



## TÍTULO

# USO DE LA PROPIOCEPCIÓN COMO MECANISMO DE RECUPERACIÓN DEL HOMBRO

## AUTORA

**Minerva Caamaño Aliaga**

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2015**

Director/Tutor	Dr. Delfín Galiano Orea
Curso	<i>Máster Propio en Prevención, Recuperación y Readaptación Funcional de Lesiones Físico-Deportivas (2014/15)</i>
ISBN	978-84-7993-675-4
©	Minerva Caamaño Aliaga
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2015



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
  - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- 
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
  - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
  - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

Primeras páginas normalizadas del Trabajo de Fin de Máster



Uso de la propiocepción como mecanismo de recuperación del hombro inestable

Trabajo de Fin de Master presentado para optar al Título de Master en prevención, recuperación y readaptación funcional de lesiones físico-deportivas Minerva Caamaño Aliaga, siendo el tutor del mismo el Dr. D. Delfín Galiano Orea

Vo. Bo. del Tutor:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Delfin Galiano Orea', is written over the 'Vo. Bo. del Tutor:' label.

Dr. D. *Delfin Galiano Orea*

Alumno:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Minerva Caamaño Aliaga', is written over the 'Alumno:' label.

D. Minerva Caamaño Aliaga

Sevilla, 03/09/2015



MÁSTER EN PREVENCIÓN, RECUPERACIÓN Y READAPTACIÓN  
FUNCIONAL DE LESIONES FÍSICO-DEPORTIVAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2014-2015

TITULO:

USO DE LA PROPIOCEPCIÓN COMO MECANISMO DE RECUPERACIÓN DEL  
HOMBRO

AUTOR:

MINERVA CAAMAÑO ALIAGA

TUTOR ACADEMICO:

Dr. D. DELFÍN GALIANO OREA

RESUMEN:

Las lesiones de hombro tienen una alta prevalencia en el deporte, debido a las características especiales del complejo articular del hombro. Su estructura concede gran movilidad a la articulación pero también contribuye a poseer mayor inestabilidad a la misma. En la estabilidad articular participa la propiocepción por lo que una progresión de entrenamiento de este tipo mejora la estabilidad y favorece la recuperación del complejo articular del hombro

PALABRAS CLAVE:

Hombro, inestabilidad, propiocepción, recuperación, readaptación.

ABSTRACT:

Shoulder's injuries have a high prevalence in sports, due to special characteristics of joints complex of the shoulder. The structure gives great range of movement but it also has more joint instability. Proprioception takes part in the joint instability so a progression of training improves instability and promotes recovery of joints complex of shoulder.

KEYWORDS:

Shoulder, instability, proprioception, recovery, readaptation

## 1. ÍNDICE

1. ÍNDICE.....	3
2. RESUMEN .....	4
3. INTRODUCCIÓN: .....	5
3.1 Contextualización del trabajo .....	5
3.2 Fundamentos teóricos del trabajo/desarrollo. ....	6
3.2.1 Biomecánica del complejo articular del hombro .....	6
3.2.2 Estabilización en el hombro.....	10
3.2.3 Sistema propioceptivo.....	18
4. METODOLOGÍA:.....	21
5. CONTENIDOS:.....	37
6. CONCLUSIONES. ....	46
7. REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA. ....	47

## **2. RESUMEN**

El complejo articular del hombro es una articulación con alta prevalencia de lesiones, debido a las características estructurales que posee la incongruencia de la cabeza humeral con la cavidad glenoidea por lo que la articulación tiene un amplio rango de movimiento pero a su vez esto gran inestabilidad articular. Por este motivo se propone el método de entrenamiento de propiocepción con el objetivo de recuperar una lesión de hombro. Dos bases de datos fueron consultadas Pubmed y Science direct para realizar la revisión. Como conclusión podemos decir que el trabajo de propiocepción siguiendo una progresión correcta y adecuadas una buena alternativa para llevar a cabo la recuperación del hombro tras una lesión ya que consigue reentrenar los mecanorreceptores dañados por este motivo y además puede ayudar a evitar una recidiva.

### **3. INTRODUCCIÓN:**

#### **3.1 Contextualización del trabajo**

Los conocimientos fundamentales acerca del hombro son bien extendidos, tanto su biomecánica como su patomecánica es una cuestión de gran interés puesto que una lesión de hombro repercute muy negativamente ya no solo en la vida deportiva de una persona sino en la cotidiana por lo que afecta a su calidad de vida.

En cuanto a la relación de los estabilizadores del hombro existe gran consenso entre los autores (Arvelo D'Freitas, 2013; Degen, Giles, Thompson, Litchfield, & Athwal, 2013; Helgeson & Stoneman, 2014; Marc, Rifkin, Gaudin, & Teissier, 2010) ya que está basado en un tema biomecánico bien estudiado, capsula, ligamentos, cartílagos entre otras estructuras forman parte de las estructuras estabilizadoras pasivas o estáticas y como estabilizador dinámico resaltan la actuación del manguito rotador.

No obstante no existe un protocolo de recuperación estandarizado y oficial de trabajo aunque sí que hay muchos autores que han escrito acerca del tema (Clark, Röijezon, & Treleaven, 2015; Dreinhofer, Schuler, Schafer, & Ohly, 2014; Helgeson & Stoneman, 2014; Kibler, McMullen, & Uhl, 2012; Lubiatuski et al., 2014; Marc et al., 2010; Wilk, Macrina, & Arrigo, 2012). A pesar de discrepar en cuanto al número de fases, temporalización y secuencia de ejercicios entre otras variables, todos poseen algo en común, y es el aumento de la estabilidad del hombro mediante la propiocepción.

Este término a grandes rasgos se puede decir que está basado en la estabilidad articular, propiedad fundamental para el hombro ya que debido a sus características especiales es la articulación con más grados de movimiento del cuerpo humano. Sobre la estabilidad y la inestabilidad han crecido de forma exponencial en los últimos años las publicaciones, girando sobre todo en torno a la propiocepción, lo que ha permitido elaborar un protocolo que deja poco espacio a los aspectos aleatorios. La readaptación en general y en concreto de un hombro inestable, debe seguir una progresión estricta para solicitar de forma gradual todas las estructuras tisulares y los niveles de organización central.

## **3.2 Fundamentos teóricos del trabajo/desarrollo.**

### **3.2.1 Biomecánica del complejo articular del hombro**

El hombro es una estructura compleja del cuerpo humano y es la articulación más vulnerable a las lesiones ya que le exige gran amplitud de movimiento, así como velocidad y fuerza. El complejo articular del hombro (CAH) o la cintura escapular, según qué autor, es una compleja serie de articulaciones y uniones, que se combinan en un complicado patrón de deslizamiento, oscilación y rotación, para producir un movimiento coordinado y situar el miembro superior en un gran número de posiciones dentro del espacio.

La liberación de las manos gracias a la posición bípeda, ha conseguido que el extremo libre, la mano, pueda realizar otro tipo de funciones como la manipulación de objetos así como la ejecución de otros movimientos más delicados. Dichos movimientos dependen de una estabilidad y movilidad que le proporciona el complejo articular del hombro. La naturaleza no concibió al ser humano para realizar acciones por encima de la cabeza, de ahí lo propensa que es esta estructura debido a las tensiones soportadas por los huesos, superficies condrales y tejidos blandos.

A pesar de ello, el hombro posee el siguiente rango de movimiento:

- Elevación: 180°
- Extensión 60
- Abducción 180
- Aducción: 45
- Rotación interna: 80
- Rotación externa: 90

El CAH está formada por cinco articulaciones con sus relativos componentes asociados que, actuando de manera conjunta y complementaria permiten el movimiento del hombro. Podemos encontrar estructuras óseas como son la clavícula, la escápula y el húmero que unidas por una serie de articulaciones conforman una identidad funcional.

En el CAH se considera la existencia de articulaciones verdaderas o anatómicas y articulaciones falsas o fisiológicas, con lo cual se establece el concepto de superficies

articulares. Las articulaciones del CAH (Figura 3.2) pueden ser agrupadas en dos componentes:

- I. Articulaciones del cíngulo pectoral:
  - a. Articulación escapulotorácica: Fisiológica, principal
  - b. Articulación acromioclavicular: Anatómica, accesoria
  - c. Articulación esternocostoclavicular: Anatómica, accesoria
- II. Articulaciones del hombro:
  - a. Articulación subdeltoidea: Fisiológica, accesoria
  - b. Articulación glenohumeral: Anatómica, principal

En la práctica los dos grupos funcionan simultáneamente según proporciones variables en el transcurso de los movimientos. De modo que se puede afirmar que las cinco articulaciones del CAH funcionan simultáneamente y en proporciones variables de un grupo a otro. Desde el punto de vista funcional, son indisolubles los movimientos del cíngulo pectoral de los movimientos de las articulaciones del hombro. Por tanto las funciones biomecánicas del CAH con los factores de:

1. Unir la extremidad superior al esqueleto axial dependiente de la posición del brazo y del control de los músculos rotadores
2. Proveer una movilidad extensiva del brazo en el espacio
3. Proveer una estabilidad a las maniobras del codo y de la mano a los movimientos de fuerza

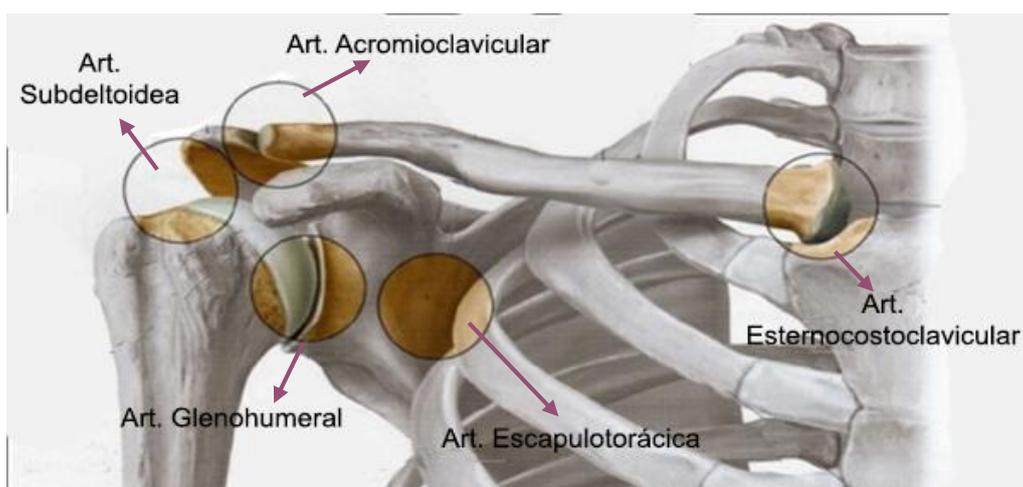


Figura 3.2: Articulaciones del complejo articular del hombro. .Fuente: elaboración propia

En la revisión de Arvelo D'Freitas (2013) acerca de la biomecánica del hombro, propone la siguiente clasificación para las características de las articulaciones del CAH:

I. Cíngulo pectoral (cintura escapular)

a. Articulación acromioclavicular

- i. Sinovial: Posee membrana sinovial
- ii. Número de superficies articulares: Simple, presentados superficies articulares, la faceta acromial de la clavícula y la faceta clavicular del acromion.
- iii. No compleja: Ya que la mayoría de las veces, no hay la presencia de un fibrocartílago o disco articular.
- iv. Forma de las superficies articulares: Plana, en relación a la descripción realizada anteriormente.
- v. Grados de libertad: Uniaxial, presenta un solo grado de libertad, caracterizado por movimientos de desplazamiento.

