mucha demanda. Las velocidades y pesos en estos deportes hacen que la persona sea muy vulnerable a las lesiones asociadas. Este estudio es importante por su singularidad. Proporciona una visión profunda del conocimiento de la anatomía y los procesos fisiológicos asociados que conducen a la disminución del rendimiento general de la articulación del hombro. También es útil para generar una fuente de datos fiable que pueda generalizarse a todos los grupos de personas en todos los entornos. La articulación del hombro es una de las articulaciones más importantes del cuerpo (Johnson *et al.*, 2018). Se sobre utiliza mucho más que cualquier otra articulación, y siempre trabaja contra gravedad. Su anatomía, biomecánica, cinemática y cinética son procesos complicados, por lo que es importante estudiarlos en detalle. Este estudio analiza el papel de diferentes músculos, tendones, tejidos conectivos, estructuras de soporte y otros factores en el desarrollo de diferentes patologías. Existe una importante discusión sobre el papel de DRIG y los factores que pueden conducir a una disminución de la rotación interna de la articulación del hombro. La rotación interna es un criterio fiable para evaluar el proceso patológico en la articulación del hombro junto con los movimientos asociados. Los sujetos de nuestro estudio pertenecían a varias facciones de la población, por lo que pudieron generar resultados totalmente aplicables para el estudio (Behera *et al.*, 2023). Este estudio contribuirá a la literatura porque la mayoría de los estudios anteriores se realizaron en la población deportista. Este estudio ha tenido en cuenta todos los factores de riesgo que pueden

contribuir al desarrollo de la patología. También ha producido pruebas estadísticas coherentes de que DRIG siempre está asociado con patologías estructurales de la articulación del hombro. Es importante entender que el movimiento del hombro es uno de los requisitos de cualquier ser humano. Por tanto, cualquier alteración en el mismo conducirá a una mala calidad de vida y a una mayor morbilidad. De ahí que se haga necesario estudiar las patologías y todos los tratamientos adecuados para tratar a los pacientes lo antes posible. La disminución de la rotación interna de la articulación del hombro se asocia con múltiples problemas en la rutina diaria del paciente. El estudio del dolor de hombro es un proceso extenso que requiere una investigación amplia y exhaustiva. La evaluación de la articulación del hombro es un proceso complicado y siempre debe ser realizada por un grupo de expertos. Las lesiones comunes de la articulación del hombro son en su mayoría crónicas y afectan la rutina diaria de los pacientes, lo que los somete a un estrés excesivo. Este estudio ha identificado todos los procesos de tratamiento efectivos para pacientes con diferentes patologías del hombro. Nos ha proporcionado una visión exhaustiva de la evaluación del hombro se o no traumático, lo cual es esencial. Este estudio ha ayudado a analizar los tratamientos por los que se opta para las diferentes patologías de la articulación del hombro y si son aplicables en la población general. Tras la valoración de la lesión y su tratamiento, nos centramos en la prevención de estas lesiones. Como ya sabemos, el dolor de hombro es muy común en deportistas que realizan tareas de alta velocidad, por lo que prevenir estas lesiones es importante para estos deportistas. Este estudio ha analizado diferentes programas de rehabilitación para deportistas que padecen patologías de la articulación del hombro y no pueden continuar con su carrera deportiva. El estudio proporciona un análisis

útil de la eficacia de estos programas tras la patología del paciente. El abordaje adecuado de los pacientes con dolor de hombro es necesario siempre que acuden a una clínica. El estudio puede definir el enfoque requerido para pacientes con dolor de hombro crónico o agudo. No se puede descartar el valor de las técnicas radiológicas en el diagnóstico de patologías del hombro. Las técnicas de imagen de la articulación del hombro son necesarias para diagnosticar las patologías exactas. Los cambios estructurales que involucran los músculos, tendones, se deben identificar y tratar, así como los espacios articulares y los tejidos conectivos. La valoración de DRIG sobre los diferentes factores sociodemográficos también es un aspecto importante de la lesión. El estudio ofrece certeza a la hora de evaluar la relación de cualquier factor social particular con la enfermedad. Este estudio nos ofrece un enfoque específico de la patología. Desempeña un papel integral en la generación de modelos específicos para la evaluación de DRIG. La planificación para la prevención y el tratamiento de enfermedades se puede realizar periódicamente según la extensión de la lesión y el tipo de paciente con el que nos encontremos. Durante el estudio se ha observado que todavía existe una deficiencia en múltiples aspectos de la patología. La literatura anterior no ha podido identificar algunos puntos clave en las perspectivas de la lesión, por tanto, nuestros estudios serán útiles en lo que respecta al enfoque futurista de las patologías de las articulaciones del hombro. La articulación del hombro es dinámica y la asociación de muchas otras estructuras crea una variedad de lesiones que van desde afectaciones sutiles asintomáticas hasta patologías excesivamente complicadas. (Reuther *et al.*, 2016). En tales circunstancias, es aconsejable crear un protocolo para preseleccionar a las personas susceptibles. Los controles de salud periódicos de los pacientes propensos a sufrir este tipo

de lesiones son un proceso necesario. Los mecanismos de análisis del dolor de hombro proporcionados en el estudio pueden ser útiles en el proceso de detección de individuos de una población particular. Esto puede crear una escala tangible para la evaluación de personas de alto riesgo, de modo que la enfermedad pueda abordarse en una etapa temprana. La relación entre los cambios estructurales y el desarrollo de la patología puede utilizarse en diversas perspectivas del proceso de tratamiento. Sabemos que la mayoría de estas patologías se desarrollan debido a procesos crónicos, por lo que identificar cualquier cambio crónico puede ayudar al individuo a ser más cauteloso en el futuro. A estas personas se les pueden proporcionar cambios en el estilo de vida y otros programas de capacitación para que no desarrollen tales patologías. El conocimiento de dichas patologías puede desempeñar un papel importante en la mejora de los programas existentes para el entrenamiento de los deportistas. Todavía hay un gran margen de mejora en los programas de prevención y tratamiento existentes del paciente, por lo que este estudio puede ayudar a diseñar estudios prospectivos de dichos procesos de tratamiento. Más estudios y el desarrollo de nuevas y mejores opciones de tratamiento deberían colmar la deficiencia en los estudios del hombro, por lo que este estudio puede ayudar a diseñar los estudios prospectivos de dichos procesos de tratamiento. (Wilk *et al.*, 2013).

También hay algunas áreas de mejora en los estudios que deberían examinarse en el futuro. En primer lugar, la consideración más importante es la escala de dolor de hombro en la población general. La literatura anterior suele centrarse en el dolor de hombro en los deportistas. Existe una mayor probabilidad de desarrollar sesgo en el estudio, ya que el dolor de hombro es un proceso complejo y depende de múltiples factores y fuentes. Por lo tanto,

nuestra hipótesis de que DRIG siempre está asociada con la lesión estructural puede no ser cierta en todos los casos. El dolor puede provenir referido, el cual debe ser examinado adecuadamente.

La rotación interna de la articulación del hombro es un movimiento esencial del balance articular y en la artrocinemática de la articulación del hombro. Nos hemos centrado en este aspecto de la articulación del hombro y aún tenemos que analizar los demás elementos de la movilidad del hombro. Siempre se debe considerar que la articulación del hombro posee múltiples rangos de movilidad multidireccionales. Al analizar el dolor de hombro del paciente se debe garantizar una imagen holística de la movilidad del hombro. También existe una limitación a la hora de discutir los procesos de tratamiento en la omalgia. A pesar del desarrollo de las técnicas de rehabilitación de la articulación del hombro, sigue siendo imperativo que se determinen y prueben nuevas técnicas que puedan allanar el camino hacia una mejor calidad de vida de los pacientes. Las patologías de la articulación del hombro son de naturaleza múltiple y deben diagnosticarse en colaboración con un equipo interdisciplinar. También es necesario debatir más a fondo la determinación de las patologías de las articulaciones del hombro por medios distintos a los radiológicos. Como sabemos, la articulación del hombro es una articulación compleja asociada con múltiples estructuras y cumple con varias funciones de movimiento; es necesario evaluarlo en busca de lesiones que no causen ningún cambio estructural. Esto puede incluir enfermedades hormonales, patologías sanguíneas, neoplasias malignas, metástasis y otras patologías que afectan a todo el cuerpo. Demuestra que el dolor de hombro puede indicar una enfermedad general que debe diagnosticarse y tratarse lo antes posible. Existe una tendencia a generalizar los

trastornos en función de la ocupación de la población específica con la que tratan. De este modo, existe una gran posibilidad de que pasen por alto una enfermedad rara importante. Por lo tanto, siempre es aconsejable que los médicos y fisioterapeutas investiguen los síntomas del paciente y determinen el factor causante exacto de la enfermedad en lugar de tratar sólo los síntomas.

IV.1 ESTUDIO OBSERVACIONAL DESCRIPTIVO TRANSVERSAL

En nuestro estudio observacional descriptivo transversal para la caracterización de la omalgia en la población general reportamos la incidencia de DRIG en pacientes con dolor de hombro, diferentes datos sociodemográficos y hallazgos ortopédicos que pueden estar asociados con un DRIG reducido.

La definición de DRIG ha sufrido cambios desde que fue descrita como un valor absoluto (Kibler *et al.*, 2012). Por tanto, su valor de referencia propuesto es superior a 11º (Myers *et al.*, 2006), 18º (Wilk *et al.*, 2011) o 25º (Kibler *et al.*, 1988), por diferentes autores. La definición exacta aún es controvertida, pero una diferencia de 20º de lado a lado generalmente se considera diagnóstica de DRIG en los atletas. Según nuestra serie de casos, el 82% de los pacientes con dolor de hombro presentaban un DRIG igual o mayor a 20º. Aunque esta prevalencia de DRIG en pacientes con dolor de hombro no se ha descrito previamente, se debe considerar con cautela ya que todos los valores de referencia citados hasta la fecha se han estimado para atletas profesionales y no para la población general. Sin embargo, esta incidencia elevada es consistente con numerosos estudios que asociaron DRIG con una mayor incidencia de lesiones en el hombro (Wilk *et al.*, 2011, Yamashita *et al.*, 2007).

Nuestros resultados mostraron que el DRIG de los pacientes con niños fue significativamente menor que la de los pacientes sin niños. Además, esta diferencia podría ser más importante en el caso de los padres, ya que sólo en ellos se encontró una diferencia significativa en la IR dolorosa del hombro, ya que los padres mostraron una IR mayor que los hombres sin hijos. Se sabe que el cuidado de los hijos está vinculado a diferentes complicaciones musculoesqueléticas de la madre durante la lactancia (Koyasu *et al.*, 2015, Rani *et al.*, 2019) y posparto (Iwata *et al.*, 2018) que suelen causar dolor en el hombro, la espalda, el cuello y la muñeca (Rani *et al.*, 2019, Sanders *et al.*, 2005). Algunas tareas de cuidado infantil consideradas de “alto riesgo” provienen de altas tensiones biomecánicas ejercidas sobre una parte particular del cuerpo y en las que los padres están claramente involucrados. Tareas como cargar, levantar y agacharse suponen una tensión en la parte baja de la espalda que se ve exacerbada por la repetición, la duración prolongada y el peso del niño (Sanders *et al.*, 2005). De este modo, se realiza cualquier tarea en la que se mantiene al niño alejado del cuerpo de los padres (cargar al niño en un asiento de automóvil o sacarlo de una cuna), y la torsión aplicada en la espalda y los hombros aumenta considerablemente (Sanders *et al.*, 2005). Este tipo de ejercicio durante la crianza de los hijos podría reducir el DRIG de los pacientes con niños en comparación con aquellos sin hijos al favorecer una IR más alta del hombro doloroso o reducir ligeramente la IR del hombro no doloroso. Además, el DRIG podría reducirse en los padres debido a su creciente participación en la crianza de sus hijos (Yogman *et al.*, 2016). Esta implicación directamente relacionada con la paternidad justificaría que el hombro doloroso de los hombres con hijos presente hasta 2,2 veces más IR que aquellos hombres sin ellos. Esta relación entre paternidad y IR (y por lo tanto DRIG) no se ha descrito

previamente y subraya la necesidad de incluirse como una variable en los estudios donde se estudia DRIG, ya que la mayoría de los estudios se basan en atletas masculinos.

Nuestro estudio reveló más hallazgos. En primer lugar, el DRIG del brazo derecho suele ser más alto que el del brazo izquierdo. Estos resultados están en concordancia con otros autores cuyas series de casos mostraron que el hombro doloroso era el derecho hasta en 3 de cada 4 pacientes con dolor crónico de hombro con una duración de 2 a 18 meses (Aytona *et al.*, 2013). En segundo lugar, el DRIG de aquellos pacientes cuyo hombro doloroso coincide con el brazo dominante es mayor que cuando esta coincidencia no está presente. Esto se debe a que el hombro dominante presenta un IR menor que el no dominante, como se describe en los deportistas masculinos de voleibol (Telles *et al.*, 2021), lo que daría lugar a una DRIG mayor. En tercer lugar, DRIG mostró una relación inversamente proporcional con el IMC. Un estudio reciente ya ha puesto de relieve esta correlación negativa entre el IMC y el IR (y, por tanto, el DRIG) (Eichinger *et al.*, 2021). Aunque esta correlación es incierta y debe considerarse con precaución debido a la pequeña muestra de pacientes, algunos autores plantean la hipótesis de que el IMC afecta negativamente la capacidad de realizar actividades de la vida diaria relacionadas con la IR debido al peso relativo del brazo, la restricción física de movimiento de un torso o glúteos más grandes, falta de condición física o una combinación de estos factores (Eichinger *et al.*, 2021), incluso en pacientes obesos asintomáticos (Allen *et al.*, 2020). Según nuestros resultados, consideramos que las limitaciones biomecánicas impuestas por el peso afectarían por igual a la IR de ambos brazos cuanto mayor sea el IMC, por lo que el DRIG de un paciente obeso sería menor que la de un paciente no obeso. Debido a que se ha establecido una asociación entre la obesidad y el DRIG, es importante señalar que

la diabetes tiene una alta prevalencia en las poblaciones obesas (Chobot *et al.*, 2018) y que esta enfermedad está asociada con la capsulitis adhesiva (Hani Zreik *et al.*, 2019), un trastorno que puede afectar significativamente tanto a IR como a ER. Aunque la fisiopatología de la capsulitis adhesiva en pacientes con diabetes es controvertida. Una teoría afirma que la capsulitis adhesiva se debe a que las citocinas, por ejemplo, el factor de crecimiento transformante β y los factores de crecimiento derivados de las plaquetas, pueden estar implicados en los procesos inflamatorios y fibróticos de la capsulitis adhesiva (Rodeo *et al.*, 1997). Otra teoría más reciente señala que a medida que más moléculas de glucosa se unen al colágeno en estos pacientes, se producen depósitos anormales de colágeno en el cartílago y los tendones del hombro (Inayat *et al.*, 2017). En cuarto lugar, los pacientes con dolor de hombro y prueba de Jobe positiva ($34,60 \pm 16,83^\circ$) mostraron un DRIG un 21% menor que aquellos con prueba negativa ($44,15 \pm 16,15^\circ$). El test de Jobe también se denomina “prueba del supraespinoso”. La prueba muscular contra resistencia revela una debilidad o insuficiencia del supraespinoso secundaria a un desgarro o dolor asociado con el pinzamiento del manguito rotador (Jobe *et al.*, 1982) que se puede observar tanto en el hombro doloroso como en el no doloroso (hombro que no dolió) de pacientes con dolor de hombro (Barreto *et al.*, 2019). Esta diferencia entre el DRIG de los pacientes con test de Jobe positivo y el GIRD de los pacientes con test de Jobe negativo puede deberse a un alto nivel de falsos positivos en el test de Jobe. En este sentido, los resultados falsos positivos de las pruebas de Jobe pueden ser el resultado de tendinopatía calcificante, hombro congelado y contractura de la cápsula posterior del hombro (Mok *et al.*, 2010) que suele estar asociado con lesión del manguito rotador. Para ello, Mok *et al.*, recomendaron evaluar cuidadosamente a todos los

pacientes con test de Jobe positivo, para medir y comparar el grado de rotación interna del hombro doloroso para garantizar que no se pase por alto esta condición, y así reducir posibles falsos positivos de la prueba de Jobe.

Existe una gran cantidad de causas del dolor de hombro. Las causas más comunes de dolor de hombro, enumeradas en orden de mayor a menor, son pinzamiento del manguito rotador, tendinosis y desgarros; capsulitis adhesiva; bursitis subacromial-subdeltoidea; tendinosis calcificante; glenohumeral y acromioclavicular, osteoartritis, tendinosis del bíceps, desgarros y luxaciones; inestabilidad y desgarros del labrum; quiste paralabral; osteolisis clavicular distal; choque interno; trastornos reumatológicos; Tumores, fracturas por estrés y patología de la columna cervical (Van der Windt *et al.*, 1995 y Stevenson *et al.*, 2002). Los hallazgos radiológicos de nuestros estudios incluyeron frecuencias generalmente más altas de lesiones relacionadas con el manguito rotador (tendinopatías y rotura parcial o completa), lesiones relacionadas con la bursa (derrame de las bursas subacromial-subdeltoidea y subcoracoidea), anomalías en la articulación acromioclavicular, patologías del bíceps tenosinovial (líquido en la vaina, desgarro del labrum y tendinopatía) y lesiones relacionadas con la articulación glenohumeral (sinovitis y derrame). Estos hallazgos son completamente consistentes con la literatura (Barreto *et al.*, 2019, Kyalvaag *et al.*, 2017, Yamamoto *et al.*, 2010, Moosmayer *et al.*, 2009 y Minagawa *et al.*, 2013). El único hallazgo radiológico que tuvo un efecto significativo directamente sobre el DRIG fue el manguito rotador de la articulación acromioclavicular, que es el principal proceso patológico en el DRIG debido al movimiento repetitivo que se produce con el movimiento de lanzamiento por encima de la cabeza en los atletas de lanzamiento (Rose *et al.*, 2018).

