

TRABAJO DE FIN DE GRADO

FISIOTERAPIA 2014-2018

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

*Nafarroako  
Unibertsitate  
Publikoa*



Universidad  
Pública de  
Navarra

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA Y  
PROPUESTA DE VALORACIÓN FUNCIONAL  
PARA LA PREVENCIÓN DEL HOMBRO DEL  
NADADOR

Autora:

Beatriz Arrillaga Lecea

Directora:

Alazne Ruiz de Escudero

Primera convocatoria

Fecha de defensa: 30 de mayo de 2018



## RESUMEN

**Antecedentes:** Entre el 40% y el 90% de los nadadores de competición padecen dolor en el hombro. Esto llevó a definir, en 1974, el “hombro del nadador” como un síndrome común doloroso a causa del movimiento repetitivo del hombro durante la brazada. Existe controversia a la hora de determinar cuáles son las razones que explican este dolor de hombro y causan disfunciones como la disquinesia escapular, el déficit de rotación interna glenohumeral, desgarros del lábrum o el pinzamiento subacromial.

**Objetivos:** Conocer los factores que predisponen a sufrir el cuadro clínico del “hombro de nadador” en nadadores de competición.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: Medline, Science direct, Cochrane, Google academy y Pedro. Se seleccionaron 13 artículos, se buscó su factor de impacto según JCR o SJR y, a los estudios controlados aleatorizados (ECA), se les pasó la escala Pedro.

**Resultados:** Se obtienen cinco vertientes según la temática de los artículos: características del hombro, factores de riesgo, fatiga, programas de entrenamiento y fuerza.

**Conclusiones:** Una historia previa de lesión, un acortamiento del pectoral mayor y el dorsal ancho, un rango de movimiento menor a 93º, puntos gatillo miofasciales (PGM) en el infraespinoso, trapecio superior y elevador de la escápula; y la exposición a la natación, que provoca desbalances musculares, disminuye el ratio rotación externa/interna (RE:RI) y disminuye la fuerza de rotación externa y del trapecio medio e inferior; aumentan el riesgo de sufrir dolor de hombro.

**Palabras clave:** “nadador” “hombro” “prevención” “lesiones” y “evaluación”.

**Número de palabras:** 12.809



ABSTRACT

**Background:** Between 40% and 90% of competition swimmers suffer shoulder pain which led to defining, in 1974, the "shoulder of the swimmer" as a common painful syndrome due to the repetitive movement of the shoulder during the stroke. There is controversy when it comes to define the reasons that explain this shoulder pain and cause dysfunctions such as scapular dyskinesia, glenohumeral internal rotation deficit, labral tears or subacromial impingement.

**Objectives:** To understand the main factors that predispose to suffer the clinical signs of "swimmer's shoulder" in competitive swimmers.

**Methodology:** A literature search was conducted in the following databases: Medline, Science direct, Cochrane, Google academy and Pedro. Thirteen articles were selected, their impact factor was searched according to JCR or SJR, and the randomized controlled studies (RCTs) were realized the Pedro scale.

**Results:** Five aspects are obtained according to the theme of the articles: characteristics of the shoulder, risk factors, fatigue, training programs and strength.

**Conclusion:** A previous history of injury, a shortening of the pectoralis major and the latissimus dorsi, a range of movement less than 93°, myofascial trigger points (PGM) in the in-fraespinoso, upper trapezius and levator scapulae; and exposure to swimming, which causes muscle imbalances, decreases the external / internal rotation ratio (RE: RI) and decreases the force of external rotation and the middle and lower trapezius; increase the risk of suffering shoulder pain.

**Key words:** "swimmer" "shoulder" "prevention" "injuries" and "assessment".

**Number of words:** 12.809



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A= Anatómica.

ABD= Abducción.

ACL= Acromioclavicular.

Ant= Anterior.

CORE= Estabilidad central

lumbopélvica.

Dcha/o.= Derecha.

D= Dominante.

DA= Dorsal ancho.

ECC= Estudio de casos y controles.

ECH= Estudio cohorte.

ECA= Estudio controlado aleatorizado.

ECOM= Esternocleidomastoideo.

EE= Elevador de la escápula.

EMG= Electromiografía.

ES= Escaleno.

ET= Estudio transversal.

Estto= Estiramiento.

Etto= Entrenamiento.

EX= Extensión/extensores.

Ext= Externo.

FC= Frecuencia cardiaca.

FL= Flexión/flexores.

Fza= Fuerza.

GC= Grupo control.

GE= Grupo experimental.

GH= Glenohumeral.

H= Hombre.

h= Hora.

HHD= Hand held dynamometer.

ICC= Coeficiente de correlación  
intraclase.

ICR= Índice de calidad relativo.

IF= Infraespinoso.

Int= Interno.

Izq.= Izquierda.

Km= Kilómetro.

Long= Longitud.

M= Mujer.

m= Metro.

Min= Minutos.

MR= Manguito de los rotadores.

MVIC= Máxima contracción  
isométrica voluntaria.

ND= No dominante.

NPRS= Escala numérica del ratio de  
dolor.

PE= Prueba de esfuerzo.

PGM= Punto gatillo miofascial.

PM= Pectoral mayor.

Post= Posterior.

PPT=Umbral de presión dolorosa.

RDM= Rango de movimiento.

RE= Rotación externa.

Rep.= Repetición.

RI= Rotación interna.

SA= Serrato anterior.

SBA= Subacromial.

SBC= Subcoracoideo.

SBE= Subescapular.

Seg= Segundos.

Sem= Semana.

SIP= Dolor significativo de hombro.

SIS= Lesión significativa de hombro.

SP= Supraespinoso.

TA= Tibial anterior.

TI= Trapecio inferior.

TM= Trapecio medio.

TS= Trapecio superior.



## ÍNDICE

RESUMEN .....	i
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	v
1.1. Justificación del trabajo.....	1
1.2. Anatomía del complejo articular del hombro .....	1
1.3. Epidemiología del hombro del nadador de competición .....	4
1.4. El hombro del nadador.....	5
1.5. Consideraciones biomecánicas del crol .....	7
1.6. Alteraciones biomecánicas del hombro del nadador.....	11
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo principal.....	15
2.2. Objetivos secundarios: .....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. Búsqueda .....	17
3.2. Criterios de selección .....	18
3.3. Escala pedro.....	19
3.4. Factor de impacto .....	19
4. RESULTADOS .....	21
4.1. Resumen de resultados .....	21
4.2. Tabla de resultados .....	29
6. CONCLUSIONES.....	39
7. PROPUESTA TEÓRICA DE TRABAJO .....	41
7.1. Introducción.....	41
7.2. Objetivos.....	43
7.3. Material y métodos.....	43

8.	AGRADECIMIENTOS .....	53
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
10.	ANEXOS .....	59

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Justificación del trabajo

La elección del tema de esta revisión bibliográfica se basa en mi interés por adquirir un profundo conocimiento en la fisiopatología del hombro en la natación. Mi principal admiración por este deporte es el reto que supone llevar a cabo una actividad deportiva en un medio inestable, como es el agua. Por otro lado, la naturaleza del gesto deportivo, que es el movimiento repetitivo del hombro en grandes amplitudes, vuelve a esta articulación vulnerable a sufrir lesiones. Por este motivo, considero que el trabajo del fisioterapeuta deportivo es fundamental para prevenir y recuperar las lesiones de estos deportistas y, por tanto, esta es la razón por la que considero necesario mi aprendizaje y aportación como futura fisioterapeuta.

### 1.2. Anatomía del complejo articular del hombro

La articulación del hombro la forman tres huesos: el húmero, la escápula y la clavícula. La clavícula forma el plano anterior y la escápula el posterior. La unión de estos dos huesos da lugar a la cintura escapular, donde se articula la cabeza del húmero con la cavidad glenoidea formando la articulación glenohumeral, que es la principal articulación de la cintura escapular(1).

La articulación glenohumeral es una articulación sinovial esferoidea que posee un gran rango de movimiento en todos los planos y, para llevar a cabo su correcta función, es necesario una suficiente laxitud capsular(2). En el contorno de la cavidad glenoidea, menos en su porción superior, se inserta el lábrum glenoideo, un tejido fibrocartilaginoso que ayuda a que la cabeza del húmero se mantenga dentro de la cavidad glenoidea. En él se insertan el tendón de la cabeza larga del bíceps y los ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior que, juntos, se encargan de la estabilización estática de la articulación glenohumeral. En la superficie del lábrum glenoideo y el contorno de la cavidad glenoidea, se inserta una laxa cápsula articular. Su cara profunda se encuentra revestida por una membrana sinovial, donde tiene lugar la unión de los músculos y tendones(1).

Además de esta articulación, el complejo articular del hombro también lo forman la articulación acromioclavicular, la articulación esternoclavicular y dos pseudoarticulaciones o segundas articulaciones que son la articulación escapulotorácica y la articulación subacromial o suprahumeral (1).

La articulación acromioclavicular posee pocos grados de movimiento, pero son importantes para que la función del hombro se desarrolle de manera correcta. Está involucrada en los movimientos de abducción, aducción, retroversión y anteversión(1).

La articulación esternoclavicular, en silla de montar y biaxial, tiene principal importancia porque se trata de la única que conecta el esqueleto axial a la extremidad superior. Se encuentra involucrada en los movimientos de flexión y abducción de hombro(1).

La articulación subacromial permite que el tendón de la cabeza larga del bíceps realice un deslizamiento a través del surco bicipital y la cabeza humeral lo haga sobre el acromion(1).

Por último, la articulación escapulotorácica permite que, durante los movimientos de la extremidad superior, la escápula se deslice sobre el tórax(1).

➤ MUSCULATURA:

La articulación glenohumeral está en relación a los distintos músculos que tienen su inserción a su alrededor y se pueden considerar como ligamentos activos. Por la parte anterior se relaciona con el músculo subescapular, por la parte posterior con el redondo menor y el infraespinoso y, en su parte superior, con el supraespinoso(1). La cápsula fibrosa que rodea a la articulación cuenta con dos engrosamientos que la refuerzan. Estos son el ligamento coracohumeral y los tres ligamentos glenohumerales: superior, medio e inferior(3).

La musculatura del hombro se puede dividir en dos grupos, los músculos axioapendiculares anteriores y posteriores (superficiales, profundos y escapulohumerales)(3):

## MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES ANTERIORES:

Son aquellos que mueven la cintura escapular:

- Pectoral mayor: Lo forman dos porciones: la porción clavicular y la porción esternocostal. La función de ambas porciones es aducir y rotar internamente el húmero, y tirar de la escápula hacia anterior e inferior(3).
- Pectoral menor: Tira de la escápula hacia inferior y anterior para estabilizarla contra la pared torácica(3).
- Subclavio: Fija y desciende la clavícula(3).
- Serrato anterior: Realiza la protracción de la escápula y la sujeta contra la pared torácica(3).

## MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES POSTERIORES:

- SUPERFICIALES:
  - Trapezio: Consta de tres porciones con sus respectivas funciones:
    - **Porción descendente (superior)**: Elevación de la escápula(3).
    - **Porción media**: Retracción de la escápula(3).
    - **Porción ascendente (inferior)**: Descenso de la escápula(3).
  - Dorsal ancho: Su función es la extensión, aducción y rotación interna humeral(3).
- PROFUNDOS
  - Elevador de la escápula: Eleva la escápula y, al rotarla, la cavidad glenoidea se inclina hacia caudal(3).
  - Romboides:
    - **Mayor y menor**: Ambos tienen la misma función, que es retraer la escápula y fijarla contra la pared torácica. Durante esta acción, la cavidad glenoidea desciende(3).
- ESCAPULOHUMERALES
  - Deltoides:
    - **Anterior (clavicular)**: Flexiona, rota internamente y aduce el húmero(1,3).
    - **Medio (acromial)**: Abduce el húmero hasta el plano horizontal(1).

- **Posterior (espinal):** Extiende, rota externamente y aduce el húmero(1,3).
- **Redondo mayor:** Aduce y rota internamente el húmero(1).
- **Manguito de los rotadores:**
  - **Supraespinoso:** Inicia la abducción humeral(1).
  - **Infraespinoso:** Abduce y rota externamente el húmero(1).
  - **Redondo menor:** Rota externamente el húmero(1).
  - **Subescapular:** Aduce y rota internamente el húmero(1).

### 1.3. Epidemiología del hombro del nadador de competición

El dolor de hombro es la lesión musculoesquelética que más experimentan los nadadores(4). La prevalencia de dolor de hombro en nadadores de competición se encuentra entre el 40% y el 90% (5,6) y las tasas de incidencia se multiplican por 10 para aquellos que tienen antecedentes de dolor(7).

La natación es el único deporte que utiliza, principalmente, las extremidades superiores para realizar la fuerza de propulsión durante la brazada. El 90% de esta fuerza proviene de la articulación del hombro(6,8). Además, también es el único deporte que combina las extremidades superiores e inferiores junto a un entrenamiento cardiovascular(5).

Durante la propulsión del cuerpo en el agua, el hombro sufre una alta carga debido a la cantidad de movimientos repetitivos y la ausencia de tiempo de descanso, lo que puede explicar esta alta incidencia de lesiones y dolor en el hombro de los nadadores(9). Esta carga se mantiene muy elevada durante los entrenamientos de todo el año(10), que se realizan entre 5-7 días a la semana y, en ocasiones, hasta 2 veces al día 3 veces a la semana(11). Este alto e intensivo volumen de entrenamiento tiene comienzo aproximadamente entre los 8 y 11 años, en plena etapa de crecimiento, y, en ausencia de un programa de fortalecimiento en seco bien diseñado y equilibrado, se convierte en un factor importante que compone el cuadro clínico del hombro del nadador. En consecuencia, esto puede provocar una alteración de la

musculatura estabilizadora lumbopélvica (CORE), de la articulación escapulotorácica, del manguito de los rotadores y de la movilidad glenohumeral(12).

Un nadador de élite nada aproximadamente entre 60 y 80 km a la semana, lo cual equivale a unas 30000 brazadas en cada brazo(6). La combinación de esta rotación repetitiva del hombro, característica de este deporte, junto con un gran rango de movimiento de la articulación, hace que el hombro sea más propenso a sufrir una lesión(13). Además, existe una relación entre la exposición, entendida como distancia o tiempo empleado de nado, y el dolor de hombro(14).

Teniendo en cuenta esta alta carga de entrenamiento a la que se someten los nadadores de competición, cabe destacar la existencia de una relación entre la aparición de patología en el hombro y la distancia que se nada durante los entrenamientos, apareciendo hasta cuatro veces más probabilidades de tener patología que aquellos que entrenan menos(15).

#### 1.4. El hombro del nadador

La alta prevalencia de dolor de hombro en nadadores llevo a Kennedy y Hawkins a definir, en 1974, el término “*swimmer’s shoulder*” u “*hombro del nadador*” como un síndrome común doloroso a causa de un pinzamiento repetitivo del hombro en nadadores(16). Este puede provocar alteraciones funcionales, discapacidad o la terminación de la capacidad de competir o entrenar del nadador en algún momento(10,17).

