

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

*TÍTULO: PREVENCIÓN DE LESIONES DEL
COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO EN
DEPORTISTAS DE VOLEIBOL*

Autores: María Pérez Castillo
Paula Pestana Cobiella

Tutor/es: Alejandro López Ferraz

CURSO ACADÉMICO 2021-2022
CONVOCATORIA JULIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

*TÍTULO: PREVENCIÓN DE LESIONES DEL
COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO EN
DEPORTISTAS DE VOLEIBOL*

Autores: María Pérez Castillo
Paula Pestana Cobiella

Tutor/es: Alejandro López Ferraz

CURSO ACADÉMICO 2021-2022
CONVOCATORIA JULIO

RESUMEN

Introducción: El alto porcentaje de lesiones y patologías existentes, hoy en día, en el complejo articular del hombro, es evidente, no solo por la susceptibilidad de la articulación, sino también por un sobreuso continuado. En voleibol, debido al gesto técnico que implica este deporte, la incidencia de este tipo de lesiones es la tercera más alta, siendo la que más ausencia deportiva provoca. Sin embargo, un correcto estudio de los factores de riesgo y un adecuado programa de prevención de lesiones para esta articulación, entre otras, demuestra una reducción de su incidencia.

Objetivos: Examinar la bibliografía existente sobre la prevención de lesiones de hombro en deportistas de voleibol.

Material y métodos: Se realizó una revisión bibliográfica de las bases de datos Pubmed, Scopus y WOS (Web of Science).

Resultados: Se obtuvieron 21 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos, incluyendo 10 de ellos en la revisión para analizarlos.

Conclusión: A pesar de la escasa existencia de estudios acerca de la prevención de lesiones de hombro durante el voleibol, se evidencia la eficacia de este tipo de programas. Aún así, se cree necesaria la ampliación de investigaciones en este campo.

Palabras clave: Hombro, lesiones, prevención, atletas, deportes aéreos, voleibol, dolor, miembro superior, sobreuso, programa de prevención.

ABSTRACT

Introduction: The high percentage of existing injuries and pathologies, nowadays, in the joint complex of the shoulder, is evident, not only because of the susceptibility of the joint, but also as a result of continued overuse. In volleyball, related to the technical gesture that this sport implies, the incidence of this type of injury is the third highest, being the one that causes the most sports absence. However, a correct study of the risk factors and an adequate injury prevention program for this joint, among others, demonstrates a reduction in its incidence.

Objectives: To review the existing literature on the prevention of shoulder injuries in volleyball athletes.

Material and methods: A bibliographic review of the Pubmed, Scopus and WOS (Web of Science) databases was carried out.

Results: 21 articles were obtained that met the established inclusion criteria, including 10 of them in the review to analyze them.

Conclusion: Despite the limited existence of studies on the prevention of shoulder injuries during volleyball, the effectiveness of this type of programs is evident. Even so, it is suggested necessary to expand research in this field.

Keywords: Shoulder, injuries, prevention, athletes, air sports, volleyball, pain, upper limb, overuse, prevention program.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Marco teórico	2
2.1. Generalidades	2
2.1.1. Estructura y función	2
2.1.2. Biomecánica del hombro en voleibol.....	6
2.1.3. Valoración del hombro	12
2.1.4. Patologías del hombro en voleibol.....	18
2.1.5. Diagnóstico.....	23
2.1.6. Incidencias	24
2.1.7. Epidemiología y factores de riesgo.....	25
2.1.8. Prevención de lesiones	27
3. Justificación.....	28
4. Objetivos	29
4.1. Objetivos generales.....	29
4.2. Objetivos específicos.....	29
5. Material y métodos.....	30
6. Resultados.....	34
7. Discusión.....	52
8. Conclusiones.....	56
9. Bibliografía	57

1. INTRODUCCIÓN

El voleibol es un deporte practicado con frecuencia en todo el mundo, está considerado como un deporte seguro, en comparación con otras modalidades deportivas, ya que los deportistas no tienen ningún tipo de contacto directo.

Debido a las continuas acciones de las extremidades superiores por encima de la cabeza, especialmente en los gestos de saque y remate, la incidencia de lesiones sufridas en el complejo articular del hombro que pueden sufrir los deportistas que lo practican es elevada. (1)

Se ha calculado que un jugador de máxima categoría, que entrena entre 16 a 20h semanales, puede llegar a rematar hasta 40.000 veces en una sola temporada. El volumen de sobrecarga en el movimiento por encima de la cabeza que supone tal actividad implica un enorme esfuerzo por parte de la articulación glenohumeral, en particular, y de toda la cintura escapular en general. (2) Por ello, en voleibolistas cuya posición se centra en rematar, el hombro es el tercer foco de lesión sufrido con mayor frecuencia, debido a este sobreuso crónico.

En los deportistas que realizan voleibol a un elevado volumen de entrenamiento, los músculos y los tendones de la cintura escapular acaban saturados y fatigados, para ello es importante realizar en una parte del entrenamiento un programa de prevención de lesiones. (3)

Este trabajo se ha centrado en realizar una revisión de los diferentes programas para prevenir posibles lesiones como son la avulsión del supraespinoso, lesión de Bennet, desgarros labrales, impactos internos o Gird.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Estructura y función

El complejo del hombro es la estructura que posee mayor movilidad respecto al resto de articulaciones del cuerpo. Esta movilidad se debe a la poca congruencia ósea de sus superficies articulares. Está formada por cápsulas articulares, bursas, paquetes nerviosos, ligamentos, músculos y tendones, éstos tres últimos le proporcionan la estabilidad necesaria para llevar a cabo una buena movilidad. En consecuencia, son susceptibles de lesión y degeneración.

El esqueleto del complejo articular del hombro está constituido por tres huesos principales, la clavícula, la escápula y el húmero. La cintura escapular la forman la clavícula y la escápula, y su principal articulación denominada glenohumeral se forma por la unión del húmero con la cavidad glenoidea de la escápula.

El complejo articular del hombro consta de tres articulaciones denominadas verdaderas, la ya nombrada articulación glenohumeral, la acromioclavicular y la esternoclavicular. Además de otras dos pseudoarticulaciones más funcionales, la articulación escapulotorácica y la suprahumeral o subacromial, cuyo movimiento ocurre entre planos musculares y no entre superficies óseas.

La articulación glenohumeral posee tres grados de libertad de movimiento, por lo que necesita una gran estabilidad. Al ser la cabeza humeral más grande que la cavidad glenoidea, esta presenta estructuras blandas que permiten una mayor estabilización.

El labrum es un anillo fibrocartilaginoso que rodea la periferia de la cavidad glenoidea aumentando su profundidad y mejorando de esta manera la contención de la cabeza del húmero. (4)

La definición clínica de inestabilidad del hombro consiste en la aparición de síntomas secundarios al deslizamiento de la cabeza humeral fuera de la cavidad glenoidea durante los movimientos del brazo. La estabilidad se mantiene por mecanismos estabilizadores activos, como son los músculos y tendones del manguito rotador y de la porción larga del bíceps, y pasivos, formados por la fosa glenoidea, labrum, adhesión y cohesión articular, cápsula articular, ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior y limitadores óseos como el acromion y la coracoides (5).

	<u>Tipo</u>	<u>Estructura</u>	<u>Movimiento o que realiza</u>	<u>Sistema Musculo-Tendinosos</u>	<u>Función del sistema músculo-ligamentoso</u>
Gleno-humeral	Enartrosis poliaxial	Parte proximal del húmero y escápula Cavidad glenoidea	Flexión, extensión, abducción y aducción.	Ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior y el tendón de la cabeza larga del bíceps.	Estabilidad estática
Acromio-clavicular	Diartrodial	Extremidad lateral de la clavícula con el borde medial del acromion	Abducción, aducción, retroversión y anteversión.	Ligamento anterior y posterior y coracoclaviculares	Evitan la separación de la clavícula y escápula. Evitan desplazamiento clavicular superior-inferior.

Esterno-clavicular	Encaje recíproco o silla de montar	Escotadura clavicular del manubrio esternal, carilla articular del primer cartílago costal, cara articular esternal clavicular	Flexión y abducción de hombro	Ligamento esternoclavicular anterior y posterior	Impiden desplazamiento de la articulación
Escapulo-torácica	Sisarcosis	Escápula Pared torácica	Abducción Aducción, elevación, depresión y rotación	Músculo subescapular y serrato mayor	Deslizamiento de la escápula por la pared torácica

Figura 1. Tabla explicativa complejo articular del hombro (elaboración propia)

La articulación acromioclavicular presenta pocos grados de movimiento, pero son esenciales para la funcionalidad del hombro. La articulación esternoclavicular conecta la extremidad superior al esqueleto axial. Posee una cápsula articular que se inserta en los límites de las superficies articulares. Durante los movimientos de la extremidad superior, la escápula también desliza libremente sobre el tórax, mediante la articulación escapulotorácica.

El complejo muscular del hombro se compone principalmente por los músculos del manguito rotador, formado por los tendones de cuatro músculos provenientes de la escápula y que rodean la articulación glenohumeral para su estabilización dinámica.

Manguito rotador	<i>Inserciones</i>	<i>Función específica</i>	<i>Función general</i>	<i>Movimiento que ejerce</i>
<i>Supraespinoso</i>	Troquíter	Reforzar cápsula articular glenohumeral superior e inferior	Proporcionar equilibrio en el hombro Prevención de la subluxación de la articulación glenohumeral en la posición erecta	Abducción normal
<i>Infraespinoso</i>	Troquíter			Rotación externa de articulación glenohumeral en la flexión y abducción del hombro.
<i>Redondo menor</i>	Troquíter			Compresión cabeza humeral en la cavidad glenoidea
<i>Subescapular</i>	Labio anterior del borde medial escapular	Protege articulación anterior		Compresión de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea

Figura 2: Tabla explicativa manguito rotador (elaboración propia)

En una posición específica, la activación de un músculo genera un conjunto particular de movimientos rotacionales. El momento y la magnitud de estos efectos de equilibrio muscular deben estar coordinados finamente, para que se realice el movimiento humeral deseado.