Este estudio no está exento de limitaciones. En primer lugar, el número de pacientes incluidos en este estudio es bajo. Desafortunadamente, el número de pacientes no pudo ser mayor porque el inicio del estudio se vio interrumpido por la pandemia de SARS-CoV-2. Esto limitaría parcialmente la relevancia de algunos hallazgos del estudio. Para ello, estudios con un mayor número de participantes deberían corroborar las conclusiones alcanzadas por este estudio. En segundo lugar, no se midió la ER de cada hombro. La suma de IR y ER da el TROM y debe incluir elevación y abducción. Recientemente, Rose y Noonan definieron un DRIG patológico, basándose en una estimación conservadora, como un déficit de IR mayor de 20º con una pérdida de TROM mayor de 5º en comparación con el hombro no doloroso. Este concepto no se pudo considerar porque no se tomó ER. Este punto sería importante ya que el DRIG no sólo está asociado con una limitación de IR sino también con una limitación de IR con un buen ER de la TROM. En tercer lugar, en este estudio sólo se evaluaron y consideraron técnicas de imagen del hombro doloroso y, actualmente, se sabe que un hombro no doloroso podría mostrar lesiones anatómicas no dolorosas (Barreto *et al.*, 2019) que podría contribuir a reducir la IR medida. Cuarto, la metodología para seleccionar un estudio de imagen no está estandarizada, ya que se realizaron ecografías, resonancias magnéticas y artro resonancias según los síntomas del paciente y los test ortopédicos realizados. Quinto, los hallazgos radiológicos y las características sociodemográficas deberían haberse comparado con y sin dolor de hombro. En sexto lugar, excluir a todos los pacientes con cirugía previa de hombro, ya que la presencia de una prótesis de hombro por sí sola no excluye adecuadamente una patología preexistente del hombro.

IV.2. ENSAYO CLÍNICO ABIERTO

En este ensayo clínico abierto con un protocolo de tratamiento fisioterápico, nuestro objetivo fue describir la eficacia del tratamiento DRIG en población no deportista. Aunque la definición de DRIG como valor exacto sigue siendo controvertida (Kibler *et al.*, 2012), una diferencia de 20º con el contralateral se considera comúnmente diagnóstica de DRIG en los atletas (Roose *et al.*, 2018). Según nuestro ensayo clínico abierto, el 97,14% de los pacientes con dolor de hombro presentaban una DRIG igual o superior a 20º.

El tratamiento DRIG implica apuntar al engrosamiento capsular posterior y las adaptaciones musculares del manguito rotador posterior en forma de "*sleeper stretch*" (brazo en flexión de 90º del hombro) y "*cross arm*" (sin estabilización escapular). Hay dos tipos de tratamiento para DRIG dependiendo de quien realiza el tratamiento. Uno de ellos puede ser realizado de forma autónoma por el paciente y el otro está asistido por el fisioterapeuta. Los protocolos domiciliarios suponen un enorme esfuerzo preventivo (Burkhart *et al.*, 2003) y de tratamiento (Bailey *et al.*, 2017) herramienta para deportistas con DRIG, sin embargo, requieren un gran compromiso por parte de los pacientes que son profesionales del deporte comprometidos con sus carreras deportivas. Ese compromiso no debe darse por sentado en pacientes profesionales no deportistas con dolor de hombro, por lo que un tratamiento asistido por el fisioterapeuta representa la mejor opción.

El tratamiento logró efectivamente aumentar la IR del hombro doloroso desde la primera consulta. La eficacia del tratamiento está avalada por la MCID, ya que el IR medio y su intervalo de confianza del 95%, $67,98 \pm 15,03$ (65,48-70,52)º, superan la MCID (7,23º), por lo que la intervención fue notablemente efectiva (Puente-Maestru *et al.*, 2018). Por el contrario,

el tratamiento pudo reducir significativamente el DRIG en los pacientes. Por lo tanto, esto fue nuevamente respaldado por el MCID ya que el DRIG medio y su IC del 95%, $-1,05$ ($-3,96^\circ$ a $1,85^\circ$), incluía la línea cero y era muy inferior al MCID ($8,13^\circ$), lo que significa que la intervención fue un efecto definitivamente negativo de la misma (Puente-Maestru *et al.*, 2018). Estos resultados están en línea con un metaanálisis reciente que afirma que tratamiento no quirúrgico basado en estiramiento, movilizaciones articulares pasivas y musculares puede mejorar la IR del hombro en atletas con GIRD (Jimenez del Barrio *et al.*, 2022). Cabe señalar que nuestro ensayo mostró una tasa de cumplimiento del 100%, ningún abandono y ligeras molestias al tocar lugares dolorosos como posibles efectos adversos. El tratamiento aquí utilizado mostró algunas ventajas y desventajas. Entre las ventajas, la terapia manual es un método económico, rápido y muy eficaz (Bürge *et al.*, 2022 y Ho *et al.*, 2009). Como desventaja, este tratamiento requiere ser administrado por un fisioterapeuta con experiencia en terapia manual y razonamiento biomecánico artrocinemático.

Existen algunas limitaciones en nuestro estudio. En primer lugar, el número de pacientes tratados es relativamente pequeño. En segundo lugar, no se consideró la ER de cada hombro. La suma de IR y ER da lugar al rango total de movimiento. Recientemente, Rose y Noonan definieron un DRIG patológico, basándose en una estimación conservadora, como un déficit de IR de mayor de 20° con una pérdida en el rango total de movimiento de más de 5° en comparación con el hombro no doloroso. Este concepto no fue considerado en este estudio ya que no se tomó ER. En tercer lugar, la IR no se midió transcurrido tiempo después del primer día de consulta cuando se trató el hombro doloroso. Esto no permitió tiempo

suficiente para evaluar la evolución de los pacientes con DRIG después del tratamiento o si los pacientes mostraron una buena adherencia al estímulo biológico activo domiciliario.

V. CONCLUSIÓN

La implicación clínica del DRIG concluye una alta incidencia en pacientes con dolor de hombro. Más de 82% de los pacientes con dolor de hombro presentaron DRIG superior a 20°. El DRIG medio fue de $37,6 \pm 17,09^\circ$. El percentil 95 fue $66,22^\circ$.

La implicación biomecánica del DRIG sintomático en términos de dolor y limitación del complejo articular del hombro concluye la presencia de discinesia escapular en el 81% de los pacientes. El DRIG medio fue de $39,13 \pm 17,59$.

Así, la presencia de DRIG supone un factor de riesgo estadístico y porcentual para desarrollar dolor y limitación funcional del complejo articular del hombro en la población general adulta.

De los datos sociodemográficos se pudo extraer que los pacientes que tienen hijos mostraron un DRIG menor estadísticamente significativo que aquellos que no los tienen (valor $p=0,0029$); los pacientes con dolor en el hombro derecho mostraron un DRIG mayor que aquellos con hombro izquierdo dolor (valor $p=0,0357$), y que los pacientes cuya dominancia coincidió con el hombro doloroso mostraron un DRIG más alto que aquellos cuya dominancia no coincidió (valor $p = 0,0476$). La IR dolorosa del hombro del hombre con hijos fue significativamente mayor que la de aquellos sin hijos (valor de $p = 0,0159$). No se encontraron diferencias en mujeres con hijos. Además, se observó una correlación moderada negativa estadísticamente significativa (coeficiente de correlación de Pearson = $-0,3036$; valor $p = 0,0117$) entre el DRIG de los pacientes con dolor de hombro y su IMC.

Los hallazgos ortopédicos revelaron que los pacientes con una prueba de Jobe positiva mostraron un DRIG más bajo que aquellos con una prueba negativa (valor $p = 0,0329$). El

modelo lineal que consideró hallazgos sociodemográficos y ortopédicos (R^2 ajustado=0,1752; valor $p=0,0008$) mostró que el DRIG se redujo significativamente por tener hijos (coeficiente estimado $=-13,35 \pm 4,58^\circ$; valor $p=0,0049$) y por el IMC (coeficiente estimado $=-1,25 \pm 0,52^\circ$; valor $p=0,0195$).

Así, tener descendencia se asoció negativamente con el DRIG, y esto se reflejó claramente en un ligero y significativo aumento en la IR de los hombros doloridos de los padres. Además, el DRIG del brazo derecho era más alto que la del brazo izquierdo, al igual que el DRIG de aquellos pacientes cuyo hombro doloroso coincidía con el brazo dominante. El DRIG mostró una relación inversamente proporcional con el IMC y fue menor cuando los pacientes con dolor de hombro presentaban una prueba de Jobe positiva.

Hasta para un total de 8 tipos de lesiones estructurales se observaron entre 1 y 16 hallazgos radiológicos por paciente, con una mediana de hallazgos radiológicos de 5 (3-7). Considerando individualmente la trascendencia de cada hallazgo radiológico sobre el DRIG, sólo la tendinopatía del manguito rotador con un 88,57% y la lesión de la articulación acromioclavicular con un 34,29% se relacionaron con un mayor DRIG (valor de $p < 0,0001$).

El protocolo de tratamiento de fisioterapia testado y definido incrementó significativamente la IR en todos los pacientes (valor $p < 0,0001$). Así, el IR0 medio fue $26,09 \pm 14,46^\circ$ (23,64-28,53), y después del tratamiento el IR1 medio fue $67,98 \pm 15,03^\circ$ (65,48-70,52). La diferencia media después del tratamiento (IR1-IR0) fue de $41,89 \pm 14,74^\circ$ (39,4-44,39). El tratamiento también redujo significativamente el DRIG (valor de $p < 0,0001$). Así, DRIG0 medio fue $42,95 \pm 16,26^\circ$ (40,2-45,7), y después del tratamiento el DRIG1 medio fue $-1,05 \pm 17,18^\circ$ (-3,96 a 1,85).

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, W. E., Lin, J. J., Barfield, W. B., Friedman, R. J., & Eichinger, J. K. (2020). Shoulder motion decreases as body mass increases in patients with asymptomatic shoulders. *JSES International*, 4(3), 438–442. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.04.004>
- Almeida, G. P., Silveira, P. F., Rosseto, N. P., Barbosa, G., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2013). Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22(5), 602–607. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.08.027>
- Aytona, M. C., & Dudley, K. (2013). Rapid resolution of chronic shoulder pain classified as derangement using the mckenzie method: A case series. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 21(4), 207–212. <https://doi.org/10.1179/2042618613y.0000000034>
- Bach, G. H., & Goldberg, B. A. (2006). Posterior capsular contracture of the shoulder. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(5), 265–277. <https://doi.org/10.5435/00124635-200605000-00002>
- Barreto, R. P., Braman, J. P., Ludewig, P. M., Ribeiro, L. P., & Camargo, P. R. (2019). Bilateral magnetic resonance imaging findings in individuals with unilateral shoulder pain. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 28(9), 1699–1706. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.04.001>

Başkaya MÇ, Erçalık C, Kır ÖK, Erçalık T, Tuncer T. The efficacy of mirror therapy in patients with adhesive capsulitis: A randomized, prospective, controlled study. *J Back Musculoskeletal* 2018;31(6):1177–82

Beard DJ, Rees JL, Cook JA, Rombach I, Cooper C, Merritt N, *et al.* Arthroscopic subacromial decompression for subacromial shoulder pain (CSAW): a multicentre, pragmatic, parallel group, placebo-controlled, three-group, randomised surgical trial. *Lancet* 2018;391(10118):329–38

Behera, D., & Vishwanath, S. (2023). Comparative study on the effectiveness of Muscle Energy Technique and active release technique on the glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in young throwing athletes. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 9(6). <https://doi.org/10.46827/ejpe.v9i6.4780>

Bento TPF, Genebra CV dos S, Cornélio GP, Biancon RDB, Simeão SFAP, Vitta AD. Prevalence and factors associated with shoulder pain in the general population: a cross-sectional study. *Fisioterapia E Pesquisa* 2019;26(4):401–6

Bürge E, Monnin D, Berchtold A, *et al.* Cost-effectiveness of physical therapy only and of usual care for various health conditions: systematic review. *Phys Ther.* 2016;96:774–86.

Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. El hombro de lanzamiento discapacitado: espectro de patología parte I: patoanatomía y biomecánica. *Artroscopia.* 2003;19:404–20

Chepeha JC, Magee DJ, Bouliane M, Sheps D, Beaupre L. Effectiveness of a Posterior Shoulder Stretching Program on University-Level Overhead Athletes. *Clin J Sport Med* 2018;28(2):146–52

Chester R, Khondoker M, Shepstone L, Lewis JS, Jerosch-Herold C. Self-efficacy and risk of persistent shoulder pain: results of a Classification and Regression Tree (CART) analysis. *Brit J Sport Med* 2019;53(13):825

Chiaramonte R, Bonfiglio M, Chisari S. A significant relationship between personality traits and adhesive capsulitis. *Revista Da Assoc Médica Brasileira* 2020;66(2):166–73

Chobot, A., Górowska-Kowolik, K., Sokołowska, M., & Jarosz-Chobot, P. (2018). Obesity and diabetes-not only a simple link between two epidemics. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 34(7). <https://doi.org/10.1002/dmrr.3042>

Clausen MB, Witten A, Holm K, Christensen KB, Attrup ML, Hölmich P, *et al.* Glenohumeral and scapulothoracic strength impairments exists in patients with subacromial impingement, but these are not reflected in the shoulder pain and disability index. *Bmc Musculoskelet Di* 2017;18(1):302

Dean BJF, Gwilym SE, Carr AJ. Why does my shoulder hurt? A review of the neuroanatomical and biochemical basis of shoulder pain. *Brit J Sport Med* 2013;47(17):1095

- Djade, C. D., Porgo, T. V., Zomahoun, H. T., Perrault-Sullivan, G., & Dionne, C. E. (2019). Incidence of shoulder pain in 40 years old and over and associated factors: A systematic review. *European Journal of Pain, 24*(1), 39–50. <https://doi.org/10.1002/ejp.1482>
- Doyscher, R. J., Rühl, L., Czichy, B., Neumann, K., Denecke, T., Wolfarth, B., Rodeo, S. A., & Scheibel, M. (2022). Bilateral glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in elite gymnasts. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 143*(5), 2599–2608. <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04577-0>
- Eichinger, J. K., Rao, M. V., Lin, J. J., Goodloe, J. B., Kothandaraman, V., Barfield, W. R., Parada, S. A., Roche, C., & Friedman, R. J. (2021). The effect of body mass index on internal rotation and function following anatomic and reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 30*(2), 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.06.008>
- Fox J. The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software, 2005*;14(1):1-42. doi:10.18637/jss.v014.i09
- Fox, J. (2005). Thercommander: A basic-statistics graphical user interface tor. *Journal of Statistical Software, 14*(9). <https://doi.org/10.18637/jss.v014.i09>
- Hammons, D., McChesney, J., Curtin, M., Pfeiffer, R., & Thiede, K. (2015). A randomized and blinded study for the treatment of glenohumeral internal rotation range of motion restriction: The prone-passive stretching technique. *Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences: Official Journal of the Ohio Athletic Trainers Association, 1*(2). <https://doi.org/10.25035/jsmahs.01.02.05>

- Hani Zreik, N., Malik, R. A., & Charalambous, C. C. (2019). Adhesive capsulitis of the shoulder and diabetes: A meta-analysis of prevalence. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*, 06(01), 26. <https://doi.org/10.32098/mltj.01.2016.04>
- Hibberd, E. E., Shutt, C. E., Oyama, S., Blackburn, J. T., & Myers, J. B. (2015a). Physical contributors to glenohumeral internal rotation deficit in high school baseball players. *Journal of Sport and Health Science*, 4(3), 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.04.008>
- Hickey D, Solvig V, Cavalheri V, Harrold M, Mckenna L. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. *Brit J Sport Med* 2018;52(2):102
- Hill L, Collins M, Posthumus M. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. *Physician Sportsmed* 2015;43(4):412–20
- Ho C, Chen Y, Hu F, *et al.* Safety of fluoroquinolone use in patients with hepatotoxicity induced by anti-tuberculosis regimens. *Clin Infect Dis*. 2009;48:1526–33
- Hollmann L, Halaki M, Kamper SJ, Haber M, Ginn KA. Does muscle guarding play a role in range of motion loss in patients with frozen shoulder? *Musculoskelet Sci Pract* 2018;37(J. Diabet. Complicat. 13 3 1999):64–8
- Inayat, F., Ali, N. S., Shahid, H., & Younus, F. (2017). Prevalence and determinants of frozen shoulder in patients with diabetes: A single center experience from Pakistan. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.1544>

Iwata, H., Mori, E., Maehara, K., Sakajo, A., Aoki, K., & Tamakoshi, K. (2018). Shoulder stiffness, back pain, and wrist pain: Are older primiparas more vulnerable? *International Journal of Nursing Practice*, 24. <https://doi.org/10.1111/ijn.12654>

Jiménez-del-Barrio, S., Ceballos-Laita, L., Lorenzo-Muñoz, A., Mingo-Gómez, M. T., Rebollo-Salas, M., & Jiménez-Rejano, J. J. (2022). Efficacy of conservative therapy in overhead athletes with glenohumeral internal rotation deficit: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(1), 4. <https://doi.org/10.3390/jcm12010004>

Jobe, F. W., & Moynes, D. R. (1982). Delineation of diagnostic criteria and a rehabilitation program for rotator cuff injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 10(6), 336–339. <https://doi.org/10.1177/036354658201000602>

Johnson, J. E., Fullmer, J. A., Nielsen, C. M., Johnson, J. K., & Moorman, C. T. (2018a). Glenohumeral internal rotation deficit and injuries: A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(5), 232596711877332. <https://doi.org/10.1177/2325967118773322>

Kalo, K., Vogt, L., Sieland, J., Banzer, W., & Niederer, D. (2020a). Injury and training history are associated with glenohumeral internal rotation deficit in youth tennis athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03571-0>

Khosravi F, Amiri Z, Masouleh NA, Kashfi P, Panjizadeh F, Hajilo Z, *et al*. Shoulder pain prevalence and risk factors in middle-aged women: A cross-sectional study. *J Bodyw Mov Ther* 2019;23(4):752–7

Kibler W, Ludewig P, McClure P, Uhl T, Sciascia A. Scapular Summit 2009: Introduction. July 16, 2009, Lexington, Kentucky. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2009;39(11):A1-13

Kibler WB, McQueen C, Uhl T. Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clin Sports Med.* 1988;7(2):403-416.