Los factores que conducen a este tipo de patología no están claros y existe mucha divergencia entre autores. Algunos que pueden contribuir potencialmente a que se produzca este cuadro clínico son la técnica de nado, los hábitos durante la práctica y las características físicas del atleta, como puede ser la postura que los caracteriza: la cabeza adelantada, los hombros redondeados y un aumento de la cifosis torácica(18). Se cree que el hombro del nadador también puede estar relacionado con una sobrecarga repetitiva que provoca laxitud de las estructuras anteroinferiores capsulo-ligamentosas, la cual conduce a una inestabilidad anterior no traumática, un

pinzamiento acabado en tendinosis del manguito de los rotadores y una disfunción escapulotorácica(17).

La tendinosis del manguito de los rotadores y el pinzamiento subacromial del tendón del músculo supraespinoso en su paso por el espacio subacromial, entre el acromion y el tubérculo mayor del húmero, son la causa más común de este dolor (19,20). La incidencia de lesiones en el manguito de los rotadores aumenta con la edad y tiene una causa multifactorial(14). La propia tendinosis puede provocar dolor directamente ya que se expresan continuamente mediadores inflamatorios nociceptivos. Es por esta razón por la cual cada vez se piensa más que es el propio tendón enfermo el que provoca el dolor(19).

Durante los entrenamientos, el estilo libre o crol es el más predominante y más rápido(21), lo que hace que los hombros de los nadadores se muevan repetidamente, en cada brazada, en rotación interna, aducción y extensión. Esto ha llevado a informar de un aumento en la fuerza de rotación interna y aducción de los nadadores competitivos en comparación con la población normal(22). Esta repetición del movimiento de aducción y rotación interna, que son los más demandados en la mayoría de los estilos, crea desequilibrios de fuerza en relación a sus antagonistas, sobre todo entre rotadores internos y externos, que tienen especial importancia en la estabilidad y movilidad glenohumeral de los atletas que trabajan por encima de la cabeza(9). Por consiguiente, esto ha llevado a pensar a los autores que la debilidad y desequilibrio del manguito de los rotadores y musculatura del hombro pueden ser posibles razones que expliquen el dolor de hombro en nadadores de competición(11).

Se debe agregar como otro factor importante de dolor de hombro la fatiga, que puede contribuir a que se produzca una cinemática no óptima y, por tanto, se realicen movimientos compensatorios con otras partes del cuerpo(23). En relación a esta alteración, se ha visto que tras los entrenamientos, el 82% de los nadadores pueden tener alterada la función escapular(23). Una vez que se produce fatiga, los rotadores internos conservan su fuerza, mientras que los abductores y rotadores externos disminuyen su resistencia muscular, lo que aumenta la posibilidad de desarrollar patología de hombro(9,15). Al mismo tiempo, esto también ocurre con el aumento



de la exposición a la natación competitiva, que se encuentra relacionado con el aumento de la fuerza de los rotadores internos, mientras que los rotadores externos comienzan a debilitarse(8). Todo esto lleva a pensar a los autores que un entrenamiento de los rotadores externos mejorará el rendimiento y contribuirá positivamente a la disminución del dolor de hombro en nadadores(9,15).

### 1.5. Consideraciones biomecánicas del crol

En 1696, el autor francés Thevenot escribió *The art of swimming*, que se convirtió en un referente en la natación. Más tarde, en 1837, los ingleses fueron los primeros de la sociedad que desarrollaron la natación como deporte competitivo. No fue hasta 1844 cuando apareció por primera vez el estilo libre durante una competición celebrada en Londres, que paso a denominarse “crol” en 1950 (24) y fue por primera vez deporte olímpico en los juegos 1896 de verano(10).

#### ➤ Análisis del crol

En cuanto al estilo crol, existen numerosas formas de clasificar sus fases (Figura 1). Una de ellas consiste en dividirlo en las fases que ocurren fuera del agua, que abarcan aproximadamente el 35% de la brazada, y las que suceden debajo del agua, aproximadamente el 65% (24). En relación a la fase que se lleva a cabo debajo del agua (Figura 2), se pueden distinguir dos fases: Entrada de la mano y fase de tracción. Los movimientos predominantes son la aducción, la rotación interna, la extensión glenohumeral y el paso del codo de flexión a extensión(8,24).

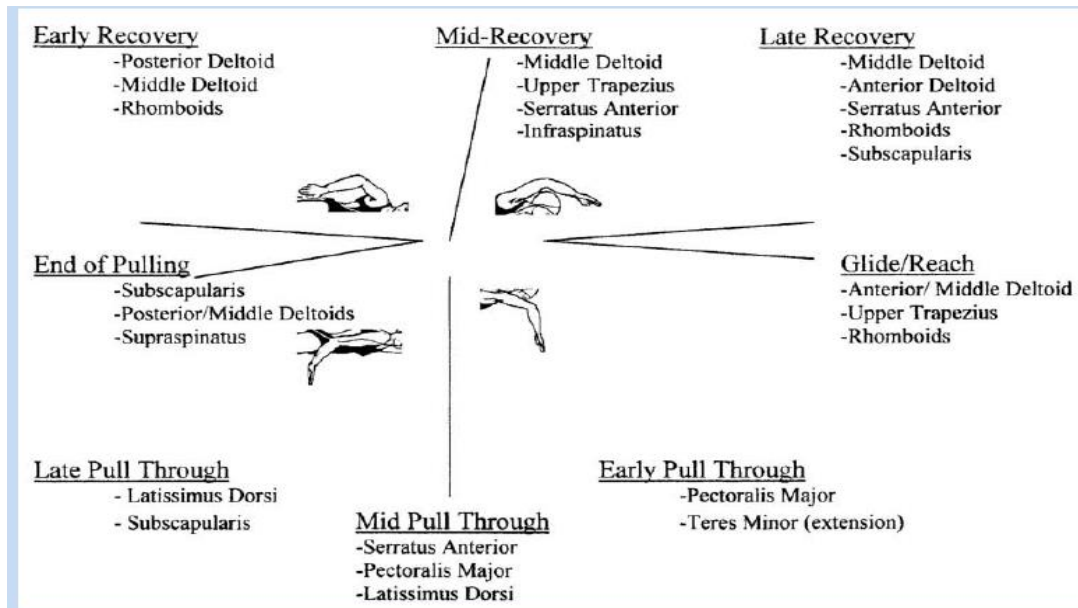


Figura 1. Actividad muscular de la brazada del estilo libre basada en electromiografía y análisis cinemático: En la imagen se observa qué músculos participan en cada fase de la brazada. Fuente: Scott A et al. (8).

- 1- ENTRADA DE LA MANO: La mano entra en el agua con el codo ligeramente más alto. El brazo se encuentra adelantado, lateral a la cabeza y ligeramente lateral o medial al hombro. La mayor actividad muscular la tienen el trapecio superior, romboides y serrato anterior. Sus funciones son estabilizar y rotar la escápula hacia arriba para dejar espacio a la cabeza del húmero. Por otra parte, el romboides se encarga de estabilizar el ángulo superior de la escápula para que, el trapecio y serrato anterior, hagan la rotación ascendente(8).
- 2- FASE DE TRACCIÓN: Se puede subdividir en tres fases:
  - Fase de tracción temprana: Esta fase comienza cuando la mano, en su posición de máxima extensión, comienza el movimiento hacia abajo y termina cuando el húmero se encuentra a 90º de flexión. Durante esta fase, el pectoral mayor y el redondo menor actúan conjuntamente para aducir, extender y rotar internamente el húmero(8). El redondo menor tiene especial importancia ya que controla la rotación interna que genera el pectoral mayor(6).

- Fase media de tracción: Es la transición entre las fases temprana y tardía y corresponde al momento en el que el antebrazo es perpendicular al suelo de la piscina. Durante esta fase de transición, el serrato anterior, el dorsal ancho y el pectoral mayor actúan para mover el cuerpo hacia adelante, manteniendo relativamente fija la mano(8).
- Fase de tracción tardía: Comienza cuando el húmero está a 90º de flexión y termina con la salida de la mano del agua. La musculatura principal en esta fase son el dorsal ancho y el subescapular. El subescapular realiza la rotación interna con ayuda del dorsal ancho, que además se encarga de extender la articulación glenohumeral(8).



Figura 2. Mecanismo básico de la brazada durante el crol: En la imagen se observa el recorrido que realiza la mano durante la fase propulsiva a través del agua. Fuente: Davies et al.(24).

Por otra parte, la fase que ocurre por encima del agua se divide en las siguientes fases: Elevación de codo, recobro y entrada de la mano. A lo largo de esta fase, los movimientos que predominan son la abducción glenohumeral, la rotación externa y el paso del codo de flexión a extensión. El motivo por el que esta fase tiene una menor duración es que no hay resistencia del agua que ralentice el movimiento del hombro(8,24).

- 1- SALIDA DE LA MANO: Comienza cuando el codo sale del agua flexionado antes que la mano. El deltoides posterior se dispara para aducir el húmero y sacar el brazo del agua y, posteriormente, este, el deltoides medio y el supraespinoso, participan en la extensión y abducción glenohumeral(6,8,24).
- 2- FASE DE RECOBRO: Puede subdividirse en tres fases:
  - Fase de recobro temprana: Durante esta fase comienza el rolido del cuerpo hacia el lado contrario del brazo que realiza el recobro y empieza la fase de tracción del brazo contrario. Este rolido permite que el rango de movimiento normal aumente para, así, conseguir el máximo avance(6). El romboides participa en esta acción retrayendo la escápula y el deltoides posterior inicia la extensión(8).
  - Fase media de recobro: La escápula rota ascendentemente gracias a la acción del trapecio superior y serrato anterior. El deltoides medio realiza la abducción glenohumeral(8).
  - Fase de recobro tardía: El deltoides anterior realiza una flexión de hombro para pasar a la fase siguiente, la entrada de la mano(8).

Durante el paso de la fase de tracción a la fase de recobro, se recomienda que el cuerpo realice un rolido de 40º a 60º para que la abducción que realiza el hombro no sea excesiva y no se produzca el choque mecánico de las estructuras o una colocación anormal de la mano durante la entrada. Sin embargo, si esta rotación es excesiva, puede llevar a un cruce en la fase propulsiva, una entrada cruzada o un cruce en ambas(24).

Otro aspecto a tener también en cuenta la posición de la cabeza y el patrón de respiración del nadador. Si la cabeza está en una posición excesiva hacia abajo, hay un estiramiento más profundo del brazo y una mala alineación del cuerpo. Al contrario, si la cabeza se encuentra excesivamente hacia arriba, las caderas bajan en el plano del agua produciéndose demasiado arrastre y un aumento de la resistencia del agua(24).

Para concluir, durante todo el estilo libre, se lleva a cabo una patada alterna que incluye un componente ascendente y otro descendente realizado, principalmente, por los extensores y flexores de cadera respectivamente. El ritmo de la patada está definido por la cantidad de movimientos descendentes durante una brazada completa. La patada más eficiente es la de 2 tiempos: un golpe hacia abajo con cada pierna en cada brazada. Sin embargo, esta proporciona una propulsión menor que una de 6 tiempos: 3 golpes hacia abajo con cada pierna por brazada(8).

#### 1.6. Alteraciones biomecánicas del hombro del nadador

El hombro del nadador se compone de una serie de síntomas que conducen al síndrome del pinzamiento subacromial y entre las que se pueden incluir: tendinitis del supraespinoso, desgarro del lábrum, déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD), inestabilidad secundaria a una laxitud o disfunción muscular, neuropatías por atrapamiento nervioso y anomalías anatómicas, como os acromiale(6). El resultado de estas alteraciones pueden dar lugar a un pinzamiento primario, aquel que estrecha el espacio entre el acromion y la cabeza del húmero, o a un pinzamiento secundario, que se considera un problema funcional y ocurre únicamente en posiciones específicas del deporte(25).

El dolor subacromial del hombro en nadadores de competición se produce por la inflamación del tendón del manguito de los rotadores bajo el acromion(6). Esto ocurre durante el 24,8% del estilo libre, donde el 14,4% se da la fase de tracción y el 10,4% en la fase de recobro, y se encuentra asociado a una alteración de la cinemática causada por la fatiga o la laxitud de las estructuras capsulo ligamentosas(5,8).

En la fase de entrada de la mano, esta cruza la línea media del cuerpo realizando una fuerza contra el agua que hace que la cabeza del húmero ascienda y la parte posterior de la tuberosidad mayor y la posterosuperior de la glenoides entren en contacto. Esto estrecha el espacio que hay bajo el acromion causando un pinzamiento del supraespinoso, la bursa y la cabeza larga del bíceps(5,6). Cuando esto sucede, la posición del húmero baja, el codo cae y músculos como el deltoides medio y anterior, romboides y trapecio superior, disminuyen su actividad(8).

Durante la fase de tracción, la cabeza del húmero rota internamente y se anterioriza(5). Si esto se asocia con una fatiga del nadador, la cinemática del hombro se altera produciéndose un aumento de la actividad del romboides y una disminución o mala activación del serrato anterior, infraespinoso y redondo menor (5,8,15). El resultado es una falta de retracción de la escápula, que compromete a la articulación glenohumeral y escapulotorácica aumentando las probabilidades de que se produzca una compresión del espacio subacromial(15). Consecuentemente, el nadador sacará antes la mano del agua, evitando la rotación interna excesiva que se da al final de la fase de tracción, y la introducirá en el agua más lateral en la siguiente fase de entrada de la mano(8).

El estrechamiento del espacio subacromial también se ha relacionado con una disminución del rango de rotación interna en nadadores, debido a que también altera la cinemática escapular(18). Se ha descrito que los nadadores tienen un aumento de 10º de rotación externa y 40º grados de abducción junto a una disminución de 40º de rotación interna, en comparación con sujetos no nadadores(18).

➤ Inestabilidad

El 20% de los nadadores competitivos presentan una hiperlaxitud ligamentosa patológica(5,6). Se ha propuesto que puede suceder a causa de los movimientos repetitivos que ocurren por encima de la cabeza durante la práctica de natación(26).

En el transcurso de la brazada, el gran rango de movimiento que realiza a articulación del hombro estira la cápsula articular de una manera desigual, lo que hace que la responsabilidad caiga en el manguito de los rotadores. Sin embargo, si se produce una fatiga a causa de esta sobrecarga, la acción de los músculos es insuficiente para mantener el control de la traslación glenohumeral. Esto provocará el ascenso excesivo de la cabeza humeral en ausencia de los estabilizadores estáticos (lábrum y ligamentos) y dinámicos (manguito de los rotadores y músculos escapulares)(5,13,26).

➤ Disquinesia escapular

La discinesia escapular se entiende como una alteración de los movimientos o la posición de la escápula(26) y ha sido observada tanto en nadadores que presentan dolor de hombro como en aquellos que no. Dentro de estos últimos, el 82% tienen una alteración de los movimientos escapulares tras una sesión de entrenamiento(6,26).