Su función primaria, es mantener la relación entre la clavícula y el omoplato en las primeras fases de elevación de la extremidad superior y permitirle al omoplato un rango de rotación adicional sobre el esqueleto axil (tórax) en las etapas finales de elevación de la extremidad superior.

b. Articulación escapulotorácica

i. 1) Omoserrática:

- a. Por detrás y por fuera el omoplato recubierto por el músculo subescapular
- b. Por delante y por dentro el músculo serrato anterior

ii. 2) Parietoserrática:

- a. Por dentro y por delante la pared torácica (músculos, costillas)
- b. Por detrás y por fuera el músculo serrato anterior

Esta articulación fisiológica, no puede actuar sin el concurso de las otras dos articulaciones del cíngulo pectoral, a las que mecánicamente está unida. Se le señalan los siguientes movimientos:

1. Traslación vertical: corresponde a los movimientos de elevación y descenso.

2. Traslación horizontal o lateral: relacionado con los movimientos de anteposición y retroposición.

3. Basculación o rotación: que puede ser medial o lateral

c. Articulación Esternocostoclavicular

i. Sinovial: Presencia de una membrana sinovial

ii. Número de superficies articulares: Compuesta, presenta tres superficies articulares, el extremo esternal (medial) de la clavícula, la escotadura clavicular esternal y el cartílago de la primera costilla

iii. Compleja: Debido a la presencia de un disco articular

iv. Formas de las superficies articulares: Encaje recíproco o en silla de montar

v. Grados de libertad: Se considera biaxial por presentar dos grados de libertad.

II. Articulaciones del hombro

a. Articulación Subdeltoidea (subacromial)

i. Está formada por el espacio de deslizamiento que se produce entre la cara inferior del músculo que se localiza en el hombro, el deltoides y el plano muscular subyacente, constituido por la musculatura rotadora del hombro, en más íntimo contacto con la articulación glenohumeral.

b. Articulación Glenohumeral

La articulación glenohumeral, en relación a sus superficies articulares, consta de una esfera multiaxial y una fosa articular. Los huesos implicados son la cabeza humeral más o menos esférica y, la poca profunda fosa glenoidea de la escápula, lo cual permite una capacidad de movimiento muy considerable, pero que reduce la seguridad de la articulación. La convexidad de la cabeza del húmero es mayor que la concavidad glenoidea, sólo parte de aquella puede estar en contacto con la fosa en cualquier posición de la articulación por lo que ésta es incongruente. Esta articulación presenta un anillo fibrocartilaginoso, el Labrum Glenoideo, el cual se aplica sobre el contorno de la cavidad glenoidea y que aumenta su

profundidad, mejorando así la congruencia de las superficies articulares. Las estructuras que proporcionan estabilidad articular son el ligamiento coracohumeral y los ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior que junto con la cápsula articular, el labrum glenoideo y la presión negativa, así como el manguito rotador del hombro, tendón capot longos músculo bíceps braquial, tendón capot longos músculo tríceps braquial.

- i. Sinovial: Presencia de una membrana sinovial
- ii. Número de superficies articulares: Simple, dos superficies articulares descritas anteriormente
- iii. Compleja: Presencia del labrum glenoideo
- iv. Forma de las superficies articulares: Esférica o esferoide
- v. Grados de libertad: Se considera una articulación multiaxial por presentar tres grados de libertad.

### 3.2.2 Estabilización en el hombro

Como hemos comprendido a través de la biomecánica del hombro, es que esta articulación posee gran movilidad debido a la incongruencia de la misma que le permite un gran rango de movimiento (ROM), eso sí, sacrificando la estabilidad articular. La cadera o articulación coxofemoral puede ser el ejemplo más cercano por semejanza al hombro, posee mayor estabilidad ya que la cabeza femoral se adapta y encaja bastante bien en el acetábulo (Figura 3.2).

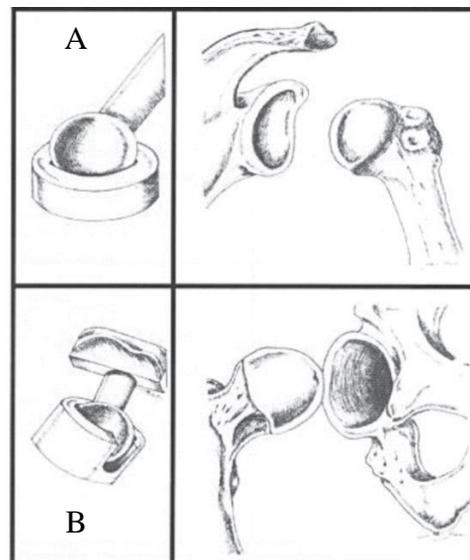


Figura 3.2: Representación anatómica y biomecánica. A: Articulación glenohumeral. B: Articulación coxofemoral. Fuente: Arvelo D'Freitas (2013)

Por tanto, al no estar garantizada la estabilidad exclusivamente por medio de una estructura ósea, es necesario para el complejo articular del hombro, servirse de otro tipo

## Del Hombro Inestable

de estructuras como son capsulas, ligamentos y músculos. Debemos tener en cuenta que dicha estabilidad debe estar garantizada mediante mecanismos pasivos, aquellas estructuras que no son capaces de generar movimiento: presión intrarticular, labrum y estructuras capsuloligamentosas, como por mecanismos dinámicos, estructuras que tienen la capacidad de generar movimiento como son los músculos manguito rotador, porción larga del bíceps y deltoides (Salles et al., 2015), también pueden actuar como estabilizadores pectoral mayor y dorsal ancho (Murray, Goudie, Petrigliano, & Robinson, 2013). Este último mecanismo, resulta interesante para gesto deportivo ya que requieren en muchos de los casos cierta velocidad y en otros tantos además de precisión factores que pueden inducir a aumentar el riesgo de lesión.

### 3.2.2.1 Estabilidad pasiva o estática

La estabilidad en estático va a depender de la articulación en la que nos centremos aunque se puede observar desde un todo como CAH. En cualquier caso desglosemos los mecanismos pasivos que proporcionan estabilidad.

Dentro de la articulación glenohumeral podemos encontrar la capsula articular que posee una presión negativa intra-articular que proporciona un efecto de succión para resistir traducción cabeza humeral, aumentando así la estabilidad. El labrum, aumenta el área de contacto con la cabeza humeral aunque va a depender de la cavidad glenoidea que de media posee entre 9mm en el plano superoinferior y 5mm en el anteroposterior, una pérdida de la integridad del labrum por lesión disminuye un 20% la resistencia a la traslación debido a que reduce la superficie de contacto. La capsula junto con los ligamentos proporciona la principal fuente de estabilidad en estático, ésta, en rangos medios de movimientos, se encuentra laxa, actuando en estas circunstancias trabajaría esencialmente el manguito rotador y la porción larga del bíceps (Figura 3.3). En cambio, sí actuaría estabilizando la capsula en los movimientos más extremos. Los ligamentos, como mencionaba anteriormente también forman parte del complejo de estructuras que estabilizan el hombro, en concreto en la articulación glenohumeral se aprecian el ligamento coracoides que trabaja en el final del gesto de flexión con aducción y rotación interna evitando el desplazamiento inferior de la cabeza humeral, de igual modo el ligamento superior glenohumeral ejecuta un trabajo muy similar al ligamento mencionado anteriormente. El glenohumeral medio evita el desplazamiento anterior en el rango de abducción de 60°-90° además del desplazamiento inferior en aducción. El ligamento inferior glenohumeral es el más relevante en el ámbito deportivo ya que limita el

desplazamiento del húmero en posición de lanzamiento (abducción junto con rotación externa), una lesión aguda por luxación o por microtraumatismos conlleva a una inestabilidad recurrente.

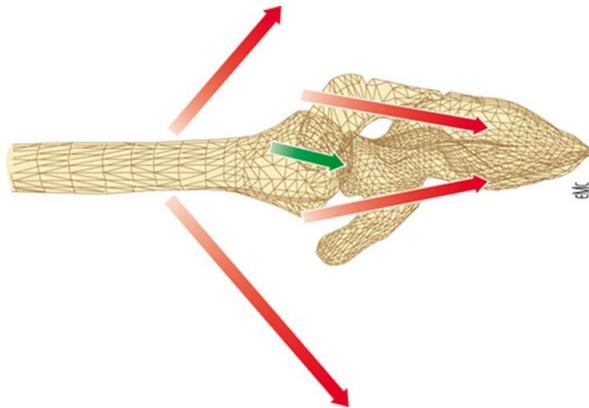


Figura 3.3: La cocontracción de los músculos del manguito de los rotadores lleva la resultante de las fuerzas musculares al centro de la cavidad glenoidea. Fuente: Marc et al. (2010)

La articulación acromioclavicular posee una superficie reducida también pero en cambio soporta elevadas cargas axiales por lo que está expuesta a lesiones, especialmente por caída cuando se le aplica al hombro una fuerza directa ínfero-superior.

Encontramos en esta articulación mecanismos de estabilidad pasivos o estático como es la cápsula articular, los ligamentos acromioclaviculares que resisten el desplazamiento posterior del hombro, podemos encontrar los ligamentos anterior, posterior, inferior y superior, este último es el más fuerte y trabaja estabilizando en las acciones del deltoides y trapecio superior, el disco fibrocartilaginoso articular que debido al gran estrés al que está sometida la articulación presenta gran degeneración en personas de mediana edad así como los ligamentos coracoclavicular, principal sustentador de la articulación, resiste el desplazamiento vertical y los ligamentos trapezoides y coronoides que mantienen el hombro ceñido a la clavícula.

Con respecto las estructuras estabilizadores de la articulación esternocostoclavicular, aparecen el disco intrarticular que evita el desplazamiento interior de la clavícula, así como los ligamentos relacionados con la articulación que resisten esencialmente movimientos de rotación de la clavícula, los ligamentos que resisten la rotación clavicular hacia abajo son el interclavicular y las fibras posteriores del cosoclavicular, en cambio

las fibras anteriores de este ligamento junto con los ligamentos capsulares resisten la rotación hacia arriba.