Kibler, W. B., Sciascia, A., & Thomas, S. J. (2012b). Glenohumeral internal rotation deficit: Pathogenesis and Response to Acute Throwing. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 20(1), 34–38. <https://doi.org/10.1097/jsa.0b013e318244853e>

Kirsch, J. M., Bakshi, N. K., Ayeni, O. R., Khan, M., & Bedi, A. (2019a). Clinical outcomes and quality of literature addressing glenohumeral internal rotation deficit: A systematic review. *HSS Journal*®, 16(3), 233–241. <https://doi.org/10.1007/s11420-019-09691-1>

Koyasu K, Kinkawa M, Ueyama N, Tanikawa Y, Adachi K, Matsuo H. The prevalence of primary neck and shoulder pain, and its related factors in Japanese postpartum women. *Clin Exp Obstet Gynecol.* 2015;42(1):5-10.

Kuijpers, T., van der Windt, D. A., van der Heijden, G. J., Twisk, J. W., Vergouwe, Y., & Bouter, L. M. (2006). A prediction rule for shoulder pain related sick leave: A prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-97>

Kvalvaag, E., Anvar, M., Karlberg, A. C., Brox, J. I., Engebretsen, K. B., Soberg, H. L., Juel, N. G., Bautz-Holter, E., Sandvik, L., & Roe, C. (2017). Shoulder MRI features with clinical

correlations in subacromial pain syndrome: A cross-sectional and prognostic study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1827-3>

Lee, J. Y., Kim, L. N., Song, H. S., Kim, S. H., Choi, M. S., & Woo, S. S. (2014). The effect of glenohumeral internal rotation deficit improving rehabilitation program in the male high-school baseball players. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 32(2), 105. <https://doi.org/10.5763/kjism.2014.32.2.105>

Lubiatowski, M., Grygorowicz, M., Kaczmarek, P., Cisowski, P., Dzianach, M., Dudzinski, W., & Romanowski, L. (2014). Glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) – does it really exists in handball players? *British Journal of Sports Medicine*, 48(7). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093494.186>

Lubiatowski P, Kaczmarek P, Cisowski P, Breborowicz E, Grygorowicz M, Dzianach M, *et al*. Rotational glenohumeral adaptations are associated with shoulder pathology in professional male handball players. *Knee Surg Sports Traumatology Arthrosc* 2018;26(1):67–75

Lubis, A. MT., Wisnubaroto, R. P., Ilyas, E. I., & Ifran, N. NPPS. (2020a). Glenohumeral internal rotation deficit in non-pitcher overhead athletic athletes: Case series analysis of ten athletes. *Annals of Medicine and Surgery*, 58, 138–142. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.08.050>

Lubis, A. MT., Wisnubaroto, R. P., Ilyas, E. I., & Ifran, N. NPPS. (2020b). Glenohumeral internal rotation deficit in non-pitcher overhead athletic athletes: Case series analysis of ten

athletes. *Annals of Medicine and Surgery*, 58, 138–142.
<https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.08.050>

Luime J, Koes B, Hendriksen I, Burdorf A, Verhagen A, Miedema H, *et al.* Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol* 2009;33(2):73–81

Marks D, Comans T, Bisset L, Thomas M, Scuffham PA. Shoulder pain cost-of-illness in patients referred for public orthopaedic care in Australia. *Aust Health Rev* 2019;43(5):540–8

Martinez-Calderon J, Meeus M, Struyf F, Diaz-Cerrillo JL, Clavero-Cano S, Morales-Asencio JM, *et al.* Psychological factors are associated with local and generalized pressure pain hypersensitivity, pain intensity, and function in people with chronic shoulder pain: A cross-sectional study. *Musculoskelet Sci Pract* 2019;44:102064

Matsuura T, Iwame T, Suzue N, Arisawa K, Sairyo K. Risk factors for shoulder and elbow pain in youth baseball players. *Physician Sportsmed* 2017;45(2):1–5

Mattacola, C. G., & Spigelman, T. (2006). Identifying and assessing glenohumeral internal-rotation deficit. *Athletic Therapy Today*, 11(3), 23–25. <https://doi.org/10.1123/att.11.3.23>

McLaine SJ, Bird M-L, Ginn KA, Hartley T, Fell JW. Shoulder extension strength: a potential risk factor for shoulder pain in young swimmers? *J Sci Med Sport* 2018;22(5):516–20

Minagawa, H., Yamamoto, N., Abe, H., Fukuda, M., Seki, N., Kikuchi, K., Kijima, H., & Itoi, E. (2013). Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population:

From mass-screening in one village. *Journal of Orthopaedics*, 10(1), 8–12.
<https://doi.org/10.1016/j.jor.2013.01.008>

Mitchell, C., Adebajo, A., Hay, E., & Carr, A. (2005). Shoulder pain: Diagnosis and management in Primary Care. *BMJ*, 331(7525), 1124–1128. <https://doi.org/10.1136/bmj.331.7525.1124>

Mohseni-Bandpei MA, Keshavarz R, Minoonejhad H, Mohsenifar H, Shakeri H. Shoulder Pain in Iranian Elite Athletes: The Prevalence and Risk Factors. *J Manip Physiol Ther* 2012;35(7):541–8

Mok, D., Gillooly, J., & Chidambaram, R. (2010). The lateral jobe test: A more reliable method of diagnosing rotator cuff tears. *International Journal of Shoulder Surgery*, 4(2), 41.
<https://doi.org/10.4103/0973-6042.70822>

Moosmayer S, Smith HJ, Tariq R, Larmo A. Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of the rotator cuff: AN ULTRASONOGRAPHIC AND CLINICAL STUDY. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2009;91-B(2):196-200. doi:10.1302/0301-620X.91B2.21069

Moreno-Pérez V, López-Samanes Á, Domínguez R, Fernández-Elías VE, González-Frutos P, Fernández-Ruiz V, *et al.* Acute effects of a single tennis match on passive shoulder rotation range of motion, isometric strength and serve speed in professional tennis players. *Plos One* 2019;14(4):e0215015

Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P., & Lephart, S. M. (2006). Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic

internal impingement. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 385–391.
<https://doi.org/10.1177/0363546505281804>

Myrtveit SM, Sivertsen B, Skogen JC, Frosthalm L, Stormark KM, Hysing M. Adolescent Neck and Shoulder Pain—The Association With Depression, Physical Activity, Screen-Based Activities, and Use of Health Care Services. *J Adolescent Health* 2014;55(3):366–72

Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. FA Davis; 2016
Nov 18.

Ohuchi, K., Kijima, H., Saito, H., Sugimura, Y., Yoshikawa, T., & Miyakoshi, N. (2023). Risk factors for glenohumeral internal rotation deficit in adolescent athletes: A comparison of overhead sports and Non-overhead Sports. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.34045>

Paavola M, Malmivaara A, Taimela S, Kanto K, Inkinen J, Kalske J, *et al*. Subacromial decompression versus diagnostic arthroscopy for shoulder impingement: randomised, placebo surgery controlled clinical trial. *Bmj* 2018;362:k2860

Parr JJ, Borsa PA, Fillingim RB, Tillman MD, Manini TM, Gregory CM, *et al*. Pain-Related Fear and Catastrophizing Predict Pain Intensity and Disability Independently Using an Induced Muscle Injury Model. *J Pain* 2012;13(4):370–8

Puente-Maestu L, Stringer WW, Casaburi R. Exercise testing to evaluate therapeutic interventions in chronic respiratory diseases. *BRN*. 2018;4:1420.

R Commander. Accessed August 11, 2021. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>

- Rani S, Habiba UE, Qazi WA, Tassadaq N. Association of breastfeeding positioning with musculoskeletal pain in postpartum mothers of Rawalpindi and Islamabad. *J Pak Med Assoc.* 2019;69(4):564-566.
- Reuther, K. E., Larsen, R., Kuhn, P. D., Kelly, J. D., & Thomas, S. J. (2016). Sleeper stretch accelerates recovery of Glenohumeral internal rotation after pitching. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 25(12), 1925–1929. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.07.075>
- Rodeo, S. A., Hannafin, J. A., Tom, J., Warren, R. F., & Wickiewicz, T. L. (1997). Immunolocalization of cytokines and their receptors in adhesive capsulitis of the shoulder. *Journal of Orthopaedic Research*, 15(3), 427–436. <https://doi.org/10.1002/jor.1100150316>
- Rose, M. B., & Noonan, T. (2018b, March 19). *Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: Current perspectives*. Open access journal of sports medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5865552/>
- Sahoo S, Ricchetti ET, Zajichek A, Group CCS, Evans PJ, Farrow LD, *et al.* Associations of Preoperative Patient Mental Health and Sociodemographic and Clinical Characteristics With Baseline Pain, Function, and Satisfaction in Patients Undergoing Rotator Cuff Repairs. *Am J Sports Medicine* 2019;48(2):432–43
- Sanchis MN, Lluch E, Nijs J, Struyf F, Kangasperko M. The role of central sensitization in shoulder pain: A systematic literature review. *Semin Arthritis Rheu* 2015;44(6):710–6

Sanders, M. J., & Morse, T. (2005). The ergonomics of caring for children: An exploratory study. *The American Journal of Occupational Therapy*, 59(3), 285–295. <https://doi.org/10.5014/ajot.59.3.285>

Sansone V, Maiorano E, Applefield RC, Gandola M, Negrini F. Strength reduction in unilateral shoulder pain. *Am J Phys Med Rehab* 2018; Publish Ahead of Print(NA):NA

Scher, S., Anderson, K., Weber, N., Bajorek, J., Rand, K., & Bey, M. J. (2010). Associations among hip and shoulder range of motion and shoulder injury in professional baseball players. *Journal of Athletic Training*, 45(2), 191–197. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.2.191>

Shanley, E., Rauh, M. J., Michener, L. A., Ellenbecker, T. S., Garrison, J. C., & Thigpen, C. A. (2011). Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(9), 1997–2006. <https://doi.org/10.1177/0363546511408876>

Shih YF, Liao PW, Lee CS. The immediate effect of muscle release intervention on muscle activity and shoulder kinematics in patients with frozen shoulder: a cross-sectional, exploratory study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Nov 28;18(1):499. doi: 10.1186/s12891-017-1867-8.

Shitara, H., Kobayashi, T., Yamamoto, A., Shimoyama, D., Ichinose, T., Tajika, T., Osawa, T., Iizuka, H., & Takagishi, K. (2015). Prospective multifactorial analysis of preseason risk factors for shoulder and elbow injuries in high school baseball pitchers. *Knee Surgery, Sports*

Traumatology, Arthroscopy, 25(10), 3303–3310. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3731-4>

Shitara H, Shimoyama D, Sasaki T, Hamano N, Ichinose T, Yamamoto A, *et al.* The Neural Correlates of Shoulder Apprehension: A Functional MRI Study. *Plos One* 2015;10(9):e0137387

Stevenson JH, Trojian T. Evaluation of shoulder pain. *J Fam Pract.* 2002;51(7):605-611.

Telles, R., Cunha, R. A., Yoshimura, A. L., Pochini, A. C., Ejnisman, B., & Soliaman, R. R. (2021). Shoulder rotation range of motion and serve speed in adolescent male volleyball athletes: A cross-sectional study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2). <https://doi.org/10.26603/001c.21243>

Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A Review of the Special Tests Associated with Shoulder Examination: Part I: The Rotator Cuff Tests. *Am J Sports Med.* 2003;31(1):154-160. doi:10.1177/03635465030310011101

Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A Review of the Special Tests Associated with Shoulder Examination: Part II: Laxity, Instability, and Superior Labral Anterior and Posterior (SLAP) Lesions. *Am J Sports Med.* 2003;31(2):301-307. doi:10.1177/03635465030310022601

Using the R Commander. Accessed August 11, 2021. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/RCommander/>

- Van den Heuvel, S. G., IJmker, S., Blatter, B. M., & de Korte, E. M. (2007). Loss of productivity due to neck/shoulder symptoms and hand/arm symptoms: Results from the promo-study. *Journal of Occupational Rehabilitation, 17*(3), 370–382. <https://doi.org/10.1007/s10926-007-9095-y>
- Van der Windt, D. A., Koes, B. W., de Jong, B. A., & Bouter, L. M. (1995). Shoulder disorders in general practice: Incidence, patient characteristics, and management. *Annals of the Rheumatic Diseases, 54*(12), 959–964. <https://doi.org/10.1136/ard.54.12.959>
- Verna C. Shoulder flexibility to reduce impingement. Presented at the 3rd Annual Professional Baseball Athletic Trainers Society Meeting. Mesa, AZ; 1991
- Virta L, Joranger P, Brox JI, Eriksson R. Costs of shoulder pain and resource use in primary health care: a cost-of-illness study in Sweden. *Bmc Musculoskelet Di* 2012;13(1):17
- Wilk KE: Current Concepts in the Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete. *Am J Sports Med.* 2002
- Wilk, K. E., Hooks, T. R., & Macrina, L. C. (2013). The modified sleeper stretch and modified cross-body stretch to increase shoulder internal rotation range of motion in the overhead throwing athlete. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 43*(12), 891–894. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4990>
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Porterfield, R., Simpson, C. D., Harker, P., Paparesta, N., & Andrews, J. R. (2010). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total

rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 329–335. <https://doi.org/10.1177/0363546510384223>

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: A Multidisciplinary Approach*, 1(2), 131–136. <https://doi.org/10.1177/1941738108331201>

Yamaguchi K, Tetro AM, Blam O, Evanoff BA, Teefey SA, Middleton WD. Natural history of asymptomatic rotator cuff tears: A longitudinal analysis of asymptomatic tears detected sonographically. *J Shoulder Elb Surg* 2001;10(3):199–203

Yamamoto, A., Takagishi, K., Osawa, T., Yanagawa, T., Nakajima, D., Shitara, H., & Kobayashi, T. (2010). Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19(1), 116–120. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.04.006>

Yamashita, T., Yamashita, K., & Kamimura, R. (2007). A stepwise AIC method for variable selection in linear regression. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 36(13), 2395–2403. <https://doi.org/10.1080/03610920701215639>

Yogman, M., Garfield, C. F., Bauer, N. S., Gambon, T. B., Lavin, A., Lemmon, K. M., Mattson, G., Rafferty, J. R., & Wissow, L. S. (2016). Fathers' roles in the care and development of their children: The role of pediatricians. *Pediatrics*, 138(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1128>

Zajac JM, Tokish JM. Déficit de rotación interna glenohumeral: ¿principal sospechoso o espectador inocente? *Curr Rev Musculoesqueleto Med.* 2020;13:86–95.

Zavala-González J, Pavez-Baeza F, Gutiérrez-Espinoza H, Olgún-Huerta C. The effectiveness of joint mobilization techniques for range of motion in adult patients with primary adhesive capsulitis of the shoulder: a systematic review and meta-analysis. *Medwave.* 2018 Sep 28;18(5):e7265. doi: 10.5867/medwave.2018.05.7265.

VII. ANEXOS

ANEXO I. HOJA DE INFORMACION A LOS PARTICIPANTES, CONSENTIMIENTO INFORMADO, CUADERNO DE RECOGIDA DE DATOS



COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Hoja de Información y Consentimiento Informado
Investigación en Ciencias Biosanitarias

Hoja de Información a los participantes (HIP)

Se le invita a participar en un estudio de investigación denominado **"Caracterización de la Omalgia en la Población General. Implicación Clínica y Biomecánica del Déficit de Rotación Interna Glenohumeral (DRIG) en la Patología Estructural del Complejo Articular del Hombro"**.

Le rogamos lea detenidamente esta información y consulte cualquier duda que pueda tener antes de firmar el consentimiento informado.

Tómese su tiempo antes de decidir sobre su participación de manera voluntaria, que en ningún caso afectará a su asistencia médica, y consulte con su familia, con el propio investigador o con personas ajenas a la investigación si lo desea.