La escápula da lugar a los movimientos de proyección y retracción a través de la combinación de sus tres grados de movimiento: inclinación anterior/posterior, rotación interna/externa y rotación superior/inferior; y sus dos tipos de translación: lateral/medial y superior/inferior(26). Una de las causas de la discinesia, sobre todo de la proyección escapular, es la tendencia de los nadadores a tener desequilibrios en la musculatura escapulotorácica(6). Durante la brazada, el serrato anterior y el subescapular se encuentran constantemente activos y, por tanto, más susceptibles a fatigarse. Cuando esto ocurre, el dorsal ancho y el pectoral mayor, que son los músculos más implicados en realizar la fuerza durante la fase propulsiva, superponen su fuerza y anteriorizan la articulación glenohumeral, dando lugar a una proyección excesiva de la escápula que provoca un estrés en el lábrum y la cápsula anterior. Además, el trapecio superior puede dispararse de forma asíncrona, ascendiendo la cabeza humeral, lo que termina causando un pinzamiento subacromial y, en ocasiones, deformidades del lábrum y dolor. Por tanto, la causa que contribuye a que se produzca una disquinesia escapular es multifactorial(6).

➤ Déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD)

El término GIRD se define como “pérdida de grados de rotación interna glenohumeral en el hombro dominante en comparación con el no dominante”(27). Los nadadores cuentan con 40º menos de rotación interna y 10º más de externa que aquellos que no son nadadores. En esta situación, la cápsula posterior se encuentra más retraída y la cabeza del húmero se ve forzada hacia anterior pudiendo dar lugar a una inestabilidad capsular del hombro(6).

Son varios los estudios que han investigado la posible relación que puede existir entre la rigidez posterior del hombro y el GIRD y se ha encontrado que, por cada 4º menos de rotación interna, hay una reducción de 1 cm al realizar la aducción horizontal de forma pasiva. En adición, en atletas asintomáticos se ha visto que, cuando la rotación interna disminuye entre 10º y 15º, la rotación externa aumenta considerablemente. A la hora de comparar nadadores sintomáticos y asintomáticos, se ha observado un déficit de rotación interna de más de 25º en aquellos sintomáticos. Se consideraría un valor predictivo de lesión cuando un brazo tiene 20º menos de rotación interna que el contralateral(25). De manera que, el resultado de este déficit en la rotación interna es un choque de la cabeza del húmero con la parte posteroinferior de la glenoides durante cada movimiento repetitivo de la brazada, que puede acabar provocando el dolor de hombro en nadadores(6).

Tal y como se muestra en la figura 3, se han descrito diferentes test diagnósticos para discriminar el origen de la lesión principal, el pinzamiento subacromial, teniendo en cuenta los factores explicados anteriormente(25).

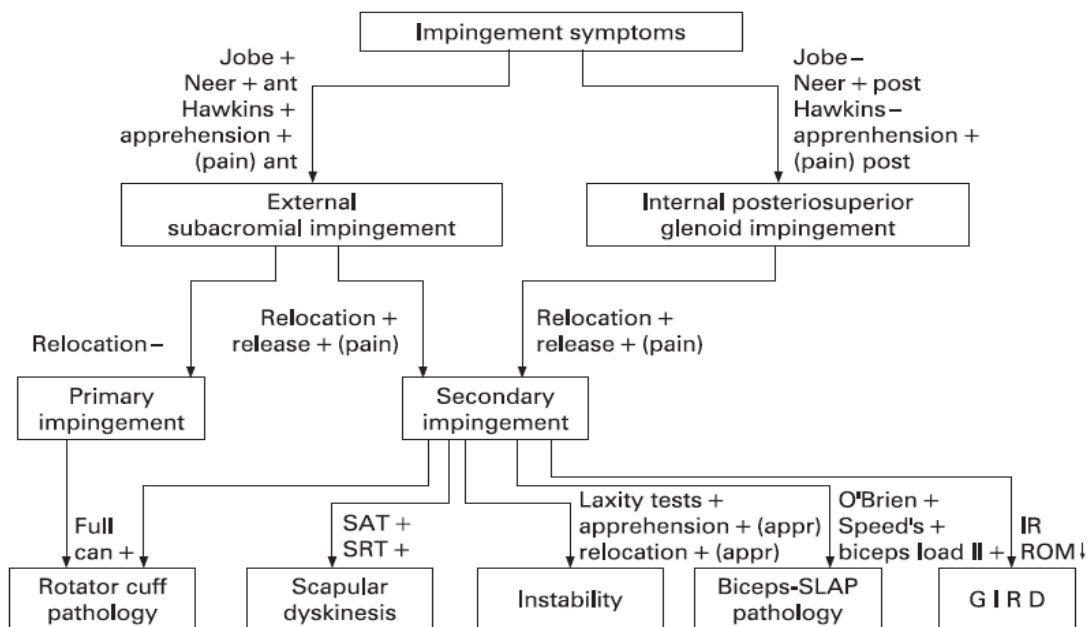


Figura 3. Algoritmo de razonamiento clínico en el examen del pinzamiento relacionado con el dolor de hombro: La imagen muestra los distintos caminos a seguir, dependiendo de si un test es positivo o negativo, hasta conocer la causa principal de atrapamiento. Fuente: Cools et al.(25)



## 2. OBJETIVOS

**Hipótesis:** Existen signos clínicos que deben alertar de una actual o futura lesión del hombro en nadadores. Conocer estos factores será clave para prevenir este tipo de lesión.

### 2.1. Objetivo principal

- Distinguir los principales factores que predisponen a sufrir el cuadro clínico del “hombro de nadador” en nadadores de competición.

### 2.2. Objetivos secundarios:

- Describir el término “hombro del nadador” y sus principales causas.
- Explicar la biomecánica del estilo principal en natación, el crol.
- Comprender los mecanismos lesionales que llevan a sufrir la patología del “hombro de nadador”.
- Establecer un protocolo de valoración para la prevención del “hombro del nadador”.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Búsqueda

Este trabajo de fin de grado se trata de una revisión bibliográfica sistemática realizada a partir de los artículos obtenidos en las siguientes bases de datos:

- Pubmed-Medline, Science Direct, PEDro, Cochrane y Google academy.

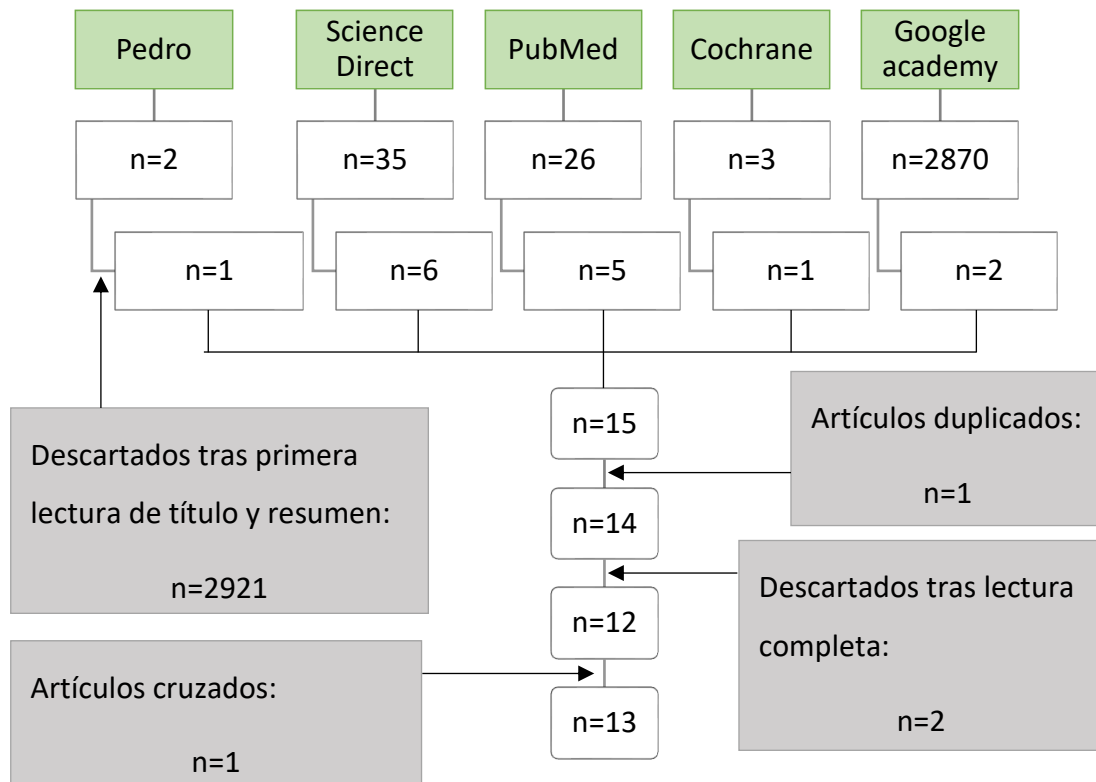
Los términos clave utilizados para llevar a cabo la búsqueda bibliográfica fueron: “swimmer” “shoulder” “prevention” “diagnosis” “assessment” “injuries” “evaluation” y “function”.

Tras un proceso de selección (Tabla 1), se han utilizado un total de 13 artículos. A través del buscador Pubmed, se obtuvieron cinco artículos de la base de datos Medline, uno de Cochrane, uno de Google academy, cinco de Science Direct y un artículo cruzado. Entre los artículos seleccionados, se encuentran cinco estudios de cohorte, cuatro estudios transversales, dos estudios controlados aleatorizados (ECA) y dos estudios de casos y controles.

Los filtros que se han utilizado son: que sean artículos publicados en los últimos 10 años y que estén en inglés, español, francés o catalán.

En la metodología de búsqueda, a través de las palabras clave, no se especificó el término “competition”, solo “swimmer”, ya que este término puede no aparecer en el título del artículo, pero sí en su contenido. Sin embargo, durante la primera lectura de los artículos, a través del título y el resumen, se escogieron solo aquellos artículos que trataran de nadadores de competición.

Tabla 1. Diagrama de flujo. Fuente: Elaboración propia.



### 3.2. Criterios de selección

#### Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 10 años.
- Artículos que traten del hombro en natación.
- Artículos en inglés, español, francés y catalán
- Nadadores de competición.
- Natación en piscina.

#### Criterios de exclusión:

- Artículos no relevantes para la temática del estudio.
- Artículos que traten de waterpolo, natación sincronizada y/o triatlétas.
- Nadadores de natación recreativa.
- Artículos que no se pueda acceder de forma gratuita al texto completo.
- Artículos duplicados.
- Casos reportes.

### 3.3. Escala pedro

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados se ha utilizado la escala Pedro (Tabla 2). Esta escala consta de 11 criterios y se otorga un punto por cada uno que se cumpla claramente. El resultado final se valora sobre una puntuación total de 10, siendo el ratio de 0 a 10, ya que el punto para el primer ítem no se incluye. Este primer criterio evalúa la validez externa, del criterio 2 al 9 se evalúa la validez interna y los últimos dos criterios, el 10 y 11, evalúan la validez estadística. Mediante este proceso se podrán obtener conclusiones más fiables que estén basadas en la evidencia científica.

La calidad de los artículos evaluados por esta escala se clasifica, metodológicamente y según sus puntuaciones, de la siguiente forma:

- Excelente: 9-10
- Buena: 6-8
- Regular: 4-5
- Mala: <4

Tabla 2. Escala Pedro. Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS	VALIDEZ EXTERNA	VALIDEZ INTERNA	VALIDEZ ESTADÍSTICA	TOTAL	CALIDAD
<b>Manske RC et al./2015 (11)</b>	1/1	5/8	2/2	<b>7/10</b>	Buena
<b>Hibberd EE et al./2012 (18)</b>	1/1	3/8	2/2	<b>5/10</b>	Regular

### 3.4. Factor de impacto

Con el fin de conocer la calidad científica de las revistas académicas donde fueron publicados los artículos en sus correspondientes años se ha utilizado el factor de impacto JCR, proporcionado por el Journal Citation Report (Tabla 3). Se trata de un índice de calidad relativo (ICR) que establece rankings entre las diferentes revistas. Para calcularlo se debe dividir el número de citas de una revista en el año correspondiente para los dos años anteriores, entre la cantidad de artículos que han

sido publicados durante esos dos años por una revista(28). Si el factor de impacto JCR no se encontró para un artículo, pasó a buscarse el factor de impacto SJR. Este sirve para conocer el impacto que tuvo la revista en el año de publicación de los diferentes artículos. Valora el índice de calidad relativo a través de la página de SJR (Scimago Journal & Country Rank) de las revistas científicas que se encuentran en la base de datos Scopus (Elsevier) desde 1996.

Tabla 3. Factor de impacto JCR/SJR. Fuente: Elaboración propia.

AUTOR	REVISTA	QUARTIL	JCR	SJR
<b>Habechian et al./2018(9)</b>	Brazilian Journal of Physical Therapy	Q3	1,226	
<b>Serenza et al./2018(23)</b>	Physical Therapy in Sport	Q1	-	1,114
<b>McLaine et al./2018(7)</b>	Physical Therapy in Sport	Q2	1,818	
<b>McLaine et al./2018(22)</b>	Journal of Science and Medicine in Sport	Q1	3,857	
<b>Matthews et al./2017(15)</b>	Physical Therapy in Sport	Q2	1,818	
<b>Rodeo et al/2016(19)</b>	The American Journal of Sports Medicine	Q1	5,673	
<b>Manske et al./2015(11)</b>	International Journal of Sports Physical Therapy	-	-	-
<b>Hidalgo et al./2013(29)</b>	Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports	Q1	3,174	
<b>Walker et al./2012(4)</b>	Physical Therapy in Sport	Q3	1,367	
<b>Hibberd et al./2012(18)</b>	Journal of Sport Rehabilitation	Q3	0,958	
<b>Tate et al./2012(14)</b>	Journal of Athletic Training	Q2	1,682	
<b>Tourny et al./2009(21)</b>	International Journal of Sports Medicine	Q2	1,589	
<b>Olivier et al./2008(30)</b>	Annales de Réadaptation et de Médecine Physique	-	-	-

#### 4. RESULTADOS

Se han analizado 13 artículos en los que participaron un total de 664 sujetos con un rango medio de edad de 21 años, entre los que el 60,7% fueron mujeres y el 39,3% hombres. Se ha realizado una división por las principales temáticas globales de los artículos, dando como resultado cinco áreas: La primera se compone de dos artículos que buscan los factores de riesgo del dolor de hombro en nadadores; la segunda área la forman aquellos artículos que hacen referencia a cómo es el hombro de los nadadores de competición, que características tiene y cómo influyen determinados factores en su función y/o estado; la tercera área está formada por los estudios que se centran en analizar los efectos que tiene la fatiga en diferentes variables de los nadadores; en la cuarta área se analiza la fuerza de los nadadores de competición, tanto sus características como su evolución e influencia en el tiempo; y, por último, la quinta área la componen los únicos dos estudios controlados aleatorizados, que buscan conocer los efectos de programas de fortalecimiento y/o estiramientos en los nadadores.