### 3.2.2.2 Estabilidad dinámica

En la articulación glenohumeral la estabilidad viene dada especialmente por el manguito rotador del hombro. Es un término anatómico dado a un conjunto de músculos que proporcionan estabilidad al hombro, todos estos músculos están conectados a la cabeza humeral, y su importancia estriba en mantener la cabeza humeral dentro de la fosa glenoidea de la escápula. Está formado por cuatro músculos: subescapular, supraespinoso, infraespinoso (resiste a la subluxación posterior) y redondo menor. Éstos son los encargados, durante el movimiento de la coaptación de las superficies articulares ejerciendo de elemento estabilizador activo. También podemos encontrar otros músculos relevantes como es el deltoides y el bíceps braquial que ayudan a la coaptación de la cabeza humeral en diferentes fases del movimiento. Una lesión de la porción larga del bíceps debido al gesto de lanzamiento va a causar lesión en el labrum que a su vez reducirá la estabilidad articular.

La articulación escapulotorácica es la que ayuda en movimientos de más de 120° además de ser un punto de estabilización, la escápula, la musculatura originada en esta estructura ayuda a generar gran parte del movimiento del hombro. Los principales músculos de esta articulación son el serrato anterior que mantiene el ángulo de la pared torácica y el trapecio que eleva y rota la escápula en sincronía con la articulación glenohumeral. El trapecio retrae y eleva el ángulo lateral escapular, al igual que el romboides. El elevador de la escápula eleva el ángulo superior además de rotar la parte superior y medial, el pectoral menor prolonga y rota inferiormente. Por otro lado el deltoides con sus porciones: anterior y medial son los encargados de elevar la escápula además de ayudar al pectoral mayor y el bíceps a llevar hacia atrás la escápula, la porción posterior extiende.

Otros músculos implicados en el movimiento del hombro y brazo (húmero) son el dorsal ancho que realiza las funciones de aductor, extensor y rotador interno del humero, el redondo mayor aduce y rota internamente el hombro además de extender el brazo, el coracobraquial es flexor y aductor glenohumeral, romboides aduce y rota internamente la escápula, el músculo pectoral mayor aduce y rota internamente el húmero (Murray et al., 2013).

Para una recuperación efectiva es imprescindible trabajar la estabilización escapular.

En la tabla 1 queda resumida la implicación articular y muscular proveniente de cada acción del CAH.

**Tabla 1:**

Resumen del movimiento del hombro según articulaciones y músculos implicados.

<b>Abducción</b>	
<b>Articular</b>	
<b>0-90°:</b>	glenohumeral
<b>90-150°:</b>	escapulotorácica, esternocostoclavicular y acromioclavicular
<b>150-180°:</b>	columna vertebral
<b>Muscular</b>	
<b>0-90°</b>	Principal: supraespinoso y deltoides Secundarios: subescapular, infraespinoso y redondo menor
<b>+ 90°</b>	Principales: bíceps braquial (estabilizador del húmero), trapecio y serrato mayor (articulación escapulotorácica).
<b>Aducción</b>	
<b>Articular</b>	
<b>Hasta 45° sin implicar otro movimiento, partir de los 70-80° se requiere flexión</b>	
<b>Muscular</b>	
<b>Agonistas</b>	Principales: pectoral mayor, dorsal ancho, tríceps braquial, redondo mayor y subescapular. Fijadores escapulares: trapecio, romboides, angular de la escápula, pectoral menor y subclavicular
<b>Estabilizadores del húmero</b>	Principales: fibras internas del deltoides, porción corta del bíceps braquial, coracobraquial e infraespinoso.
<b>Flexión</b>	
<b>Articular</b>	
<b>0-60°:</b>	Glenohumeral
<b>60-120°:</b>	Escapulotorácica
<b>120-180°:</b>	Columna vertebral
<b>Muscular</b>	

<b>Agonistas:</b>	Deltoides (fascículo anterior), coracobraquial, pectoral mayor (fascículo clavicular), serrato mayor y trapecio
<b>Sinergistas:</b>	subescapular y bíceps braquial (porción corta y larga)
<b>Extensión</b>	
<b>Se da una aducción de escápula en el plano frontal pivotando esta hacia abajo y dentro (báscula interna).</b>	
<b>Articular</b>	
	Glenohumeral Escapulotorácica Columna Vertebral
<b>Muscular</b>	
<b>Agonistas:</b>	Romboides, dorsal ancho, trapecio (fascículo medio), redondo mayor y tríceps braquial (cabeza larga), deltoides (espinal)
<b>Sinergistas:</b>	Infraespinoso y redondo menor
<b>Rotación externa</b>	
<b>Articular</b>	
	Todas las articulaciones excepto subdeltoidea
<b>Muscular</b>	
<b>Agonistas:</b>	Infraespinoso (durante todo el movimiento), redondo menor (a partir de los 30°) y trapecio (aducción de la escápula).
<b>Sinergistas:</b>	Deltoides (espinal y fibras más mediales)
<b>Rotación interna</b>	
<b>Articular</b>	
	Todas las articulaciones excepto subdeltoidea
<b>Muscular</b>	
<b>Agonistas:</b>	Dorsal ancho, redondo mayor, subescapular, redondo mayor y deltoides (porción anterior o clavicular).

Fuente: Elaboración propia

Hasta ahora hemos visto aquellas estructuras por las que está formada el CAH, éstas sirven para formar el complejo además de poseer una o varias características que ofrecen al hombro una estabilidad ya sea estática como los ligamentos, cartílagos y capsulas o dinámica como es la musculatura. La actuación en sincronía de todas estas estructuras

## Del Hombro Inestable

garantizará una estabilidad más o menos segura con un rango de movimiento muy elevado, como hemos podido ir apreciando en la descripción de las articulaciones una posible lesión de alguna de las estructuras va a poner en riesgo la estabilidad articular, aumentando la inestabilidad y con ello la recidiva.

### 3.2.2.3 Causas de inestabilidad

La inestabilidad glenohumeral es definida como una excesiva translación de la cabeza glenohumeral sobre el glenoides (Murray et al., 2013). Como hemos visto en apartados anteriores, las características del CAH proporcionan gran movilidad teniendo que sacrificar la estabilidad articular. Dicha inestabilidad aumenta la prevalencia de lesiones especialmente en el deporte debido a los requerimientos intrínsecos y a las exigencias de movimientos de la articulación, de hecho el 75% de las lesiones del tren superior se localiza en la región del hombro (Kaczmarek et al., 2014). Así pues, existen diferentes causas que pueden generar una inestabilidad no deseada en el hombro. Cuando se produce una lesión en el tren superior, dos tercios de ellas, implican alguna estructura del CAH.

(Helgeson & Stoneman, 2014) identificaron los mecanismos de lesión del hombro y tomaron como referencia el rugby ya que por las características del deporte tanto por el contacto con el adversario como por el gran número de caídas, tiene una elevada representación de mecanismos lesivos.

Un impacto directo sobre la superficie antero-superior del hombro o el brazo con abducción horizontal puede desembocar en una dislocación glenohumeral, un arrancamiento del labrum, una separación acromioclavicular o una fractura clavicular y escapular. Otros mecanismos pueden depender de la velocidad y el tamaño de la superficie contra la que se impacta, la dirección del movimiento y la fuerza del mismo. La posición del hombro en situación de estrés también la remarca por factor de riesgo para la lesión, si el hombro se encuentra por ejemplo en abducción y rotación externa tendrá mayor probabilidad de lesionarse. Cuando la articulación se encuentra bloqueada, es decir, en una posición fija sin posibilidad de zafarse y recibe una fuerza, especialmente si la dirección es postero-anterior. Por último, también describe como potencial mecanismo de lesión el impacto directo del hombro contra el suelo, además si esta acción se da con los brazos por encima del hombro aumenta el estrés sobre la articulación potenciando el riesgo de lesión. Este mecanismo se puede asociar con desgarramiento del

manguito de los rotadores y con lesiones en la articulación glenohumeral (Wilk et al., 2012).

Según (Kaczmarek et al., 2014) otro de los mecanismos más lesivos para el hombro es la acción del lanzamiento ya que implica aplicar una fuerza desde el hombro a gran velocidad, es por lo que el equilibrio entre movilidad y estabilidad es muy delicado. Aunque existen muchos tipos de lanzamientos, el más usado en el mundo del deporte es desplaza un objeto en el espacio usando una mano con extensión simultánea de codo y rotación interna de hombro. La correcta ejecución de la cadena cinética tendrá importantes repercusiones a la hora de la prevención y recuperación de lesiones como veremos más adelante. El lanzamiento repetitivo puede conllevar microtraumas, y dolor relativos a la articulación.

Al ser el lanzamiento un gesto tan importante, analicemos la posición de la escápula, estructura sumamente importante ya que la escápula en el lanzamiento se fija y realiza retracción forzando a la rotación externa del hombro, movimiento incentivado por el serrato mayor. En la correcta articulación se consigue una óptima activación de la musculatura que rodea el hombro así como su coordinación haciendo el gesto más eficiente.

Un mecanismo también problemático es la inestabilidad generada por microtraumatismos, estos pueden derivar en patologías como impingement o tendinitis que tendrán un efecto negativo en la propiocepción del hombro.

Las lesiones más comunes pueden ser de varios tipos, en función de la estructura o estructura implicadas:

1. Luxación: La luxación de hombro puede ocurrir cuando un impacto intenso desgarrar la zona anterior de la cápsula de la articulación del hombro, lo que provoca la salida en dirección anterior de la cabeza del húmero (el hueso principal del brazo). Existen dos mecanismos que pueden producir una luxación anterior del hombro: 1) por una caída sobre una mano en hiperextensión 2) por la colisión con un jugador (o con un objeto) cuando el hombro está en rotación externa y separado del cuerpo. El hombro también puede luxarse en sentido posterior, pero la luxación más frecuente es la anterior. Se habla de subluxación del hombro cuando el húmero se desliza hacia fuera de su articulación, pero luego se reduce de manera espontánea. Una

luxación implica el daño de las estructuras relativas sensación kinestésica por lo que la inestabilidad puede ser recurrente si no se recupera adecuadamente (Arzi, Krasovsky, Pritsch, & Liebermann, 2014)

2. Glenoides: Lesión de Bankart, es el arrancamiento del labrum o rodete glenoideo del hombro en su porción anterosuperior, como consecuencia generalmente de una luxación anterior del hombro. Contribuye a una 21% de inestabilidad recurrente, cuando la superficie glenoidea tras una lesión esta entre el 20 – 25%, tomando como normalidad una superficie del 33%, es recomendable proceder con un trabamamiento quirúrgico. La sintomatología es inestabilidad, chasquido y dolor inespecífico en movimientos por encima de la cabeza (Lubiatowski et al., 2014).
3. Cabeza humeral: Lesión de Hill-Sachs una depresión de la cabeza del húmero en su parte posterolateral, como consecuencia de una luxación de hombro. Existe mayor inestabilidad cuando el húmero se encuentra en abducción y rotación externa, el porcentaje de recurrencia en esta lesión es más elevado, 67% (Degen et al., 2013).
4. Tendinoso: La tendinitis en el manguito rotador suele ser una lesión muy frecuente en situaciones de sobreuso del hombro, va a repercutir negativamente sobre el trabajo de los mecanorreceptores por lo afectará a la inestabilidad del CAH (Maenhout, Palmans, De Muynck, De Wilde, & Cools, 2012).
5. Estructural: El impingement o síndrome subacromial, es la lesión compresiva del manguito de los rotadores producida por el choque mecánico del supraespinoso y la porción larga del bíceps en el arco acromial. Según qué autor, también integra a la bursa subacromial dentro de las estructuras que puede ser comprimidas en el aspecto anteroinferior del acromion y el ligamento coracoacromial. La debilidad en el manguito rotador es una de sus principales causas (Dilek et al., 2015; Sole, Osborne, & Wassinger, 2015)

### 3.2.3 Sistema propioceptivo

Para entender cómo recuperar la inestabilidad del hombro provocado por diversos factores, debemos profundizar en el concepto de propiocepción y cómo actúa el sistema neuromuscular, de ese modo podremos abordar el problema de inestabilidad de un modo seguro y concreto.