El responsable del Proyecto es Rafael Jácome López, colegiado número 6.566 en el Colegio Profesional de Fisioterapeutas de la Comunidad de Madrid, y Coordinador de la Unidad Fisioterapia de Miembro Superior de la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid, formando parte de la Tesis Doctoral del investigador. Su contacto por email es rjacome@globalphysio.es. El director de la Tesis Doctoral es el Dr. Francisco García-Muro San José, Profesor Adjunto de la Universidad CEU San Pablo de Madrid, y el Codirector es el Dr. José María Silberberg Muiño, Supervisor de la Unidad de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Clínica Universidad de Navarra, Sede Madrid.

El Proyecto en el que le invitamos a participar tiene como objetivo principal asociar y cuantificar el **DRIG** como una causa primaria en la patología estructural sintomatológica del hombro en la población general con dolor y/o impotencia funcional. El **DRIG** podría provocar lesiones en tejidos blandos y adaptaciones biomecánicas debidas al sobreuso, condicionando el desempeño de la calidad en sus actividades en la vida diaria.

Como objetivo secundario se pretenderá describir la población con dolor de hombro. Para ello necesitamos recoger algunos datos personales: antecedentes clínicos, cirugías previas, sexo, edad, estado civil con paternidad o maternidad, hombro dominante, profesión, hábitos deportivos...

Se pretenderá describir la variabilidad de la patología estructural del hombro con la exploración médica a través de test ortopédicos correlacionada con la interpretación de pruebas de imagen según convenga.

Su participación en este estudio NO tiene mayores riesgos o molestias que las derivadas de cualquier práctica asistencial en consulta médica traumatológica

o fisioterápica. Consiste en cumplimentar los cuestionarios propuestos como la presente Hoja de Información a Participantes (HIP) y Consentimiento Informado (CI) así como las escalas de percepción de dolor (EVA) y otras específicas de funcionalidad de hombro (ROWE Score, UCLA Scale...) si procede.

Además, será necesaria una consulta médica con el facultativo que realizará una exploración de sus hombros con test ortopédicos convencionales totalmente inocuos, medición del **DRIG** con una regla específica (goniómetro) o aplicación móvil tipo Goniometer G-pro, quizá alguna prueba de imagen según determine el facultativo como radiografía simple (Rx), Ecografía (ECO) o resonancia magnética nuclear (RMN).

El tiempo que se estima le requerirá será el estrictamente necesario habitual a cualquier práctica asistencial en consulta médica traumatológica y fisioterápica.

Usted es libre para decidir sobre su participación en la investigación, sin estar sometido a ninguna presión o influencia externa en ninguno de sus grados.

Le informamos de que su participación es voluntaria, y que podrá retirarse en cualquier momento sin que su decisión le cause perjuicio alguno. Puede ejercer el derecho de retracto comunicándolo a la dirección de correo electrónico dpcun@unav.es y en ningún caso afectara a su tratamiento médico.

La participación en el proyecto de investigación no supone ningún coste para usted y tampoco supondrá algún beneficio económico.

Todos los datos personales incluidos los clínicos serán protegidos y tratados conforme a las leyes actuales de protección de datos, especialmente conforme al RGPD. Todos los datos codificados serán almacenados en el disco duro del investigador principal localizado en la Clínica Universidad de Navarra, Sede Madrid. El acceso a los datos será a través de contraseña que conocerá solamente el IP.

El responsable del Tratamiento de los datos (CUN/UN/CIMA), en cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de éstos, en adelante RGPD, le informa que si participa en este estudio, sus datos clínicos serán tratados por el equipo investigador para extraer conclusiones del Proyecto. También podrán acceder a los datos las autoridades sanitarias y los miembros del comité ético si lo considerasen necesario.

No será posible identificarle a usted a través de las comunicaciones que pudiera generar este estudio.

Usted es el responsable de la veracidad y corrección de los datos que nos entrega y tiene la facultad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación del tratamiento, portabilidad y de oposición de sus datos de acuerdo con lo dispuesto en la normativa en materia de protección de datos. Para ejercerlos, deberá dirigirse por escrito al Delegado de Protección de Datos de (CUN/UN) a la siguiente dirección postal Calle Marquesado de Santa Marta, 1, 28027 Madrid (CUN/UN/CIMA) o a la dirección de correo electrónico dpocun@unav.es , en cualquier caso, deberá adjuntar una fotocopia de su documento nacional de identidad o equivalente.

En caso de no estar de acuerdo con el tratamiento realizado por nuestra Entidad o considerar vulnerados sus derechos, tiene derecho a presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de datos.

Tanto el investigador como el facultativo que realice la exploración traumatológica, podrán necesitar acceder a su historia clínica, obteniendo información sobre las pruebas de imagen realizadas.

Los datos personales que van a utilizarse se codificarán, otorgando el investigador un código a cada participante pudiendo ser identificado al asociar el código a los datos de carácter personal.

Puede contactar con los investigadores en caso de aparición de efecto adverso imprevisto por email rjacome@globalphysio.es .

Tiene derecho a ser informado sobre los resultados de los estudios en el caso de que lo solicite.

El investigado principal cuenta con el correspondiente seguro de Responsabilidad Civil dependiente del Colegio Profesional de Fisioterapeutas de la Comunidad de Madrid.

Los resultados de investigación podrán ser utilizados de manera futura para la divulgación científica como publicación de un artículo en revista de impacto, para lo cual recogemos explícitamente su consentimiento para este uso.

Consentimiento Informado (CI)

Yo.....he recibido de información clara y a mi plena satisfacción sobre el estudio "**Caracterización de la Omalgia en la Población General. Implicación Clínica y Biomecánica del Déficit de Rotación Interna Glenohumeral (DRIG) en la Patología Estructural del Complejo Articular del Hombro**" cuyo investigador principal es Rafael Jácome López, en la Clínica Universidad de Navarra, sede Madrid, en el que voluntariamente quiero participar.

- Declaro que he leído la Hoja de Información al Participante sobre el estudio citado.
- Se me ha entregado una copia de la Hoja de Información al Participante y una copia de este Consentimiento Informado, fechado y firmado.
- He tenido el tiempo y la oportunidad para realizar preguntas y plantear las dudas que poseía. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción.
- Accedo a que el equipo vuelva a contactar con posterioridad para continuar con este estudio.
- Accedo a que el equipo investigador consulte los datos de mi historia clínica que sean de interés para el estudio.
- Se me ha asegurado que se mantendrá la confidencialidad de mis datos.

El consentimiento lo otorgo de manera voluntaria y sé que soy libre de retirarme del estudio en cualquier momento, por cualquier razón y sin que tenga ningún efecto sobre mi tratamiento médico futuro.

En consecuencia, doy mi consentimiento para la participación en el estudio propuesto:

Sí No

Firmo por duplicado, quedándome con una copia.

Fecha:

Firma del participante/paciente

Fecha:

Firma del Investigador o la persona que proporciona la información y la hoja de consentimiento

Cuaderno de Recogida de Datos (CRD)

DATOS DEMOGRÁFICOS:

- Número de identificación: _____
- Sexo: Hombre _____ (1) Mujer _____ (2)
- Estado Civil: Soltero/a _____ (1) Casado/a _____ (2), Separado/a _____ (3)
Viudo/a _____ (4)
- Paternidad _____ (1) Maternidad _____ (2) Sin descendencia _____ (3)
- Edad: _____ años
- Dominancia: Diestro _____ (1) Zurdo _____ (2) Ambidiestro _____ (3)
- Altura: _____ cm
- Peso: _____ kg
- Hombro afecto: Derecho _____ (1) Izquierdo _____ (2) Ambos _____ (3)
- Cirugías previas hombro afecto: No (0) Sí (1)
- Ocupación Laboral:
- Hábitos deportivos:
- Evolución: Hasta 6 semanas _____ (1) Hasta 12 semanas _____ (2) Hasta 6 meses
_____ (3) Más de 6 meses _____ (4)

EXPLORACIÓN FÍSICA:

TEST ORTOPÉDICOS:

- Jobe: No (0) Sí (1)
- Gerber: No (0) Sí (1)
- Patte: No (0) Sí (1)
- Lift Off: No (0) Sí (1)
- Cross Arm: No (0) Sí (1)
- Porción Larga del Bíceps: No (0) Sí (1)
- Signo de Aprehensión: No (0) Sí (1)
- Otros:

BALANCE ARTICULAR DEL HOMBRO:

- Rotación Interna hombro afecto: PRE _____ ° POST _____ °
- Rotación Interna hombro no afecto: PRE _____ ° POST _____ °

DISCINESIS ESCAPULAR:

- Escápula hombro afecto: No (0) Sí (1)
- Escápula hombro no afecto: No (0) Sí (1)

DATOS PRUEBAS IMAGEN:

- Resonancia Magnética Nuclear: No (0) Sí (1)
- Ecografía: No (0) Sí (1)
- Otras:
- Informe Radiología:
 - Manguito:
 - Tendinopatía: No (0) Sí (1)
 - Rotura: Ausente (0) Parcial (1) Total (2)
 - Calcificaciones: No (0) Sí (1)
 - Atrofia Muscular: No (0) Sí (1)
 - Bíceps:
 - Tendinopatía: No (0) Sí (1)
 - Ubicación del Tendón: Normal (0) Anormal (1)
 - Líquido Tenosinovial (Vaina): No (0) Sí (1)
 - Labrum: No (0) Sí (1)
 - Articulación Acromioclavicular: Normal (0) Anormal (1)
 - Efecto sobre el Manguito: No (0) Sí (1)
 - Articulación Glenohumeral:
 - Derrame: No (0) Sí (1)
 - Sinovitis: No (0) Sí (1)
 - Cuerpos (libres) Intra-articulares: No (0) Sí (1)
 - Signos específicos de Capsulitis: No (0) Sí (1)
 - Bursa:
 - Bursa Subacromial-Subdeltoidea Líquido: No (0) Sí (1)
 - Bursa Subcoracoidea Líquido: No (0) Sí (1)
 - Huesos:
 - Bankart: No (0) Sí (1)
 - Hill Sachs: No (0) Sí (1)
 - Lesión de Bennett: No (0) Sí (1)
 - Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Húmero (Se puede Incluir Hill Sachs aquí): No (0) Sí (1)
 - Fractura y/u otra Deformidad Postraumática/Congénita del Glenoide (Se puede incluir el Bankart Óseo y el Bennett aquí): No (0) Sí (1)
 - Osteofitos Húmero: No (0) Sí (1)
 - Osteofitos Glenoide: No (0) Sí (1)
 - Cartílago:
 - Defecto de Cartílago en el Glenoide: No (0) Sí (1)
 - Defecto de Cartílago en el Húmero: No (0) Sí (1)

ANEXO II. COMITÉ DE ÉTICA



Universidad
de Navarra

Comité de Ética de la Investigación

D. GABRIEL CANEL CRESPO, Secretario Técnico del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de Navarra,

CERTIFICA: Que, en la sesión extraordinaria celebrada el día 11/06/2020, el Comité examinó los aspectos éticos del proyecto **2020.095**, presentado por el **Dr. RAFAEL JÁCOME LÓPEZ** como Investigador Principal, titulado:

***CARACTERIZACIÓN DE LA OMALGIA EN LA POBLACIÓN GENERAL.
IMPLICACIÓN CLÍNICA Y BIOMECÁNICA DEL DÉFICIT DE ROTACIÓN
INTERNA GLENOHUMERAL (DRIG) EN LA PATOLOGÍA ESTRUCTURAL
DEL COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO***

Memoria de fecha 08/05/2020, hoja de información para el paciente y consentimiento informado de fecha 18/06/2020.

Se emitió un informe favorable para la realización de dicho proyecto, dado que el Comité ha considerado que se ajusta a las normas éticas esenciales y a los criterios deontológicos que rigen en este centro.

Y para que así conste, expide el presente certificado en Pamplona, a 19 de junio de 2020.

D. GABRIEL CANEL CRESPO

Secretario Técnico

ANEXO III. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Glenohumeral internal rotation deficit in general population with shoulder pain

A descriptive observational study

Rafael Jácome-López, BSc, MSc^{a,b}, Javier Tejada-Gallego, MD, MSc^{c,*} , José María Silberberg, MD, PhD^c, Fernando García-Sanz, BSc PT, MSc^d, Francisco García-Muro-San José, BSc, MSc, PhD^e

Abstract

Glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) is one of the most important factors influencing injury risk in the arm of overhead athletes. Some studies have shown that the GIRD of athletes with shoulder pain was higher than those without shoulder pain, establishing a relation between shoulder pain and GIRD. However, there are no studies that relate to GIRD and shoulder pain or the risk factors that affect GIRD in the population with this ailment. This study aimed to: determine if GIRD could be found clinically and between which values it oscillates in patients with shoulder pain, and explore if there are any potential associations between GIRD and some sociodemographic data, and orthopedic or radiological findings. A descriptive observational study design was adopted to determine if GIRD could be found clinically in patients with shoulder pain and to gain further evidence in the potential associations between GIRD and sociodemographic data, and orthopedic or radiological findings. All those patients without exclusion criteria between October 1, 2020 and March 31, 2021 were included. Exclusion criteria consisted of being under 18 years old but younger than 80 years old, showing shoulder pain in both shoulders and having a joint prosthesis in at least one of the 2 shoulders, tumor, or infection. A total of 67 patients aged between 25 and 75 years (52.7 ± 11.8 years, 36 male and 31 female). More than 82% of patients with shoulder pain showed a GIRD higher than 20° . The mean GIRD was $37.6 \pm 17.09^\circ$. The 95th percentile was 66.22° . From sociodemographic data could be extracted that: patients who have children showed a lower GIRD, patients with right shoulder pain, or whose dominance coincided with a painful shoulder showed a higher GIRD. The orthopedic findings revealed that patients with a positive Jobe test showed a lower GIRD. The linear model considering both sociodemographic and orthopedic findings showed that GIRD was reduced by having children and by BMI. GIRD shows a high incidence in patients with shoulder pain. The descendant, BMI, and positive Jobe test were negatively associated with the GIRD.

Abbreviations: BMI = body mass index, ER = external rotation, GIRD = glenohumeral internal rotation deficit, IR = internal rotation, TROM = total range of motion.

Keywords: descendant, general population, glenohumeral internal rotation deficit, observational study, shoulder pain

1. Introduction

Shoulder pain is one of the most common joint problems and disabling complaints in the general population. Its incidence is ranged between 0.9% and 2.5%^[1] depending on the age group.^[2] Although its point prevalence varies between 6.9 and 26%, the life prevalence can reach up to 66.7%.^[1] Up to 30% of patients with shoulder pain require a sick leave limited to a few days in most cases,^[3] this ailment provokes a productivity loss derived from decreased performance at work.^[4]

Shoulder pain used to be linked to a glenohumeral joint.^[5] An optimal glenohumeral rotation is pivotal for glenohumeral arthrokinematics. This rotation includes both internal rotation (IR) and external rotation (ER). The appropriate balance of IR and ER results in the humeral head remaining centered in the glenoid fossa and maximizes concavity compression.^[6] Maladaptations can cause important alterations in the arthrokinematics that can be reflected in an IR reduction in the dominant shoulder compared with the non-dominant shoulder, so-called glenohumeral internal rotation deficit (GIRD).^[6] The term GIRD has been used to describe an

The authors have no funding and conflicts of interest to disclose.

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

^a Physiotherapy Unit, Clínica Universidad de Navarra, c/ Marquesado de Sta. Marta, Madrid, Spain, ^b CEU International Doctoral School (CEINDO), University San Pablo-CEU, C/Tutor, Madrid, Spain, ^c Orthopaedic Surgery and Traumatology Department, Clínica Universidad de Navarra, c/ Marquesado de Sta. Marta, Madrid, Spain, ^d Physiotherapy Service, Clínica CEMTRO, Av. Ventisquero de la Condesa, Mirasierra, Madrid, Spain, ^e Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, University San Pablo-CEU, Urbanización Montepríncipe, Boadilla del Monte, Spain.

*Correspondence: Javier Tejada-Gallego, Orthopaedic Surgery and Traumatology Department, Clínica Universidad de Navarra, c/ Marquesado de Sta. Marta, 1, 28027 Madrid, Spain (e-mail: jtejadaga@hotmail.com).

Copyright © 2023 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBY-NC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

How to cite this article: Jácome-López R, Tejada-Gallego J, Silberberg JM, García-Sanz F, García-Muro-San José F. Glenohumeral internal rotation deficit in general population with shoulder pain: A descriptive observational study. *Medicine* 2023;102:50(e36551).

Received: 15 June 2023 / Received in final form: 8 November 2023 / Accepted: 17 November 2023

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.000000000036551>

internal rotation measurement and one of the most important factors influencing injury risk in the arm of overhead athletes, such as baseball pitchers,^[7-9] tennis players,^[10] hammer throwers,^[11] shot putters,^[11] among others. Almeida et al^[12] concluded that handball players with shoulder pain showed a greater GIRD compared to those athletes without shoulder pain, showing a relation between shoulder pain and GIRD. However, there are no studies that relate GIRD and shoulder pain or the risk factors that affect GIRD in the population with this ailment. A better understanding of these predictors might be useful in choosing better treatment for shoulder pain in the general population.

This study aimed to: determine if GIRD could be found clinically and between which values it oscillates in patients with shoulder pain and explore if there are any potential associations between GIRD and some sociodemographic data, and orthopedic or radiological findings.

2. Methods

2.1. Study design and ethics

A case series study design was adopted to determine if GIRD could be found clinically in patients with shoulder pain and to gain further evidence of the potential associations between GIRD and sociodemographic data, and orthopedic or radiological findings. All patients underwent a medical examination.