##### 4.1. Resumen de resultados

###### ➤ Factores de riesgo:

**Walker H et al.**(4) realizaron un estudio de cohorte con 74 nadadores competitivos de entre 11 y 27 años con el objetivo de conocer la tasa de incidencia y los factores de riesgo para sufrir dolor de hombro. La tarea a realizar por los nadadores consistía en escribir diarios semanales comentando los cambios notorios que se producían en el hombro a lo largo de 12 meses de seguimiento. Las variables que se examinaron fueron: Rango de movimiento (RDM) (rotación interna y rotación externa a 90º de abducción), laxitud glenohumeral (traslación humeral de posterior a anterior a 89N), historial de lesiones en los 12 meses anteriores al estudio, datos demográficos (peso, altura, edad, destreza), características competitivas (nivel, distancia, edad de comienzo, preferencia de estilo) y años de entrenamiento, donde tuvieron en cuenta: distancia total (km) por año, frecuencia de uso de palas a la semana y proporción (%) de estilo libre a la semana durante el entrenamiento. La tasa de incidencia de nuevas

lesiones, ajustada a la exposición, fue del 38% con 0,3 lesiones por cada 1000km para el dolor de hombro significativo (SIP) y del 23% con 0,2 lesiones por cada 1000km para la lesión de hombro significativa (SSI). Como predictores de lesión se encontró que, los nadadores con un rango de rotación externa mayor a 100º y menor a 93º, aumentaron el riesgo de padecer SIP ( $p=0,008$ ) y SSI ( $p=0,02$ ), en comparación con aquellos que tenían un RDM de rotación externa media; que los kilómetros nadados, ajustados a la exposición, predicen la lesión se SIP ( $P=0,07$ ).; y, por último, que una historia previa de dolor aumenta el riesgo de sufrir SIP ( $p=0,002$ ) y SSI ( $p=0,001$ ).

El estudio transversal de **Tate A et al.**(14) buscó identificar las condiciones físicas, las variables de entrenamiento y la cantidad de exposición que presentan 236 nadadoras, de edades comprendidas entre 8 y 77 años, con y sin dolor o discapacidad de hombro. Los resultados obtenidos revelaron que existen diferencias entre nadadoras con y sin dolor de hombro en relación a una mayor exposición a la natación, una mayor incidencia de lesiones traumáticas previas, una participación, en menor medida, a otro deporte y una inestabilidad de hombro evaluada por la percepción del propio paciente ( $p<0,05$ ). Por último, dentro de las nadadoras que presentaban dolor de hombro se observó una flexión reducida, una debilidad del trapecio medio y rotadores internos, la práctica de waterpolo, debilidad del CORE y una disminución de la longitud del pectoral mayor y el dorsal ancho ( $p<0,05$ ).

➤ Características del hombro:

**McLaine SJ et al.**(7) realizaron dos estudios transversales con 85 nadadores de entre 14 y 20 años de edad que entrenaban más de 6 horas por semana y no presentaban dolor de hombro. En uno de ellos se valoró, con un inclinómetro, el grado de rotación ascendente escapular a 90º y 140º de abducción estática con y sin historia previa de dolor de hombro. El análisis de los resultados no mostró ninguna correlación significativa entre la inclinación de la escápula y el dolor de hombro.

En otro estudio transversal, realizado por **Rodeo SA et al.**(19), observaron los cambios adaptativos que produce la natación de competición en el manguito de los rotadores, la bursa, el lábrum, la cápsula, y la correlación con sus síntomas. Se estudió



a 42 nadadores del equipo olímpico de EEUU con edades comprendidas entre 15 y 41 años que nadaban una media de 55 kilómetros por semana. Los resultados obtenidos mostraron que el 66% de los nadadores contaba con antecedentes de dolor de hombro. Los hallazgos clínicos más frecuentes fueron: tendinosis del supraespinoso/infraespinoso (96%), pinzamiento subcoracoideo (37%), pinzamiento subacromial (83%) y tendinosis del bíceps (72%). En relación a los síntomas, se observó que: la tendinosis del bíceps se relaciona con la edad ( $p=0,004$ ,  $OR=1,92$ ) y el cese de la competición por dolor de hombro ( $p=0,038$ ,  $OR=9,76$ ); la tendinosis del manguito de los rotadores se relaciona con el dolor en la actividad ( $p=0,028$ ,  $OR=0,10$ ) y con un signo del surco positivo ( $p=0,004$ ,  $OR=33,2$ ); y que el pinzamiento se relaciona con una peor puntuación de dolor ( $p=0,019$ ,  $OR=0,44$ ) y el desgarro parcial del manguito de los rotadores ( $p=0,002$ ,  $OR=31,2$ ).

El estudio de **Hidalgo-Lozano A et al.**(29) quiso investigar si existen puntos gatillo miofasciales (PGM) activos e hipersensibilidad mecánica en la musculatura del cuello y hombro en nadadores de élite con y sin dolor unilateral de hombro. El estudio se realizó comparando a 35 nadadores de élite, entre los que 17 tenían dolor de hombro unilateral y 18 no tenían dolor de hombro, con un grupo control formado por 8 atletas y 7 esquiadores de élite. Los procedimientos que se llevaron a cabo fueron: la realización de un cuestionario estandarizado, un dibujo de las zonas de dolor, establecer una puntuación de dolor según la escala numérica del ratio de dolor (NPRS) en reposo, medir el umbral de presión dolorosa (PPT) mediante un algómetro de presión mecánico en el elevador de la escápula, esternocleidomastoideo (ECOM), trapecio superior, escaleno, infraespinoso, subescapular y tibial anterior; y evaluar la presencia de PGM en el elevador de la escápula, ECOM, trapecio superior, infraespinoso, subescapular y escaleno. Los resultados obtenidos mostraron una menor PPT en todos los músculos de los nadadores con dolor de hombro y en el trapecio superior, subescapular y tibial anterior de los nadadores sin dolor de hombro, en comparación con el grupo control ( $p<0,01$ ). Los nadadores con dolor de hombro presentaron mayor número de PGM activos que los nadadores sin dolor de hombro ( $P=0,045$ ) y, estos, mayor número de PGM latentes ( $p=0,041$ ). Ambos grupos tuvieron más PGM que el grupo control ( $p<0,001$ ). Por último, la principal diferencia

encontrada entre los nadadores con y sin dolor de hombro fue la distribución de PGM del ECOM ( $p < 0,05$ ).

Para concluir, **Olivier N et al.**(30) formularon la hipótesis de que la natación competitiva de alto nivel provoca hiperlaxitud anteroinferior de las estructuras capsulo-ligamentosas, un conflicto subacromial y un desequilibrio de la musculatura rotadora. Para ello analizaron, con la ayuda de una máquina isocinética, el hombro de 20 nadadores de elite con el brazo derecho dominante y más de 16 horas de entrenamiento a la semana, en más de sus 12 años de experiencia deportiva; y de 20 sujetos sedentarios. Se realizó una evaluación isocinética concéntrica de los rotadores externos e internos a 90º de abducción y 90º de flexión de codo, con un recorrido de 50º para los rotadores externos y de 40º para los internos. Se ejecutaron 10 repeticiones a velocidad lenta (60º/s) y 10 repeticiones a velocidad rápida (180º/s) con periodos de descanso de 60 segundos entre cada repetición. También se realizó un examen clínico donde se llevó a cabo la valoración de: la morfología, el conflicto subacromial (test de Yocum, Neer y Hawkins), la laxitud (test del surco, de laxitud anteroposterior y de aprehensión), el bíceps (palm-up test) y el conflicto supraespinoso (test de Jobe). Los resultados obtenidos en la evaluación isocinética en el grupo de nadadores mostraron: mayor fuerza rotadora interna a 60º/s en el hombro izquierdo en comparación al derecho ( $p < 0,05$ ) mayor fuerza de rotadores internos y externos en comparación con los sujetos sedentarios ( $p < 0,05$ ) y menor ratio rotación externa/rotación interna (RE:RI) que el grupo sedentario. Los resultados del examen clínico del grupo de nadadores muestran que: el 55% presenta una protracción de la escápula, de los cuales el 35% tiene un conflicto subacromial positivo; el 67% tiene hiperlaxitud anteroposterior y el 12% un conflicto de la cabeza larga del bíceps.

➤ Fatiga:

El estudio de cohorte de **Serenza FS et al.**(23) buscó los efectos de la fatiga muscular en la cinemática y los valores electromiográficos (EMG) de la musculatura periescapular tras una prueba de esfuerzo máxima de 3 minutos, en 16 nadadores de entre 15 y 24 años, realizada en un banco de natación con una pala en cada mano y

unidas a una banda elástica de resistencia media. Al finalizar la prueba, se observó un aumento en la inclinación anterior de la escápula ( $p=0,04$ ), relacionada linealmente con la variación de la actividad muscular del trapecio medio e inferior ( $p=0,01$ ). La actividad electromiográfica del serrato anterior disminuyó significativamente de  $60^{\circ}$ - $30^{\circ}$  y de  $120^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  y la escápula aumentó la rotación interna en todos los ángulos ( $p<0,05$ ).

En el estudio de **Matthews MJ et al.**(15) también buscaron los efectos que produce la fatiga tras un entrenamiento de 8x100m en: el RDM, la sensación de posición articular, la fuerza del hombro y la longitud de brazada; en 17 nadadores de élite que tenían dominancia en la mano derecha, más de 7 años de experiencia deportiva y una preferencia del estilo libre. Las medidas que se tomaron inmediatamente después del entrenamiento fueron: la fuerza de los rotadores externos e internos, medida con un hand held dynamometer (HHD), el RDM interno y externo, medido con un goniómetro, y la sensación de posición articular con ojos cerrados; junto con una muestra de sangre a los 3 minutos y una grabación durante la prueba en la que se observa una disminución de la longitud de brazada en ambos brazos ( $p<0,001$ ). Las medidas tomadas inmediatamente revelan un aumento del error de la sensación de posición articular en el brazo derecho ( $p=0,03$ ), una disminución del ROM de RE en el brazo derecho ( $p<0,001$ ) e izquierdo ( $p=0,04$ ) y diferencias significativas entre la fuerza de rotación externa y la longitud de brazada pre y post-fatiga. Por último, se produce un aumento del lactato, la glucosa en sangre y la frecuencia cardíaca ( $p<0,001$ ) tras la fatiga post-entrenamiento.

➤ Fuerza:

En el segundo de los estudios transversales de **McLaine SJ et al.**(22), nombrado anteriormente, el objetivo fue establecer una normativa de fuerza y ratios de hombro en nadadores sin dolor de hombro. Para ello se midió, con un HHD, la fuerza de rotación externa, interna, flexión y extensión de hombro y se establecieron los ratios de RI:RE y flexión/extensión (FL:EX) mediante la ejecución de 2 contracciones máximas, con 5 segundos de descanso entre cada una y 30 segundos entre cada test. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en la fuerza relativa de

hombro entre hombres y mujeres ( $p < 0,002$ ) y entre el lado dominante y no dominante en extensión en hombres ( $p < 0,05$ ); una fuerza relativa de extensión mayor que de flexión ( $P < 0,001$ ) y de rotación interna mayor que externa ( $p < 0,001$ ); y una relación entre horas de entrenamiento con la edad ( $p < 0,003$ ), en hombres y mujeres, y con el ratio RI:RE en mujeres en el lado no dominante ( $p < 0,01$ ).

En el estudio de cohorte de **Habechian FAP et al.**(9) se analizaron los cambios que se produjeron, durante 3 años, en la fuerza de la musculatura rotadora interna y externa, el trapecio inferior, el supraespinoso y el ratio RE:RI. Para ello, se aumentó el volumen de entrenamiento de 31 nadadores de élite, de edades comprendidas entre 14-18 años, dentro y fuera de la piscina: de 12-16 horas/semana en agua y 4-6 horas/semana en seco a 16-20 horas/semana en agua y 6-7 horas/semana en seco. Mediante un HHD se midió en el primer, segundo y tercer año, la fuerza normalizada y la fuerza absoluta, realizando 3 contracciones de 5 segundos y 5 minutos de descanso entre repetición, en el brazo dominante y no dominante. Se estableció el coeficiente entre los intervalos del primer al segundo año, del segundo al tercer año, y el primer al tercer año y se calculó el valor-P para comprobar los cambios en la fuerza respecto al: tiempo, la dominancia y la influencia de la dominancia en el tiempo, diferenciando hombres y mujeres. Respecto a los resultados de la fuerza absoluta, solo se encontraron diferencias significativas en la fuerza de rotación interna en hombres respecto al tiempo, que aumentó del primer al segundo año ( $p < 0,0001$ ) y del primero al tercero ( $p = 0,01$ ). Respecto a la fuerza normalizada en mujeres: se observó una disminución de la fuerza del trapecio inferior del primer al tercer año ( $p = 0,0241$ ). Para concluir, respecto a la fuerza normalizada en hombres: se observó una disminución, en relación al tiempo, de la fuerza de rotación externa del primer al tercer año ( $p = 0,003$ ) y segundo al tercer año ( $p = 0,004$ ); un aumento, en relación al tiempo, de la fuerza de rotación interna del primer al segundo año ( $p < 0,0001$ ); y una disminución de la fuerza, en relación al tiempo, de la fuerza del supraespinoso del segundo al tercer año ( $p = 0,006$ ).

**Tourny-Chollet C et al.**(21) llevaron a cabo un estudio de cohorte para diferenciar a los nadadores según la lateralidad de la respiración. Para ello, 30 nadadores varones realizaron una prueba de 100 metros de crol a máxima velocidad durante una sesión

de competición con una respiración cada 4 golpes en el lado de preferencia y una boya entre las piernas. Se evaluó la velocidad, la frecuencia y la longitud de brazada y se midió la fuerza máxima concéntrica a 90º/s de los rotadores internos. Como resultados, se obtuvo un mayor tiempo de fase de tracción durante la brazada en el brazo dominante, que corresponde con el de mayor fuerza ( $p < 0,05$ ).

➤ Programas de entrenamiento:

En el estudio de **Manske RC et al.**(11) se creó un programa de fortalecimiento para mejorar la fuerza y el dolor de hombro en 21 nadadores de competición adolescentes menores de 18 años. Al comienzo del estudio, se midió la fuerza isométrica de flexión, extensión, abducción, rotación interna y rotación externa y se pasó la escala de Wong-Baker en el momento cero, a las 6 semanas y a las 12 semanas. El grupo control ( $n=10$ ) continuó con su entrenamiento habitual, mientras que el grupo experimental ( $n=11$ ) realizó el programa de fortalecimiento con una banda elástica, durante 12 semanas, que contenía: ejercicios de flexores, extensores, abductores, aductores, rotadores externos y rotadores internos de hombro. Se realizaron 2 series de 15 repeticiones, 2-3 veces a la semana. Los criterios de progresión, respecto a la resistencia de la banda, fueron que la dificultad fuese menor o igual a 6/10. Como resultado del programa se observó un aumento en la fuerza de los rotadores externos ( $p=0,013$ ) en el grupo experimental respecto al grupo control.