En la estabilidad articular participan impulsos sensitivos que son enviados al sistema nervioso central, donde inducen una respuesta motora eferente que estabiliza la articulación. Todas estas informaciones sensitivas en su conjunto forman parte de la propiocepción (Marc et al., 2010). La expresión “sistema sensoriomotor” se presenta como la combinación de los procesos neurosensorial y neuromuscular, la cual ha sido mal llamada y simplificada frecuentemente con el término de propiocepción. Receptores periféricos, integración y procesamiento central y respuesta motora están implicados en el mantenimiento de la homeostasis articular durante los movimientos corporales (estabilidad funcional de la articulación) (Fort Vanmeerhaeghe & Romero Rodriguez, 2013b). La propiocepción también se puede definir como la información aferente procedente de los segmentos periféricos y contribuye además de la estabilidad articular, al control postural, equilibrio y control motor. En este contexto cinestesia, posición articular y sensación de la fuerza son descritos como submodalidades de propiocepción (Salles et al., 2015).

Se distinguen tres formas de aplicar de manera consciente o inconsciente estas informaciones sensitivas a nivel articular:

- el sentido posicional es la capacidad para conocer la orientación de una articulación en el espacio;
- el sentido artrocinético es la capacidad para detectar movimientos de bajas amplitudes articulares;
- la sensación de resistencia es la capacidad para calcular la fuerza aplicada sobre una articulación.

Según Fort Vanmeerhaeghe and Romero Rodriguez (2013b) el sistema sensoriomotor (figura 3.4) incorpora todos los componentes aferentes, el proceso de integración y procesamiento central y las respuestas eferentes, con el objetivo de mantener la estabilidad funcional de la articulación. Aunque el sistema visual y vestibular contribuyen, los mecanorreceptores periféricos son los más importantes desde la perspectiva del entrenamiento deportivo. Los mecanorreceptores se encuentran en diferentes partes del cuerpo, incluyendo la piel, las articulaciones, los ligamentos, los tendones y los músculos (Fyhr, Gustavsson, Wassinger, & Sole, 2015; Salles et al., 2015). Las vías aferentes (líneas de puntos) transmiten entradas a 3 niveles de control motor y se asocian a áreas como el cerebelo. La activación de las neuronas motoras puede darse

en respuesta directa a la entrada sensorial periférica (reflejos) o bien descendiendo desde centros superiores (movimiento automático y voluntario). Estas 2 vías pueden ser moduladas o reguladas por las áreas asociadas (líneas onduladas). Desde cada uno de los niveles de control motor (líneas continuas negras) las vías eferentes convergen con las motoneuronas gamma y alfa situadas en las raíces ventrales de la médula espinal. La activación de las fibras musculares intrafusales y extrafusales provocará nuevos estímulos para ser presentados a los mecanorreceptores periféricos.

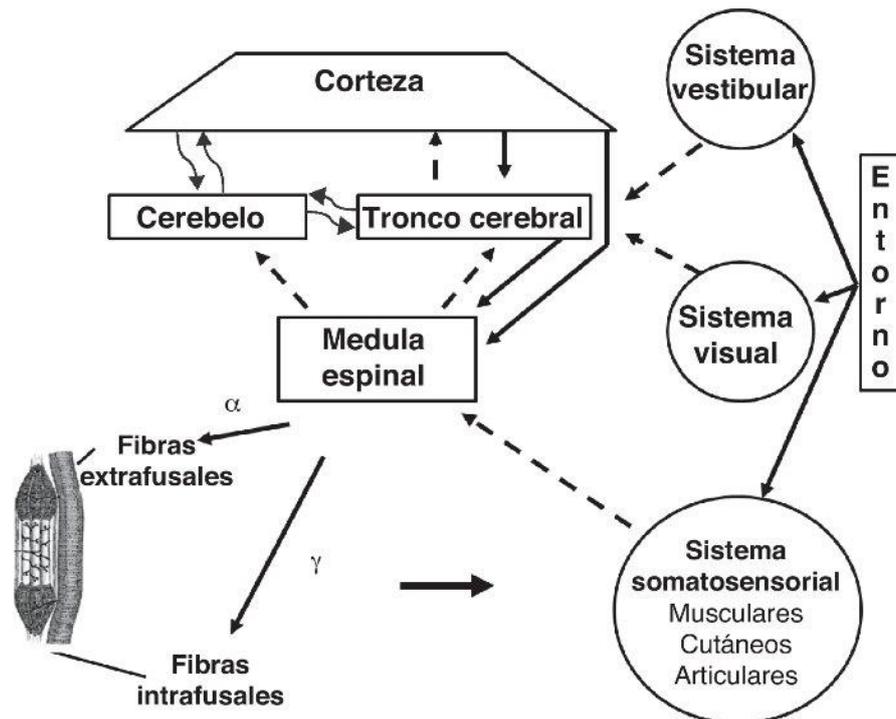


Figura 3.4. El sistema sensoriomotor. Fuente: Fort Vanmeerhaeghe and Romero Rodriguez (2013b). Adaptada de Riemann BL y Lephart

Cada mecanorreceptor se estimula de diferente manera, el huso ante un estiramiento fuerte midiendo de este modo la longitud muscular, el órgano tendinoso de Golgi mide la tensión desarrollada por el músculo, tanto los mecanorreceptores de la capsula articular como de los ligamentos son capaces de detectar la posición y movimiento de la articulación, por último la piel obtiene información sobre el tono muscular.

En el ámbito de la propiocepción, podemos identificar dos mecanismos de control que el individuo posee y que son entrenables. Uno de ellos el feedback donde la respuesta puede ser refleja o bien después del análisis de un determinado estímulo sensorial. El mecanismo de control feedforward es descrito como las acciones de anticipación o preactivación que

ocurren antes de la detección sensorial basada en experiencias anteriores (Clark et al., 2015).

El correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular ejerce un papel clave en el control de la estabilidad articular. Es importante tener en cuenta este hecho desde diferentes ámbitos relacionados con el deporte (figura 3.5): aumento del rendimiento deportivo, prevención de lesiones y readaptación a la competición deportiva tras una lesión



Figura 3.5: Ámbitos de aplicación del entrenamiento del control neuromuscular con relación al deporte. (Fort Vanmeerhaeghe & Romero Rodriguez, 2013a)

El complejo articular del hombro, hemos visto que es una estructura potencialmente lesionable por las características que presente, su amplia movilidad hacen del hombro la articulación más inestable del cuerpo humano. Si además añadimos cualquier tipo de lesión sobre la estructura, ésta se volverá aún más inestable entrando en un bucle del cual se puede salir mediante un proceso de readaptación que incluya un entrenamiento propioceptivo ya que es una parte entrenable que mejora la estabilidad articular recuperando y evitando la recidiva debido a la inestabilidad del hombro. Mi objetivo con este trabajo es indagar acerca de cómo por medio de la propiocepción se puede mejorar la estabilidad del hombro cuando este es inestable.

#### 4. METODOLOGÍA:

Para la búsqueda de información en la literatura sobre el tema referente a la revisión del trabajo, hemos acudido a las bases de datos de Pubmed y Sciencedirect. Con el

objetivo de que la revisión fuera actual, hemos acotado la búsqueda a artículos y revisiones que pudieran ser de interés para nuestro tema, según el año de publicación, tomando como válidos artículos de 2010 hasta la fecha actual.

Un capítulo de libro y un artículo fueron incluidos en la revisión de la literatura, han sido encontrados mediante citas y referencias externas de algunos de los artículos previamente incluidos. Éstos han sido incluidos en esta revisión dada la similitud y la información de gran riqueza e interés para contextualizar y relacionar la temática.

El diseño que se ha utilizado es una Revisión de la literatura.

#### Criterios de selección

A pesar de que los criterios de inclusión no sean tan extensos como los criterios de exclusión, aquí están los criterios de selección llevados a cabo:

#### Criterios de inclusión

- Patomecánica del hombro.
- Estabilidad del complejo articular del hombro.
- Publicaciones en revistas originales actualizadas y bien documentadas.
- Publicados en los últimos 5 años (2010-2015).

#### Criterios de exclusión

- Inestabilidad a causa de operación quirúrgica

#### Palabras claves en castellano

- Hombro
- Propiocepción
- Inestabilidad

#### Palabras clave en inglés

- Shoulder
- Proprioception
- Instability

#### Búsqueda de artículos en las bases de datos

#### PUBMED

- Shoulder → 58249
- Shoulder AND proprioception → 666
- Shoulder AND proprioception AND instability → 91
- Shoulder AND proprioception AND instability AND rehabilitation → 35

Utilizando las keywords Shoulder AND proprioception AND instability AND rehabilitation para acotar la búsqueda conseguimos un total de 35 artículos en esta base de datos.

Acotamos la búsqueda a los últimos 5 años (2010-2015) para intentar conseguir una menor muestra de artículos: 10 resultados obtenidos.

Para intentar acotar un poco más la búsqueda marcamos una casilla donde refleja que todos los estudios realizados han sido con pacientes (humanos): 9 resultados obtenidos.

De esos 9 resultados, después de haber leído los títulos y los abstracts de los artículos, hemos seleccionado todos los artículos de la base de datos de Pubmed.

#### SCIENCEDIRECT

- Shoulder → 3332965
- Shoulder AND proprioception → 3387
- Shoulder AND proprioception AND instability → 1349
- Shoulder AND proprioception AND instability AND rehabilitation → 896

Utilizando las keywords Shoulder AND proprioception AND instability AND rehabilitation para acotar la búsqueda conseguimos un total de 896 artículos en esta base de datos

Acotamos la búsqueda a los últimos 5 años (2010-2015) para intentar conseguir una menor muestra de artículos: 334 resultados obtenidos.

Para intentar acotar un poco más la búsqueda en esta base de datos, optamos por la opción de búsqueda experta donde se introdujeron los términos de búsqueda: Shoulder AND proprioception AND instability AND rehabilitation, marcamos las siguientes casillas donde refleja tipo de documento recogidos por las revistas: artículo y artículo de revisión arrojando una muestra de artículos menor: 156 resultados.

De esos 156 resultados, después de haber leído los títulos de los artículos, hemos seleccionado 64 artículos de la base de datos de Scienccdirect.