Por lo tanto, los músculos de la cintura escapular participan en los movimientos especializados de la extremidad superior, tal como escribir, y son esenciales para las actividades que exigen tracción, empuje o lanzamiento, entre otras. Dan fijación y producen los movimientos de la cintura escapular, además de controlar las relaciones escapulo-humerales. (4)

2.1.2. Biomecánica del hombro en voleibol

El hombro posee tres grados de libertad, lo que permite orientar el miembro superior en relación con los tres planos del espacio, en torno a tres ejes principales:

- Eje transversal, incluido en el plano frontal, permite los movimientos de flexo-extensión realizados en el plano sagital.
- Eje anteroposterior, incluido en el plano sagital, permite los movimientos de abducción, aducción realizados en el plano frontal.
- Eje vertical, determinado por la intersección del plano frontal y del plano sagital, permite los movimientos de rotación interna y externa realizados en el plano horizontal (6)

Análisis de los movimientos de abducción, aducción, flexión, extensión, rotación interna y rotación externa del hombro.

- Abducción

La abducción es el movimiento que aleja el miembro superior del tronco, y alcanza los 180°, donde la separación del brazo del tronco llega hasta los 90°, y a partir de ahí el brazo se acerca de nuevo al eje del cuerpo.

A partir de la posición anatómica, la abducción pasa por tres estadios:

- a. De 0° a 60° que puede efectuarse únicamente en la articulación escapulohumeral.
- b. De 60° a 120° que necesita la participación de la articulación escapulotorácica.
- c. De 120° a 180° que utiliza, además de la articulación escapulohumeral y la escapulotorácica, la inclinación del lado opuesto del tronco.

La abducción pura, descrita únicamente en el plano frontal, es un movimiento muy poco usual. Por el contrario, la abducción asociada a una

determinada flexión, es decir, la elevación del brazo en el plano de la escápula, formando un ángulo de 30° por delante del plano frontal, es el movimiento más utilizado, en particular para llevar la mano a la nuca o a la boca.(6)

La abducción activa no es una contracción aislada del deltoides, pero sí que es el músculo abductor más importante del húmero. El supraespinoso y el deltoides inician el movimiento.

Debe tenerse en cuenta que si sólo actuase el deltoides provocaría un ascenso de la cabeza humeral debido a la desproporción entre cabeza y glena. Para oponerse a este ascenso, intervienen dos elementos: uno activo, el músculo supraespinoso (provoca coaptación de la cabeza humeral, frenando su ascenso), y otro pasivo, la bóveda osteoligamentosa acromioclavicular. (7)

- Aducción

A partir de la posición de máxima aducción, esta en un plano frontal es mecánicamente imposible debido a la presencia del tronco. Si se asocia con una extensión, con una aducción muy leve, y una flexión, la aducción alcanza de 30° a 45°.

A partir de cualquier posición de abducción, la aducción, denominada entonces “aducción relativa”, siempre es posible, en el plano frontal, hasta la posición anatómica.

Intervienen principalmente el redondo mayor y el romboides, y de manera más accesoria el dorsal ancho, la porción esternal del pectoral mayor, el tríceps braquial y el subescapular.

El ángulo inferior de la escápula es elevado y dirigido hacia dentro por el romboides, produciendo un pivote de la escápula, que orienta hacia abajo la cavidad glenoidea. El redondo mayor se comporta como aductor si se considera su anclaje sobre el omoplato, pero si su anclaje es considerado sobre el húmero, eleva la escápula y orienta así la glena hacia lo alto.

Partiendo de una posición de abducción, la capacidad de aducción del hombro depende del dorsal ancho, redondo mayor y porción esternal del pectoral mayor. Si la abducción es mayor de 90°, intervienen también el deltoides posterior, coracobraquial, subescapular y porción corta del bíceps.

La fijación del omoplato es el primer tiempo de la aducción, a través de la contracción simultánea del trapecio, romboides, angular del omoplato, pectoral menor y subclavicular. Una vez el omoplato está fijado, el brazo puede dirigirse hacia el tórax gracias a la acción de los músculos: redondo menor, pectoral mayor, infraespinoso y subescapular. Para evitar una luxación inferior de la cabeza humeral, los músculos superiores del húmero, deltoides, porción corta del bíceps, coraco-braquial y porción larga del tríceps, actúan como pares musculares de rotación para volver a centrar la cabeza humeral.

Retropulsión (extensión) y Antepulsión (flexión)

La elevación del húmero en un plano perpendicular a la escápula, se llama flexión o antepulsión. La retropulsión o extensión se produce al llevar hacia atrás el húmero en un plano perpendicular a la escápula.

- Antepulsión

Si la amplitud global del movimiento alcanza 180°, los grados de participación en el movimiento de flexión del hombro corresponden de 80° a 100° a la articulación escapulohumeral, 60° a la escapulotorácica, y alrededor de 40° a la columna vertebral. La participación de estas articulaciones no es sucesiva, sino simultánea y de forma armoniosa. Hasta los 60° de flexión, el omoplato busca una posición de equilibrio.

- Retropulsión

Durante el movimiento de retropulsión, se constata esencialmente una aducción de la escápula en el plano frontal, pivotando ligeramente hacia abajo, pero sobre todo hacia dentro. En la extensión la amplitud del movimiento se reparte entre 25° a 30° en la escapulohumeral, de 10° a 15° en la escapulotorácica, y 10° en la columna vertebral. Estas etapas se superponen al realizar el movimiento.

Los músculos motores a nivel escapulohumeral son, básicamente, redondo mayor, fascículo posterior del deltoides y el gran dorsal. También actúa el redondo menor.

En la cintura escapular intervienen los músculos aductores de la escápula en el curso de la retropulsión: romboides, fascículo medio del trapecio y dorsal ancho.

- Rotación externa

En la cintura escapular, durante la rotación externa, se observa una aducción de la escápula. Si consideramos una abducción de 0°, la amplitud de movimiento es de 80° para la rotación externa. La amplitud global de la rotación externa puede incrementarse hasta 85°, gracias a una rotación homolateral de la columna vertebral. El movimiento se reparte entre 25° a 35° en la articulación escapulohumeral, de 20° a 35° en la escapulotorácica, y unos 25° en la inclinación de la columna vertebral. En el plano frontal hay 70° de rotación externa. A los 90°, en el plano sagital (flexión- antepulsión) la rotación externa se reduce a 15- 20°.

La rotación externa está realizada, básicamente, por dos grupos musculares: el infraespinoso, que es activo durante toda la rotación externa; y el redondo menor, que sólo lo es a partir de 30° de rotación externa. El deltoides también es rotador externo entre 0 y 30°. Al mismo tiempo que se realiza el movimiento de rotación externa, los músculos rotadores internos se tensan frenando el

movimiento, y lo mismo ocurre con las formaciones ligamentosas: ligamentos glenohumerales y coraco-humerales.

Debido a la discordancia articular, existe un riesgo de luxación posterior o inestabilidad posterior. Para evitar esta eventualidad, los músculos anteriores, subescapular y pectoral mayor, favorecen el recentrado de la cabeza humeral.

Los estabilizadores escapulares durante la rotación externa son el supraespinoso, la porción superior del trapecio, el serrato anterior, el bíceps y el deltoides a partir de 30°.

- Rotación interna

En la cintura escapular cuando se produce la rotación interna se observa como la escápula abduce. Cuando la abducción está a 0°, la rotación interna es de 110° gracias a la rotación contralateral de la columna vertebral, lo que permite la posición de la mano en el dorso. A la articulación escapulohumeral corresponden 80° y a la escapulotorácica de 0 a 20°. Esta amplitud disminuye de manera progresiva en abducción, existiendo en el plano frontal sólo 30°. En el plano sagital a 90° (flexión-antepulsión), la rotación interna se mantiene de 120 a 130°.

Nos centraremos en hablar de la *biomecánica de los movimientos del hombro* y los gestos más lesivos en la práctica del voleibol, el remate y el saque.

El ataque de voleibol es un movimiento por encima de la cabeza único y altamente técnico que se realiza repetitivamente a altas frecuencias, que puede alcanzar hasta 40.000 veces al año en jugadores profesionales. El movimiento de remate pertenece a la categoría más amplia de movimiento por encima de la cabeza/proyección y consta de las siguientes fases:

- La cuerda (Figura 1; posiciones 1-2): El brazo se eleva a una posición de más de 90° desde la posición anatómica y el hombro está ligeramente abducido horizontalmente.

- El **amartillado** (Figura 1; posiciones 2-4): Durante el cual la abducción y la rotación externa (RE) alcanzan sus niveles máximos.
- La **aceleración** (Figura 1; posiciones 4-8): Rápidamente rota internamente y abduce el hombro hasta el punto donde la mano golpea la pelota (hombro abducido a 140°-170° en rotación neutra).
- La **desaceleración y el seguimiento** (Figura 1; posiciones 8-9): Se extienden desde el impacto de la pelota hasta que el brazo finalmente se detiene en el costado del tronco. Durante la desaceleración, el hombro que golpea continúa abduciendo y girando internamente, y su propósito es reducir el impulso del brazo y disipar la energía cinética restante que no se transfirió a la pelota.

El '**servicio**' es otro movimiento repetitivo por encima de la cabeza en el voleibol y también coloca cargas significativas en el hombro del jugador que golpea. Suele realizarse en dos estilos: el servicio 'flotante', que es menos lesivo, en el que el jugador está en el suelo y golpea la pelota dándole una trayectoria flotante, y el servicio 'en salto', más lesivo, durante el cual, el jugador lanza la pelota hacia delante y realiza el mismo gesto de armado del hombro que en el remate.