2.2. Ethics approval

The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the Clínica Universitaria de Navarra (Project 2020.095 of June 18, 2020). Informed consent was obtained from all subjects and/or their legal guardian(s) for publication of identifying information/images in an online open-access publication.

The patient photographed in Figure 1 gave her consent for publication since photographs preserve anonymity.

2.3. Sample

All patients with shoulder pain who attended the consultation and accepted and agreed to participate in the study between October 1, 2020 and March 31, 2021 were included. Exclusion criteria consisted of being under 18 years old but younger than 80 years old, showing shoulder pain in both shoulders and having a joint prosthesis in at least one of the 2 shoulders, tumor, or infection. A total of 67 patients aged between 25 and 75 years (52.7 ± 11.8 years, 36 male and 31 female) subscribed to informed consent after screening for inclusion and exclusion criteria.

2.4. Measurements

All participants underwent a physiotherapeutic examination by RJ-L, followed by anthropometrics and sociodemographic data that is sex, age, height, weight, occupation, marital status, descent, previous surgeries, and sports habits (documented via questionnaire and by means of a structured interview). The IR of each shoulder was measured in a supine position on a physiotherapy bench (Fig. 1) according to the methodology previously described.^[13] The shoulder was held by one of the examiners at 90° abduction with 90° flexion in the elbow. Then, another examiner placed a clinical Absolute + Axis goniometer (Baseline Evaluation Instruments, USA) in the mid-point of the distal end of the vertically held forearm (neutral position). The shoulder was positioned in the scapular plane rather than the coronal plane to minimize any pretension of capsular or muscle soft tissue. To do this, a towel was placed between the stretch and the back side of the shoulder joint complex and thus respect the 25° of the scapular plane (Fig. 1). IR was passively measured using stabilization of the scapula done by grasping the coracoid process and the spine of the scapula posteriorly, where the arm in the position described above and assisted by the assessor falls as far as it can without pain in the direction to the table. The order of shoulders to be assessed was randomized. The goniometric measurement was performed by the same tester (RJ-L). As it is a passive measurement, no patient reported any additional pain to the one that brought them to the consultation.

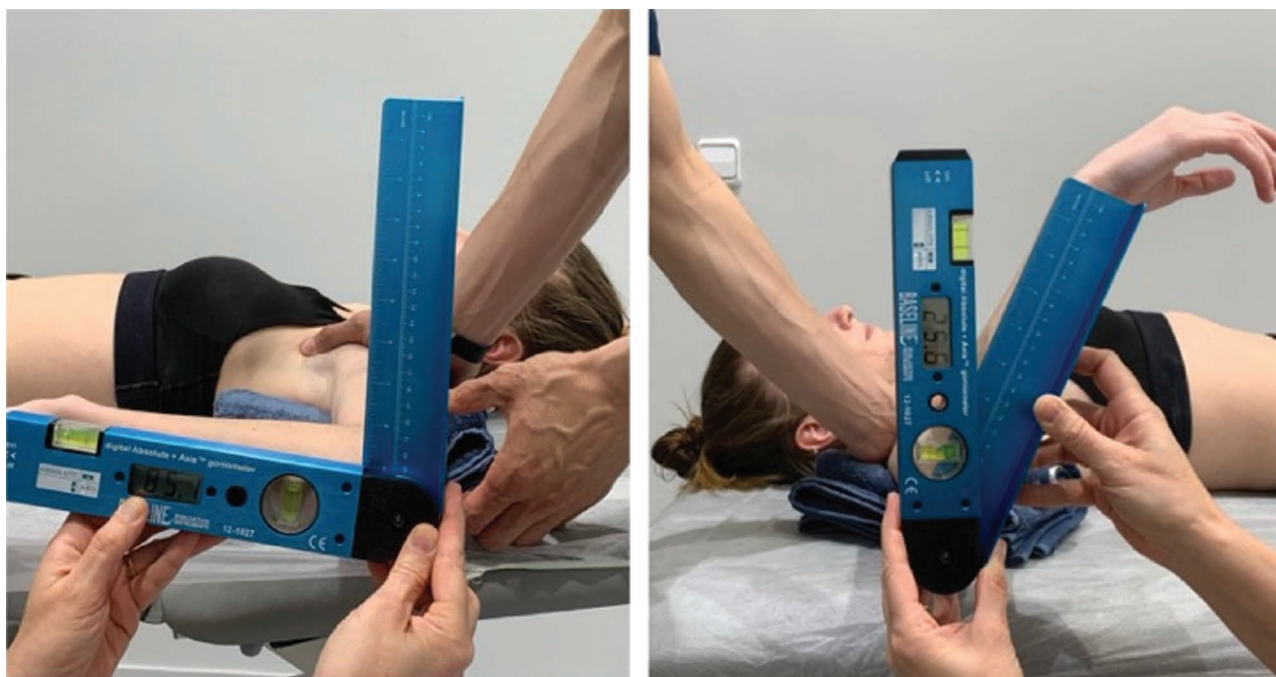


Figure 1. Measurement of glenohumeral internal rotation angle of the non-painful shoulder (left) and the painful shoulder (right).

Afterwards, each patient underwent orthopedic tests performed by an orthopedic surgeon (JT-G). Jobe test, Patte test, lift-off test (Lag sign), cross shoulder adduction test, Speed test, anterior apprehension test and presence of scapular dyskinesia were performed following the methodology previously described.^[14,15] Furthermore, the orthopedic surgeon decided which radiological test, echography (EC), magnetic resonance imaging (MRI) or arthroresonance (AR), was the most suited to each one of the patients according to the patient symptoms and tests performed. Both EC and MRI were evaluated simply blind by the same radiologist with more than 10 years of experience describing the presence or absence of the most common anatomical injuries related to shoulder pain (see below).

2.5. Statistical analysis

Data distribution was evaluated using Kolmogorov-Smirnov statistics with Lilliefors correction. Descriptive statistics are cited as means ± standard deviations in the case of normal distribution and as a median and interquartile range in the case of non-normal distribution for each of the variables calculated. A Student *t* test considering the equality of variances was used to compare 2 groups and ANOVA was used to compare more than 2 groups. Pearson correlation to determine potential relationships between patients' age, height, weight, and body mass index (BMI) with GIRD were calculated. For absolute values of R², 0 to 0.19 is regarded as very weak, 0.2 to 0.39 as weak, 0.40 to 0.59 as moderate, 0.6 to 0.79 as strong and 0.8 to 1 as very strong correlation.

Afterwards, all variables (sociodemographic data plus orthopedic findings) were included in a linear model as independent variables for GIRD (dependent variable). For GIRD, the predictors were selected throughout a backward stepwise regression selection with the Akaike information criterion as the step criteria.^[16] Then, the predictors given by the regression were again included in a linear model as independent variables for GIRD until all of them were significant.

All analyses were performed using STATA statistical software, release 11 (StataCorp. 2009, StataCorp LP., Texas, USA) except for the linear models that were carried out using R (R Core Team, 2017) with R commander.^[17-19] A significance level a priori was set at α = 0.05.

3. Results

More than 82% of patients with shoulder pain showed a GIRD higher than 20°. The mean GIRD was 37.6 ± 17.09°. The 95th percentile was 66.22°.

As can be seen, the results obtained from the sociodemographic data and orthopedic findings are shown in Tables 1–3. From sociodemographic data could be extracted that: patients who have children showed a statistically significant lower GIRD than those who have not (*P* value = .0029), patients with right shoulder pain showed a higher GIRD than those with left shoulder pain (*P* value = .0357), and patients whose dominance coincided with painful shoulder showed a higher GIRD than those ones whose dominance did not coincide (*P* value .0476) (Table 1). The painful shoulder IR of the men with children was significantly higher than those without children (*P* value = .0159) (Fig. 2A). No differences were found in women with children (Fig. 2B). Moreover, a statistically significant negative moderate correlation (Pearson correlation coefficient = -0.3036; *P* value = .0117) was observed between the GIRD of patients with shoulder pain and their BMI (Table 2).

The orthopedic findings revealed that patients with a positive Jobe test showed a lower GIRD than those with a negative one (*P* value = .0329) (Table 3). The linear model considering both sociodemographic and orthopedic findings (Adjusted R² = 0.1752; *P* value = .0008) showed that GIRD

was significantly reduced by having children (estimated coefficient = -13.35 ± 4.58°; *P* value = .0049) and by BMI (estimated coefficient = -1.25 ± 0.52°; *P* value = .0195).

The radiological findings are summarized in Table 4. Between 1 and 16 radiological findings per patient were observed, with a median radiological findings number of 5 (3–7). Considering individually the effect of each radiological finding on GIRD, only the effect on the rotator cuff from the acromioclavicular joint was related to higher GIRD (*P* value < .0001).

4. Discussion

In this study, we report the GIRD incidence in patients with shoulder pain, different sociodemographic data and orthopedic findings that may be associated with a reduced GIRD.

The definition of GIRD has undergone changes since it was described as an absolute value.^[6] Thus, its proposed reference value is higher than 11°,^[20] 18°^[9] or 25°^[21] by different authors. The exact definition is still controversial, but a 20° side-to-side difference is generally considered diagnostic of GIRD for athletes.^[7] According to our case series, 82% of patients with shoulder pain showed a GIRD equal to or >20°. Although this prevalence of GIRD in patients with shoulder pain has not been previously described, it must be cautiously considered since all reference values cited to date have been estimated for professional athletes and not for the general population. However, this elevated incidence is consistent with numerous studies that associated GIRD with a higher incidence of shoulder injuries.^[9,16,22–24]

Table 1
GIRD of patients with shoulder pain according to different sociodemographic parameters.

Sociodemographic data	GIRD (°)	<i>P</i> value	
Sex	Male (n = 36)	32.03 ± 2.75	.5403
	Female (n = 31)	33.53 ± 3.7	
Marital status	Single (n = 11)	48.38 ± 22.78	.1526
	Married (n = 51)	35.42 ± 15.03	
	Separated (n = 4)	35.58 ± 20.48	
	Widower (n = 1)	37.8	
Descendants	Yes (n = 52)	34.33 ± 15.33	.0029
	No (n = 15)	48.91 ± 18.54	
Dominance	Right-handed (n = 62)	37.77 ± 17.49	.7677
	Left-handed (5)	35.40 ± 12.2	
Painful shoulder	Right (n = 31)	41.76 ± 13.64	.0357
	Left (n = 36)	32.76 ± 19.5	
Coincidence between the painful shoulder and the dominance	Yes (n = 35)	41.09 ± 13.8	.0476
	No (n = 32)	33.77 ± 19.6	
Evolution	Up to 6 wk (n = 14)	36.16 ± 21.85	.9813
	Up to 12 wk (n = 12)	38.14 ± 15.89	
	Up to 6 mo (n = 15)	38.77 ± 15.33	
	More than 6 mo (n = 26)	37.44 ± 15.66	
	Previous surgeries	Yes (n = 2)	
No (n = 65)	48.85 ± 22.98		

P values lower than 0.05 are highlighted in bold.

Downloaded from http://journals.lww.com/md-journal by BHM/MSep/HKav/1zEoum/1QIN4a+kLLHEZgbsIH04XMI0hCy wCX1AWNy/Qp/IIQhD3i3D00dRy/7TVSfI4Cj3Vc4/OAVpDda8K2+YagH5t5KE= on 12/19/2023

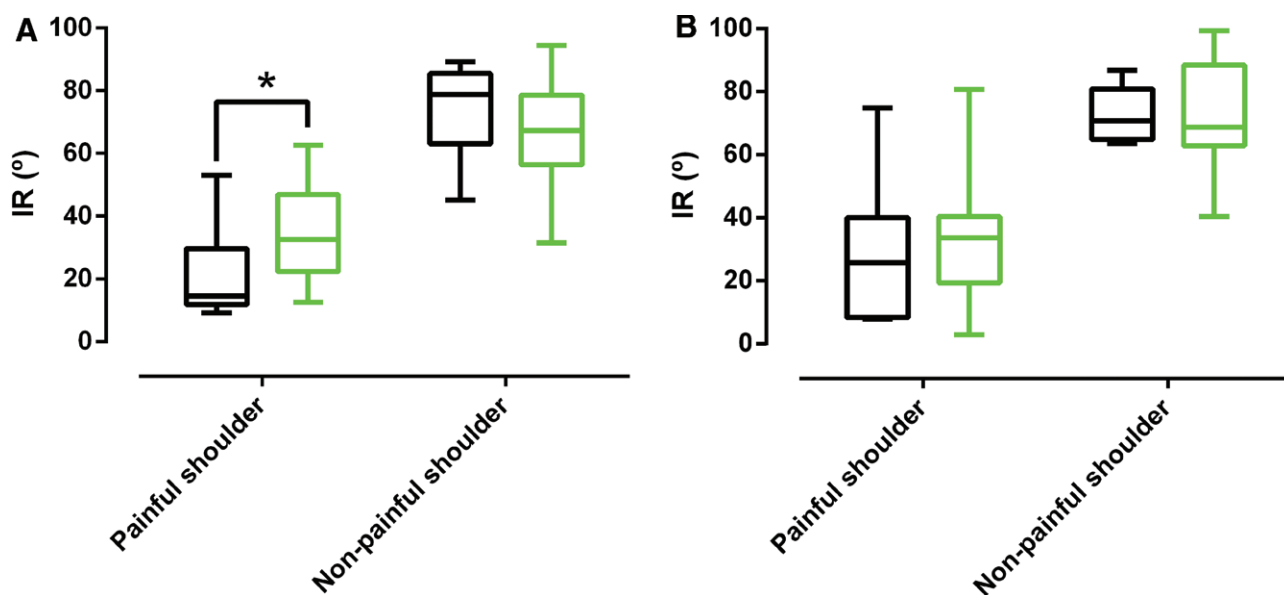


Figure 2. Internal rotation (IR) of men (A) and women (B) with (green) and without (black) children. The boxes represent median and interquartile range. The bars represent 10th and 90th percentiles. *P value <.05.

Our results showed that the GIRD of patients with children was significantly lower than that of patients without children. Besides, this difference could be more important in the case of male patients who declared being fathers, as only in them a significant painful shoulder IR difference was found, as fathers showed higher IR than men without children. Despite that the explanation for this finding remains unclear, it is known that caring for one children is linked to different mother musculoskeletal complications during breastfeeding^[25,26] and postpartum^[27] that use to cause pain in the shoulder, back, neck, and wrist in women.^[26–28] Some child-care tasks considered to be “high risk” come from high biomechanical stresses placed on a particular part of the body and where fathers may be involved. Such tasks are carrying, lifting, and bending place a strain on the lower back that is exacerbated by repetition, prolonged duration, and weight of the child.^[28] Thereby, any task where the child is held away from the parent body is performed (loading the child into a car seat or removing the child from a crib), and the torque placed on the back and shoulders is greatly increased.^[28] This type of

exercise during child upbringing may hypothetically reduce the GIRD of patients with children compared to those without children by favoring a higher IR of a painful shoulder or slightly reducing the IR of the non-painful shoulder. Although parenting involvement was not included as a question in the study clinical questionnaire, the GIRD might be reduced in fathers due to their increasing involvement in their sons’ upbringing.^[29] Thus, we hypothesize that the involvement directly related to paternity may justify why the painful shoulder of men with children shows up to 2.2-fold more IR than those men without them. It is important to consider that although this relationship between paternity and IR (and thus GIRD) has not been previously described and underlines the need to be included as a variable in studies where GIRD is studied since most studies are based on male athletes, more studies would be needed to corroborate a clear relationship between GIRD and parenthood.

Our study revealed more findings. First, the right-arm GIRD used to be higher than the left-arm one. These results are in concordance with other authors whose case series showed that the painful shoulder was the right one for up to 3 out of 4 patients with chronic shoulder pain for a duration of 2 to 18 months.^[30] Second, the GIRD of those patients whose painful shoulder matched with the dominant arm is higher than when this coincidence is not present. This is because the dominant shoulder presents a lower IR than the non-dominant one, as described in male volleyball athletes,^[31] which would give rise to a higher GIRD. Third, GIRD showed an inversely proportional relationship with BMI. A recent study has already highlighted this negative correlation between BMI and IR (and thus GIRD).^[32] Though this correlation is uncertain and should be considered with caution due to the small sample of patients, some authors hypothesize that the BMI negatively affects the ability to perform IR-related activities of daily living because of the relative weight of the arm, physical restriction of motion from a larger torso or buttocks, deconditioning, or a combination of these factors,^[32] even in asymptomatic obese patients.^[33] According to our results, we consider that the biomechanical limitations imposed by the weight would affect the IR of both arms equally the higher the BMI is so that the GIRD of obese patients would be less than that of a non-obese patient. Because an association between obesity and GIRD is established, it is important to note that diabetes is highly prevalent in obese populations^[34] and that this disease is associated with adhesive capsulitis,^[35] a disorder

Table 2
Correlation between different variables and GIRD of patients with shoulder pain.

Variable	Mean ± SD (range)	Person correlation coefficient	P value
Age (yr)	52.87 ± 11.82 (25–75)	0.0052	.9668
Weight (kg)	69.84 ± 13.91 (44–120)	−0.1842	.1357
Height (cm)	168.53 ± 8.37 (151–189)	0.0962	.4385
BMI (kg/m ²)	24.46 ± 3.67 (17.62–38.3)	−0.3036	.0117
Sports played (n)	2 (1–2)* (0–4)	−0.0625	.6153
Overhead sports (n)	1 (0–2)* (0–3)	0.0309	.8042

P values lower than 0.05 are highlighted in bold.
BMI = body mass index, SD = standard deviation.
*Median (interquartile range).