De estos 64 resultados fueron leídos los abstract y 18 fueron seleccionados pero solamente 12 artículos fueron incorporados de la base de datos Scienccdirect ya que los otros 6 restantes ya habían sido seleccionados al estar duplicados en Pubmed.

#### OTRAS BUSQUEDAS

Además de haber realizado la búsqueda en las bases de datos citadas anteriormente, hemos seleccionado 1 artículo acerca del core que relaciona es término con la estabilidad y propiocepción de hombro, así como 1 capítulo de libros en el título, en el que la palabra “Shoulder” y “Rehabilitación” aparecen en el título, tanto la biomecánica como el proceso de recuperación para la inestabilidad de hombro llevados a cabo en el capítulo tienen la misma finalidad que otros artículos seleccionados.

En total contamos con 20 artículos y 1 libro en los cuales basar nuestra revisión.

**Tabla 2:**

Tabla de artículos seleccionados para la discusión.

Autor	Abstract	Conclusiones
<p><b>Panja bi (1992)</b> )</p>	<p>Presented here is the conceptual basis for the assertion that the spinal stabilizing system consists of three subsystems. The vertebrae, discs, and ligaments constitute the passive subsystem. All muscles and tendons surrounding the spinal column that can apply forces to the spinal column constitute the active subsystem. The nerves and central nervous system comprise the neural subsystem, which determines the requirements for spinal stability by monitoring the various transducer signals, and directs the active subsystem to provide the needed stability. A dysfunction of a component of any one of the subsystems may lead to one or more of the following three possibilities: (a) an immediate response from other subsystems to successfully compensate, (b) a long-term adaptation response of one or more subsystems, and (c) an injury to one or more components of any subsystem.</p>	<p>It is conceptualized that the first response results in normal function, the second results in normal function but with an altered spinal stabilizing system, and the third leads to overall system dysfunction, producing, for example, low back pain. In situations where additional loads or complex postures are anticipated, the neural control unit may alter the muscle recruitment strategy, with the temporary goal of enhancing the spine stability beyond the normal requirements.</p>
<p><b>(March et</b></p>	<p>La articulación escapulohumeral necesita una gran movilidad para que sea posible la orientación de la mano en el espacio durante las actividades diarias o deportivas. Esta gran movilidad necesita poca</p>	<p>Por eso, el tratamiento de rehabilitación debe efectuarse a partir de la primera luxación. Con el fin de que el paciente reanude sus actividades lo más pronto posible y</p>

<p><b>al., 2010)</b></p>	<p>congruencia articular. La estabilidad está asegurada principalmente por los sistemas capsuloligamentoso y tendinomuscular, es decir, es esencialmente dinámica, con ajustes permanentes en el transcurso de los movimientos y, sobre todo, en las situaciones de riesgo. Los ajustes dependen de las contracciones musculares, que se adaptan y varían según la posición del brazo en el espacio y las fuerzas que reciben; esta regulación es posible gracias a un conjunto de fenómenos de retroalimentación y proalimentación, cuyo punto de partida son las aferencias propioceptivas procedentes de los mecanorreceptores. El rehabilitador que asiste a un paciente afectado por una inestabilidad escapulohumeral debe basar su programa de rehabilitación en los últimos adelantos en materia de conocimientos sobre la integración de las aferencias propioceptivas. La rehabilitación se organiza en distintas fases, con criterios de paso al nivel superior, con el objetivo de graduar bien la progresión y evitar cualquier riesgo de recidiva.</p>	<p>en las mejores condiciones, el terapeuta debe contar con los conocimientos relativos al concepto de estabilidad del hombro, que incluyen desde la biomecánica de esta articulación hasta su organización neuromotora. Los conocimientos fundamentales sobre la estabilidad y la inestabilidad han crecido de forma exponencial en los últimos años, lo que ha permitido elaborar un protocolo que deja poco espacio a los aspectos aleatorios. La rehabilitación debe seguir una progresión estricta para solicitar de forma gradual todas las estructuras tisulares y los niveles de organización central. La rehabilitación se organiza en cuatro fases sucesivas; el paso de una fase a otra sólo se autoriza cuando el paciente responde a criterios bien precisos.</p>
<p><b>Day, Taylor, and</b></p>	<p><b>BACKGROUND:</b> The rotator cuff has been hypothesized as a dynamic stabilizer at the shoulder joint yet evidence supporting this role remains</p>	<p>The rotator cuff may function in part as a dynamic stabilizing unit of the shoulder demonstrating a feedforward muscle activation pattern. These results may</p>

<b>Green (2012)</b>	<p>inconclusive. We aimed to investigate the activity levels and recruitment patterns between the rotator cuff and superficial shoulder muscles in response to external perturbations to provide insight into the stabilizing role of the rotator cuff.</p> <p><b>METHODS:</b></p> <p>Surface and intramuscular electromyography (EMG) were used to measure timing of onset and level of activation (EMG amplitude as a percentage of maximum voluntary isometric contraction, % MVIC) of rotator cuff (supraspinatus, infraspinatus and subscapularis) and superficial muscles (anterior and posterior deltoid) on 19 healthy participants. Participants received expected and unexpected externally applied perturbations in directions of internal and external rotation at the glenohumeral joint.</p>	<p>assist in improving assessment and treatment of shoulder dysfunction.</p>
<b>Kibler et al. (2012)</b>	<p>Shoulder rehabilitation can best be understood and implemented as the practical application of biomechanical and muscle activation guidelines to the repaired anatomic structures in order to allow the most complete return to function. The shoulder works as a link in the kinetic chain of joint motions and muscle activations to produce optimum athletic function. Functional shoulder rehabilitation should start with establishment of a stable</p>	<p>Closed chain axial loading exercises form the basis for scapular and glenohumeral functional rehabilitation, as they more closely simulate normal scapula and shoulder positions, proprioceptive input, and muscle activation patterns. In the later rehabilitation stages, glenohumeral control and power production complete the return of function to the shoulder and the kinetic chain. In this</p>

	<p>base of support and muscle facilitation in the trunk and legs, and then proceeds to the scapula and shoulder as healing is achieved and proximal control is gained. The pace of this “flow” of exercises is determined by achievement of the functional goals of each segment in the kinetic chain. In the early rehabilitation stages, the incompletely healed shoulder structures are protected by exercises that are directed towards the proximal segments. As healing proceeds, the weak scapular and shoulder muscles are facilitated in their re-activation by the use of the proximal leg and trunk muscles to re-establish normal coupled activations</p>	<p>integrated approach, glenohumeral emphasis is part of the entire program and is towards the end of rehabilitation, rather than being the entire program and being at the beginning of the program.</p>
<p><b>Sciaccia and Cromwell (2012)</b></p>	<p>Sequenced physiologic muscle activations in the upper and lower extremity result in an integrated biomechanical task. This sequencing is known as the kinetic chain, and, in upper extremity dominant tasks, the energy development and output follows a proximal to distal sequencing. Impairment of one or more kinetic chain links can create dysfunctional biomechanical output leading to pain and/or injury. When deficits exist in the preceding links, they can negatively affect the shoulder. Rehabilitation of shoulder injuries should involve evaluation for and restoration of all kinetic chain deficits that may hinder kinetic chain function.</p>	<p>Rehabilitation of the throwing athlete’s shoulder should follow a kinetic chain-based regimen that addresses specific deficits within individual links which can aid in restoring the natural proximal to distal muscle activation sequencing.</p> <p>The deficits can be addressed through a logical progression of therapeutic interventions focusing on flexibility, strength, proprioception, and endurance with integrated kinetic chain components. Preventative or prospective exercises to minimize future loading stresses</p>

	<p>Rehabilitation programs focused on eliminating kinetic chain deficits, and soreness should follow a proximal to distal rationale where lower extremity impairments are addressed in addition to the upper extremity impairments. A logical progression focusing on flexibility, strength, proprioception, and endurance with kinetic chain influence is recommended.</p>	<p>should be included at the end of rehabilitation as part of the return to function.</p>
<p><b>Fort Vanmeerhaeghe and Romero Rodriguez (2013 a)</b></p>	<p>La actividad física, y especialmente el deporte de competición, se encuentran continuamente bajo la influencia de una incidencia lesiva difícil de disminuir. Este artículo realiza una revisión bibliográfica sobre los diferentes factores de riesgo neuromuscular que predisponen a los deportistas a padecer una mayor incidencia lesiva, en especial en los deportes en los que predominan saltos, cambios de dirección y variaciones de velocidad (aceleraciones y desaceleraciones). La literatura científica actual destaca, entre otros, la fatiga muscular, la alteración de la magnitud y de los tiempos de activación muscular, la alteración de la capacidad de coactivación muscular, la estrategia de control de la extremidad inferior predominante en el plano frontal, los desequilibrios neuromusculares entre pierna dominante y no dominante, la inadecuada stiffness muscular, los déficits en el control postural,</p>	<p>La bibliografía científica actual describe diferentes factores de riesgo de lesión relacionados con el control del sistema neuromuscular. Entre estos destacan la fatiga muscular, la alteración de la magnitud y de los tiempos de activación muscular, la alteración de la capacidad de coactivación muscular, la estrategia de control de la extremidad inferior predominante en el plano frontal, los desequilibrios neuromusculares entre pierna dominante y no dominante, la inadecuada stiffness muscular, los déficits en el control postural, la disminución de la propiocepción, los déficits de core y la disminución en los mecanismos de anticipación. El análisis de estos factores de riesgo proporciona una guía práctica a la hora de diseñar tareas dentro de un plan de prevención</p>

	<p>la disminución de la propiocepción, los déficits de core y la disminución en los mecanismos de anticipación. El análisis de estos factores de riesgo proporciona una guía práctica a la hora de diseñar tareas dentro de un plan de prevención adecuado a cada tipo de especialidad deportiva, y será útil tanto para entrenadores y preparadores físicos como para fisioterapeutas.</p>	<p>adecuado a cada tipo de especialidad deportiva, y será útil tanto para entrenadores y preparadores físicos como para fisioterapeutas. Para poder conseguir este objetivo es muy importante tener la capacidad de diseñar tareas adecuadas en cada caso, analizando su ejecución con los deportistas y dando las indicaciones adecuadas en cada momento. Podemos considerar esta premisa como la base para poder conseguir adaptaciones positivas con la intención de mejorar el control neuromuscular. Por último, destacar la importancia de la valoración mediante instrumentos válidos y fiables con el objetivo de identificar los diferentes factores de riesgo neuromuscular citados en esta revisión.</p>
<p><b>Murray et al. (2013)</b></p>	<p>Glenohumeral joint motion results from a complex interplay between static and dynamic stabilizers that require intricate balance and synchronicity. Instability of the shoulder is a commonly encountered problem in active populations, especially young athletes. The underlying pathoanatomy predisposing to further episodes and the needs of individual athletes must be considered in determining the most appropriate treatment.</p>	<p>Glenohumeral joint motion results from a complex interplay between static and dynamic stabilizers that require intricate balance and synchronicity. Instability of the shoulder is a commonly encountered problem in active populations, especially young athletes. The underlying pathoanatomy predisposing to further episodes and the needs of individual athletes must be</p>

		considered in determining the most appropriate treatment.
<b>Drein hofer et al. (2014 )</b>	<p><b>BACKGROUND:</b> Rehabilitation of athletes following surgical interventions for shoulder injuries is of utmost importance for recovery and return to sport.</p> <p><b>OBJECTIVES:</b> The aim was to determine adequate concepts for rehabilitation following shoulder surgery in athletes.</p> <p><b>RESULTS:</b> This article presents the basic principles of functional rehabilitation, the kinetic chain and the different phases in rehabilitation. Specific rehabilitation concepts and return to sport strategies following traumatic dislocation, superior labrum anterior to posterior (SLAP) lesions and rotator cuff tears are presented. There is little high-level scientific evidence available for the treatment of these patients and most concepts are based on clinical experience and expert opinion</p>	<p>Rehabilitation of athletes with shoulder injuries requires a broad consensus strategy with respect to the next steps. Individual concepts for rehabilitation should take surgical and patient-specific criteria into consideration. Further research is urgently required to develop evidence-based recommendations.</p>
<b>Helge son</b>	<b>BACKGROUND:</b>	Rugby matches results in frequent impacts and leveraging forces to the shoulder region during the