La repetición constante de estos movimientos técnicos puede resultar en alteraciones funcionales, morfológicas y biomecánicas del hombro dominante, como cambios en el rango de movimiento (ROM), fuerza muscular, cápsula del hombro y escapula.

Se ha demostrado que los atletas de deportes por encima de la cabeza que realizan un movimiento de lanzamiento similar al remate del voleibol demuestran aumentos en el ROM de ER (ganancia de rotación externa; ERG) y reducciones en el ROM de IR (déficit de rotación interna glenohumeral; GIRD) en sus hombros dominantes en comparación con el lado opuesto. Además, los atletas por encima de la cabeza parecen mostrar un desequilibrio muscular en su

hombro dominante con una fuerza ER más baja que la fuerza IR y esto se ha relacionado con la patología del hombro. (8)



Figura 3 . Gesto técnico de ataque en voleibol (9)

2.1.3. Valoración del hombro

Inspección y palpación

En primer lugar se lleva a cabo una **inspección** y una **palpación** de la articulación. Situando al paciente de espaldas para comprobar la posición de las escápulas. Desde esta posición se puede valorar, especialmente, la simetría entre ambas. Una asimetría puede indicar una postura antiálgica o una actitud escoliótica, o bien estar debida a un desequilibrio de la musculatura periescapular.

1. Escápula alada: protrusión del borde interno de la escápula; indica hipotonía de los músculos serrato anterior y romboides.
2. Escápula elevada: indica una retracción del trapecio superior y el elevador de la escápula, o bien, una hipotonía del dorsal ancho.
3. Escápula en aducción: supone una retracción del romboides y del trapecio medio.
4. Escápula en báscula externa: indica retracción del trapecio inferior, del serrato anterior y del redondo mayor.
5. Escápula en báscula interna: indica retracción del elevador de la escápula , romboides y del pectoral menor.

Hábitos posturales

Se prestará atención a la presencia de un hábito postural asténico, que fomenta el aumento de la cifosis dorsal y la proyección cefálica anterior.

Siguiendo con la valoración y pasando a la posición de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea. Es frecuente el hallazgo de cabezas humerales elevadas o anteriorizadas. En caso de elevación, se produce una impactación de esta contra la bóveda coracoacromial, aumentando el riesgo de compresión subacromial. Por otro lado, una anterioridad de esta es un hallazgo frecuente en las lesiones del manguito rotador.

En la clavícula, es importante palpar el hueso en todo su recorrido en busca de callos de fractura que puedan dar lugar a un síndrome compresivo del plexo braquial y del paquete vascular subclavio. Una asimetría de las fosas supraclaviculares puede indicar una malposición en elevación de la escápula o antepulsión de hombro. Además, debe observarse y palpase la interlínea articular acromioclavicular, ya que una elevación de la clavícula respecto al acromion acompañada del signo de la tecla de piano (depresión del extremo clavicular a la presión con retorno brusco al soltarlo) es indicativa de luxación.

Observación de relieves musculares

Pasando a la observación de los relieves musculares, esta puede poner de manifiesto zonas de atrofia, sobre todo en el deltoides, trapecio superior, supraespinoso e infraespinoso:

- Tendón del supraespinoso: con el hombro en rotación interna es accesible a la palpación en la zona anteroexterna del espacio subacromial.
- Tendón del infraespinoso: en la zona posteroexterna del espacio subacromial, en rotación externa y con hombro y codo en flexión.
- Tendón de la porción larga del bíceps: palpable en su paso por la corredera bicipital.

- Bolsa serosa subacromial: se puede palpar inferior al borde del acromion, llevando el hombro pasivamente hacia extensión.

Valoración de la movilidad articular

A continuación, pasamos a la **valoración de la movilidad articular**. Comenzaremos valorando la movilidad pasiva específica de las articulaciones acromioclavicular, esternocostoclavicular y escapulohumeral, con la finalidad de encontrar alguna restricción al movimiento en alguna dirección o movimiento anormales que indiquen inestabilidad.

Por otro lado, es importante la valoración de la movilidad en la articulación escapulotorácica.

La evaluación cualitativa de la movilidad se basa en la búsqueda de posibles compensaciones. A tener en cuenta:

- La abducción es el movimiento más afectado en los síndromes subacromiales.
- En las capsulitis el movimiento más limitado es la rotación externa, seguida de la abducción y la rotación interna.
- La báscula precoz de la escápula, en los primeros 30° de abducción, tanto activa como pasiva, es típica de la capsulitis retráctil.
- Una alteración del ritmo escapulohumeral acompañada de dolor entre los 70 y los 90° de abducción sugiere una lesión del manguito rotador.

También pueden existir defectos en la dinámica articular que produzcan limitación del movimiento escapulohumeral y aparición de compensaciones. Funcionalmente, la mayor parte de las actividades que realizamos en nuestra vida diaria se desarrollan en posición de antepulsión y rotación interna del hombro. Si se producen movimientos repetitivos en estas direcciones, mantenidas en el tiempo, pueden dar lugar a alteraciones en el eje de movimiento de la articulación.

A la hora de valorar cuantitativamente la movilidad pasiva y activa, convendría distinguir entre movilidad global del hombro y la aislada de la articulación escapulohumeral, para la evaluación de esta, será necesario fijar la cintura escapular.

Mediciones goniométricas normales:

- Flexo Extensión: la flexión glenohumeral pura se sitúa entre los 60 y los 90° y la extensión en 30°, mientras que la amplitud de flexión global es de 150° y la extensión de 50°.
- Abducción-aducción: la abducción escapulohumeral se sitúa entre 60 y 100° y la aducción en 30°, mientras que la amplitud global es de 180° en abducción y de 45° en aducción.
- Rotación interna y externa se pueden valorar partiendo de tres posiciones distintas:
 - R1: brazo a lo largo del cuerpo, codo en flexión de 90°.
 - R2: hombro a 90° y codo flexionado a 90°.
 - R3: hombro y codo en flexión de 90°, antebrazo en dirección horizontal.

En la posición R1 los ligamentos se encuentran en tensión, en las R2 y R3 ocurre lo contrario. De esta manera, la rotación externa glenohumeral se sitúa en 45° en R1 pero va hasta los 90° en R2 y R3, la amplitud global oscila entre los 90° en R1 hasta los 120° en R3. La rotación interna en R2 y R3 alcanza los 90°, en R1 suele anotarse el nivel vertebral alcanzado al llevar la mano a la espalda.

La prueba de los tres puntos de Kapandji proporciona una medición de la movilidad global de la articulación del hombro. Esta prueba consiste en marcar el extremo del tercer dedo cuando el paciente lleva la mano a la espalda en flexión y rotación externa, en extensión y rotación interna, y en aducción sobre el hombro contralateral. La superficie del triángulo obtenido dará una valoración de la movilidad del complejo. (6)

Valoración muscular

Ante el hallazgo de una limitación al movimiento durante la exploración articular, deben valorarse los músculos agonistas y antagonistas del movimiento implicado, con el fin de evaluar la fuerza de contracción del grupo agonista y la extensibilidad del grupo antagonista. Asimismo, se tienen que evaluar la presencia de puntos gatillo miofasciales, los cuales suponen una restricción de la movilidad del músculo afectado en el sentido del estiramiento.

La valoración de la fuerza de contracción puede realizarse de forma analítica para cada músculo mediante maniobras específicas, esto es de especial interés cuando se trata de una patología de origen neurológico o de una lesión aislada de un músculo en concreto. A continuación, vamos a describir una serie de maniobras que valoran la capacidad de contracción global de los grupos musculares agonistas de cada uno de los movimientos propios del complejo articular del hombro.

- Flexores de hombro (coracobraquial, fibras claviculares del pectoral mayor y bíceps braquial): se valoran aplicando resistencia al movimiento de flexión en la zona distal de la cara anterior del brazo, estabilizando la escápula con la otra mano.
- Extensores de hombro (redondo mayor, dorsal ancho, fibras posterior del deltoides y cabeza larga del tríceps braquial): en la cara posterior se aplica resistencia a la extensión en la zona distal, la otra mano realiza contratoma en la escápula.
- Abductores del hombro (deltoides, supraespinoso y serrato mayor): la resistencia a este movimiento se hace en la cara externa del brazo, en la zona distal. En caso de rotura total del manguito rotador, esta acción será imposible. En cambio, si la rotura es parcial, será posible pero con dolor.
- Aductores de hombro (pectoral mayor, dorsal ancho y redondo menor): posición inicial en ligera abducción, se aplicará resistencia al movimiento de aducción en la cara interna del brazo, por la zona distal.

- Rotadores externos de hombro (infraespinoso, redondo menor y fibras posteriores del deltoides): codo del paciente en flexión de 90° y brazo pegado al cuerpo, aplicando resistencia en la cara posterior de la muñeca mientras con la otra mano se estabiliza el brazo del paciente contra su tronco, para evitar compensaciones.
- Rotadores internos de hombro (subescapular, pectoral mayor, redondo mayor, dorsal ancho y fibras anteriores del deltoides): misma posición que el anterior, se sujeta el brazo del paciente para evitar compensaciones y se aplica resistencia en la cara anterior de la muñeca con la otra mano.
- Elevadores de la cintura escapular (elevador de la escápula, romboides y fibras superiores del trapecio): paciente en sedestación, aplicamos resistencia bilateral sobre el acromion y se pide una elevación de los hombros.
- Antepulsos de la cintura escapular (pectoral menor y serrato anterior): aplicamos resistencia directamente sobre la cara anterior del hombro, o pedimos al paciente que se coloque con el hombro en flexión de 90° y el codo en flexión máxima, de manera que la mano quede apoyada sobre el hombro. La resistencia se aplica sobre el codo. Se realiza una contratoma en la escápula contralateral para evitar compensaciones.
- Retropulsos de la cintura escapular (trapecio y romboides): se aplica resistencia en la cara posterior del hombro a la vez que se realiza una contratoma en la región pectoral contralateral, para evitar compensaciones.