Table 3
Correlation between different variables and GIRD of patients with shoulder pain.

Orthopaedic findings		GIRD (°)	P value
Jobe test	Yes (n = 46)	34.60 ± 16.83	.0329
	No (n = 21)	44.15 ± 16.15	
Gerber test	Yes (n = 14)	41.09 ± 16.97	.3933
	No (n = 53)	36.67 ± 17.16	
Patte test	Yes (n = 2)	26.12 ± 16.68	.3397
	No (n = 65)	34.47 ± 18.55	
Lift-off test (Slag sign)	Yes (n = 12)	39.31 ± 20.01	.7046
	No (n = 55)	37.22 ± 16.59	
Cross shoulder adduction test	Yes (n = 28)	37.48 ± 18.86	.9637
	No (n = 39)	37.68 ± 15.95	
Speed test	Yes (n = 25)	36.04 ± 18.68	.5693
	No (n = 42)	38.52 ± 16.23	
Anterior apprehension test	Yes (n = 10)	42.24 ± 6.93	.3553
	No (n = 57)	36.78 ± 2.15	
Painful shoulder scapular dyskinesia	Yes (n = 54)	39.13 ± 17.59	.1353
	No (n = 13)	31.22 ± 13.58	
Non-painful shoulder scapular dyskinesia	Yes (n = 14)	43.16 ± 9.02	.0505
	No (n = 53)	36.13 ± 18.43	

P values lower than 0.05 are highlighted in bold.
GIRD = glenohumeral internal rotation deficit.

Table 4
Imaging techniques results and radiological findings.

Imaging techniques	% (n)
Ecography	35.82 (24)
Magnetic resonance imaging	61.19 (41)
Magnetic resonance arthrography	2.99 (2)
Radiological findings	%*
Rotator cuff tendinopathy	88.06
Fluid in subacromial-subdeltoid bursa	59.7
Partial or complete rupture of the rotator cuff	49.25
Abnormal acromioclavicular joint	47.76
Tenosynovial fluid in the biceps sheath	41.79
Labrum tear of biceps	35.82
Fluid in subcoracoid bursa	28.36
Glenohumeral joint effusion	26.87
Biceps' tendinopathy	26.87
Glenohumeral joint synovitis	19.4
Bankart	16.42
Calcifications in the rotator cuff	14.93
Osteophytes on the humerus	13.43
Abnormal biceps tendon location	10.45
Hill Sachs	10.45
Specific signs of capsulitis in the glenohumeral joint	8.96
Effect on the cuff from acromioclavicular joint	8.96
Glenoid cartilage defect	5.97
Humerus cartilage defect	5.97
Muscle atrophy related to rotator cuff	4.48
Fracture and/or other post-traumatic/ congenital deformity of the humerus	2.99
Osteophytes on the glenoid fossa	2.99
Intra-articular free bodies in the glenohumeral joint	1.49
Bennett lesion	1.49
Fracture and/or other post-traumatic/ congenital deformity of the glenoid fossa	1.49

*The percentages denote the number of patients that showed each radiological finding respect to the 67 patients included in this study.

is controversial. One theory asserts that the adhesive capsulitis is due to cytokines, for example, transforming growth factor-β and platelet-derived growth factors, which may be involved in the inflammatory and fibrotic processes in adhesive capsulitis.^[36] Another theory more recent points out that as more glucose molecules bind with collagen in these patients, it leads to abnormal deposits of collagen in the cartilage and tendons of the shoulder.^[37] Fourth, patients with shoulder pain and a positive Jobe test (34.60 ± 16.83°) showed a 21% lower GIRD than those with a negative test (44.15 ± 16.15°). Jobe test is also called the “supraspinatus test.” Muscle testing against resistance reveals a weakness or insufficiency of the supraspinatus secondary to a tear or pain associated with rotator cuff impingement^[14,38] that can be observed in both painful and non-painful shoulder (shoulder that did not hurt) of patients with shoulder pain.^[39] This difference between the GIRD of patients with a positive Jobe test and the GIRD of those ones with a negative Jobe test may be due to a high false-positive associated with this test. In this respect, a false-positive Jobe test can be the result of calcific tendonitis, frozen shoulder, and contracture of the posterior capsule of the shoulder^[40] that is often associated with rotator cuff injury,^[41] the most common cause of shoulder pain. For this, Mok et al^[40] recommended evaluating carefully all positive Jobe test patients, to measure and compare the degree of internal rotation of the painful shoulder to ensure this condition is not missed, and so reduce possible false-positive Jobe test.

There is a plethora of causes of shoulder pain. The most common causes of shoulder pain, listed in order from the most to the least common, are rotator cuff impingement, tendinosis, and tears; adhesive capsulitis; subacromial-subdeltoid bursitis; calcific tendinosis; glenohumeral and acromioclavicular, osteoarthritis, biceps tendinosis, tears, and dislocation; instability and labral tears; paralabral cyst; distal clavicular osteolysis; internal impingement; rheumatologic disorders; tumors, stress fractures, and cervical spine disease.^[42,43] The radiologic findings from our studies included generally higher frequencies of rotator cuff-related injuries (tendinopathies and partial or complete rupture), bursa-related injuries (effusion of subacromial-subdeltoid and subcoracoid bursas), abnormalities in the acromioclavicular joint, biceps pathologies (tenosynovial fluid in the sheath, labrum tear and tendinopathy), and glenohumeral joint-related injuries (synovitis and effusion). These findings are completely consistent with the literature.^[39,44-47] The only radiological finding which had a significant effect directly on the GIRD was the rotator cuff from the acromioclavicular joint, which is the leading pathologic process in GIRD due to the repetitive cocking that occurs with the overhead throwing motion in throwing athletes.^[7]

This study is not exempt from limitations. First, the number of patients included in this study is low. Unfortunately, the number of patients could not be larger because the start of the study was cut short by the SARS-CoV-2 pandemic. This would limit partially the relevance of some findings of the study. For this, studies with a larger number of participants should corroborate the conclusions achieved by this study. Second, the external rotation (ER) of each shoulder was not measured. The sum of IR and ER gives the total range of motion (TROM) and should include forward elevation and abduction. Recently, Rose & Noonan^[7] defined a pathological GIRD, based on a conservative estimation, as an IR deficit of > 20° with a loss in TROM of > 5° when compared to the non-painful shoulder. This concept could not be considered because ER was not taken. This point would be important as the GIRD is not only associated with an IR limitation but also with an IR limitation with a good ER of the TROM. Third, only image techniques of the painful shoulder were evaluated and considered in this study, and, currently, it is known that a non-painful shoulder could show non-painful anatomical injuries^[39] that might contribute to reducing the IR measured. Fourth, the methodology for selecting an imaging study is non-standardized, since EC, MRI or AR were performed

that can significantly affect both IR and ER. Although, the pathophysiology of adhesive capsulitis in patients with diabetes

according to the patient symptoms and tests performed. Fifth, radiological findings and sociodemographic characteristics should have been compared with- and without shoulder pain. Sixth, excluding all patients with previous shoulder surgery as the presence of a shoulder prosthesis alone does not adequately exclude preexisting shoulder pathology. Seventh, this study did not evaluate the intra-tester or inter-tester reliability since all the measurements were carried out by the same tester (RJ-C).

5. Conclusions

In conclusion, GIRD shows a high incidence in patients with shoulder pain. The descendant is negatively associated with the GIRD. Furthermore, the right-arm GIRD was higher than the left-arm one, and so was the GIRD of those patients whose painful shoulder matched with the dominant arm. GIRD showed an inversely proportional relationship with the BMI and was lower when patients with shoulder pain showed a positive Jobe test.

Acknowledgments

We wish to acknowledge Dr John Jairo Aguilera-Correa for his writing assistance, and Dr Amr A. Abdelkader from the International Centre for Orthopaedics and Neurosciences (Doha, Qatar) for his help in reviewing the manuscripts for language-related aspects, and Mr. José Luis Lara-Cabrero from Clínica CEMTRO (Madrid, Spain) for his help in interpreting the treatment sequence of specialized manual therapy.

Author contributions

Conceptualization: Rafael Jácome-López.

Data curation: Rafael Jácome-López.

Formal analysis: Rafael Jácome-López.

Investigation: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, Fernando García-Sanz.

Methodology: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego.

Resources: Rafael Jácome-López, José María Silberberg, Francisco García-Muro San José.

Software: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego.

Supervision: José María Silberberg, Francisco García-Muro San José.

Validation: Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.

Visualization: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.

Writing – original draft: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.

Writing – review & editing: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.

References

- [1] Luime J, Koes B, Hendriksen I, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol.* 2004;33:73–81.
- [2] Djade CD, Porgo TV, Zomahoun HTV, et al. Incidence of shoulder pain in 40 years old and over and associated factors: a systematic review. *Eur J Pain.* 2020;24:39–50.
- [3] Kuijpers T, van der Windt DA, van der Heijden GJ, et al. A prediction rule for shoulder pain related sick leave: a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:97.
- [4] van den Heuvel SG, Ijmker S, Blatter BM, et al. Loss of productivity due to neck/shoulder symptoms and hand/arm symptoms: results from the PROMO-study. *J Occup Rehabil.* 2007;17:370–82.
- [5] Mitchell C, Adebajo A, Hay E, et al. Shoulder pain: diagnosis and management in primary care. *BMJ.* 2005;331:1124–8.

- [6] Kibler WB, Sciascia A, Thomas SJ. Glenohumeral internal rotation deficit: pathogenesis and response to acute throwing. *Sports Med Arthrosc.* 2012;20:34–8.
- [7] Rose MB, Noonan T. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. *Open Access J Sports Med.* 2018;9:69–78.
- [8] Hibberd EE, Shutt CE, Oyama S, et al. Physical contributors to glenohumeral internal rotation deficit in high school baseball players. *J Sport Health Sci.* 2015;4:299–306.
- [9] Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, et al. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2011;39:329–35.
- [10] Kalo K, Vogt L, Sieland J, et al. Injury and training history are associated with glenohumeral internal rotation deficit in youth tennis athletes. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:553.
- [11] Lubis AMT, Wisnubaroto RP, Ilyas EI, et al. Glenohumeral internal rotation deficit in non-pitcher overhead athletic athletes: case series analysis of ten athletes. *Ann Med Surg.* 2020;58:138–42.
- [12] Almeida GPL, Silveira PF, Rosseto NP, et al. Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22:602–7.
- [13] Wilk KE, Reinold MM, Macrina LC, et al. Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. *Sports Health.* 2009;1:131–6.
- [14] Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A review of the special tests associated with shoulder examination: part I: the rotator cuff tests. *Am J Sports Med.* 2003;31:154–60.
- [15] Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A review of the special tests associated with shoulder examination: part II: laxity, instability, and superior labral anterior and posterior (SLAP) Lesions. *Am J Sports Med.* 2003;31:301–7.
- [16] Yamashita T, Yamashita K, Kamimura R. A stepwise AIC method for variable selection in linear regression. *Commun Stat - Theory Methods.* 2007;36:2395–403.
- [17] Using the R Commander. Accessed August 11, 2021. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/RCommander/>
- [18] Fox J. The R commander: a basic-statistics graphical user interface to R. *J Stat Softw.* 2005;14:1–42.
- [19] R Commander. Accessed August 11, 2021. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>
- [20] Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, et al. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med.* 2006;34:385–91.
- [21] Kibler WB, McQueen C, Uhl T. Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clin Sports Med.* 1988;7:403–16.
- [22] Scher S, Anderson K, Weber N, et al. Associations among hip and shoulder range of motion and shoulder injury in professional baseball players. *J Athl Train.* 2010;45:191–7.
- [23] Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, et al. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *Am J Sports Med.* 2011;39:1997–2006.
- [24] Shitara H, Kobayashi T, Yamamoto A, et al. Prospective multifactorial analysis of preseason risk factors for shoulder and elbow injuries in high school baseball pitchers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:3303–10.
- [25] Koyasu K, Kinkawa M, Ueyama N, et al. The prevalence of primary neck and shoulder pain, and its related factors in Japanese postpartum women. *Clin Exp Obstet Gynecol.* 2015;42:5–10.
- [26] Rani S, Habiba UE, Qazi WA, et al. Association of breast feeding positioning with musculoskeletal pain in post partum mothers of Rawalpindi and Islamabad. *J Pak Med Assoc.* 2019;69:564–6.
- [27] Iwata H, Mori E, Maehara K, et al. Shoulder stiffness, back pain, and wrist pain: Are older primiparas more vulnerable? *Int J Nurs Pract.* 2018;24:e12654.
- [28] Sanders MJ, Morse T. The ergonomics of caring for children: an exploratory study. *Am J Occup Ther.* 2005;59:285–95.
- [29] Yogman M, Garfield CF, Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health. Fathers roles in the care and development of their children: the role of pediatricians. *Pediatrics.* 2016;138:e20161128–e20161128.
- [30] Aytana MC, Dudley K. Rapid resolution of chronic shoulder pain classified as derangement using the McKenzie method: a case series. *J Manual Manipulative Ther.* 2013;21:207–12.
- [31] Telles R, Cunha RA, Yoshimura AL, et al. Shoulder rotation range of motion and serve speed in adolescent male volleyball athletes: a cross-sectional study. *Int J Sports Phys Ther.* 2021;16:496–503.

- [32] Eichinger JK, Rao MV, Lin JJ, et al. The effect of body mass index on internal rotation and function following anatomic and reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021;30:265–72.
- [33] Allen WE, Lin JJ, Barfield WB, et al. Shoulder motion decreases as body mass increases in patients with asymptomatic shoulders. *JSES Int.* 2020;4:438–42.
- [34] Chobot A, Górowska-Kowolik K, Sokołowska M, et al. Obesity and diabetes-Not only a simple link between two epidemics. *Diabetes Metab Res Rev.* 2018;34:e3042.
- [35] Hani Zreik N, Malik RA, Charalambous CC. Adhesive capsulitis of the shoulder and diabetes: a meta-analysis of prevalence. *Muscle Ligaments Tendons J.* 2019;06:26.
- [36] Rodeo SA, Hannafin JA, Tom J, et al. Immunolocalization of cytokines and their receptors in adhesive capsulitis of the shoulder. *J Orthop Res.* 1997;15:427–36.
- [37] Inayat F, Ali NS, Shahid H, et al. Prevalence and determinants of frozen shoulder in patients with diabetes: a single center experience from Pakistan. *Cureus.* 2017;9:e1554.
- [38] Jobe FW, Moynes DR. Delineation of diagnostic criteria and a rehabilitation program for rotator cuff injuries. *Am J Sports Med.* 1982;10:336–9.
- [39] Barreto RPC, Braman JP, Ludewig PM, et al. Bilateral magnetic resonance imaging findings in individuals with unilateral shoulder pain. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28:1699–706.
- [40] Mok D, Gillooly J, Chidambaram R. The lateral Jobe test: a more reliable method of diagnosing rotator cuff tears. *Int J Shoulder Surg.* 2010;4:41.
- [41] Bach GH, Goldberg BA. Posterior Capsular Contracture of the Shoulder. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:265–77.
- [42] van der Windt DA, Koes BW, de Jong BA, et al. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management. *Ann Rheum Dis.* 1995;54:959–64.
- [43] Stevenson JH, Trojjan T. Evaluation of shoulder pain. *J Fam Pract.* 2002;51:605–11.
- [44] Kvalvaag E, Anvar M, Karlberg AC, et al. Shoulder MRI features with clinical correlations in subacromial pain syndrome: a cross-sectional and prognostic study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:469.
- [45] Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:116–20.
- [46] Moosmayer S, Smith HJ, Tariq R, et al. Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of the rotator cuff: AN ULTRASONOGRAPHIC AND CLINICAL STUDY. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B:196–200.
- [47] Minagawa H, Yamamoto N, Abe H, et al. Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population: from mass-screening in one village. *J Orthop.* 2013;10:8–12.

Downloaded from <http://journals.lww.com/md-journal> by BNDMf5eP#Kav1zEoum1tQIN4a+kLlHEZgbsH04XMI0hCy wCX1AWnVQpIIQhD3i3D00dRy7TVSfI4Cj3Vc4/OAVpdDa8K2+Y6H515KE= on 12/19/2023

Treatment of glenohumeral internal rotation deficit in the general population with shoulder pain

An open single-arm clinical trial

Rafael Jácome-López, BSc, MSc, PhD^{a,b}, Javier Tejada-Gallego, MD, MSc, PhD^{c,*} , José María Silberberg, MD, PhD^c, Fernando García-Sanz, BSc PT, MSc^d, Francisco García-Muro San José, BSc, MSc, PhD^e

Abstract

Background: Maladaptation can provoke important alterations in the arthrokinematics such as an internal rotation reduction in the dominant shoulder compared with the nondominant shoulder known as glenohumeral internal rotation deficit (GIRD). Though the number of studies investigating GIRD in athletic population, there are not studies reporting the efficacy of the GIRD treatment in the nonathlete population, a kind of study required to improve our understanding of patient care with this pathology. This study aimed to describe the efficacy of the GIRD treatment in nonathlete population with shoulder pain.

Methods: An open single-arm trial with 35 patients was adopted for evaluating the efficacy of GIRD treatment in patients with shoulder pain. All patients with shoulder pain who attended the consultation, accepted, and agreed to participate in the study between October 2020 and March 2021 were included. A treatment sequence including joint manual therapy techniques and soft tissue release techniques was applied in the consultation. Then, patients were instructed to adapt the daily active biological stimulus at home. The IR before (IR₀) and after (IR₁) the treatment was considered the outcome measure. The GIRD was calculated as the difference between the IR of the non-painful shoulder and the IR of the painful shoulder before (GIRD₀) and after treatment (GIRD₁). A paired Student *t* test was used to compare the GIRD of each patient before and after the treatment.