<p><b>and Stone man (2014)</b> )</p>	<p>The sport of rugby is growing in popularity for players at the high school and collegiate levels.</p> <p>OBJECTIVE:</p> <p>This article will provided the sports therapist with an introduction to the management of shoulder injuries in rugby players.</p>	<p>tackling, scrums, rucks and maul components of the game. Rugby players frequently sustain contusion and impact injuries to the shoulder region, including injuries to the sternoclavicular, acromioclavicular (AC), and glenohumeral (GH) joints. Players assessed during practices and matches should be screened for signs of fracture, cervical spine and brachial plexus injuries. A three phase program will be proposed to rehabilitate players with shoulder instabilities using rugby specific stabilization, proprioception, and strengthening exercises. A plan for return to play will be addressed including position-specific activities.</p>
<p><b>Lubia towski et al. (2014)</b> )</p>	<p>In throwing sports shoulder is exposed to enormous and often repetitive overloads. Some sports (contact sports) are also connected with direct trauma. We are thus dealing with traumatic injuries, overload and degenerative damage. The article discusses the most frequent injuries of the shoulder characteristic for throwing sports. These are mainly disorders of arm rotation, internal impingement, lesion of the labrum (SLAP) and rotator cuff tears (PASTA).</p>	<p>Long-term, intense practicing of throwing sports may be associated with various shoulder pathologies. The mechanism of their development is complicated. Some pathologies could be adaptive (internal impingement, GIRD) and some proceed into organic injuries (SLAP, RC injuries). Careful analysis of symptoms, through clinical examination, biomechanical and radiological assessment is always fundamental. Proper treatment is</p>

		<p>selected based on those elements. The basis is almost always conservative treatment. It must be always comprehensive and adjusted to the deficits of function of the shoulder and the patient. In some situations surgical treatment may be necessary, mainly using shoulder arthroscopy. However, it must always be supplemented with an appropriate rehabilitation program and objective assessment of shoulder function in patients resuming athletic activities.</p>
<p><b>Clark et al. (2015)</b></p>	<p>Proprioception can be impaired in gradual-onset musculoskeletal pain disorders and following trauma. Understanding of the role of proprioception in sensorimotor dysfunction and methods for assessment and interventions is of vital importance in musculoskeletal rehabilitation. In Part 1 of this two-part Masterclass we presented a theory-based overview of the role of proprioception in sensorimotor control, causes and findings of altered proprioception in musculoskeletal conditions, and general principles of assessment and interventions. The aim of this second part is to present specific methods for clinical assessment and</p>	<p>Clinical assessment of proprioception can be performed using goniometers, inclinometers, laser-pointers, and pressure sensors. Manual therapy, taping, and bracing can immediately enhance proprioception and should be used to prepare for exercise interventions. Various types of exercise (active joint repositioning, force sense, coordination, muscle performance, balance/unstable surface, plyometric, and vibration training) should be employed for long-term enhancement of proprioception.</p>

	<p>interventions to improve proprioception in the spine and extremities.</p>	
<p><b>Dilek et al. (2015)</b></p>	<p><b>OBJECTIVE:</b> The objective of this study was to evaluate the effectiveness of proprioceptive exercises on shoulder proprioception, range of motion, pain, muscle strength, and function in patients with subacromial impingement syndrome.</p> <p><b>DESIGN:</b> Sixty-one patients with subacromial impingement syndrome participated in this prospective, single-blind randomized controlled trial. All patients were randomly divided into two groups: control group (conventional physiotherapy, n = 30) and intervention group (proprioceptive exercise and conventional physiotherapy, n = 31). The primary outcome measures were sense of kinesthesia and active and passive repositioning for proprioception at 0 degrees and 10 degrees external rotation at 12 wks. The secondary outcome measures were pain at rest, at night, and during activities of daily living with the visual analog scale (0-10 cm), the Western Ontario Rotator Cuff index, the</p>	<p>After treatment, significant improvement was found in range of motion, pain, isometric muscle strength, kinesthesia at 0 degrees external rotation, and functional tests in both groups. The intervention group showed a significant improvement in kinesthesia at 10 degrees external rotation and active and passive repositioning at 10 degrees external rotation. When groups were compared, there were no statistically significant differences in any of the parameters at 12 wks.</p> <p><b>CONCLUSIONS:</b> Although proprioceptive exercises may provide better proprioceptive acuity, no additional positive effect on other clinical parameters was observed</p>

	<p>American Shoulder and Elbow Surgeons index, range of motion, and isometric muscle strength at both 6 and 12 wks.</p>	
<p><b>Frees ton, Adam s, and Rooney (2015)</b></p>	<p>Understanding factors that influence throwing speed and accuracy is critical to performance in baseball. Shoulder proprioception has been implicated in the injury risk of throwing athletes, but no such link has been established with performance outcomes. The purpose of this study was to describe any relationship between shoulder proprioception acuity and throwing speed or accuracy. Twenty healthy elite adolescent male baseball players (age, 19.6 ± 2.6 years), who had represented the state of New South Wales in the past 18 months, were assessed for bilateral active shoulder proprioception (shoulder rotation in 90° of arm abduction moving toward external rotation using the active movement extent discrimination apparatus), maximal throwing speed (MTS, meters per second measured via a radar gun), and accuracy (total error in centimeters determined by video analysis) at 80 and 100% of MTS. Although proprioception in the dominant and nondominant arms was significantly correlated with each other (<math>r = 0.54</math>, <math>p &lt; 0.01</math>), no relationship was found between shoulder proprioception and performance. Shoulder proprioception was not a significant</p>	<p>There is no evidence to suggest therefore that this particular method of shoulder proprioception measurement should be implemented in clinical practice. Consequently, clinicians are encouraged to consider proprioception throughout the entire kinetic chain rather than the shoulder joint in isolation as a determining factor of performance in throwing athletes.</p>

	<p>determinant of throwing performance such that high levels of speed and accuracy were achieved without a high degree of proprioception</p>	
<p><b>Salles et al. (2015)</b> )</p>	<p><b>CONTEXT:</b> Proprioception is essential to motor control and joint stability during daily and sport activities. Recent studies demonstrated that athletes have better joint position sense (JPS) when compared with controls matched for age, suggesting that physical training could have an effect on proprioception.</p> <p><b>OBJECTIVE:</b> To evaluate the result of an 8-week strength-training program on shoulder JPS and to verify whether using training intensities that are the same or divergent for the shoulder's dynamic.</p> <p>We found an interaction between group and time. To examine the interaction, we conducted two 1-way analyses of variance comparing groups at each time. The groups did not differ at pretraining; however, a difference among groups was noted posttraining.</p>	<p><b>CONCLUSIONS:</b> Strength training using exercises at the same intensity produced an improvement in JPS compared with exercises of varying intensity, suggesting that the former resulted in improvements in the sensitivity of muscle spindles and, hence, better neuromuscular control in the shoulder.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## 5. CONTENIDOS:

Queda patente la gran importancia del control neuromuscular en diversas etapas de un deportista, desde que sufre una lesión, pasa por la readaptación de la misma incluso para el rendimiento deportivo en competición ya que la propiocepción es una parte esencial que da estabilidad al hombro (Lubiatowski et al., 2014). Una de las cuestiones que podemos plantear es cómo trabajar el control propioceptivo del hombro inestable, pero previamente a resolver dicha cuestión, necesitamos vislumbrar el proceso de recuperación completo para poder centrarnos en ese aspecto. Marc et al. (2010) y Murray et al. (2013) proponen cuatro fases (tabla 3) que debe superar el paciente en base a unos objetivos para considerar recuperado el hombro y poder regresar a la práctica deportiva.

**Tabla 3:**

Fases de la recuperación del hombro inestable (Marc et al., 2010).

<b>Fase 1</b>
a. Recuperación de la amplitud de movimiento sin dolor: b. Limitar atrofia muscular; c. Disminuir degeneración cartilaginosa.
<b>Fase 2</b>
a. Mejorar fuerza y resistencia b. Aumentar control neuromuscular del hombro
<b>Fase 3</b>
a. Recuperar fuerza, resistencia y potencia que cubra las necesidades funcionales del paciente. b. Poseer un control neuromuscular óptimo para la reanudación de las actividades diarias.
<b>Fase 4</b>
a. Recuperar todas las actividades deportivas al nivel anterior de rendimiento b. Ofrecer la máxima seguridad para evitar la recidiva

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo las fases de recuperación vistas anteriormente, en la primera básicamente el readaptador se limita a recuperar la amplitud articular completa, marca así el comienzo de la progresión. La amplitud de movimiento es muy necesaria para poder realizar futuros

ejercicios que permitan el fortalecimiento y entrenamiento propioceptivo de las fases posteriores.

En la fase II y III existen dos objetivos que están muy ligados entre sí y a la estabilidad del CAH, la ganancia de fuerza y el aumento del control neuromuscular. En el trabajo de intervención de Salles et al. (2015) se llega a la conclusión de que un programa de trabajo de 8 semanas de fuerza con la misma intensidad mejora la sensibilidad en el posicionamiento de la articulación favoreciendo el control muscular del hombro.

Dentro de los estabilizadores dinámicos, es muy importante el fortalecimiento del manguito rotador (subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor) ya que son de los más importantes dentro del CAH probablemente por la proximidad al hombro, porque proporcionan estabilidad dinámica que podrían potencialmente limitar la traslación no deseada y aumentar la estabilidad en la articulación del hombro (Day et al., 2012). Estos autores asocian la teoría de Panjabi (1992) acerca de la pronta activación del transverso abdominal en referente a la estabilidad de la columna lumbar en respuesta a la anticipación de los movimientos de las extremidades a través del concepto de feedforward en el transverso, con su aplicación en el CAH con la activación del manguito rotador en respuesta a una anticipación a una perturbación sobre el hombro. Por otro lado, en su estudio demuestran que la activación del subescapular y del infraespinoso es significativamente antes en el tiempo que la de otros músculos como el deltoides anterior y posterior en los movimientos de rotación interna y externa, también mencionan que la activación muscular es más tardía cuando las perturbaciones son inesperadas como se puede apreciar en la figura 5.1. Es importante valorar el tiempo de activación de la musculatura debido a que existen evidencias en aquellas personas con inestabilidad de hombro que existe un retraso de la activación y una desactivación prematura en el infraespinoso y el supraespinoso.