Debido a la complejidad de la articulación del hombro, en la que la mayoría de los músculos presentan acciones múltiples en distintos niveles, esta se convierte en una articulación especialmente expuesta a acortamientos o desequilibrios musculares. (10) Los músculos que con más frecuencia van a verse acortados son: Pectoral mayor, pectoral menor, dorsal ancho, redondo

mayor, redondo menor, subescapular, infraespinoso , trapecio superior y elevador de la escápula.

2.1.4. Patologías del hombro en voleibol

El voleibol es un deporte popular que cuenta con, aproximadamente, dos millones de jugadores profesionales en el mundo y se describe, clásicamente, como una práctica con bajo índice de lesiones.

Una **lesión de hombro** puede aparecer por el uso excesivo y repetitivo de una serie de movimientos en concreto o por un **traumatismo** externo como puede ser un golpe o una caída.

Los gestos deportivos en el voleibol, como recepcionar, bloquear o rematar el balón, obligan a los jugadores a ejecutar repetidamente ciertos movimientos que pueden generar una carga excesiva a algunas estructuras corporales, produciendo microtraumatismos acumulativos que de forma insidiosa evolucionan resultando en lesiones deportivas por sobreuso, por ejemplo, a nivel profesional un jugador ofensivo puede realizar más de 40000 mil remates en un torneo.

Las lesiones deportivas producen una alteración en la integridad de los tejidos corporales; como resultado se da un desbalance que afecta la práctica en el deporte, existiendo una relación causal entre el quehacer deportivo y la patología consecuente. El percance etiológico puede acontecer durante el entrenamiento o la competición y conlleva a la ausencia o modificación en la participación deportiva por uno o más días posteriores al incidente (11).

El término “hombro de lanzador” hace referencia a un conjunto de limitaciones funcionales que impiden la adecuada función del hombro en deportistas que realizan gestos de lanzamiento, como jugadores de béisbol, voleibol, balonmano, waterpolo, lanzamiento de jabalina; o golpeo de la pelota

por encima de la cabeza, como los jugadores de tenis durante el saque. Asimismo, utilizaremos el término “atleta aéreo” para referirnos al conjunto de atletas que realizan estos deportes con gestos y/o golpes en el aire.

GIRD

Esta patología se define como una pérdida de la rotación interna debida a la ganancia adaptativa en la rotación externa en el hombro del lanzador (12).

“El GIRD anatómico se ha descrito como una pérdida de menos de 18-20° de déficit de IR glenohumeral con movimiento de rotación total simétrico (por ejemplo, suma de ER + suma de IR) del hombro no involucrado dentro de 5°. El GIRD patológico se ha identificado como una pérdida de rotación interna glenohumeral superior a 18-20° con una pérdida correspondiente de la rotación total superior a 5° observada en el hombro lanzador en comparación con el hombro no lanzador, respectivamente.” Moradi, M., Hadadnezhad, M., Letafatkar, A. *et al.*

La GIRD comienza con contracturas posteriores de la cápsula posterior y la banda posterior del ligamento glenohumeral inferior, causando un desplazamiento postero-superior de la cabeza humeral, que, a su vez, desencadena una rotación externa excesiva de la articulación. Además, en las imágenes de resonancia magnética (RM) se puede observar un engrosamiento de la cápsula postero- inferior, pudiendo ser indicadora de hallazgos simultáneos en el labrum y el manguito rotador (12).

Impacto Interno

Esta lesión se describe por el contacto de la superficie inferior del manguito rotador entre la tuberosidad mayor y la glenoide y el labrum posterosuperior en la posición de abducción y rotación externa máxima (ABER). Este impacto interno es fisiológico, pero puede ser patológico. Los pacientes suelen presentar dolor insidioso que va aumentando a lo largo de la temporada.

El hallazgo más común por imágenes de impacto interno, además del manguito rotador posterosuperior y los desgarros labrales, es la remodelación de la cabeza humeral posterior, consistiendo en la formación de quistes subcorticales, edema de médula ósea y aplanamiento o depresión cortical. Esto sería una pista importante sobre si se trata de un paciente aéreo y debería desencadenar la búsqueda de más hallazgos (12).

Desgarros Labrales

Es bastante frecuente que se produzcan desgarros labrales, sobre todo ubicados de manera postero-superior, igual que los desgarros del manguito rotador, debido a los mecanismos comunes de GIRD e impacto interno. Durante la fase tardía del lanzamiento, se aumenta la tensión dirigida posteriormente y la torsión en el anclaje del bíceps debido a la máxima rotación externa, pudiendo resultar en un “desgarro de peel-back”, que se conoce como el desprendimiento del anclaje del bíceps y el labrum posterosuperior del cartílago glenoideo. Esta lesión es técnicamente conocida como un desgarro SLAP tipo II, aunque también se ven otros tipos de desgarros SLAP (12).

Snyder et al crearon un sistema de clasificación para describir la patología del labrum superior:

- Tipo I: deshilachado. Algunos autores sugieren que este tipo se asocia con el envejecimiento normal.
- Tipo II: desprendimiento del tendón del bíceps o sin deshilachado, es la más común y se asocia con el lanzamiento repetitivo.
- Tipo III: desgarro del mango del cubo
- Tipo IV: similar al tipo III pero el desgarro se extiende hasta el tendón del bíceps.

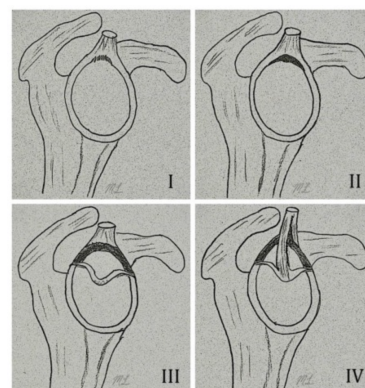


Figura 4: Definición gráfica de los tipos de desgarros labrales (12)

En línea con el impacto postero-superior, la mayoría de los desgarros SLAP tipo II se extienden hasta el labrum posterosuperior, y, también, pueden verse desgarros labrales posteriores aislados (12).

Estas lesiones son comunes en el brazo dominante de atletas jóvenes de alto rendimiento. Estos, a menudo, pueden aquejar dolor y una pérdida gradual de la función, como disminución de la velocidad de lanzamiento en el hombro afectado. También es frecuente la presencia de chasquidos intermitentes o síntomas mecánicos en el hombro, sobre todo durante la fase de armado. Una lesión traumática aguda en el hombro, como una caída sobre un brazo extendido, también puede ser responsable de un desgarro SLAP (13).

Lesión Bennett

La lesión de Bennett, también conocida como exostosis glenoide posterior, se presenta con una osificación capsular posterior secundaria a la tracción repetitiva en la banda posterior del ligamento glenohumeral inferior, en el borde glenoideo (12). Esta lesión, se produce en la fase de armado, cuando la articulación glenohumeral se encuentra en abducción y rotación externa, y existe inestabilidad posterior, produciendo el desplazamiento posterior.

Desde 1941, cuando se describió por primera vez la lesión de Bennett, ha existido controversia con respecto a su etiología, lesiones asociadas y tratamiento. Hay estudios que sugieren que los atletas aéreos con lesiones de Bennett tienen una mayor frecuencia de anomalías del cartílago glenoide posterior en comparación con aquellos que no presentan dicha lesión, pero no se aprecia un aumento de desgarros labrales o hallazgos de impacto interno. Asimismo, se evidenció que el tamaño de una lesión de este tipo, no está asociada con el nivel de juego, la edad u otras lesiones típicas de lanzamiento aéreo en el hombro o la necesidad de cirugía (14).

Síndrome subacromial

El síndrome subacromial es una causa frecuente de dolor en la articulación del hombro. Las posibles causas de este síndrome pueden ser, desde una bursitis subacromial y la tendinopatía del manguito rotador hasta los desgarros parciales o totales del manguito rotador.

Este pinzamiento puede desencadenar en varias situaciones, como por ejemplo una pseudoartrosis o consolidación defectuosa de una fractura en la tuberosidad, tendinitis calcificada, inestabilidad y factores iatrogénicos.

Un diagnóstico y tratamiento efectivos requieren una historia y un examen físico cuidadosos y completos, así como las pruebas de imagen apropiadas.

Avulsión del supraespinoso

La lesión de avulsión del tendón del supraespinoso (PASTA), es un tipo de PTRCT (rotura parcial del manguito rotador). Según Gratsman y Milne, las lesiones PASTA comprenden el 91% de todos los PTRCT.

Estas lesiones pueden encontrarse con frecuencia en atletas aéreos, es decir, atletas y se asocia, generalmente, con dolor y discapacidad. Además, se ha demostrado que más de la mitad de estas lesiones tienden a agravarse.

La fisiopatología de PASTA no está clara, existen causas intrínsecas, extrínsecas y traumáticas. Los deportistas lanzadores pueden desarrollar una tendinopatía con engrosamiento del tendón del supraespinoso, provocando que, al aumentar el tamaño del tendón con respecto a las dimensiones del canal subacromial se produzca un roce del tendón en el canal. Esta tendinopatía puede provocar que, un movimiento violento, cause una distensión del supraespinoso, que al estar inflamado, está más debilitado y es menos elástico que el músculo (15).