Para concluir, **Hibberd EE et al.**(18) también estudiaron el efecto de un programa de estiramientos y fortalecimiento en la fuerza de la musculatura glenohumeral, escapular y la cinemática escapular, durante 6 semanas, en 37 nadadores colegiados de I División de la NCAA. El grupo experimental ( $n=20$ ) realizó el programa 3 veces a la semana después del entrenamiento de natación. En cada ejercicio se realizaron 2 series de 15 repeticiones y en los estiramientos 2 repeticiones de 30 segundos. Los ejercicios se ejecutaron con una banda elástica y fueron: flexión y extensión de hombro, rotación interna y externa a 90º, aceleración y desaceleración de lanzamiento, remo bajo, golpe escapular y ejercicios con los brazos en posición de “Y”(Ys), “T”(Ts) y “W”(Ws). El programa de estiramientos consistió en un estiramiento tumbado de la cápsula posterior y un estiramiento en la esquina de una pared de la

cápsula anterior. Para analizar los resultados, se midió la fuerza isométrica de hombro en flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna, externa y abducción con rotación hacia arriba y hacia abajo de la escápula; y la cinemática escapular. Los resultados que se obtuvieron mostraron un aumento en la fuerza de flexión ( $p=0,02$ ), abducción ( $p=0,014$ ), extensión y retracción escapular ( $p=0,005$ ). Respecto a la cinemática escapular, se observaron diferencias en la rotación interna y externa ( $p=0,018$ ), una mayor rotación interna escapular en el grupo experimental a  $0^\circ$  ( $p=0,005$ ) y  $30^\circ$  ( $p=0,006$ ) de abducción de hombro, y una interacción entre la elevación/depresión escapular ( $p=0,038$ ), rotación interna/rotación externa ( $p=0,0005$ ), protracción/retracción ( $p=0,003$ ) y elevación/depresión ( $p=0,049$ ).

#### 4.2. Tabla de resultados

Tabla 4. Tabla resumen de los artículos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIA	TIPO ESTUDIO	MUESTRA	OBJETIVO	INTERVECIÓN	RESULTADOS
<b>Habechian FAP et al./2018(9)</b>	ECH	-N=31 (H=22 y M=9). Edad 14-18 años.	Analizar cambios en 3 años de: fza de RI, RE, TI, SP y RE:RI	Etto de 12-16 h/sem en agua y 4-6 h/sem en seco → 16-20 h/sem agua y 6-7 h/sem seco -Medir fza de: RE, RI, TI, SP. -Calcular RE:RI	<u>Fuerza absoluta:</u> Aumento fza de RI del 1º al 2º (p=0,0001) y 3º (p=0,01) año. <u>Fuerza normalizada:</u> -Hombres: ↑RE del 1º→3º (p=0,003) y 2º→3º año (p=0,004); ↑RI del 1º→2º año (p=0,0001); y ↓SP del 2º→3º año (p=0,006). -Mujeres: ↓TI del 1º→3º año (p=0,0241). <u>Ratio RE:RI ↓</u> (p<0,0001) del 1º al 2º y 2º al 3º año.
<b>McLaine SJ et al./2018(7)</b>	ET	-N=85 (H=37, M=48). Edad 14-20 años.	Establecer y comparar las medidas estáticas bilaterales de la rotación ascendente de la escápula a 90º y 140º de ABD, entre nadadores con y sin historia de dolor.	Medir el ángulo de rotación escapular ascendente con inclinómetro a 90º y 140º de ABD, bilateralmente.	-No hay diferencias significativas.
<b>Serenza FS et al./2018(23)</b>	ECH	N=16. Edad= 15-24 años.	-Comparar, tras una PE máxima de 3 min: valores EMG y cinemáticos de la musculatura periescapular.	-Medir MVIC para normalizar el rango mioeléctrico y PE máxima en banco de natación con banda elástica.	<u>Tras la PE máxima:</u> ↑inclinación anterior escapular (120º→ p=0,04) con ↑lineal de la actividad EMG del TM (p=0,01) y TI (p=0,01). ↓EMG del SA de 60º→30º (4,59%) y 120º→90º (4,16%). ↑RI escapular en todos los ángulos (p<0,05).

<b>McLaine SJ et al./2018(22)</b>	ET	-N=85 (M=48, H=37). Edad 14-20 años	Establecer normativa de fza y ratio de hombro en nadadores sin dolor de hombro.	Medir fza de FL, EX, RI y RE de hombro y calcular RI:RE y FL:EX	-Fuerza relativa: H ≠ M (p<0,002). D ≠ ND en EX en H (p<0,05). EX>FL (P<0,001) y RI>RE (p<0,001). Relación entre horas de etto con edad (p<0,003) en H y M y con RI:RE en M en ND (p<0,01).
<b>Matthews MJ et al./2017(15)</b>	ECH	-N=17(H=8, M=9). Edad: 15,9 (+- 1,09)	Conocer efectos de la fatiga post-etto en: fza, RDM, sensación de posición articular y long de brazada.	<u>Durante el ejercicio:</u> Grabación de la brazada. <u>Después de 8 x100:</u> Medir MVIC de RE y RI, RDM int y ext y sensación de posición articular con ojos cerrados. <u>A los 3 min post-ejercicio:</u> Muestra de sangre.	-↑lactato, ↑glucosa en sangre y ↑FC (p<0,001). ↓long de brazada(p<0,001). ↑error de la sensación de posición articular en brazo dcho. (p=0,03). ↓RDM RE dcha. (p<0,001) e izq. (p=0,04). Diferencias en la fza de RE y la long de brazada pre y post-fatiga.
<b>Rodeo SA et al./2016(19)</b>	ET	-N=42 (H=22, M=20).Edad: 23 años (15-41).	Demostrar que el etto se relaciona con cambios en el MR, la bursa, el lábrum y la cápsula, correlacionándose con sus síntomas.	-Cuestionario de dolor de hombro y lesiones, escala ASES, escala L'Insalata. Evaluación física: RDM, fza MR y musculatura periescapular, laxitud ligamentosa, sensibilidad y hallazgos de: desgarro del lábrum, pinzamiento SB, aprehensión, inestabilidad y dolor del bíceps. -Evaluación US: bursa SBA, MR, tendón del bíceps y articulación ACL.	-El 66% → antecedentes de dolor: Tendinosis SP/IF = 96%, pinzamiento SBC = 37%. Pinzamiento SBA= 83% y tendinosis bíceps = 72%: + en nadadores mayores → OR=1,92; P=0,004 y + en nadadores que terminan la competición por dolor→ OR=9,76; p=0,038. Tendinosis MR: > con dolor con la actividad (OR=0,10; p=0,028) y > con signo del surco positivo (OR=33,2; p=0,004). Pinzamiento: > con peor puntuación dolor (OR=0,44; p=0,019) y > en desgarro parcial MR (OR=31,2; p=0,002).



<p><b>Manske RC et al./2015(11)</b></p>	<p>ECA</p>	<p>-N=21. Edad &lt;18. GC→ n=10. GE→ n=11</p>	<p>Evaluar los cambios, tras un programa de fortalecimiento en seco, de fza y dolor de hombro.</p>	<p>-Medir fza isométrica de FL, EX, ABD, RI y RE y la escala de Wong-Baker al comienzo, a las 6 sem y a las 12 sem.          -GC= etto habitual.          -GE= fortalecimiento durante 12 sem, 2-3 veces/sem, 2series x 15rep, con aumento de la resistencia si &lt;6 (0-10).</p>	<p>-Aumento de la fza de RE entre grupos (p=0,013).</p>
<p><b>Hidalgo-Lozano A et al./2013(29)</b></p>	<p>ECC</p>	<p>-N=35 dolor de hombro unilateral: n=17 (H=9, M=8). Edad= 18-28 años.          -N=18 sin dolor de hombro (H=9, M=9). Edad= 18-26 años.          -GC: n=15 (n=8 atletas y n=7 esquiadores de élite)→ H=7, M=8. Edad= 16-28 años.</p>	<p>Investigar si hay PGM activos y &lt;PPT en la musculatura del cuello y hombro en nadadores de élite con y sin dolor unilateral de hombro.</p>	<p>-Cuestionario estandarizado, dibujar zonas de dolor, dolor según NPRS en reposo→ Examinar si NPRS&lt;3.          -Medir PPT: EE, ECOM, TS, ES, IF, SBE y TA.          -Evaluar PGM: EE, ECOM, TS, ES, IF y SB.</p>	<p><u>PPT:</u> Con dolor &lt; GC en todos los músculos (p&lt;0,01). Sin dolor &lt; GC en TS, SB y TA (p&lt;0,01).  <u>PGM:</u> Con y sin dolor de hombro &gt; GC (p&lt;0,001). PGM activos: con dolor &gt; sin dolor (p=0,045). PGM latentes: Sin dolor de hombro &gt; Con dolor de hombro (p&lt;0,041).  <u>PGM nadadores con dolor y GC:</u> Con dolor de hombro &gt; GC en EE, IF, SB, TS y ECOM (p&lt;0,05).  <u>PGM nadadores sin dolor y GC:</u> Sin dolor de hombro &gt; GC en TS, EE e IF (p&lt;0,05).  <u>PGM nadadores con y sin dolor:</u> Diferente distribución de PGM en ECOM entre nadadores con y sin dolor de hombro (p&lt;0,05).</p>

<b>Walker H et al./ 2012(4)</b>	ECH	-N=74 (M=37, H=37). Edad 11-27 años.	Conocer tasas de incidencia de dolor de hombro y sus factores de riesgo en nadadores competitivos.	-Registrar RDM de RE y RI, laxitud GH post y ant a 89N, historia lesional, datos demográficos, características competitivas y años de entrenamiento. -Diarios semanales de la lesión durante 12 meses.	<u>Incidencia:</u> SIP= 38% y SSI= 23%. <u>Predictores de lesión SSI:</u> RDM RE <93º y >100º (p=0,02) e historia previa de dolor (p=0,001). <u>Predictores de lesión SIP:</u> RDM RE <93º y >100º ajustado (p=0,008) y no ajustado a los km nadados (p=0,009), historia previa de lesión (p=0,002) y Km nadados ajustados a la exposición (p=0,07).
<b>Tate A et al./2012(14)</b>	ET	-N=236. Edad 8-77 años→ 8-11 (n=42), 12-14 (n=43), 15-19 (n=84), 23-77 (n=67).	Identificar las condiciones físicas, variables de etto o cantidad de exposición en nadadores con y sin dolor/discapacidad de hombro.	-Encuesta, evaluación del dolor e insatisfacción, medir función del hombro y valorar: RDM, fza, long del pectoral, resistencia del CORE y disquinesia escapular.	<u>Diferencias entre nadadoras con y sin dolor de hombro:</u> >exposición (p<0,05), > incidencia lesiones previas (p<0,05), <participación a otro deporte (p<0,05), inestabilidad de hombro (p<0,05). <u>En nadadoras sintomáticas:</u> ↓FL (p<0,05), debilidad TM y RI (p<0,05), práctica de waterpolo (p<0,05), ↓CORE (p<0,05), PM y DA cortos (p<0,05).
<b>Hibberd EE et al./2012(18)</b>	ECA	-N=37. GC: n=17 (H=8 y M=9). Edad= 19,4 (±1,2). GE: n=20 (H=10 y M=10). Edad= 19,2 (±1,2)	Comprobar eficacia de un programa de estto y de fza de 6 sem, en la fza GH, escapular y la cinemática escapular.	-GE: 6 sem, 3 veces/sem post-etto→ 2series X 15rep en los ejercicios y 2 rep x 30 seg de estto. Medir fza isométrica en FL, EX, ABD, ADD, RI, RE y ABD con rotación hacia arriba y hacia debajo de escápula. Medir cinemática escapular.	<u>Fuerza:</u> ↑FL (p=0,020), ABD (p=0,014) EX y retracción escapular (p=0,005). <u>Cinemática escapular:</u> ↑fza RE y RI escapular (p=0,018), > RI escapular del GE a 0º (p=0,005) y 30º (p=0,006) de ABD, interacción en elevación/depresión escapular (p=0,038), RI/RE (p=0,0005), protracción/retracción (p=0,003), elevación/depresión (p=0,049).

<p><b>Tourny-Chollet C et al./2009(21)</b></p>	<p>ECH</p>	<p>-N=30 -Edad: 18,6 (±2,5 años).</p>	<p>Diferenciar dos perfiles de nadadores según la lateralidad de la respiración.</p>	<p>-Realizar 100 m de crol a máxima velocidad en una sesión de competición con una respiración cada 4 golpes en el lado de preferencia y una boya entre las piernas. Evaluar la velocidad, frecuencia y long de brazada. Medir la fza máxima concéntrica a 90º/s de RI.</p>	<p>Mayor duración en la fase de empuje de la brazada en el brazo D en comparación con el ND en nadadores con fza asimétrica, siendo &gt; en el brazo D (p&lt;0,05).</p>
<p><b>Olivier N et al./2008(30)</b></p>	<p>ECC</p>	<p>-N=40 -GE: n=20 H nadadores -GC: n=20 sedentarios.</p>	<p>Analizar el complejo del hombro y demostrar que la natación competitiva provoca hiperlaxitud anteroinferior de las estructuras capsuloligamentosas, un conflicto SBA y un desequilibrio de la musculatura rotadora.</p>	<p>-Evaluación isocinética de RE (50º) y RI (40º) de hombro: 90º ABD + 90º FL codo, 10rep a 60º/s y 10rep a 180º/s. -Examen clínico: Morfología. Comprobación de conflicto SBA: Test de Yocum, Neer y Hawkins. Evaluación de laxitud: Test del surco, de laxitud anteroposterior y de aprehensión. Evaluación del bíceps y conflicto SP: Test de Jobe y palm-up.</p>	<p><u>Evaluación isocinética:</u> Fza de RI a 60º/s en el hombro izq. &gt; dcho. (p&lt;0,05). Fza de RE y RI en el GE &gt; GC (p&lt;0,05). RE:RI en GE&lt;GC (p&lt;0,05). <u>Examen clínico:</u> -55% del GE → protracción escapular. - 35% conflicto SBA positivo. -67% del GE → hiperlaxitud anteroposterior. -12% del GE → prueba positiva de la cabeza larga del bíceps.</p>

**Análisis estadístico:** El “valor de p” indica que la asociación ha sido aceptada por consenso y que es significativamente estadística en clínica cuando es menor o igual a 0,05, lo que representa, con una seguridad del 95%, que la asociación del objeto de estudio no es por azar.



## 5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica sistemática fue conocer los signos clínicos y factores que predisponen a que los nadadores presenten el cuadro clínico del hombro del nadador.