Results: Treatment of the patients significantly increased the IR of the painful shoulder in all the patients (*P*-value < .0001). So, the mean IR₀ was 26.09 ± 14.46° (23.64–28.53), and after the treatment the mean IR₁ was 67.98 ± 15.03° (65.48–70.52). The mean difference after the treatment (IR₁–IR₀) was 41.89 ± 14.74° (39.4–44.39). The treatment also significantly reduced GIRD (*P*-value < .0001). So, the mean GIRD₀ was 42.95 ± 16.26° (40.2–45.7), and after the treatment the mean GIRD₁ was –1.05 ± 17.18° (–3.96 to 1.85).

Conclusions: The treatment administrated in this study significantly increased the internal rotation of the treated and painful shoulder and reduced the GIRD from the first consultation.

Level of evidence: Level 3.

Abbreviations: ER = external rotation, GIRD = glenohumeral internal rotation deficit, IR = internal rotation, MCID = minimal clinically important difference, SD = standard deviation.

Keywords: general population, glenohumeral internal rotation deficit, glenohumeral joint, patient outcome assessment, shoulder pain

1. Introduction

Shoulder pain is a frequent disabling joint problem in the general population. The reported incidence ranges between 0.9% and 2.5%^[1] depending on age.^[2] Its point prevalence varies

from 6.9% to 36%, however the life prevalence can be up to 66.7%.^[1] Almost a third of patients with shoulder pain need a sick leave,^[3] therefore, this pain is associated with a productivity loss derived from decreased performance at work.^[4]

The authors have no funding and conflicts of interest to disclose.

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

^a Physiotherapy Unit, Clínica Universidad de Navarra, Madrid, Spain, ^b CEU International Doctoral School (CEINDO), University San Pablo-CEU, Madrid, Spain, ^c Orthopaedic Surgery and Traumatology Department, Clínica Universidad de Navarra, Madrid, Spain, ^d Physiotherapy Service, Clínica CEMTRO, Madrid, Spain, ^e Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, University San Pablo-CEU, Boadilla del Monte, Spain.

* Correspondence: Javier Tejada-Gallego, Orthopaedic Surgery and Traumatology Department, Clínica Universidad de Navarra, 28027 Madrid, Spain (e-mail: jtejadaga@hotmail.com).

Copyright © 2023 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License 4.0 (CCBY), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

How to cite this article: Jácome-López R, Tejada-Gallego J, Silberberg JM, García-Sanz F, García-Muro San José F. Treatment of glenohumeral internal rotation deficit in the general population with shoulder pain: An open single-arm clinical trial. *Medicine* 2023;102:38(e35263).

Received: 15 June 2023 / Received in final form: 1 August 2023 / Accepted: 25 August 2023

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000035263>

Shoulder pain is mainly related to the glenohumeral joint.^[5] Optimal glenohumeral rotation is crucial for glenohumeral arthrokinematics. This rotation is composed of both internal rotation (IR) and external rotation (ER). The appropriate balance of IR and ER maintains the humeral head centered in the glenoid fossa and increases concavity compression.^[6] Maladaptation can provoke important alterations in the arthrokinematics such as an IR reduction in the dominant shoulder compared with the nondominant shoulder known as glenohumeral internal rotation deficit (GIRD).^[6] The term GIRD is used to describe an IR measurement which is considered one of the most important factors related to injury risk in the arm of overhead athletes, such as baseball pitchers,^[7-9] tennis players,^[10] hammer throwers,^[11] shot putters,^[11] among others. Interestingly, some athletes with GIRD use to show pain in a higher frequency of the upper body, including shoulder pain.^[12] Recently, GIRD is showing a high incidence in patients from the general (nonathlete) population with shoulder pain (under review).

Recovery from this ailment is slow and is associated with a high recurrence or persistence pain at 12-month.^[13] Since GIRD is primarily a soft tissue problem, the aim of the treatment should ideally be focused on removing it. The treatment should include interventions related to muscle stiffness, inflexibility, muscle weakness, and capsular stiffness. Though multiple programs proposed to correct the rotational alterations demonstrated a good success,^[14-16] the sleeper stretch is the most used exercise to increase IR.^[17] The effectiveness of the stretches, mobilization techniques, and exercises depends on the athlete performing them daily throughout the playing season.^[18] This clearly demonstrated that the effectiveness of the treatment depends on the athlete's perseverance and commitment to treatment. Kirsch et al^[19] pointed out a tendency related to the athletic population to prioritize studies investigating the epidemiology of GIRD and review articles above studies evaluating clinical, therapeutic, and patient-reported outcomes. Noteworthy that there is a complete lack of studies reporting the efficacy of the treatment of GIRD in the nonathlete population.

This study aimed to describe the efficacy of the GIRD treatment in nonathlete population with shoulder pain provoked by a soft tissue problem. Our hypothesis was that the treatment here described would be able to reduce considerably the GIRD in this kind of patients. Thus, to our knowledge, our work would be of the first studies to evaluate the treatment of GIRD in a nonathlete population, which would improve the therapeutic approach to patients with this pathology, as well as broaden the understanding of this condition for clinicians and researchers.

2. Materials and Methods

2.1. Study design

An open single-arm trial (clinical trial registration number: NCT05108311) was adopted for evaluating the efficacy of reducing GIRD in patients with shoulder pain using an exercise routine initiated at the time of the first consultation. All patients underwent a medical examination.

2.2. Ethics approval

The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the Clínica Universitaria de Navarra (Project 2020.095 of June 18, 2020). Informed consent was obtained from all subjects and/or their legal guardian(s) for publication of identifying information/images in an online open-access publication.

The patient photographed in Figure 1 gave her consent for publication since photographs preserve anonymity.

2.3. Sample

All patients with shoulder pain who attended the consultation, accepted, and agreed to participate in the study between October 1, 2020 and March 31, 2021 were included. The shoulder pain in the patients was understood as when they manifested an unpleasant sensory and emotional experience directly associated with actual or potential tissue damage^[20] in their painful shoulder and imaging and image evidence to support it, following the criteria of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD).^[21] Exclusion criteria consisted of being under 18 years of age, having shoulder pain in both shoulders and excluded all those patients with a joint prosthesis in at least one of the 2 shoulders. Tables 1 and 2 describe the composition of the evaluated patient group and their shoulder pain etiology, respectively.

For the sample size calculation, the GRANMO calculator was used (version 7.12, Municipal Institute for Medical Research, Barcelona, Spain). The minimum sample size was calculated to be 35 patients for detecting at least a difference between IR₁ and IR₀ of 4°, assuming an alfa risk of 0.05, considering that it is the probability of rejecting the null hypothesis when it is true, and a beta risk of 0.2, taking into account that it is the probability of accepting the null hypothesis when it is false, with a standard deviation (SD) of 7° and a dropout rate of 30%. Thus, a total of 35 Caucasian patients (Tables 1 and 2) agreed to be treated in the first consultation.

2.4. Measurements

All participants underwent a physical examination by physiotherapist with one more than 20 years of experience (RJ-L), followed by anthropometric and sociodemographic data that is sex, age, height, weight, occupation, marital status, descent, previous surgeries, and sport habits (documented via questionnaire and by means of a structured interview). The IR of each shoulder was measured in supine position on a physiotherapy bench. The shoulder was held by the examiner at 90° abduction with 90° flexion in the elbow. Then, an assistant placed a clinical Absolute + Axis™ goniometer (Baseline Evaluation Instruments, Irvington, NY) in the mid-point of the distal end of the vertically held forearm (neutral position). The examiner internally rotated the glenohumeral joint while stabilizing the scapula on the bench to avoid compensatory movements. When the scapula began to move into protraction or anterior tilt, the measurement endpoint was considered to have been reached, and the respective IR value was noted (pretreatment IR or IR₀). The order of shoulders to be assessed was randomized. The assessment of IR was performed by the same person (RJ-L). Afterwards, each patient underwent orthopedic examination by an orthopedic surgeon with 17 years of experience (JT-G). Jobe test, Gerber test, Patte test, lift-off test (Lag sign), cross shoulder adduction test, Yergason test, anterior apprehension test and the presence of scapular dyskinesia were performed following the methodology previously described.^[22,23]

2.5. Treatment

The treatment here is applied to the patients and is based on a manual therapy aimed at increasing the IR of a painful shoulder and reducing, at the same time, the GIRD. This kind of treatment has traditionally been used to improve the range of motion in situations of mobility deficits of the shoulder joint complex, such as GIRD.^[24-26] A treatment sequence including joint manual therapy techniques and soft tissue release techniques was proposed as a treatment in this study. In the supine position, first, the therapist performed gliding manoeuvres over the superficial deltoid fascia (Fig. 1A). This technique prepares the shoulder for the application of deeper maneuvers. Second, anteroposterior mobilization of the clavicle was carried out to

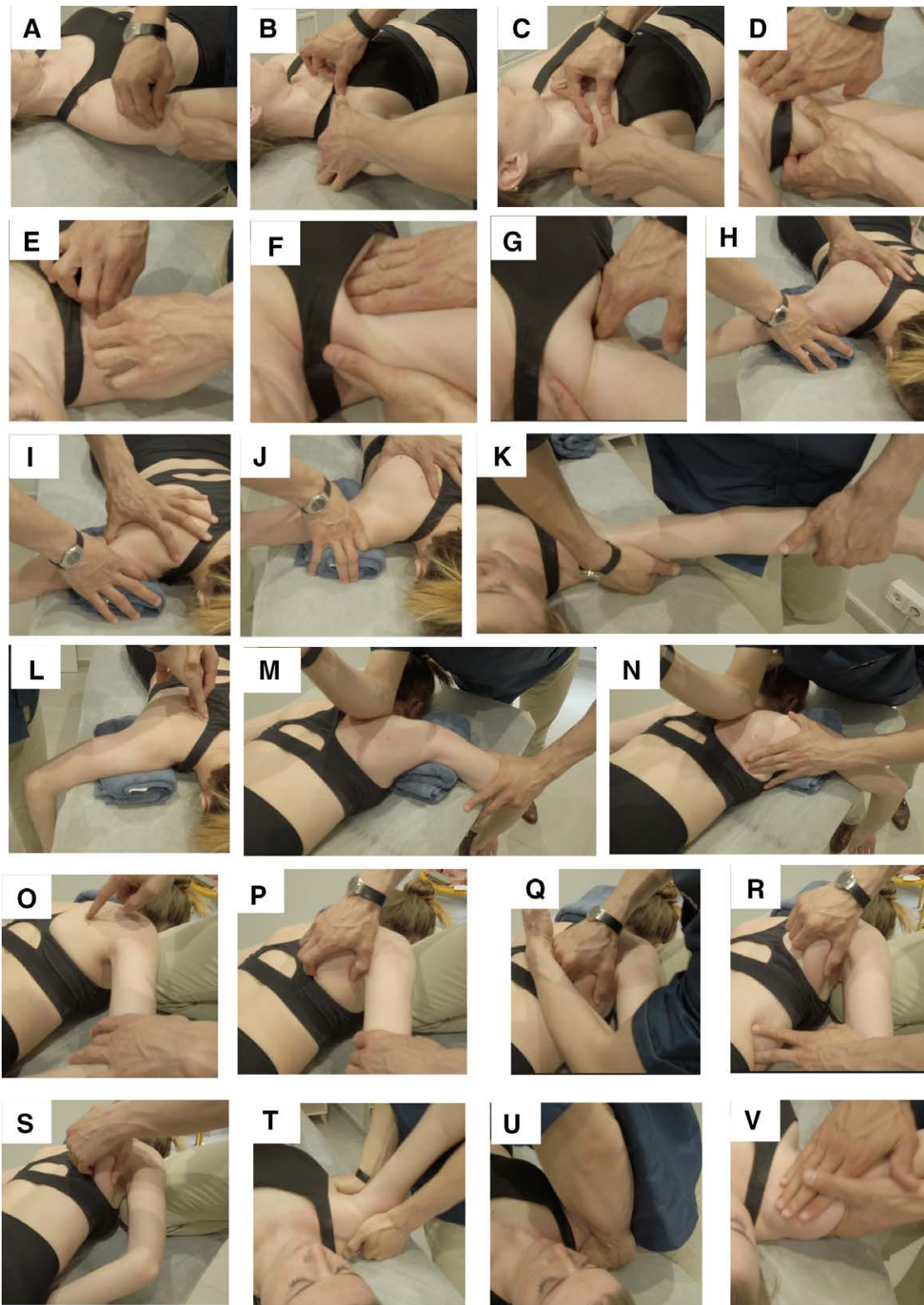


Figure 1. Manual therapy protocol for GIRD treatment. Digital superficial glides on the superficial deltoid fascia (A). Anteroposterior (B) and craniocaudal (C) mobilizations of the clavicle from sternocostoclavicular to acromioclavicular joints. Myofascial release using direct manual pressure of subclavian muscle (D), pectoralis muscle (E), pectoralis minor muscle (F), and subscapularis muscle (G). Myofascial releases of external rotators with glenohumeral decoaptation facilitating triangular space, quadrangular space and triceps hiatus (H–J). Myofascial releases external rotators with glenohumeral decoaptation (K). Myofascial releases of the scapular musculature: rhomboids, trapezius (L–N), subscapularis including mobilization with a scapulothoracic joints decoaptation, and angular of the scapula (O–S). The treatment finished with a technique of supine mobilization of the posterior capsule in 90° shoulder flexion and adduction (T, U) and circumductions (V). GIRD = glenohumeral internal rotation deficit.

Downloaded from <http://journals.lww.com/md-journal> by BHDMSFPHKav1zEoum1tQIN4a+kLLHEZgbsIh04XMI0hCy wCX1AWN YQp/llQH-ID3D00DRyt7vSF4Cf3VC1y0abggQZxdgGj2MwZLei= on 10/06/2023

mobilize the sterno-costoclavicular joint and the acromioclavicular joint, preparing the shoulder joint complex for global mobilizations and facilitating the mobilization of the pectoral fascia (Fig. 1B and C). Third, the application of myofascial release of the shoulder joint complex techniques using direct manual pressure was done. This facilitates mobilization and the movement of these structures. The muscles were handled in the following order: subclavian muscle, pectoralis muscle, pectoralis minor muscle, and subscapularis muscle (Fig. 1D–G). Fourth,

myofascial of the external rotators with glenohumeral decapitation was carried out in a prone position releasing the triangular space, quadrangular space, and triceps hiatus (Fig. 1H–J). Fifth, anterior and posterior, superior, and inferior glenohumeral inferior glide mobilization in abduction was performed in a prone position to facilitate glenohumeral recanalization (Fig. 1K). Sixth, scapular musculature myofascial releases (rhomboids, trapezius, subscapularis) (Fig. 1L–N) including mobilization with a scapulothoracic joints decoaptation, and the angle of the scapula (Fig. 1O–S). It is important to place a towel between the front side of the patient and the stretcher to avoid anteriorization of the humeral head. Seventh, the was terminated with a technique of supine mobilization of the posterior capsule in 90° shoulder flexion and adduction (Fig. 1T and U), with a good counteraction at the scapular level to avoid compensations, and circumductions (Fig. 1V). Immediately after treatment, IR of the painful shoulder was again measured as previously described (posttreatment IR or IR1). The IR was considered the outcome measure since it has demonstrated good reliability^[27,28] and validity^[28] in previous studies related to shoulder pathologies. The GIRD was calculated as the difference between the IR of the non-painful shoulder and the IR of the painful shoulder before (GIRD₀) and after treatment (GIRD₁). Finally, the patient was instructed to adapt the daily active biological stimulus at home to maximize the benefits of the proprioceptive and diagnostic manual therapy carried out in the consultation room. Thus, we exercised the subscapularis in the prone position, with the shoulder in 90° abduction to the detriment of the pectoralis major, ensuring the activation of the subscapularis and sliding of the posterior humeral head if we objectively control the anteriorization of the shoulder, placing a towel between the humeral head and the stretcher (Fig. 2A). We concluded by performing the sleeper stretch in an optimal and impeccable manner, the latter in front of the mirror to achieve an optimal visual impact (Fig. 2B–D).

Table 1
Anthropometric and sociodemographic description of the sample evaluated.

Anthropometric data	Mean ± SD (min–max)	
Age (years)	52.8 ± 12.8 (25–75)	
Size (cm)	168.9 ± 8.5 (156–189)	
Weight (kg)	68.8 ± 14.1 (44–102)	
BMI (kg/m ²)	24 ± 3.8 (17.6–33.1)	
Sociodemographic data		
Sex	Male	n
	Female	18
Marital status	Single	17
	Married	9
	Separated	24
	Widower	1
Dominance	Right-handed	1
	Left-handed	31
Painful shoulder	Right	4
	Left	23
Coincidence between the painful shoulder and the dominance	Yes	12
	No	20
Evolution	Up to 6 week	15
	Up to 12 weeks	8
	Up to 6 months	8
	More than 6 months	6
Previous surgeries	Yes	13
	No	1
		34

BMI = body mass index.

Table 2
Shoulder pain etiology based on the radiological findings.