La progresión que presente Helgeson and Stoneman (2014), aprecia tan solo tres fases de recuperación, porque la fase II y III propuesta por Marc et al. (2010) las concibe como 1. En cualquier caso si adaptamos su propuesta a las fases propuestas por este último autor, el trabajo de fuerza deberá realizarse en la II fase con resistencia manual donde la fase concéntrica y excéntrica del movimiento estén muy controladas así como las rotaciones del hombro, otra opción es el progreso al theraband realizando introduciendo una cada de 3-4 series de 8-12 repeticiones. En la fase III se debe hacer hincapié en el

desarrollo de la fuerza isométrica y excéntrica, éstas ayudarán a la anticipación de fuerzas externas que pueden perturbar la estabilidad articular (figura 1 de la tabla 5). Las tensiones generadas en el trabajo de fuerza contribuyen al desarrollo de la actividad de los mecanorreceptores, por medio de las tensiones y perturbaciones en las estructuras que poseen estos receptores.

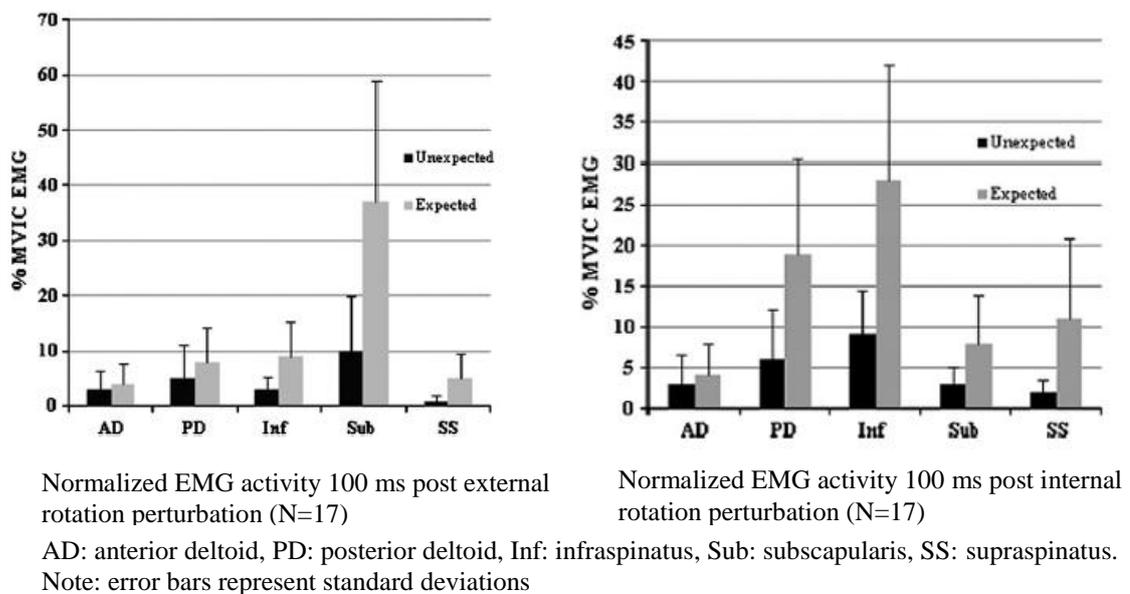


Figura 5.1: Activación muscular del hombro en movimientos de rotación. Fuente: Day et al. (2012)

En el aspecto propioceptivo es necesario reeducar la cadena cinética de proximal a distal y de estática a dinámica abierta (Dreinhofer et al., 2014). Por ello debemos comenzar por la activación de los músculos del core que serán los encargados de mantener la estabilidad proximal abriendo camino al trabajo cada vez más distal (Freeston et al., 2015; Helgeson & Stoneman, 2014), para ello también podemos servirnos de las extremidades inferiores. A su vez el trabajo de esta zona será útil para la mejora de las cadenas cinéticas que tendrán una estrecha relación con la fase de recuperación IV, la vuelta a la actividad deportiva (figura 1 de la tabla 5). Por otro lado se deben realizar ejercicios de reposicionamiento articular, es decir, intentando buscar posiciones en las que el hombro reproduzca una correcta ejecución de un movimiento deportivo determinado, se puede realizar con los ojos cerrados para que la interiorización sea aún mayor.

## Del Hombro Inestable

Tras la anterior fase, se progresa según qué autor a realizar ejercicios de estabilización del hombro más intensos y con mayor demanda de control neuromuscular. Marc et al. (2010) propone la secuencia pared, mesa, suelo en la ejecución de un empuje para favorecer el máximo reclutamiento del serrato anterior mientras que la propuesta de Helgeson and Stoneman (2014) mantiene el empuje sobre la pared pero lo realiza en primera instancia solo con las manos, después con un balón sobre la pared y termina evolucionando a superficies inestables como un bosu en el suelo Dilek et al. (2015) en su progresión además de los conceptos anteriores introduce el posicionamiento del hombro para el trabajo propioceptivo proponiendo el trabajo de empuje contra una superficie marcando horas del reloj, de este modo fomenta el trabajo y propiocepción dependiendo de la rotación del hombro y no siempre desde una misma perspectiva (figura 3 de la tabla 5).

En el caso de Kibler et al. (2012) el trabajo está mucho más generalizado no tan sectorizado según las fases del proceso que proponen. Ellos estiman un tiempo de recuperación y unas líneas y ejercicios que se deben realizar en la readaptación del hombro y aunque progresa en función de la etapa en el que se encuentre (aguda, recuperación o funcional) y la semana no se describe un proceso claramente definido por fases sino como un trabajo común de las diferentes estructuras del CAH y de la totalidad del cuerpo tomando a este como un todo en el proceso de recuperación (tabla 4). Aunque obviamente la realización de ejercicios pliométricos los reserva a partir de la semana 4 en miembros inferiores y de la semana 6 en superiores debido a la enorme exigencia que suelen tener para los tejidos y estructuras. Clark et al. (2015) tiene otra propuesta de trabajo innovadora que sigue a la pliometría y es el trabajo con plataforma vibratoria, actividad que permite introducir propiocepción a la vez que trabajo muscular debido a la manera de estimular los husos musculares mediante la vibración. Un paso más en la progresión tras la pliometría para la recuperación del hombro.

Pasando a la siguiente fase en el camino de la recuperación del hombro inestable, nos encontramos con la cuarta y última. Para esta etapa también toma gran relevancia la adquisición de un nivel de forma que permita continuar con el rendimiento deportivo por lo que autores como Helgeson and Stoneman (2014) o (Salles et al., 2015) introducen ejercicios con pesas como el press banca o el front raise.

**Tabla 4:**

Hoja de flujo en la introducción de ejercicios en la rehabilitación del hombro

Stages (Estimate)	Weeks (Estimate)									
	Acute			Recovery			Functional			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Guideline										
1. Diagnosis	X	X								
2. Proximal segment control										
Step up/step down	X	X	X							
Lunges	X	X	X				X	X		
Squats	X	X	X	X			X	X		
Hip extension/trunk rotation	X	X	X	X	X	X	X	X		
3. Scapular rehabilitation										
Pect minor/up trap stretch	(X)	(X)	X	X						
Posterior joint mobilization	(X)	(X)	X	X	X					
Hip/trunk extension:										
Scapular retraction:		X	X	X	X	X				
Diagonal rotation:										
Scapular retraction:		X	X	X	X	X	X	X		
Pinches	X	X								
Scapular clock	(X)	(X)	X	X	X					
Low row	(X)	(X)	X							
Shoulder dumps			X	X	X	X	X	X		
Punches				X	X	X	X	X		X
Table pushup		X	X	X						
Normal pushup plus					X	X	X	X		
4. Glenohumeral rehabilitation										
Weight shifts		(X)	(X)	X						
Scapular clock	(X)	(X)	X	X	X					
Wall washes				(X)	X	X	X			
Rotation diagonal					X	X	X	X		X
Isolated rotator cuff						X	X			
5. Plyometrics										
Lower extremity				X	X	X	X	X	X	X
Medicine ball						X	X	X	X	X
Rotation diagonals						X	X	X	X	X
Dumbbell rotations						X	X	X	X	X

NOTE. ( ) May be performed if indicated by tissue healing.

Fuente: (Kibler et al., 2012)

Esta etapa tiene como objetivo la vuelta a la competición y la prevención de una recidiva. En cuanto al primero de los objetivos, debemos mencionar la importancia de las cadenas cinéticas dentro de la reincorporación ya que aunque esta se realice de manera progresiva, debemos hacer especial hincapié en la técnica del gesto deportivo. De este modo conseguiremos una correcta quinesia de las estructuras favoreciendo el correcto funcionamiento de cada una de ellas y evitando de ese modo favorecer una lesión.

La cadena cinética se puede describir como Cadena cinética muscular es el conjunto de músculos, tanto mono como poliarticulares, responsables de la movilidad de los diferentes eslabones óseos de las articulaciones (Dreinhofer et al., 2014). Son muchos los autores que consideran la reeducación de las cadenas cinéticas una fase fundamental en la recuperación del CAH y la reincorporación al deporte. Dentro de la cadena cinética podemos diferenciar varios puntos importantes como un fortalecimiento del tren inferior

y core, la optimización del control escapular y la mejora de la resistencia muscular. Por este motivo el trabajo de core se introduce en las fases tempranas de la recuperación ya que según Freeston et al. (2015) el readaptador debe considerar la propiocepción como una cadena cinética completa más que como la articulación del hombro aislada sobre todo por ser un factor determinante en deportistas que implica algún tipo de lanzamiento. También la estabilización escapular, en la cual intervienen las fibras superiores e inferiores del trapecio, el serrato anterior y el romboides, es trabajada por medio de la propiocepción para que el paciente pueda recuperar los niveles de funcionalidad deseados (Sciascia & Cromwell, 2012).

En cualquier caso, la reincorporación al deporte en un cierto nivel de rendimiento debe ser progresiva y en función de la evolución de cada persona, además de orientarla a las demandas y exigencias del deporte en cuestión al que se vaya a reincorporar. La propiocepción juega un papel sumamente importante durante el proceso de recuperación ya que además de mejorar la cinesia de la articulación, garantizará la prevención de una recidiva (figura 5.2).