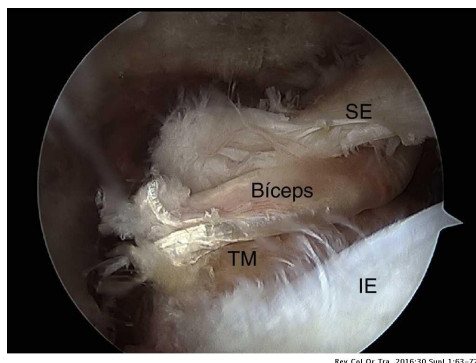


Figura 5. Visión por portal posterior de una lesión del manguito de los rotadores en riesgo de rotura y el bíceps tenotomizado distalmente para aumento y reconstrucción capsular superior. IE: infraespinoso; SE: supraespinoso; TM: tuberosidad mayor. (16)

2.1.5. Diagnóstico

Existe gran variedad de pruebas clínicas para detectar la presencia de desgarros labrum y varían en su sensibilidad y especificidad, por lo que, es más útil la combinación de pruebas que la realización de una sola.

Es importante la valoración de la rotación en la articulación glenohumeral. El método más efectivo se realiza con el paciente en decúbito supino, con el brazo a 90° de abducción del hombro. Una de las tomas será estabilizadora, a nivel del acromion y la apófisis coracoides, la otra medirá el rango de movimiento logrado. El paciente tendrá que mover el brazo en rotación hasta apretar contra la escápula.

También es fundamental la realización de un examen escapular, sobre todo en atletas que realizan ejercicios por encima de la cabeza como es este caso. Durante el síndrome escapular conocido como “SICK”, la característica distintiva consiste en la posición asimétrica de la escápula en el lado dominante, con dicho hombro más bajo que el contralateral y el borde medial inferior de la escápula prominente, al contrario que el borde superior y el acromion. Anteriormente encontramos la coracoides inclinada hacia abajo, provocando

tensión en el pectoral menor y la cabeza corta del bíceps. La queja más común durante este síndrome es el dolor anterior del hombro, seguido de dolor escapular posterosuperior con o sin irradiación hacia el cuello (17).

Para el atleta aéreo, el profesional de la salud también debe buscar signos sutiles de inestabilidad en el hombro. Se pueden utilizar pruebas de aprehensión y reubicación durante el examen, aunque la presencia de dolor sin aprehensión es un hallazgo poco fiable para la inestabilidad del hombro, ya que es bastante común en muchos otros trastornos del hombro. Los resultados del examen físico para la lesión PASTA pueden ser inespecíficos y difíciles de distinguir de otras afecciones del hombro. Se ha informado de que el 30 % de las lesiones PASTA ocurren concomitantemente con otros trastornos del hombro. Como resultado, las modalidades de imagen son esenciales para el diagnóstico definitivo de la lesión PASTA (18).

Asimismo, otras pruebas útiles serían las maniobras correctivas, las pruebas de asistencia escapular y la prueba de retracción escapular (SRT). Estas maniobras serán reveladoras a la hora de determinar la contribución escapular a los síntomas de hombro.

2.1.6. Incidencia

En deportes aéreos, la incidencia de este tipo de lesiones varía entre 0,2/1000 horas y 1,8/1000 horas. La media en proporción de atletas que manifiestan la necesidad de reducción de volumen de entrenamiento o en el rendimiento deportivo, semanales de carácter moderado o severo, o incapacidad absoluta para continuar con el ejercicio debido a un problema en el hombro es de un 5% en jugadores masculinos y femeninos de voleibol de la escuela secundaria (19).

Simultáneamente, las tasas de lesiones en el hombro están entre el 18% y el 61% entre los atletas de lanzamiento aéreo (Asker et al., 2018; Cools et al., 2020). Además, según el programa de vigilancia de lesiones de la NCAA, las

lesiones de hombro por un uso excesivo del mismo representan el 12% y el 13,1% de todos los deportes de secundaria y universitarios, respectivamente (Roos et al., 2015) (20).

En un estudio realizado por Verhagen EALM, Van der Beek A.J., Bouter L.M., Bahr R.M., Van Mechelen W. A., se comprobó que la incidencia general de lesiones por uso excesivo en voleibol fue de 0,6/1000 horas. Además, la ausencia media debido a una lesión de hombro por uso excesivo fue de 4 semanas, convirtiéndose así en la que produjo la ausencia más larga, seguida de la rodilla con 2,9 semanas. En relación al número de lesiones en general, la articulación del hombro no es la que más sufre, sin embargo, representan un 32% de las lesiones por uso excesivo, junto con la espalda y seguidas de la rodilla, con un 20% (21).

2.1.7. Epidemiología y factores de riesgo

Es posible la existencia de diferencias entre grupos de individuos según sexo y edad en el riesgo de lesiones, tal y como se ha visto en otros lugares anatómicos y diferentes deportes. Respecto a los factores biomecánicos, como movilidad, coordinación y deterioro de la técnica de lanzamiento, también pueden constituir factores de riesgo (19).

El déficit de rotación interna de la articulación glenohumeral se observa con frecuencia después de la práctica. Aunque algunos autores, como Burkhart et al, sugieren que un déficit de dicha rotación menor a 20° era aceptable, otros autores como Shanley et al alegaron que una diferencia entre ambos lados de 13° aumentaba el riesgo de lesiones en el hombro en seis veces más. Por otro lado, un aumento del rango de movimiento en rotación externa puede aumentar la inestabilidad anteroinferior (22).

Los factores de riesgo de lesiones en el hombro varían entre los diferentes deportes aéreos, siendo los deportes de contacto los de más riesgo para lesiones de tipo traumático. Una característica global de estos deportes es el uso repetitivo

del hombro llevando la mano por encima de la cabeza, lo que conlleva a mecanismos relacionados con las lesiones no traumáticas de la articulación(19).

Para el correcto funcionamiento de las extremidades superiores, es necesaria la buena coordinación de múltiples segmentos del cuerpo, entre ellos la escápula, que crea la unión entre la extremidad superior y el tronco. Un patrón de movimiento anormal de la escápula puede conducir a un mayor riesgo de lesión de la articulación del hombro. Además, se hallaron diferencias entre la prevalencia de la discinesia escapular entre atletas no aéreos (33%) y aéreos (61%), además de asociaciones entre esta alteración y la lesión del hombro.

Uno de los factores más importantes a la hora de la aparición de una discinesia escapular es el acortamiento del músculo pectoral menor, atribuido a cambios adaptativos en la tensión muscular debido a exigencia escapular repetitiva durante los deportes aéreos. Este acortamiento muscular se asocia con una cinemática escapular alterada durante la elevación del hombro, así fue demostrado en pacientes con síndrome de impacto subacromial (EAIS) (12).

Kugler et al. (1996) describieron los cambios adaptativos, que se producen en el posicionamiento escapular, que observaron en jugadores de voleibol de élite. Existen estudios actuales que verifican esta teoría, como del autor GilPascoal (2013), en el cual indica que “en el examen del hombro, la postura escapular asimétrica a menudo se asocia a anomalías de la articulación compleja del hombro. Sin embargo, las asimetrías de los hombros también pueden estar relacionadas con adaptaciones a la práctica deportiva”. De esta manera, y debido al uso excesivo del hombro dominante, los atletas podrían desarrollar adaptaciones de la articulación responsable del lanzamiento aéreo que, probablemente, incluya una asimetría escapular en reposo (23).

Por otro lado, Reeser y col. (2006) descubrieron que el volumen de remates y la discinesia escapular están relacionados con una mayor incidencia de problemas de la articulación del hombro.

En adición, el dolor del hombro se asocia también a una inestabilidad del core del deportista. Esto demuestra la importancia de la cadena cinética a la hora de generar potencia en el movimiento del remate (2).

2.1.8. Prevención de lesiones

En primer lugar, se debe destacar la necesidad de una correcta gestión de la carga de entrenamiento. La intensidad de este y la frecuencia de los partidos tienen alta influencia en la aparición de las lesiones nombradas anteriormente. Asimismo, enfatiza las lesiones por distensión causadas por movimientos inadecuados y por tiempo de recuperación insuficiente. Por ello, tanto los entrenadores como los preparadores físicos de estos equipos, deben ser conscientes de la importancia de la correcta carga de entrenamiento y de realizar un entrenamiento personalizado, adaptado a cada uno de sus deportistas.

Para prevención de lesiones en el atleta aéreo es fundamental el reconocimiento precoz del dolor y la disfunción, y se trata de un desafío debido al concepto conocido como la “**paradoja del lanzador**”. Este concepto se refiere al papel del manguito rotador durante el mantenimiento de la cabeza humeral centrada en la cavidad glenoidea, ya que, los atletas deben tener suficiente estabilidad para evitar que se produzcan circunstancias de inestabilidad, pero la suficiente flexibilidad para poder lanzar efectivamente.

Como consecuencia de lo anteriormente nombrado, se debe prestar atención al fortalecimiento de los rotadores externos e internos para potenciar la estabilidad de la cabeza humeral durante el movimiento de la extremidad en los atletas. Además, es importante el estiramiento, ya que se suele presentar falta de extensibilidad de ciertos músculos como el pectoral menor (24).

De esta manera, los programas de prevención de estas lesiones por sobreuso deben regirse por los siguientes pilares:

- Realizar trabajos de *Core*, incorporando rotaciones, movimientos anti rotatorios, extensión y anti extensión del tronco.

- Fortalecer la correcta movilidad y estabilidad escapular.
- Incorporar una correcta técnica respiratoria a los ejercicios de sobrecarga.
- Ejercicios de Propiocepción de la cintura escapular.
- Fortalecer la rotación externa que permita una correcta desaceleración del gesto de ataque (Manguito de los rotadores).
- Trabajos de amplitud de movimiento no solo de la articulación glenohumeral sino también de la columna vertebral, cervical y dorsal (2).