Los artículos revisados revelan que la exposición a la natación genera distintos cambios en la articulación del hombro que lo convierte en una estructura susceptible a sufrir lesiones (7,9,11,14,15,18,19,21–23,29–31). Sin embargo, no existe certeza de que esta vulnerabilidad, asociada a la exposición, se relacione también con el dolor. McLaine et al. (7) parte de la hipótesis de que la rotación ascendente de la escápula se relaciona con la fatiga, y el consecuente dolor de hombro. Finalmente concluye que el dolor no está correlacionado con la rotación ascendente de la escápula y, por tanto, una diferencia entre ambas se consideraría un hallazgo clínico relevante. La limitación de este estudio es que no se tiene en cuenta, en los sujetos con historia previa de dolor, el tipo de lesión que ha padecido ni el tiempo de duración de esta, lo que podría considerarse una variable importante a la hora de realizar las mediciones.

Un factor que debemos tener en cuenta a la hora de valorar el hombro de un nadador es la posible presencia de puntos gatillo miofasciales en los músculos del complejo articular del hombro. Como muestra el estudio de Hidalgo et al.(29), los nadadores de élite con dolor de hombro presentan puntos gatillo miofasciales (PGM) activos en comparación con aquellos asintomáticos, en los que predominan los PGM latentes. En cuanto a estos dos grupos, los principales músculos en los que hay PGM, en comparación con los sujetos control, son el infraespinoso, el trapecio superior y el elevador de la escápula. Esto puede llevar a pensar que un hombro doloroso puede estar provocado o agravado por los PGM activos ya que, estos tres músculos, tienen un dolor referido alrededor del hombro.

Dentro del área referente a los factores de riesgo, encontramos el estudio cohorte de Walker et al.(4) y el estudio transversal de Tate et al.(14). En el primer estudio, Walker et al.(4) utilizan el mismo número de sujetos hombres y mujeres, por lo que la incidencia se entiende como un aspecto que engloba a todos los nadadores y

nadadoras de competición. Sin embargo, puede que esta no sea la misma para cada sexo, como se muestra en el estudio McLaine et al.(22), en el que la fuerza entre hombres y mujeres nadadoras es significativamente diferente(22). Por este motivo, sería necesario diferenciar los datos para conocer el riesgo de padecer SSI o SIP de una forma más precisa. Además, este estudio se centra únicamente en la articulación del hombro, sin tener en cuenta otros factores más distales que pueden estar asociados con el dolor del mismo. Por el contrario, en el estudio de Tate et al.(14) sí tienen en cuenta la influencia de estructuras fuera del complejo articular del hombro, como el CORE. Aspectos positivos de este estudio es el tamaño de la muestra (236 sujetos) y que todas ellas fuesen mujeres. Sin embargo, cabe añadir que el gran rango de edad de la muestra (8-77 años) implica, en mayor medida, que los cambios que se producen en el hombro puedan tener un mayor riesgo de deberse al propio envejecimiento, en lugar de a la exposición a la natación. Ambos artículos afirman que una historia previa de lesión de hombro es un factor de riesgo para sufrir dolor de este. Teniendo en cuenta que este factor no puede ser modificado, los nadadores con estas características deberán estar más vigilados y controlados mediante tareas de prevención. Entre estas tareas deberán encontrarse las dirigidas a valorar el rango de movimiento de rotación externa, ya que se ha observado que un rango menor a 93º y mayor a 100º podría ser un predictor de la lesión, como se expone en el estudio de Walker et al.(4). Esto nos hace suponer que existe un rango ideal para la práctica de la natación. Sin embargo, existe controversia respecto a la flexibilidad del hombro ya que, en el estudio realizado por Beach et al.(32) en 32 nadadores de natación de I División de la universidad de Pittsburgh, no se observó ninguna relación significativamente estadística que relacionase la flexibilidad del hombro con el dolor del mismo, siendo la media del rango de rotación externa de 100,5º, por lo que se podría descartar que un rango de rotación externa mayor de 100º sea un factor de riesgo de lesión de hombro.

En lo referente a la biomecánica del propio deporte, se ha observado que la propia práctica deportiva de la natación provoca desbalances entre fuerza de la musculatura rotadora interna y externa del hombro a lo largo del tiempo (9,15,22,23,30). Además, la fatiga que va produciéndose a lo largo de cada entrenamiento, hace que los

rotadores externos disminuyan más su fuerza y recorrido articular, en comparación con los rotadores internos (15). Esto puede deberse a que los movimientos principales de la brazada, durante la fase de empuje, que es la que más fuerza requiere a causa de la resistencia del agua, son la rotación interna y la aducción del hombro(8,24). En otros estudios se ha observado que los nadadores con dolor de hombro tienen una menor resistencia de rotación externa que los que no tienen dolor de hombro y que existe una correlación, entre la resistencia de la rotación externa y la abducción, con el dolor de hombro en nadadores de competición(32). Por consiguiente, se podría suponer que, mejorando la fuerza en los rotadores externos, estos tardarían más tiempo en fatigarse durante los entrenamientos y, por tanto, se disminuiría el riesgo de lesiones asociado a la dominancia de rotadores internos. Como indica Manske et al.(11), es posible aumentar la fuerza de este grupo muscular mediante un programa de fortalecimiento en seco. Este estudio finaliza con las mediciones de los cambios producidos tras el programa de 12 semanas. Sin embargo, para comprobar la efectividad real de este aumento de fuerza de rotación externa, sería interesante someter al grupo experimental a una prueba de esfuerzo máxima para comprobar si la señal electromiográfica tarda más tiempo en debilitarse.

Respecto a la relación que existe entre la fuerza de los rotadores externos e internos, Olivier et al. (30) confirma su hipótesis de que el ratio rotadores externos/rotadores internos (RE:RI) es menor en nadadores que en sujetos sedentarios y menor en el brazo dominante que en el no dominante. Una explicación a esto podría ser la lateralidad de la respiración durante la brazada ya que, según muestra el estudio de Tourny-Chollet et al.(21), la duración de la fase de tracción es mayor en el brazo dominante y, por consiguiente, este aumenta su fuerza en comparación con el no dominante. El ratio que se observa en este estudio es de 0,59 para el brazo dominante y 0,75 para el no dominante, dando una media de 0,67 la cual coincide con la literatura previa, en la que se propone una relación 2:3 para el ratio de fuerza entre rotadores externos e internos(30,32).

En el estudio de Serenza et al.(23) se observa que la fatiga disminuye la señal electromiográfica del trapecio medio e inferior. Respecto al trapecio medio, se ha visto que, en nadadoras sintomáticas, su fuerza está disminuida(14) y, en cuanto al

inferior, se observa una disminución de su fuerza en mujeres a causa del propio entrenamiento(9). Teniendo en cuenta estos factores, se podría suponer que otro de los esfuerzos destinados a prevenir el dolor de hombro en nadadores sería fortalecer el trapecio medio e inferior. Esto ayudaría a mantener una retracción escapular y, por tanto, no se produciría la protracción excesiva de la escápula que acabe provocando estrés en el lábrum y cápsula posterior, seguida de su consecuente pinzamiento subacromial, tal y como se presenta en el estudio de Olivier et al.(30).

Sin embargo, no solo mejorando la fuerza del trapecio medio, trapecio inferior y rotadores externos sino también realizando programas de estiramientos de pectoral mayor y dorsal ancho, se podría conseguir una mayor prevención en cuanto al dolor de hombro ya que, como se muestra en el estudio de Tate et al.(14), uno de los signos que se ha observado en las nadadoras sintomáticas es un disminución de la longitud de estos dos músculos.

Aunque existe mucha controversia entre los diferentes autores, la comparación de los distintos artículos y la evaluación de cada uno de ellos da como resultado una serie de factores que se deben tener en cuenta a la hora de predecir el riesgo de dolor o lesión en el hombro de los nadadores de competición.



## 6. CONCLUSIONES

1. Una historia previa de lesión se considera un factor de riesgo no modificable para padecer dolor de hombro en nadadores de competición: Los nadadores con esta condición deberán ser más controlados mediante valoraciones funcionales para evitar la recidiva.
2. La exposición a la práctica deportiva de la natación competitiva se considera un factor de riesgo de dolor de hombro.
3. La exposición a los entrenamientos crea desequilibrios musculares entre la fuerza de la musculatura rotadora interna y externa del hombro.
4. Un menor ratio RE:RI se considera un factor de riesgo para sufrir dolor de hombro en nadadores de competición.
5. Una debilidad de la fuerza del trapecio medio, trapecio inferior y rotadores externos aumenta el riesgo de sufrir dolor de hombro en nadadores de competición: Programas de fuerza dirigidos a aumentar la fuerza y resistencia de esta musculatura serán necesarios.
6. Un acortamiento de la longitud del pectoral mayor y el dorsal ancho aumenta el riesgo de sufrir dolor de hombro en nadadores de competición.: Programas de estiramientos destinados a aumentar la longitud de estos músculos se consideran necesarios.
7. Los puntos gatillo miofasciales activos en el trapecio superior, infraespinoso y elevador de la escápula pueden contribuir a agravar o provocar dolor de hombro: Controlar y tratar la presencia de estos puntos hipersensibles ayudará a discriminar la causa de dolor de hombro.
8. Un rango de movimiento de rotación externa, en nadadores de competición, menor a 93º se considera un factor de riesgo para sufrir dolor de hombro.
9. La lateralidad durante la respiración crea desbalances de fuerza entre el lado dominante y no dominante, siendo mayor en el dominante y relacionándose directamente con la duración de la fase propulsiva.



## 7. PROPUESTA TEÓRICA DE TRABAJO

### ➤ Justificación de la propuesta

En relación a mi experiencia en los diferentes centros de prácticas, donde he realizado estancias a lo largo de los 4 años del grado de fisioterapia, el aspecto que más ha llamado mi atención ha sido el poco tiempo que se dedica a realizar una correcta valoración de los pacientes. En mi opinión, y en relación al aprendizaje académico recibido durante 4 años, la valoración es el apartado más importante a la hora de llevar a cabo un determinado tratamiento. Su correcta realización conduce a la causa principal del problema y, por tanto, todas las técnicas llevadas a cabo serán más eficientes y eficaces. Por este motivo, expongo mi propuesta de mejora de un protocolo de valoración funcional para el hombro en nadadores.

#### 7.1. Introducción

La natación es un deporte acuático que se caracteriza por los movimientos repetitivos de gran amplitud que realiza la articulación del hombro para conseguir propulsarse a través del agua. Debido al gran volumen de entrenamiento, se ha reportado que entre el 40% y el 90% de los nadadores se ven afectados por dolor en el hombro(5,6). Esta alta prevalencia llevó a generar el concepto de “hombro del nadador” en el que se recogen todos los síntomas que conducen a un pinzamiento y dolor del mismo(16). Considerando estos datos, se deben tener en cuenta los factores y condiciones físicas que aumentan el riesgo de padecer dolor de hombro. Esta información contribuirá a una detección precoz del riesgo de lesión o un diagnóstico fisioterapéutico diferencial para conocer la causa principal del problema.

Tras una revisión sistemática de los artículos relacionados con el hombro del nadador en los últimos diez años, se ha encontrado que los factores que pueden contribuir a que se padezca dolor en el hombro son: Una historia previa de lesión, considerada como un factor de riesgo no modificable; la presencia de puntos gatillo miofasciales activos en el trapecio superior, infraespinoso y elevador de la escápula; un rango de movimiento de rotación externa, en nadadores de competición, menor a 93º; y la exposición a la propia práctica deportiva. Esta exposición crea una serie de cambios

físicos que también aumentan el riesgo de sufrir dolor de hombro: un desequilibrio muscular entre la fuerza de la musculatura rotadora interna y externa del hombro, dando como resultado un menor ratio RE:RI y una debilidad de la fuerza del trapecio medio y de los rotadores externos; y un acortamiento de la longitud del pectoral mayor y el dorsal ancho. En adición, otros factores que pueden contribuir a provocar dolor son: La postura del nadador (hombros adelantados, cifosis dorsal, cabeza adelantada), el uso de palas durante los entrenamientos y la práctica de waterpolo. La mayoría de estos factores se consideran modificables y, por tanto, se puede incidir sobre ellos para prevenir lesiones o mejorar la condición física de los nadadores.

Para los fisioterapeutas, y especialmente para aquellos que tratan a deportistas, prestar atención al movimiento óptimo es importante ya que debe analizar la calidad del movimiento con el fin de establecer distintos ejercicios o pautas de rehabilitación(33). Sin embargo, la dificultad en la prevención de una lesión está relacionada con la incapacidad de determinar qué deportistas están predispuestos a la lesión. Para ello, se han creado diferentes algoritmos que intentan determinar el riesgo de lesión. Aunque, para la mayor parte de estas y de los trastornos del movimiento, las ecuaciones propuestas no son posibles(34).

Son muchos los profesionales de la medicina deportiva los que han sugerido la necesidad de crear técnicas específicas que detecten, de forma funcional, el déficit de movimiento(34). La evaluación de la función del hombro puede ser útil tanto como para controlar la progresión de una lesión o el desarrollo de trastornos secundarios(35), como para detectar limitaciones o asimetrías con respecto a los patrones comunes de movimiento(34). Realizar un cribado de los movimientos funcionales de la persona antes de comenzar la rehabilitación o preparación física es fundamental ya que, al observar los patrones de movimiento, es posible identificar el eslabón débil y trabajar sobre él(33).

Sin embargo, existe una falta de prevención primaria ya que, normalmente, la evaluación de los riesgos se realiza tras la primera lesión. Por este motivo, un cribado del movimiento es fundamental para identificar y describir la competencia del movimiento y establecer si es necesario más investigación(34).

Cabe señalar que, entre las ventajas de este propósito, se encuentran: la capacidad de identificar a las personas que están en situación de riesgo, la ayuda en el diseño de programas para normalizar o mejorar los patrones de movimiento, la descripción de una herramienta para monitorear el progreso a nivel físico o de lesiones y la creación de una línea base de movimiento funcional(33).

Para concluir, se expone la declaración de la Asociación Estadounidense de Terapia Física, para la Terapia Física en 2013: “Transformar a la sociedad, optimizando el movimiento, para mejorar la experiencia humana”(33).

## 7.2. Objetivos

Hipótesis: Detectar a tiempo los factores que predisponen a padecer dolor de hombro ayudará a la prevención de lesiones en el hombro del nadador.

Objetivo principal:

- Establecer un protocolo de valoración funcional del hombro del nadador.

Objetivos secundarios:

- Conocer el estado en funcional en el que se encuentra el deportista.
- Analizar los factores de riesgo del deportista.
- Averiguar la presencia de lesión.

## 7.3. Material y métodos

Para llevar a cabo la siguiente propuesta valoración funcional del hombro del nadador será necesario la presencia de un fisioterapeuta y un nadador de competición, además de los siguientes instrumentos: un Hand held dynamometer (HHD), un goniómetro con regla incorporada para medir, un inclinómetro, una plomada, una camilla y una banda elástica. El HHD es una herramienta muy útil y fácil de transportar. Varios estudios han encontrado una fiabilidad en sus mediciones realizadas de buena a excelente, con un coeficiente de correlación intraclase (ICC) de más de 0,8(9,22).