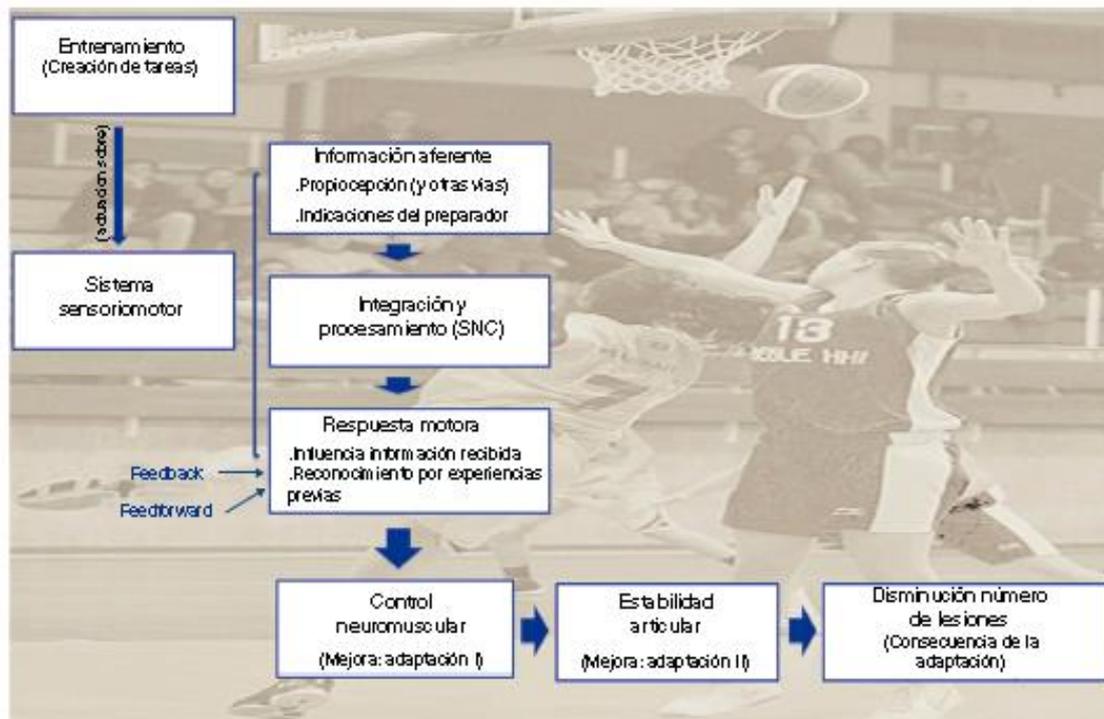


Figura 5.2: Relación entre los conceptos de entrenamiento, sistema sensoriomotor, estabilidad articular y control neuromuscular en la prevención de lesiones. (Fort Vanmeerhaeghe & Romero Rodriguez, 2013a)

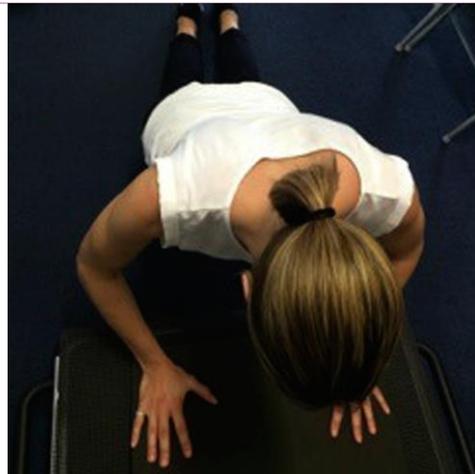
**Tabla 5:**

Progresión de trabajo propioceptivo para la recuperación funcional del complejo articular del hombro

<p>1 Trabajo combinado de estabilización de core para proteger el hombro ante fuerzas ascendentes (Helgeson &amp; Stoneman, 2014)</p>		<p>2 Fortalecimiento isométrico de rotadores escapulohumerales internos y externos (Marc et al., 2010)</p>	
<p>3 Equilibrio con una mano en sentido de las agujas del reloj sobre la pared (Dilek et al., 2015)</p>		<p>4 Oscilaciones anteroposteriores y laterales en el plano de la escápula con una barra flexible. (Marc et al., 2010)</p>	

<p>5 Plancha lateral, aislamiento para la tensión muscular específica. (Dilek et al., 2015)</p>		<p>6 Ejercicio pliométrico de rotación interna y externa. (Clark et al., 2015)</p>	
<p>7 Trabajo en trampolín con apoyo bimanual (Marc et al., 2010)</p>		<p>8 Trabajo en trampolín, apoyado sobre una sola mano, con variación de la rotación humeral y de la posición del paciente. (Marc et al., 2010)</p>	

9  
Push up sobre  
plataforma  
vibratoria.  
(Röijezon, Clark,  
& Treleaven,  
2015)



10  
Lanzamiento con  
inestabilidad.  
(Sciascia &  
Cromwell, 2012)



Fuente: Elaboración propia

## **6. CONCLUSIONES.**

La propiocepción es un aspecto sumamente importante tanto para la prevención como para la recuperación de lesiones. Como hemos podido ver en la contextualización del tema, existe una alta proporción de lesión de tejidos donde se encuentran los mecanorreceptores, como son ligamentos, tendones, capsulas articulares y por supuesto musculatura.

Por otro lado sabemos que el hombro de por si es inestable a causa de la gran libertad de movimiento que posee, además si le unimos el hecho de haber sufrido alguna lesión va a implicar amentar dicha inestabilidad por lo que la propiocepción debe ser un aspecto fundamental en nuestro proceso de recuperación ya que va a reentrenar la captación de información de los mecanorreceptores dañados a causa de la lesión, y de este modo aumentar el equilibrio y estabilidad articular para evitar la recidiva.

Actualmente no existe consenso sobre qué tipo de entrenamiento neuromuscular o propioceptivo es el más adecuado, aunque si tenemos en cuenta el principio de especificidad, cada grupo de población necesitará un tipo de entrenamiento adecuado a sus características y exigencias ya sean deportivas o para la población normal.

Es importante respetar una correcta progresión para no someter a las estructuras implicadas a mayor carga de las que están preparadas en cada fase del proceso de recuperación.

## 7. REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA.

- Arvelo D'Freitas, N. (2013). Joints complex of the shoulder: Biomechanics. *Revista de la Sociedad Venezolana de Ciencias Morfológicas*, 19, 12-22.
- Arzi, Harel, Krasovsky, Tal, Pritsch, Moshe, & Liebermann, Dario G. (2014). Movement control in patients with shoulder instability: a comparison between patients after open surgery and nonoperated patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(7), 982-992. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2013.09.021>
- Clark, Nicholas C., Röijezon, Ulrik, & Treleaven, Julia. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*, 20(3), 378-387. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2015.01.009>
- Day, A., Taylor, N. F., & Green, R. A. (2012). The stabilizing role of the rotator cuff at the shoulder--responses to external perturbations. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 27(6), 551-556. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.02.003
- Degen, R. M., Giles, J. W., Thompson, S. R., Litchfield, R. B., & Athwal, G. S. (2013). Biomechanics of complex shoulder instability. *Clin Sports Med*, 32(4), 625-636. doi: 10.1016/j.csm.2013.07.002
- Dilek, B., Gulbahar, S., Gundogdu, M., Ergin, B., Manisali, M., Ozkan, M., & Akalin, E. (2015). Efficacy of Proprioceptive Exercises in Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Single-Blinded Randomized Controlled Study. *Am J Phys Med Rehabil*. doi: 10.1097/phm.0000000000000327
- Dreinhofer, K. E., Schuler, S., Schafer, M., & Ohly, T. (2014). [Rehabilitation concepts and return to sport after interventions on the shoulder]. *Orthopade*, 43(3), 256-264. doi: 10.1007/s00132-013-2149-2
- Fort Vanmeerhaeghe, Azahara, & Romero Rodriguez, Daniel. (2013a). Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(179), 109-120. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2013.05.003>
- Fort Vanmeerhaeghe, Azahara, & Romero Rodriguez, Daniel. (2013b). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(178), 69-76. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2012.09.002>
- Freeston, J., Adams, R. D., & Rooney, K. (2015). Shoulder proprioception is not related to throwing speed or accuracy in elite adolescent male baseball players. *J Strength Cond Res*, 29(1), 181-187. doi: 10.1519/jsc.0000000000000507
- Fyhr, C., Gustavsson, L., Wassinger, C., & Sole, G. (2015). The effects of shoulder injury on kinaesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Man Ther*, 20(1), 28-37. doi: 10.1016/j.math.2014.08.006
- Helgeson, K., & Stoneman, P. (2014). Shoulder injuries in rugby players: mechanisms, examination, and rehabilitation. *Phys Ther Sport*, 15(4), 218-227. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.06.001
- Kaczmarek, P. K., Lubiowski, P., Cisowski, P., Grygorowicz, M., Lepski, M., Dlugosz, J., . . . Romanowski, L. (2014). Shoulder problems in overhead sports. Part I - biomechanics of throwing. *Pol Orthop Traumatol*, 79, 50-58.
- Kibler, W. Ben, McMullen, John, & Uhl, Tim. (2012). Shoulder Rehabilitation Strategies, Guidelines, and Practice. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 20(1), 103-112. doi: <http://dx.doi.org/10.1053/j.otsm.2012.03.012>
- Lubiowski, P., Kaczmarek, P. K., Slezak, M., Dlugosz, J., Breborowicz, M., Dudzinski, W., & Romanowski, L. (2014). Problems of the glenohumeral joint in overhead

- sports - literature review. Part II - pathology and pathophysiology. *Pol Orthop Traumatol*, 79, 59-66.
- Maenhout, Annelies G., Palmans, Tanneke, De Muynck, Martine, De Wilde, Lieven F., & Cools, Ann M. (2012). The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 21(8), 1080-1086. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.07.006>
- Marc, T., Rifkin, D., Gaudin, T., & Teissier, J. (2010). Rehabilitación del hombro inestable. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 31(2), 1-16. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1293-2965\(10\)70724-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1293-2965(10)70724-6)
- Murray, I. R., Goudie, E. B., Petrigliano, F. A., & Robinson, C. M. (2013). Functional anatomy and biomechanics of shoulder stability in the athlete. *Clin Sports Med*, 32(4), 607-624. doi: 10.1016/j.csm.2013.07.001
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 5(4), 383-389; discussion 397.
- Röijezon, Ulrik, Clark, Nicholas C., & Treleaven, Julia. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual Therapy*, 20(3), 368-377. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2015.01.008>
- Salles, J. I., Velasques, B., Cossich, V., Nicoliche, E., Ribeiro, P., Amaral, M. V., & Motta, G. (2015). Strength training and shoulder proprioception. *J Athl Train*, 50(3), 277-280. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.84
- Sciascia, A., & Cromwell, R. (2012). Kinetic chain rehabilitation: a theoretical framework. *Rehabil Res Pract*, 2012, 853037. doi: 10.1155/2012/853037
- Sole, Gisela, Osborne, Hamish, & Wassinger, Craig. (2015). The effect of experimentally-induced subacromial pain on proprioception. *Manual Therapy*, 20(1), 166-170. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2014.08.009>
- Wilk, Kevin E., Macrina, Leonard C., & Arrigo, Christopher. (2012). 12 - Shoulder Rehabilitation. In J. R. A. L. H. E. Wilk (Ed.), *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete (Fourth Edition)* (pp. 190-231). Philadelphia: W.B. Saunders.