3. JUSTIFICACIÓN

El aumento de la exigencia a los deportistas de alto rendimiento es una realidad, sobre todo en aquellos atletas que dedican su vida a ello. Es importante mantener un balance adecuado entre las demandas físicas y psicosociales de estrés a las que se somete al atleta. Esto es debido a que, un correcto seguimiento del balance estrés-recuperación, es fundamental para alcanzar los objetivos de rendimiento deportivo que se persiguen, tanto por los deportistas, como por los entrenadores.

Un exceso de entrenamiento, unido a la falta de una recuperación adecuada y a otros factores estresantes, dentro y/o fuera del contexto de entrenamiento, dan pie a ciertos cambios fisiológicos que pueden acarrear una disminución del rendimiento deportivo del atleta (25).

Según Fletcher, Hanton, Mellalieu y Neil (2012), el estrés físico se produce, sobre todo, por la cantidad de horas y carga de entrenamiento/competición a las que se someten los atletas, y a la exposición y riesgo de sufrir lesiones (Vargas, Urkiza y Gil, 2015).

Si la cantidad de exigencia que se demanda estuviera regulada en función de la cantidad de carga que soporta cada atleta y teniendo en cuenta tiempo de entrenamiento/descanso, se evitarían muchas de las lesiones por sobrecarga, entre otras, de las que se ha hablado en este proyecto. Además, hay que tener en cuenta la importancia de un buen conocimiento acerca de la armonía muscular y articular, evitando así un entrenamiento exagerado, o insuficiente, de alguna parte del cuerpo pudiendo causar desequilibrios. Por este motivo, hemos optado por hacer un estudio acerca de diferentes programas de prevención de lesiones en el voleibol, el impacto que dichos programas tienen sobre los atletas y si existe o no evidencia de ello (26).

Por otro lado, la principal motivación para la selección de este tema de esta revisión, fue la experiencia personal de una de la autoras como deportista federada desde una edad precoz, así como el hecho de haber padecido recientemente una lesión del manguito rotador, concretamente un síndrome subacromial .

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Revisar la bibliografía existente sobre la prevención de lesiones en las diferentes patologías, en el complejo articular del hombro, que sufren los deportistas que realizan voleibol y los beneficios obtenidos con un buen programa de prevención de las mismas.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar la evidencia existente de la presencia de patologías del complejo articular del hombro en personas que practican voleibol.

- Revisar la relación que existe entre la presencia de factores de riesgo de lesiones en el hombro, la cantidad de practicantes de voleibol y la carga de entrenamiento de los mismos.
- Investigar sobre los diferentes programas de prevención de lesiones del complejo articular del hombro en deportistas de voleibol.
- Analizar la evidencia en relación a los efectos a corto y largo plazo de los programas de prevención seleccionados.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la búsqueda de información acerca de la prevención de lesiones de la articulación del hombro durante el deporte de voleibol, hemos indagado en las siguientes bases de datos: Pubmed, Scopus y WOS (Web of Science).

Las palabras clave que hemos utilizado para la búsqueda de artículos en los que se basa nuestra revisión bibliográfica son:

- Hombro, lesiones, prevención, atletas, deportes aéreos, voleibol, dolor, miembro superior, sobreuso, programa de prevención.
- Shoulder, injuries, prevention, athletes, overheads sports, volleyball , pain, superior member, overuse, prevention program.

Todas ellas han sido combinadas de diferentes maneras, también con operadores booleanos. Asimismo hemos utilizado los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

- Estudios basados en la prevención de lesiones en deportes con golpes aéreos por encima de la cabeza.
- Estudios con acceso gratuito.

- Estudios disponibles en inglés o español.
- Estudios que se hayan realizado de 2015 en adelante.
- Estudios realizados en humanos.

Criterios de exclusión

- Estudios con acceso de pago.
- Estudios sobre lesiones de hombro que no incluyen mecanismos de prevención.
- Estudios en idiomas que no fueran inglés o español.

Tras haber realizado la búsqueda, tras la lectura del título y su resumen se descartaron artículos cuya temática no estaba relacionada con el tema de la revisión.

Estrategias de búsqueda en Pubmed

Para la búsqueda de artículos en esta base de datos, en primer lugar, se realizó una búsqueda más simple para obtener la cantidad de resultados que nos proporcionaba la base. Por ejemplo:

- Al buscar “OVERHEAD SPORTS”, nos salieron 1.565 resultados.
- Al buscar “SHOULDER INJURY”, 35.227 resultados.
- Al buscar “SHOULDER OVERUSE”, 719 resultados.
- Al buscar “VOLLEYBALL”, 2. 280 resultados.
- Al buscar “PREVENTION PROGRAM”: 327.583 resultados.

Una vez se tiene una idea aproximada de las palabras que podrían proporcionar unos resultados más efectivos, comenzamos la búsqueda utilizando los siguientes combinaciones con operadores booleanos: “(VOLLEYBALL OR OVERHEAD SPORTS) AND (PAIN OR INJURIES OR OVERUSE)”, obteniendo así 2.012 resultados.

Seguidamente, se continuó la búsqueda añadiendo más combinaciones, de la siguiente manera: “(SHOULDER OR SUPERIOR MEMBER)”, “(ATHLETES OR ELITE ATHLETES)” y “(PREVENTION OR PREVENTION PROGRAM)”. Fueron añadidos consecutivamente hasta llegar a los 219 resultados.

Por último, se añadieron una serie de filtros, derivados de los criterios de inclusión:

En primer lugar, que los artículos fueran como mucho de 2015, obteniendo 121 resultados. Luego, se seleccionó el filtro de acceso libre, reduciéndose a 56. En último lugar, solo estudios realizados en humanos, obteniendo la cifra final de 20 artículos.

Tras revisar estos 20 artículos resultantes, se han seleccionado 5, ya que los demás quedaron excluidos por no enfocar exactamente la idea objeto del estudio. Finalmente, de los 5 artículos que habían quedado, se seleccionan 2 de ellos para incluirlos en la revisión bibliográfica.

Estrategias de búsqueda en Scopus

De manera diferente a como pasó con PubMed, siguiendo los mismos pasos en esta base de datos, se quedan en 0 resultados antes de terminar. Por esto, utilizamos otras técnicas de búsqueda.

En primer lugar, se realizó una búsqueda aplicando operadores booleanos: “(VOLLEYBALL OR OVERHEAD SPORTS) AND (PAIN OR INJURY OR OVERUSE)”, en este caso escribimos “INJURY” en lugar de “INJURIES”. A continuación, añadimos más operadores como: “(SHOULDER OR UPPER ARM)” AND (ATHLETES OR ELITE ATHLETES) AND (PREVENTION), obteniendo 22 resultados.

Tras añadir filtros de antigüedad (máximo 2015), de acceso abierto y de estudios realizados en humanos nos quedamos con 5 resultados.

Los resultados fueron escasos, por lo que se realizó una búsqueda más simple, para ver si, de esta manera, se hallaba más variedad y mejores resultados. Las palabras introducidas en el buscador fueron: “PREVENTION VOLLEYBALL SHOULDER INJURY”, dando así con 60 documentos. A partir de aquí aplicamos los filtros de antigüedad (máximo 2015) y de acceso abierto, reduciéndose a 22 resultados. Tras una revisión, el número de documentos se convirtió en 5, debido a duplicidades o poca relación con lo que se buscaba. En último lugar, tras revisar estos 5 documentos, se incluirán 3 de ellos en la revisión bibliográfica.

Estrategias de búsqueda en Web of science

Se realizó una búsqueda en la base de datos (WOS), con los siguientes términos de búsqueda, obteniendo los siguientes resultados:

- Al buscar “OVERHEAD SPORTS”, aparecieron 1630 resultados.
- Al buscar “SHOULDERS INJURY”, aparecieron 38041 resultados.
- Al buscar “OVERUSE SHOULDER”, aparecieron 1055 resultados.
- Al buscar “VOLLEYBALL”, aparecieron 6983 resultados.
- Al buscar “PROGRAM PREVENTION”, aparecieron 281275 resultados.

A continuación, siguiendo con la búsqueda y teniendo como guía la búsqueda de Pubmed, se introdujeron los mismos operadores booleanos combinándolos de la siguiente manera:

“(VOLLEYBALL OR OVERHEAD SPORT) AND (PAIN OR INJURY OR OVERUSE)”, obteniendo 4579 resultados. Seguidamente se añadió “AND (SHOULDER OR SUPERIOR MEMBER)”, consiguiendo reducir los resultados a 844. Para cerrar un poco más el foco de resultados se introdujo “AND (ATHLETES OR ELITE ATHLETES)” disminuyendo así a 505 resultados. El último operador booleano que se aplicó fué “ AND (PREVENTION OR PROGRAM PREVENTION)”, quedando solo 130 resultados.

Estos 130 resultados que nos habían quedado, se redujeron a 95 resultados cuando se aplicó el filtro de antigüedad, utilizando los artículos que fueran a partir del 2015 en adelante. El siguiente filtro aplicado fue el “free full text”, y se redujo el número de resultados a 55 artículos. Por último, se utilizó el filtro que excluía los artículos donde la investigación no se realizaba con humanos, y el resultado final fue de 38 artículos. Tras una revisión de estos últimos, se seleccionaron 13 de ellos, ya que los demás presentaron escasa relación con el tema. Tras la revisión de estos 13 documentos, se incluirán 5 en la revisión bibliográfica.