La valoración funcional se realizará a todos los nadadores del equipo al comienzo de cada macrociclo de la temporada (septiembre, enero y abril), para conocer el estado funcional en el que se encuentran, y cuando uno de ellos presente dolor en el hombro, para discriminar el origen del mismo. De esta forma, podremos conocer los valores iniciales de cada deportista, antes y después de los periodos de competición, e incidir sobre aquellos aspectos que se consideren un riesgo de una futura lesión de hombro, así como llevar a cabo las estrategias necesarias para recuperar una lesión, en caso de estar presente.

Los apartados de esta propuesta son: una anamnesis, una valoración subjetiva, una valoración objetiva y una batería de test clínicos. Dentro de la valoración objetiva, cada valor será realizado un mínimo de 3 veces hasta escoger los valores que se encuentren dentro del 10%. De la misma forma, se relacionará el lado afecto con el sano, entendiendo una diferencia mayor al 15% entre uno y otro como un déficit en el valor medido:  $\frac{\text{Lado afecto}}{\text{lado sano}} < 15\%$  → Déficit.

Para llevar a cabo la valoración será necesario que el sujeto a valorar se encuentre sin camiseta, durante todo el proceso, y sin pantalones, durante la observación de la postura.

ANAMNESIS

Evaluador: \_\_\_\_\_

DATOS DEPORTISTA

---

- 1- Nombre y apellidos:
- 2- Sexo:  Hombre  Mujer
- 3- Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
- 4- Peso: \_\_\_\_ kg
- 5- Altura: \_\_\_\_ cm
- 6- Mano dominante:  Derecha  Izquierda

DATOS ACTIVIDAD DEPORTIVA

---

- 1- Edad en la que comenzó de actividad: \_\_\_\_ años
- 2- Especialidad de nado:  Crol  Espalda  Mariposa  Braza
- 3- Distancia de competición:  50m  100m  200m  400m  800m  
 1500m
- 4- Nivel competitivo:  Alevín  Infantil  Junior  Absoluta
- 5- Lado de respiración:  Derecho  Izquierdo  Indiferente
- 6- Días a la semana de entrenamiento en piscina: \_\_\_\_ días/semana
- 7- Horas a la semana de entrenamiento en piscina: \_\_\_\_ horas/semana
- 8- Kilómetros a la semana de entrenamiento en piscina: \_\_\_\_ km/semana
- 9- Días a la semana de entrenamiento en seco: \_\_\_\_ días/semana
- 10- Horas a la semana de entrenamiento en seco: \_\_\_\_ horas/semana
- 11- Materiales complementarios durante el entrenamiento en piscina:  
 Palas  Aletas  Tubo  Otros: \_\_\_\_\_

PREGUNTAS EN RELACIÓN AL HOMBRO

---

¿Sientes algún tipo de dolor o molestia en el hombro?  SI\*  NO

\*En caso de ser afirmativa la pregunta anterior:

- 1- Localización del dolor:  Hombro derecho  Hombro izquierdo  Ambos

2- ¿Este aparece durante el entrenamiento en piscina o en las actividades complementarias?

Entrenamiento en piscina

Actividades complementarias:

Entrenamiento en seco     Estiramientos     Otros: \_\_\_\_\_

Ambas     Otros: \_\_\_\_\_

3- ¿Cómo fue el inicio del dolor: repentino o progresivo?

4- ¿Siente crujido o chasquido? ¿En qué movimientos?

5- ¿Siente el hombro inestable?     SI     NO

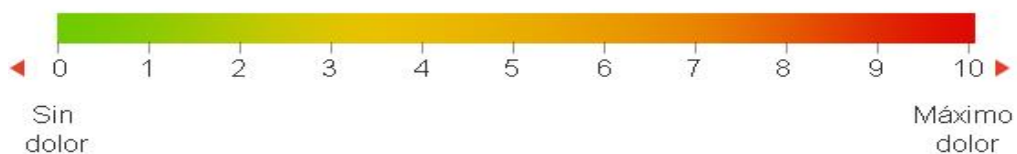
6- ¿El dolor provoca el cese de la actividad?     SI     NO

7- ¿En qué momento de la técnica de natación duele más?

8- ¿Se han realizado cambios en la dinámica de los entrenamientos recientemente? ¿Cuáles?

9- ¿Se aprecian cambios en el rendimiento?     SI     NO

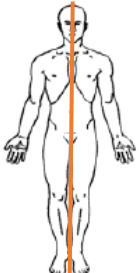
10- Dolor según la Escala Visual Analógica (EVA) en la situación de máximo dolor:



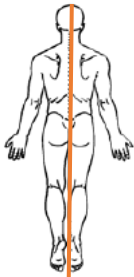


### VALORACIÓN SUBJETIVA

### OBSERVACIÓN ESTÁTICA CON PLOMADA

Tabla 5. Observaciones de la morfología del nadador. Fuente: Elaboración propia.

<p>Vista anterior:</p> 	<p>Observaciones:</p>
--	-----------------------



Vista posterior: 	Observaciones:
Vista lateral izquierda: 	Observaciones:
Vista lateral derecha: 	Observaciones:

### DINÁMICA ESCAPULAR

Observación del movimiento escapular desde vista posterior en los movimientos de:

- Abducción de hombros:

Observaciones:

- Flexión de hombros:

Observaciones:

Se realizarán 3 repeticiones a velocidad progresiva con una duración de 30 segundos y 30 segundos de descanso entre ellas.

## PALPACIÓN

---

Palpar bandas tensas en el vientre muscular del trapecio superior (paciente decúbito supino y palpar en pinza con índice y pulgar), infraespinoso y elevador de la escápula (paciente decúbito prono y palpar con 2º, 3º y 4º dedo): Primero transversal y después longitudinal para localizar el PGM. Comprobar si el dolor que refieren los PGM es el mismo que siente el sujeto: “¿Este es el dolor que sientes cuando te duele?”

## VALORACIÓN OBJETIVA

### INCLINACIÓN ESCAPULAR

---

Sujeto en bipedestación. Colocar un inclinómetro en la parte superior de la espina de la escápula y medir la inclinación en posición anatómica, a 45º, 90º y 135º de ABD. En cada una de estas posiciones, con un metro, medir la distancia desde el borde inferior de la escápula hasta la espinosa torácica que coincide transversalmente cuando está en posición anatómica:

Vértebra: Espinosa de T\_\_

### RANGO DE MOVIMIENTO (RDM)

---

Con un goniómetro, medir el rango de movimiento de rotación interna, externa, abducción, aducción, flexión y extensión de ambos hombros en su amplitud máxima o hasta la aparición de dolor.

### DINAMOMETRÍA

---

Fuerza isométrica de hombro → Hand held dynamometer (HHD). Contracciones máximas de 3 segundos con 30 segundos de descanso entre cada repetición y 2 minutos entre cada posición. Sujeto en decúbito supino:

- Flexión: 140º abducción en 30º de plano escapular + codo en extensión. HHD en el tercio distal del radio.

- Extensión: 140º abducción en 30º de plano escapular + codo en extensión. HHD en el tercio distal del cúbito.
- Rotación interna: 90º de abducción + 90º flexión codo + 30º en el plano escapular. HHD en la cara anterior de la muñeca.
- Rotación externa: 90º de abducción + 90º flexión codo + 30º en el plano escapular. HHD en la cara posterior de la muñeca.

## TEST CLÍNICOS

---

Se realizarán test para valorar un conflicto subacromial (Anexo 2): Test de Neer y test de Hawkins-Kennedy; una patología manguito rotador (Anexo 3): Test de Jobe, test de Patee y test de Lift-off Gerber; la laxitud humeral (Anexo 4): Test del surco, test de aprehensión y test de subluxación posterior; un déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD) (Anexo 5): Test de retracción de la cápsula posterior; una lesión del lábrum antero-postero superior (SLAP) (Anexo 6): Test pulm-up y test O'Brien.

## PROFILAXIS

### PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO Y ESTIRAMIENTOS

---

Los **ejercicios** se realizarán: 4 veces por semana, 3 series de 10 repeticiones sobre 15 posibles, 20 segundos de descanso entre repeticiones y 2 minutos entre serie:

- Retractores de escápula: Trapecio inferior (Anexo 9) y trapecio medio (Anexo 10).
- Rotadores externos (Anexo 11).

Progresar en la resistencia de la banda elástica cuando la sensación de esfuerzo sea 6/10 en la escala de Borg (Anexo 8).

Los **estiramientos** se realizarán: Después de los ejercicios, 4 veces por semana, 3 repeticiones de 30 segundos y 10 segundos de descanso entre repetición:

- Pectoral mayor: Estiramiento en la esquina de una pared para la porción clavicular, esternal y abdominal (Anexo 12).
- Dorsal ancho: (Anexo 13).



Fecha: \_\_/\_\_/\_\_ Lado afecto: \_\_\_\_\_ Evaluador: \_\_\_\_\_

Tabla 6. Resultados objetivos de valoración funcional del hombro del nadador. Fuente: Elaboración Propia.

Miembro	EVA (0-10)	Inclinación (º ABD)				Distancia escapular (cm en º ABD)				RDM						FUERZA						
		A	45º	90º	135º	A	45º	90º	135º	FL	EX	ABD	ADD	RI	RE	FL	EX	ABD	ADD	RI	RE	RE:RI
DCHO																						
IZQ																						
Déficit																						

Tabla 7. Resultados obtenidos en la búsqueda de PGM. Fuente: Elaboración propia.

Músculo	PGM Activo	PGM latente
Trapezio superior		
Infraespinoso		
Elevador de la escápula		

Tabla 8. Resultados obtenidos en los test clínicos. Fuente: Elaboración propia.

TEST	Conflicto subacromial		Patología MR			SLAP		Laxitud			GIRD
	Neer	Hawkins	Jobe	Patte	Gerber	Palm-up	O'Brien	Anterior	Inferior	Posterior	Retracción capsular
Resultado (+/-)											



## 8. AGRADECIMEINTOS

En primer lugar, quiero dar las gracias a la Universidad Pública de Navarra por darme la oportunidad de hacer este Trabajo de Fin de Grado con el que culmina mi formación como Fisioterapeuta y, en especial, a mi directora Alazne Ruiz de Escudero, por confiar en mi trabajo y ofrecerme sus consejos y enseñanzas para llevarlo a cabo. Por otro lado, agradecer a Mitxelko Sánchez su ayuda rápida e incondicional en el formato del trabajo.

Me gustaría, sobre todo, dar las gracias a mi familia porque, si no fuese por ellos, ahora mismo no estaría escribiendo estas líneas. Gracias a mis compañeras de piso, por dejarme compartir todo este tiempo a su lado. Gracias a Itziar Castaño y Dorleta Iturritza, por ayudarme en la ejecución de las fotografías. Para concluir, gracias a mi novio, porque ha sido mi inspiración durante todo este proceso y nunca me ha faltado su apoyo y compromiso.





## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Pró EA. Anatomía clínica. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012.
2. Bahu MJ, Trentacosta N, Vorys GC, Covey AS, Ahmad CS. Multidirectional Instability: Evaluation and Treatment Options. *Clin Sports Med.* 2008 Oct 1;27(4):671–89.
3. Anne M.R. Agur KLM. Fundamentos de anatomía con orientación clínica. 3ª Edición. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 716 p.
4. Walker H, Gabbe B, Wajswelner H, Blanch P, Bennell K. Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Phys Ther Sport.* 2012 Nov 1;13(4):243–9.
5. Wanivenhaus F, Fox AJS, Chaudhury S, Rodeo SA. Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health.* 2012 May;4(3):246–51.
6. Matzkin E, Suslavich K, Wes D. Swimmer’s Shoulder: Painful Shoulder in the Competitive Swimmer. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016 Aug;24(8):527–36.
7. McLaine SJ, Ginn KA, Fell JW, Bird M-L. Scapular upward rotation position is symmetrical in swimmers without current shoulder pain. *Phys Ther Sport.* 2018 Jan 1;29:9–13.
8. Heinlein SA, Cosgarea AJ. Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer’s Shoulder. *Sports Health.* 2010 Nov;2(6):519–25.
9. Habechian FAP, Malderen KV, Camargo PR, Cools AM. Changes in shoulder girdle strength in 3 consecutive years in elite adolescent swimmers: a longitudinal cohort study. *Braz J Phys Ther* [Internet]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1413355517306445>
10. Hill L, Collins M, Posthumus M. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. *Phys Sportsmed.* 2015 Nov;43(4):412–20.

11. Manske RC, Lewis S, Wolff S, Smith B. EFFECTS OF A DRY-LAND STRENGTHENING PROGRAM IN COMPETITIVE ADOLESCENT SWIMMERS. *Int J Sports Phys Ther.* 2015 Nov;10(6):858–67.
12. Bak K. The Practical Management of Swimmer’s Painful Shoulder: Etiology, Diagnosis, and Treatment. *Clin J Sport Med.* 2010 Sep;20(5):386–390.
13. Leão Almeida GP, De Souza VL, Barbosa G, Santos MB, Saccol MF, Cohen M. Swimmer’s shoulder in young athlete: Rehabilitation with emphasis on manual therapy and stabilization of shoulder complex. *Man Ther.* 2011 Oct 1;16(5):510–5.
14. Tate A, Turner GN, Knab SE, Jorgensen C, Strittmatter A, Michener LA. Risk Factors Associated With Shoulder Pain and Disability Across the Lifespan of Competitive Swimmers. *J Athl Train.* 2012 Mar 1;47(2):149–58.
15. Matthews MJ, Green D, Matthews H, Swanwick E. The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. *Phys Ther Sport.* 2017 Jan 1;23:118–22.
16. Pollard H, Croker D. SHOULDER PAIN IN ELITE SWIMMERS. *Australas Chiropr Osteopat.* 1999 Nov;8(3):91–5.
17. Paz DA, Chang GH, Yetto JM, Dwek JR, Chung CB. Upper extremity overuse injuries in pediatric athletes: clinical presentation, imaging findings, and treatment. *Clin Imaging.* 2015 Nov 1;39(6):954–64.
18. Hibberd EE, Oyama S, Spang JT, Prentice W, Myers JB. Effect of a 6-week strengthening program on shoulder and scapular-stabilizer strength and scapular kinematics in division I collegiate swimmers. *J Sport Rehabil.* 2012 Aug;21(3):253–65.
19. Rodeo SA, Nguyen JT, Cavanaugh JT, Patel Y, Adler RS. Evaluaciones clínicas y ecográficas de los hombros de los nadadores de élite. *Am J Sports Med.* 2016 Dec 1;44(12):3214–21.
20. Díaz Morán A. Diagnóstico, abordaje terapéutico y prevención de la patología tendinosa del manguito rotador en el nadador de crol. *Menció d’esport*