Type of injury	Radiological findings	n	%*
Acromioclavicular joint-related injuries	Abnormal joint	12	34.29
Biceps-related injuries	Tenosynovial fluid in the sheath	10	28.57
	Labrum tear	12	34.29
	Tendinopathy	9	25.71
Bone-related injuries	Abnormal tendon location	4	11.43
	Bankart	9	25.71
	Osteophytes on the humerus	5	14.29
	Hill Sachs	7	20.00
	Fracture and/or other post-traumatic/congenital deformity of the humerus	2	5.71
	Osteophytes on the glenoid fossa	1	2.86
	Bennett lesion	1	2.86
	Fracture and/or other post-traumatic/congenital deformity of the glenoid fossa	1	2.86
Bursa-related injuries	Fluid in subacromial-subdeltoid bursa	20	57.14
	Fluid in subcoracoid bursa	9	25.71
Cartilage-related injuries	Glenoid cartilage defect	2	5.71
	Humerus cartilage defect	1	2.86
Glenohumeral joint	Effusion	11	31.43
	Synovitis	4	11.43
	Specific signs of capsulitis	2	5.71
Rotator cuff-related injuries	Tendonopathy	31	88.57
	Partial rupture	11	31.43
	Complete rupture	5	14.29
	Calcifications	7	20.00

*The percentages denote the number of patients that showed each radiological finding respect to the 35 patients included in this study.

The MCID calculation is based on the SD of the difference in the IR_1 and the IR_0 . Following Cohen criteria,^[29] a MCID can be considered as clinically meaningful for any treatment difference ≥ 0.2 times the IR_0 SD, with effect sizes of 0.2, 0.5, and 0.8 SD suggested as small, moderate, and large effects, respectively.

2.7. Statistical analysis

Data distribution was evaluated using Kolmogorov–Smirnov statistics with Lilliefors correction. Descriptive statistics are cited as means \pm SD in case of normal distribution and as median and interquartile range in case of non-normal distribution for each of the variables that were calculated. A Student *t*-test considering the equality of variances was used to compare 2 groups and ANOVA was used to compare more than 2 groups. Pearson correlation to determine potential relationships between patients’ age, height, weight, and body mass index with GIRD were calculated. A paired Student *t*-test was used to compare the GIRD of each patient before and after the treatment. All analyses were performed using STATA statistical software, release 11 (StataCorp. 2009, StataCorp LP, College Station, TX). A significance level a priori was set at $\alpha = 0.05$.

3. Results

Treatment of the patients significantly increased the IR of the painful shoulder in all the patients (P -value $< .0001$) (Fig. 3A). So, the mean IR_0 was $26.09 \pm 14.46^\circ$ (23.64–28.53), and after the treatment the mean IR_1 was $67.98 \pm 15.03^\circ$ (65.48–70.52). Cohen *d* for IR_1 and IR_0 was 0.172. The mean difference after the treatment ($IR_1 - IR_0$) was $41.89 \pm 14.74^\circ$ (39.4–44.39). The MCID (as $0.5 \times IR_0$ SD) was 7.23° .

GIRD before and after treatment and improvement percentage are represented in Figure 3B. As can be seen, the treatment significantly reduced GIRD (P -value $< .0001$) (Fig. 3B). So, the mean $GIRD_0$ was $42.95 \pm 16.26^\circ$ (40.2–45.7), and after the

treatment the mean $GIRD_1$ was $-1.05 \pm 17.18^\circ$ (-3.96–1.85). Cohen *d* for $GIRD_1$ and $GIRD_0$ was 2.63. The MCID (as $0.5 \times GIRD_0$ SD) was 8.13° .

4. Discussion

In this study, we aim to describe the efficacy of the GIRD treatment in nonathlete population. Although the definition of GIRD an exact value is still controversial,^[6] a 20° side-to-side difference is commonly considered diagnostic of GIRD for athletes.^[7] According to our open clinical trial, 97.14% of patients with shoulder pain showed a GIRD equal to or higher than 20° .

GIRD treatment involves targeting posterior capsular thickening and the posterior rotator cuff muscular adaptations in the form of “sleeper stretches” (arm at 90° shoulder flexion) and “cross-body stretches” (no scapular stabilization). There are two kinds of treatment for GIRD depending on who performs the treatment. One of them can be autonomously performed by the patient and the other one is assisted by the clinician. The autonomous stretches represent a huge preventive^[30] and treatment^[17] tool for athletes with GIRD, however, they require a great deal of commitment on the part of the patients who are sports professionals committed to their sporting careers. That commitment is not to be taken for granted in non-sporting professional patients with shoulder pain, so a treatment assisted by the clinician represents the best choice.

The treatment was effectively able to increase the IR of the painful shoulder from the first consultation. The efficacy of the treatment is supported by the MCID, as the mean IR_1 and its 95% confidence interval, 67.98 ± 15.03 (65.48 – 70.52°), exceed the MCID (7.23°), then the intervention was notably effective.^[31] On the contrary, the treatment was significantly able to reduce the GIRD in the patients. Thus, this was again endorsed by the MCID since the mean $GIRD_1$ and its 95% CI, -1.05 (-3.96 to 1.85°), included the zero line and was much lower than the MCID (8.13°), what means the intervention was a definitely negative effect of it.^[31] These results are in line with a recent meta-analysis that asserts that a conservative

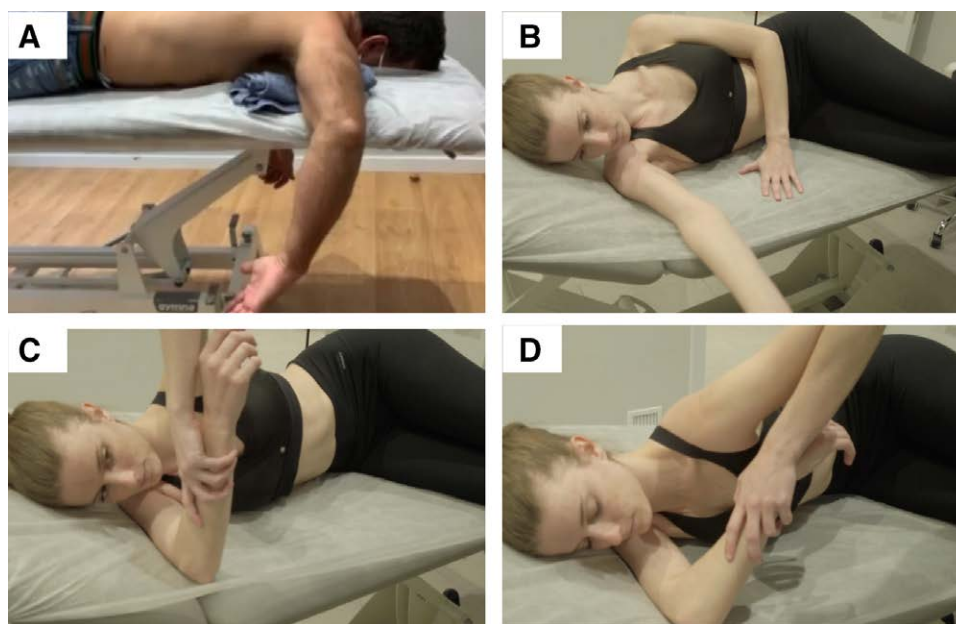


Figure 2. Exercises to be performed by treated patients. Gold standard therapeutic subscapular exercise (A). It is important to note that a towel should be used for this exercise. The sleeper stretch: shoulder 90-degrees abduction and shoulder retropulsion with scapular adduction (B), elbow 90-degrees flexion without losing shoulder 90-degrees abduction (C), and passive internal glenohumeral rotation is performed until the point of tension, gradually gaining joint balance for 2 minutes at a time (D). It is essential that a middle position between lateral decubitus homolateral to the side be treated and prone decubitus is achieved from the pure lateral decubitus position.

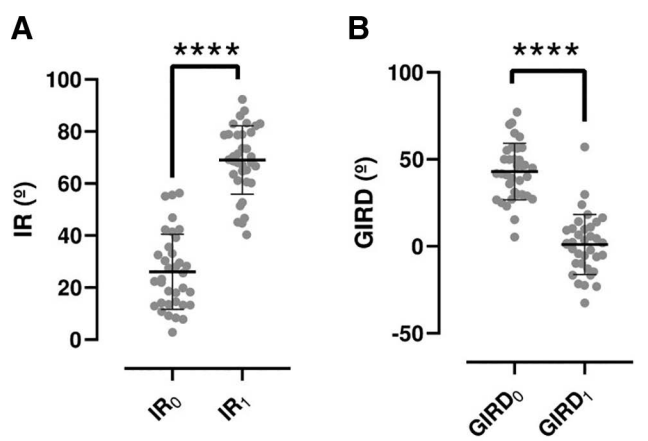


Figure 3. (A) Internal rotation (IR) in patients with shoulder pain before (IR_0) and after treatment (IR_1). (B) Glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in patients with shoulder pain before ($GIRD_0$) and after treatment ($GIRD_1$). The bars represent mean \pm standard deviation. ****: P -value $< .0001$.

therapy based on stretch, passive joint and muscular mobilizations can improve the IR of the shoulder in overhead athletes with GIRD.^[32] It should be noted that our trial showed a compliance rate of 100%, no dropouts and slight discomfort when touching painful places as possible adverse effects. The treatment here used showed some advantages and disadvantages. Among the advantages, the manual therapy is a low-cost, fast and very effective approach.^[33,34] As a disadvantage, this treatment requires to be administered by a physiotherapist experienced in manual therapy and arthrokinematic biomechanical reasoning.

There are some limitations in our study. First, the number of patients treated is relatively small. Second, the ER of each shoulder was not considered. The sum of IR and ER gives rise to the total range of motion. Recently, Rose and Noonan^[7] defined a pathological GIRD, based on a conservative estimation, as an IR deficit of $>20^\circ$ with a loss in total range of motion of $>5^\circ$ when compared to the non-painful shoulder. This concept was not considered in this study since ER was not taken. Third, the IR was not measured overtime beyond the first consultation day when the painful shoulder was treated. This did not allow sufficient time to evaluate the evolution of the patients GIRD after the treatment or whether the patients showed good adherence to maintenance treatment.

In conclusion, the treatment administrated in this study significantly increased the IR of the treated and painful shoulder and reduced the GIRD from the first consultation. Further studies should be addressed to corroborate the results here described through randomized clinical trials comparing different types of treatments and considering only the nonathletic population.

Acknowledgments

We wish to acknowledge Dr John Jairo Aguilera-Correa for his writing assistance, and Dr Amr A. Abdelkader from the International Centre for Orthopaedics and Neurosciences (Doha, Qatar) for his help in reviewing the manuscripts for language-related aspects, and Mr. José Luis Lara-Cabrero from Clínica CEMTRO (Madrid, Spain) for his help in interpreting the treatment sequence of specialized manual therapy.

Author contributions

Conceptualization: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Francisco García-Muro San José.
Data curation: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego.

Formal analysis: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego.
Funding acquisition: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego.
Investigation: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz.
Methodology: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz.
Project administration: Francisco García-Muro San José.
Resources: Javier Tejada-Gallego.
Software: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego.
Supervision: José María Silberberg, Francisco García-Muro San José.
Validation: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.
Visualization: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.
Writing – original draft: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.
Writing – review & editing: Rafael Jácome-López, Javier Tejada-Gallego, José María Silberberg, Fernando García-Sanz, Francisco García-Muro San José.

References

- [1] Luime J, Koes B, Hendriksen I, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol.* 2004;33:73–81.
- [2] Djade CD, Porgo TV, Zomahoun HTV, et al. Incidence of shoulder pain in 40 years old and over and associated factors: a systematic review. *Eur J Pain.* 2020;24:39–50.
- [3] Kuijpers T, van der Windt DA, van der Heijden GJ, et al. A prediction rule for shoulder pain related sick leave: a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:97.
- [4] van den Heuvel SG, Ijmker S, Blatter BM, et al. Loss of productivity due to neck/shoulder symptoms and hand/arm symptoms: results from the PROMO-study. *J Occup Rehabil.* 2007;17:370–82.
- [5] Mitchell C, Adebajo A, Hay E, et al. Shoulder pain: diagnosis and management in primary care. *BMJ.* 2005;331:1124–8.
- [6] Kibler WB, Sciascia A, Thomas SJ. Glenohumeral internal rotation deficit: pathogenesis and response to acute throwing. *Sports Med Arthrosc.* 2012;20:34–8.
- [7] Rose MB, Noonan T. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. *Open Access J Sports Med.* 2018;9:69–78.
- [8] Hibberd EE, Shutt CE, Oyama S, et al. Physical contributors to glenohumeral internal rotation deficit in high school baseball players. *J Sport Health Sci.* 2015;4:299–306.
- [9] Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, et al. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2011;39:329–35.
- [10] Kalo K, Vogt L, Sieland J, et al. Injury and training history are associated with glenohumeral internal rotation deficit in youth tennis athletes. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:553.
- [11] Lubis AMT, Wisnubaroto RP, Ilyas EI, et al. Glenohumeral internal rotation deficit in non-pitcher overhead athletic athletes: case series analysis of ten athletes. *Ann Med Surg (Lond).* 2020;58:138–42.
- [12] Lee J, Kim LN, Song H, et al. The effect of glenohumeral internal rotation deficit on the isokinetic strength, pain, and quality of life in male high school baseball players. *Ann Rehabil Med.* 2015;39:183–90.
- [13] Cadogan A, Laslett M, Hing WA, et al. A prospective study of shoulder pain in primary care: prevalence of imaged pathology and response to guided diagnostic blocks. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:119.
- [14] Cools AM, Johansson FR, Borms D, et al. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther.* 2015;19:331–9.
- [15] Reinold MM, Gill TJ, Wilk KE, et al. Current concepts in the evaluation and treatment of the shoulder in overhead throwing athletes, part 2: injury prevention and treatment. *Sports Health.* 2010;2:101–15.
- [16] Fairall RR, Cabell L, Boergers RJ, et al. Acute effects of self-myofascial release and stretching in overhead athletes with GIRD. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21:648–52.

Downloaded from http://journals.lww.com/md-journal by BNDMf5eP7Hkav1zEoum1tQIN4a+kLLHEZgbsIh04XM10h0y wCX1AWN7Qp/1QIH-D3D00DFRy7vSF14Cf3Vc1y0abggQZxGdGj2MwZLeI= on 10/06/2023

- [17] Zajac JM, Tokish JM. Glenohumeral internal rotation deficit: prime suspect or innocent bystander? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2020;13:86–95.
- [18] Manske R, Wilk KE, Davies G, et al. Glenohumeral motion deficits: friend or foe? *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8:537–53.
- [19] Kirsch JM, Bakshi NK, Ayeni OR, et al. Clinical outcomes and quality of literature addressing glenohumeral internal rotation deficit: a systematic review. *HSS J.* 2020;16:233–41.
- [20] Raja SN, Carr DB, Cohen M, et al. The revised international association for the study of pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain.* 2020;161:1976–82.
- [21] Treede RD, Rief W, Barke A, et al. A classification of chronic pain for ICD-11. *Pain.* 2015;156:1003–7.
- [22] Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A review of the special tests associated with shoulder examination: part I: the rotator cuff tests. *Am J Sports Med.* 2003;31:154–60.
- [23] Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A review of the special tests associated with shoulder examination: part II: laxity, instability, and superior labral anterior and posterior (SLAP) lesions. *Am J Sports Med.* 2003;31:301–7.
- [24] Shih YF, Liao PW, Lee CS. The immediate effect of muscle release intervention on muscle activity and shoulder kinematics in patients with frozen shoulder: a cross-sectional, exploratory study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:499.
- [25] Zavala-González J, Pavez-Baeza F, Gutiérrez-Espinoza H, et al. The effectiveness of joint mobilization techniques for range of motion in adult patients with primary adhesive capsulitis of the shoulder: a systematic review and meta-analysis. *Medwave.* 2018;18:e7265–e7265.
- [26] Bailey LB, Thigpen CA, Hawkins RJ, et al. Effectiveness of manual therapy and stretching for baseball players with shoulder range of motion deficits. *Sports Health.* 2017;9:230–7.
- [27] Lunden JB, Muffenbier M, Giveans MR, et al. Reliability of shoulder internal rotation passive range of motion measurements in the supine versus sidelying position. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:589–94.
- [28] Lin JJ, Yang JL. Reliability and validity of shoulder tightness measurement in patients with stiff shoulders. *Man Ther.* 2006;11:146–52.
- [29] Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* New York: Academic press; 2013.
- [30] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy.* 2003;19:404–20.
- [31] Puente-Maestu L, Stringer WW, Casaburi R. Exercise testing to evaluate therapeutic interventions in chronic respiratory diseases. *BRN.* 2018;4:1420.
- [32] Jiménez-del-Barrio S, Ceballos-Laita L, Lorenzo-Muñoz A, et al. Efficacy of conservative therapy in overhead athletes with glenohumeral internal rotation deficit: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2022;12:4.
- [33] Bürge E, Monnin D, Berchtold A, et al. Cost-effectiveness of physical therapy only and of usual care for various health conditions: systematic review. *Phys Ther.* 2016;96:774–86.
- [34] Ho C, Chen Y, Hu F, et al. Safety of fluoroquinolone use in patients with hepatotoxicity induced by anti-tuberculosis regimens. *Clin Infect Dis.* 2009;48:1526–33.

Downloaded from <http://journals.lww.com/md-journal> by BHM/5ePHKav1zEoum1tQIN4a+kLLhEZgbsIH04XMI0hCY wCX1AMVnYQp/1QIHID3i3D00dRy7VSH4Cf3VC1y0abggQZxdgGj2MwZLei= on 10/06/2023