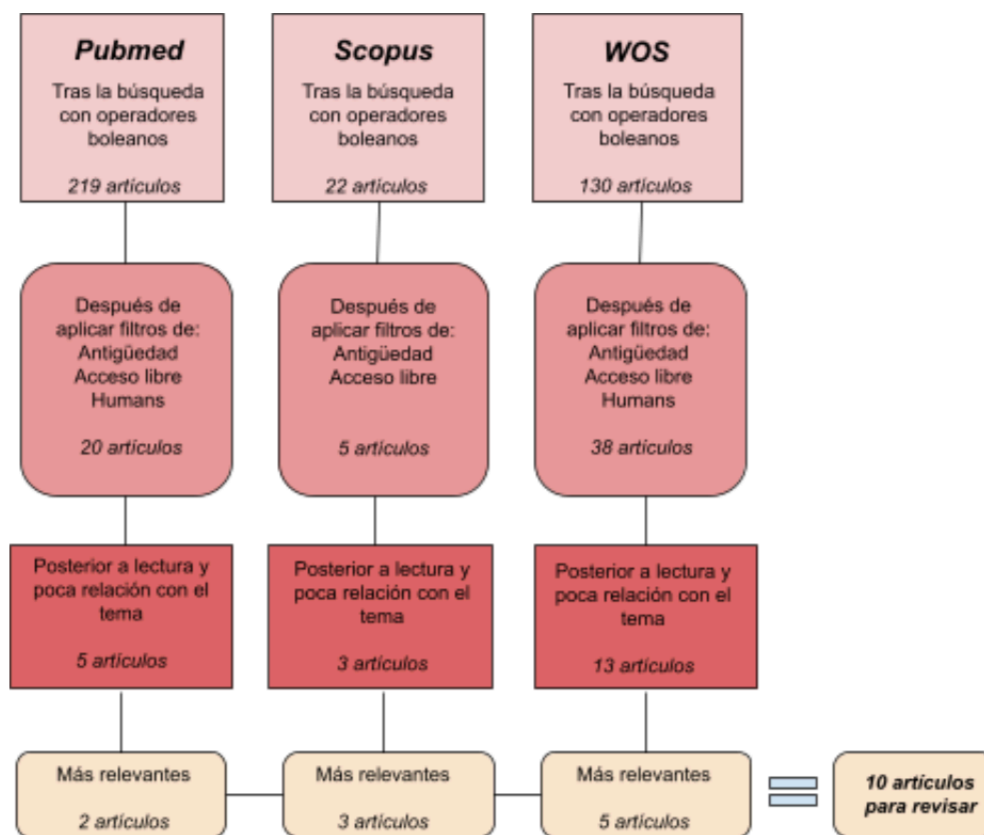


Figura 6. Diagrama de resultados de la búsqueda (elaboración propia)

6. RESULTADOS

En este punto comienza la presentación de los resultados obtenidos en la búsqueda:

- **Prevención mediante conocimiento de factores de riesgo**

“Acromiohumeral Distance and 3-Dimensional Scapular Position Change After Overhead Muscle Fatigue”

El artículo fue llevado a cabo por Maenhout.A, Dhooge.F, Van Herzeele.M, Palmans.T, Cools.A. en el año 2015. Los objetivos de la investigación fueron observar el efecto de un protocolo de fatiga similar al de la actividad deportiva aérea en relación con la distancia acromiohumeral (AHD) y la posición escapular tridimensional para relacionar estas rotaciones con el AHD.

Se escogieron a 29 atletas aéreos sanos, de los cuales 20 jugaban al voleibol. Para ser incluidos, los participantes debían tener entre 18 y 30 años, y realizar actividades aéreas al menos 2 horas a la semana. Los criterios de exclusión fueron atletas que presentaban dolor de hombro durante 6 meses antes y los atletas con asimetría $>20^\circ$ comparando contralateralmente.

Cada participantes realizó un exámen clínico con movimientos activos y pruebas de impacto. Se evaluó el GIRD, AHD en ambos hombros para conocer la condición previa a la fatiga, mediciones basales de la cinemática escapular tridimensional en el hombro dominante.

Los ejercicios que se llevaron a cabo para fatigar el músculo fueron repetidos movimientos pasando de una rotación externa a una rotación interna con el hombro secuestrado a 90° de la extremidad superior. Los participantes se arrodillaron con la cadera del lado no dominante con una flexión de 90° y el pie plano en el suelo, para así poder limitar la fuerza que acompaña al movimiento de lanzamiento de las extremidades inferiores. La finalización del ensayo ocurría cuando el participante era incapaz de realizar ese movimiento debido a su fatiga muscular. Una vez que el hombro estaba fatigado, se volvieron a realizar las

pruebas de medición ya mencionadas para valorar la condición posterior a la fatiga.

Los resultados del estudio fueron los siguientes: las pruebas de AHD con abducción de 0° no mostraron cambios significativos después de la fatiga, mientras que con abducción de 45° y 60° fue mayor después del ejercicio en el lado dominante. Las pruebas de ADH en el lado no dominante no mostraron ningún cambio antes y después de la fatiga muscular.

Posterior al ejercicio la posición escapular se encontró más hacia arriba y externamente girada e inclinada cuando el miembro superior se mantuvo en la abducción de 45° y 60° de secuestro. Esta posición se corresponde con una situación protectora y ahorradora de impactos y podría deberse a que la escápula hace un movimiento compensatorio para la fatiga glenohumeral muscular. (27)

“Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach”

Estudio realizado por Cools AM, Johansson FR, Borms D y Maenhout A, y publicado en 2015, se centra en la prevención de lesiones usando como referencia los factores de riesgo de las mismas. Estos autores se han regido por los siguientes cuatro pasos:

1. Definir correctamente los factores de riesgo para lesiones y la recidiva de lesiones.
2. Dichos factores de riesgo se pueden utilizar como criterios de retorno al juego, utilizando valores de corte basados en bases de datos normativas.
3. Estas variables deben ser medidas mediante herramientas y procedimientos válidos y fiables.

4. Los programas de entrenamiento preventivo deben ser incluidos en el programa de entrenamiento del atleta para evitar recidivas.

Para la evaluación de los atletas aéreos, sanos y lesionados, en este artículo se estudiaron el rango de movimiento glenohumeral, la fuerza del manguito rotador y la posición y movilidad escapular, con la finalidad de concretar los factores de riesgo y guiar al atleta en su recuperación tras una lesión.

La conclusión para estos autores fue que el médico debe evaluar factores de riesgo en el hombro como GIRD, fuerza del manguito rotador y rendimiento escapular, tanto para prevención de lesiones, como para el retorno al juego después de un periodo lesivo. Si este examen resulta en hallazgos con alteraciones, es importante la intervención dando especial importancia al estiramiento de la cápsula posterior de la articulación, el fortalecimiento del manguito rotador posterior y el aumento de la flexibilidad y equilibrio de la musculatura escapular. (28)

“Increased Upper Trapezius Muscle Stiffness in Overhead Athletes with Rotator Cuff Tendinopathy”

Este artículo fue escrito por Leong HT, Hug F y Fu, en el año 2016.

El módulo de cizallamiento muscular UT, medido mediante elastografía por ultrasonido de ondas cortantes como índice de rigidez/tensión muscular para el trapecio superior. El objetivo del estudio fueron determinar si el módulo de cizallamiento muscular UT está alterado en atletas con tendinopatía del manguito rotador en comparación con atletas asintomáticos, y poder detectar puntos de corte óptimos del módulo de cizallamiento UT en la identificación de atletas con tendinopatía del manguito rotador.

Participaron 43 jugadores masculinos de voleibol con edades entre 18 y 35 años, con una experiencia mínima de 3 años. Los criterios de exclusión para su

selección fueron personas con limitación del 25% de movimiento pasivo de hombro, antecedentes de fracturas de hombro, inestabilidad o dislocación de hombro, cirugía o tratamientos clínicos anteriores, y personas que ingieren esteroides o relajantes musculares.

Los participantes fueron divididos en dos grupos, el primer grupo aquellos que tenían patología del manguito rotador, y el segundo grupo aquellos que eran asintomáticos.

Para seleccionar a las personas del primer grupo tenían que presentar dolor de hombro durante el entrenamiento los últimos 3 meses, o tener mínimo tres pruebas positivas de las cinco realizadas: arco doloroso, dolor o debilidad con RE resistida, prueba de Neer, prueba de Kennedy-Hawkings y prueba de Jobe.

Se realizó la medición del módulo de cizallamiento UT en el lado dominante en tareas activas y pasivas con 1 minuto de descanso entre ellas.

Los resultados tras las mediciones fueron los siguientes: de 43 jugadores, 26 presentaron molestias en el hombro durante el entrenamiento y las pruebas evidenciaron la presencia de tendinopatía del manguito rotador.

En las tareas activas se demostró que el módulo de cizallamiento UT era mayor en los atletas con tendinopatía del manguito rotador que los atletas asintomáticos, independientemente de la posición del brazo.

En las tareas pasivas, se mostró un mayor el módulo de cizallamiento UT en abducción que los participantes asintomáticos en la abducción de 0° y 30°. Sin embargo, en la medición de abducción a 60° no hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

La conclusión del presente artículo muestra que el monitoreo del módulo de cizallamiento muscular UT pasivo y activo puede proporcionar información importante para la prevención o rehabilitación de la tendinopatía del manguito rotador. (29)

- **Prevención basada en la calidad del movimiento**

“Wearable IMU for shoulder injury prevention in overhead sports”

Este artículo, escrito por Rawashdeh S.A., Rafeldt D. A. y Uhi T.L., y publicado en 2016, se centra en el rastreo de los movimientos del brazo mediante el uso de un dispositivo portátil, llamado IMU, desarrollado para esto. El objetivo de este estudio era “imitar” un podómetro, sin embargo, la extremidad superior implica movimientos más complejos y realiza muchas más tareas. Este dispositivo puede conectar el brazo de un individuo y registrar la aceleración, las tasas de rotación y la dirección del campo magnético durante varias horas, lo que facilita una serie de datos que fueron utilizados para el reconocimiento de los gestos del movimiento.