- [Internet]. 2014 [cited 2018 Feb 13]; Available from: <http://eugdspace.eug.es:80/xmlui/handle/123456789/32>
21. Tourny-Chollet C, Seifert L, Chollet D. Effect of force symmetry on coordination in crawl. *Int J Sports Med.* 2009 Mar;30(3):182–7.
  22. McLaine SJ, Ginn KA, Fell JW, Bird M-L. Isometric shoulder strength in young swimmers. *J Sci Med Sport.* 2018 Jan 1;21(1):35–9.
  23. Serenza FS, Oliveira AS, Bedo BLS, Mariano FP, Aquino R, Warner M, et al. Biomechanical analysis of the shoulder of swimmers after a maximal effort test. *Phys Ther Sport.* 2018 Mar;30:14–21.
  24. Davies GJ, Matheson JW, Ellenbecker TS, Manske R. CHAPTER 36 - The Shoulder in Swimming. In: Wilk KE, Reinold MM, Andrews JR, editors. *The Athlete’s Shoulder (Second Edition)* [Internet]. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2009. p. 445–63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443067013500396>
  25. Cools AM, Cambier D, Witvrouw EE. Screening the athlete’s shoulder for impingement symptoms: a clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *Br J Sports Med.* 2008 Aug;42(8):628–35.
  26. Cerezo JB. Etiología, valoración y tratamiento del dolor de hombro en nadadores de competición: revisión bibliográfica. *FisioGlía Rev Divulg En Fisioter.* 2014;1(3):47–55.
  27. Torres RR, Gomes JLE. Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med.* 2009 May;37(5):1017–23.
  28. Journal Citation Reports (JCR) [Internet]. [cited 2018 May 1]. Available from: <http://www.bib.upct.es/journal-citation-reports-jcr-science-edition>
  29. Hidalgo-Lozano A, Fernández-de-las-Peñas C, Calderón-Soto C, Domingo-Camara A, Madeleine P, Arroyo-Morales M. Elite swimmers with and without unilateral shoulder pain: mechanical hyperalgesia and active/latent muscle

- trigger points in neck-shoulder muscles. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Feb;23(1):66–73.
30. Olivier N, Quintin G, Rogez J. Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. *Ann Réadapt Médecine Phys*. 2008 Jun 1;51(5):342–7.
  31. Fredericson M, Ho C, Waite B, Jennings F, Peterson J, Williams C, et al. Magnetic resonance imaging abnormalities in the shoulder and wrist joints of asymptomatic elite athletes. *PM R*. 2009 Feb;1(2):107–16.
  32. Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman S. Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992;16(6):262–8.
  33. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING: THE USE OF FUNDAMENTAL MOVEMENTS AS AN ASSESSMENT OF FUNCTION-PART 2. *Int J Sports Phys Ther*. 2014 Aug;9(4):549–63.
  34. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING: THE USE OF FUNDAMENTAL MOVEMENTS AS AN ASSESSMENT OF FUNCTION - PART 1. *Int J Sports Phys Ther*. 2014 May;9(3):396–409.
  35. Struyf F, Lluch E, Falla D, Meeus M, Noten S, Nijs J. Influence of shoulder pain on muscle function: implications for the assessment and therapy of shoulder disorders. *Eur J Appl Physiol*. 2015 Feb;115(2):225–34.
  36. Hegedus EJ, Goode A, Campbell S, Morin A, Tamaddoni M, Moorman CT, et al. Physical examination tests of the shoulder: a systematic review with meta-analysis of individual tests. *Br J Sports Med*. 2008 Feb;42(2):80–92; discussion 92.
  37. Fitness, Lady. Spinning: la escala de Borg para medir el esfuerzo [Internet]. Vitónica. 2013 [cited 2018 May 15]. Available from: <https://www.vitonica.com/spinning/spinning-la-escala-de-borg-para-medir-el-esfuerzo>

## 10. ANEXOS

Anexo 1. Escala Pedro. Fuente: Elaboración propia.

Referencias	Criterio											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Manske RC et al./2015</b>	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	<b>7/10</b>
<b>Hibberd EE et al./2012</b>	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	<b>5/10</b>

Anexo 2. Explicación de los test que evalúan un conflicto subacromial. Fuente: Modificado de Olivier et al. (30) y Hegedus et al. (36).

### Conflicto subacromial:

**Test de Neer:** Paciente en bipedestación con codo en extensión. El examinador, mientras estabiliza la escápula, realiza una rotación interna y flexión máxima de hombro(30).

- Dolor durante la maniobra (registrar anterior o posterior) = Resultado positivo (+).
- Sensibilidad/Especificidad → 79/53 (36).

**Test de Hawkins-Kennedy:** Paciente en bipedestación con el codo y hombro a 90º de flexión. El examinador, mientras fija el hombro, realiza una rotación interna máxima pasiva(30).

- Dolor durante la maniobra = Resultado positivo (+).
- Sensibilidad/Especificidad → 79/59 (36).

Anexo 3. Explicación de los test que valoran una patología del manguito de los rotadores. Fuente: Modificado de Cools et al. (25) y Cerezo et al. (26).

Patología manguito rotador:

**Test de Jobe:** Paciente en bipedestación con codo en extensión, 90º de flexión de hombro en el plano escapular (30º) y rotación interna máxima. Examinador realiza una resistencia a la elevación del brazo(25,26).

- Dolor y/o debilidad = Resultado positivo (+) → Patología del supraespinoso.
- Sensibilidad/Especificidad → 94/39 (26).

**Test de Patee:** Paciente en bipedestación con el codo pegado al cuerpo y 90º de flexión y el hombro en posición neutra. Examinador resiste la rotación externa máxima desde la muñeca(26).

- Dolor y/o debilidad = Resultado positivo (+) → Patología del infraespinoso.
- Sensibilidad/Especificidad → 94/95 (26).

**Test de Lift-off Gerber:** Paciente en sedestación con el codo pegado al cuerpo en 90º de flexión y el hombro en posición neutra. El examinador resiste la rotación interna máxima desde la muñeca(26).

- Dolor y/o debilidad = Resultado positivo (+) → Patología subescapular.
- Sensibilidad/Especificidad → 99/96 (26).

Anexo 4. Explicación de los test que evalúan la laxitud humeral. Fuente: Modificado de Cools et al. (25), Cerezo et al. (26), Olivier et al. (30) y Hegedus et al. (36).

Evaluación de la laxitud:

**Test del surco:** Paciente en bipedestación con el brazo relajado. El examinador realiza una tracción inferior del húmero(30).

- El dedo del examinador cabe en el espacio formado = Resultado positivo (+)  
→ Hiperlaxitud inferior.
- Sensibilidad/Especificidad → 17/93 (36).

**Test de aprehensión:** Paciente en decúbito supino con el codo y hombro a 90º de flexión. El examinador realiza una rotación externa máxima(30).

- Aprehensión a tener una luxación = Resultado positivo (+) → Inestabilidad anterior.
- Sensibilidad/Especificidad → 72/96 (26).

**Test de subluxación posterior:** Paciente en sedestación con el brazo en aducción, rotación interna, 90º de flexión de codo y 70-80º de flexión de hombro. El examinador realiza una fuerza del húmero posterior con abducción horizontal y rotación externa(25).

- Clic = Test positivo (+) → La cabeza del húmero se reubica en la cavidad glenoidea porque estaba subluxada.
- Sensibilidad/Especificidad → 89/82 (26).

Anexo 5. Explicación de los test que evalúan el GIRD. Fuente: Modificado de Cools et al. (25) y Cerezo et al. (26).

Déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD):

**Test de retracción de la cápsula posterior:** Paciente en decúbito lateral con el hombro y codo en flexión de 90º. El examinador realiza una rotación interna pasiva y los mide con un goniómetro(25,26).

- Diferencia entre ambos lados >20º = Resultado positivo (+)
- Sensibilidad/Especificidad →97/96 (26).

Anexo 6. Explicación de los test que valoran la lesión de SLAP. Fuente: Modificado de Cools et al. (25), Olivier et al. (30) y Hegedus et al. (36).

Lesión del lábrum antero-postero superior (SLAP):

**Test pulm-up:** Paciente en bipedestación con el codo en extensión y supinación del antebrazo. El examinador resiste la flexión del hombro desde la muñeca(30).

- Dolor y/o debilidad = Resultado positivo (+) → Patología cabeza larga del bíceps.
- Sensibilidad/Especificidad → 48/67 (36).

**Test O’Brien:** Paciente en bipedestación con el hombro en flexión de 90º y 10º de aducción. El examinador resiste la flexión de hombro: Primero con el pulgar hacia el suelo y después con el pulgar hacia el techo(25).

- Dolor que aparece en la primera posición y desaparece en la segunda = Resultado positivo → Lesión de SLAP.
- Sensibilidad/Especificidad → 63/73 (36).

Anexo 7. Presupuesto de valoración. Fuente: Elaboración propia.

Cantidad	Concepto	Proveedor	Importe (€)
1	Goniómetro	Fisiomarket	2,00
1	Dinamómetro (HHD)	Physiosupplies.eu	998,25
1	Inclinómetro	Lacasadelfisio.com	108,04
1	Plomada para raquis	Lacasadelmasajista.com	19,97
1	Camilla	Quirumed	104,96
1	Cinta elástica pilates tonificación	Decathlon	9,99
<b>6</b>			<b>1243,21</b>

Anexo 8. Escala de esfuerzo de Borg. Fuente: Modificada de (37).

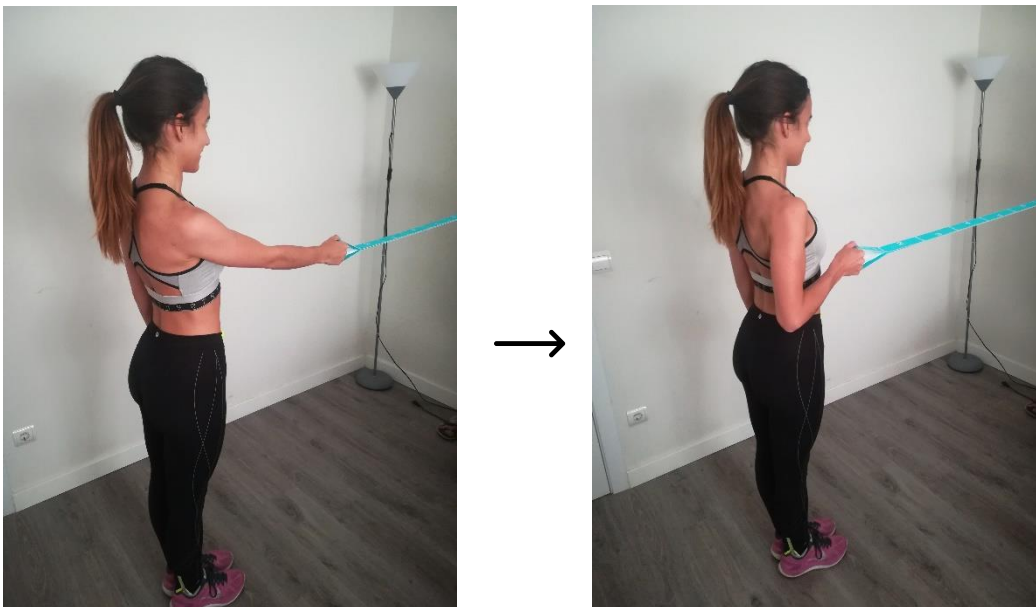
ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Esfuerzo máximo



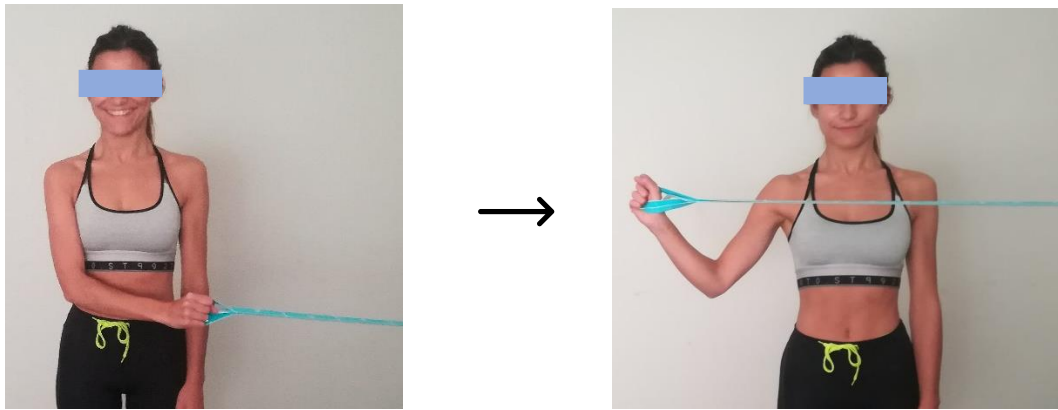
Anexo 9. Ejercicios retracción escapular - Trapecio inferior. Fuente: Elaboración propia.



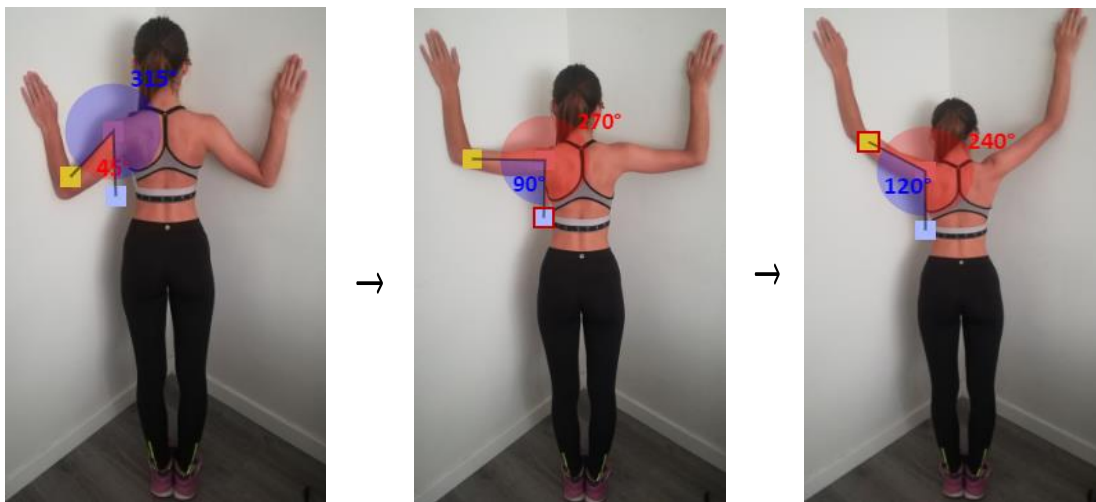
Anexo 10. Ejercicios retracción escapular - Trapecio medio. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 11. Ejercicio para rotadores externos. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 12. Estiramiento pectoral mayor – Porción clavicular (45°), porción esternal (90°) y porción abdominal (120°). Fuente: Elaboración propia.



Anexo 13. Estiramiento dorsal ancho. Fuente: elaboración propia.