Se escogieron 11 voluntarios con una edad media de 25 años, una altura media de 1,70 m y una masa corporal media de 77 kg. Fueron excluidos sujetos con antecedentes de cirugía o dolor de hombro en los últimos 6 meses. Los ejercicios para recopilar información consistieron en una serie de 7 ejercicios de rehabilitación de hombros con resistencia elástica y dos actividades deportivas que simulaban la demanda funcional aérea.

Durante la sesión de datos de control, los voluntarios realizaron cada ejercicio resistido durante 8 repeticiones en varias direcciones de brújula (para confirmar que la orientación basada en el campo magnético terrestre no confundió las mediciones del algoritmo), igual con las actividades deportivas. Estas últimas se realizan en un laboratorio clínico utilizando una red deportiva como objetivo y para permitir una simulación lo más acertada posible. Poco después, tras de cinco minutos de descanso, se realizó la sesión de adquisición de datos aleatoria. Esta consistió en ejercicios resistidos con elásticos y actividades deportivas de manera aleatoria, variando en el número de repeticiones

(aleatorizado entre 2 y 6) y la dirección de la brújula. El número de lanzamientos se generó al azar entre cuatro y doce.

Para diferenciar mejor los gestos de movimiento, esta investigación recomienda utilizar características de clasificación que se adapten a la aplicación, con la finalidad de identificar las acciones específicas registradas. Por ello, y según los autores “en un problema de seguimiento del movimiento corporal, es prometedor (e intuitivo) desarrollar un estimador de pose para procesar primero los datos en bruto (tasas de rotación, aceleración, campo magnético) y producir los ángulos de orientación en el espacio inercial para incorporar la elevación del brazo en relación con el suelo como una característica, entre otras”.

Como conclusión de esta investigación, se verificó la capacidad de rastrear los movimientos de los brazos con una precisión moderada (86%) para proporcionar a los entrenadores y al personal sanitario unas buenas estimaciones acerca de los volúmenes de lanzamiento, los cuales han sido relacionados con lesiones por un uso excesivo de la extremidad superior. (30)

“Lateralization value of functional movement rating in volleyball players’ injury prevention”

Piech J., Bajorek W., Plonka A., Kuchciak M. y Bobula G., en este artículo de 2020, adquirieron como objetivo la evaluación de la eficacia de los jugadores de voleibol, utilizando la prueba FMS (Functional Movement Screen). Esta prueba permite determinar la motricidad de cada jugador de un club profesional y comprobar su tendencia a la lesión.

Esta investigación contó con 14 jugadores de primer nivel de liga, y tuvo lugar durante la fase preparatoria en 2017. Todo el proceso consistió en pruebas: DS (Deep Squat), HS (Hurdle Step), ILL (In-Line Lunge), SM (Shoulder Mobility), ASLR (Active Straight Leg Raise), TSPU (Truck Stability Push Up), y

RS (Rotational Stability). Cada parte de la prueba FMS se evalúa desde 0 puntos hasta 3, siendo cero equivalente a dolor durante el movimiento, y tres el patrón de movimiento adecuado.

“Los jugadores que anotaron entre 18 y 21 puntos tienen patrones de movimiento correctos y el riesgo de lesión por sobrecarga es mínimo. Los que obtuvieron entre 14 y 18 puntos en las pruebas tienen trastornos en los patrones de movimiento y la amenaza de lesiones varía entre 25-35%. El riesgo de lesiones para los atletas que obtuvieron 14 puntos o menos aumenta a más del 50 %” Cook et al. (2014).

Más de la mitad de los jugadores presentaron 18 puntos o menos, lo que significa que tiene un patrón de movimiento compensatorio y esto podría conducir a un mayor riesgo de lesiones entre jugadores de voleibol.

Finalmente, esta prueba comprobó la existencia de una serie de irregularidades entre los jugadores de voleibol del grupo de prueba. Además, permitió la detección de los patrones de movimiento que ocurren con mayor frecuencia los movimientos compensatorios y las asimetrías. Esto permitirá la elaboración de un programa de ejercicios individuales, para cada jugador en función de sus necesidades, que reducirán los efectos negativos durante el movimiento y fortalecerán los músculos y las articulaciones más vulnerables. (31)

- **Prevención basada en la propiocepción para un mejor rendimiento**

“The effect of a shoulder injury prevention programme on proprioception and dynamic stability of young volleyball player; a randomised controlled trial”

En este caso se trata de una investigación, llevada a cabo por Zare M., Eshghi S. y Hosseinzadeh M., publicada en 2021, cuyo objetivo fue investigar el efecto de un programa “FIFA 11 + hombro” (11 + S), con una duración de 8 semanas, sobre la posición de la articulación del hombro (JPS), el umbral de detección del movimiento pasivo (TTDPM) y la prueba de equilibrio del cuarto superior Y en jugadores de voleibol jóvenes.

Para el estudio, que se trató de un diseño de cohorte causiexperimental antes y después de la prueba, se contó con la participación de 32 jugadores de voleibol de élite sanos, con una edad media de 17 años. Estos fueron asignados al azar en dos grupos, uno de intervención al que se le aplicó el programa como protocolo de entrenamiento tres veces por semana, y otro fue el grupo control, que mantuvo su entrenamiento rutinario. Además, se tuvieron en cuenta una serie de criterios de inclusión y exclusión como: no haber tenido lesiones graves en los últimos seis meses, tener al menos tres años de experiencia jugando al voleibol y hacer ejercicio al menos 3 veces por semana, incluidos partidos y entrenamiento.

El programa 11 + S fue desarrollado por un grupo internacional de expertos en la materia y se centra en la estabilidad del núcleo, el control neuromuscular, la fuerza de los rotadores externos y la agilidad del hombro. Este consta de tres fases:

- Calentamiento general
- Entrenamiento de fuerza y equilibrio para hombros, codos, muñecas y dedos. Esta parte del programa cuenta con tres niveles de dificultad, con bandas de diferentes resistencias.
- Ejercicios de estabilidad de tronco y control muscular.

Los entrenadores de los participantes recibieron reuniones educativas, para familiarizarse con los ejercicios y su manera de implementarlos. El investigador fue supervisando la formación en el grupo de intervención para asegurarse de su correcta implementación. Asimismo, cada dos semanas se supervisaba el contenido de la formación y el progreso de los participantes.

Todos comenzaron en el nivel uno e iban ascendiendo de nivel si eran capaces de hacer un entrenamiento sin errores, determinado por los entrenadores. Los participantes realizaron el programa 11 + S tres veces por semana como

protocolo de entrenamiento, con una duración entre 20 y 25 minutos. Por otro lado, el grupo control también realizó su calentamiento normal de 25 minutos.

Para evitar el efecto de la fatiga sobre la propiocepción, los jugadores realizaron pruebas de la posición de la articulación del hombro (JPS), el umbral de detección del movimiento pasivo (TTDPM) con un dinamómetro, antes de la prueba UQYBT. Antes y después de la prueba previa, los jugadores realizaron un calentamiento de 5 minutos en un ergómetro de ciclo de brazo con la carga de trabajo establecida en 75W. Acto seguido, se familiarizaron con la prueba del hombro dominante para aprender a realizar la prueba de propiocepción con un dispositivo isocinético. Intentaron realizar la prueba UQYBT, dos veces en tres direcciones. Todas las pruebas se realizaron tres días antes y tres días después del programa de intervención en el Laboratorio Deportivo de la Universidad Shahid Beheshti.

De los 32 participantes iniciales, dos de cada grupo abandonaron el estudio, por lo que se realizó el estudio analizando los datos de 28 jugadores. Todos los jugadores alcanzaron el nivel más alto en el grupo de intervención sin incidencias, y las características demográficas (edad, altura, peso, IMC y experiencia en voleibol) no variaron significativamente entre los grupos.

El hallazgo más significativo de esta investigación fue que la estabilidad dinámica del hombro aumentó en los jóvenes, confirmando la hipótesis planteada. Sin embargo, no hubo evidencia de efectos positivos en la JPS y el TTDPM gracias al programa de prevención de lesiones 11 + S. (32)

“Goal-Oriented Optimization of Dynamic Simulations to Find a Balance between Performance Enhancement and Injury Prevention during Volleyball Spiking”

Durante este artículo, escrito por Gupta D., Donnelly C. J., Lensen J. L. y Reinbolt J. A. en el año 2021, se ha tenido por objetivo el hallazgo de mecánicas específicas de cada participante y de todo el cuerpo durante el gesto de ataque en voleibol, que mejoran el rendimiento y disminuir el riesgo de lesiones, mediante el uso de simulaciones basadas en la física con nuevos métodos de optimización. Se empleó una nueva técnica de seguimiento de una hipotética “trayectoria objetivo”, mediante métodos computacionales de modelado musculoesquelético y simulación, que representa un mejor cinemática corporal específica para cada deportista, al mismo tiempo que una mejora del rendimiento y una disminución del riesgo lesivo.

Para la realización de este estudio, se tomaron los datos del movimiento de ataque de 15 jugadores de voleibol diestros (7 hombres y 6 mujeres), de edad media de 23 años, altura media de 1’9 m y peso medio de 77,5 kg, así como un nivel mínimo de experiencia y de entrenamiento semanal (12 horas por semana). Estos datos se recopilaban en un laboratorio, utilizando un sistema de captura de movimiento con una cámara 10 MX. Este laboratorio se creó para parecerse a una cancha de voleibol estándar, con la red, línea central y línea de ataque de 3m. Los atletas golpearon la pelota bajo estas tres instrucciones:

- Uso del estilo de ataque natural del participante.
- Uso de la flexión máxima de rodilla en pleno vuelo.
- Sin uso de la flexión de rodilla en pleno vuelo.

“Utilizamos un modelo musculoesquelético de la parte superior e inferior del cuerpo accionado por fuerza/par (simtk.org). Este modelo combina un modelo genérico de extremidades inferiores y troncos con un modelo de extremidades superiores”, Gupta D. et al (2021).

“Un análisis cinemático inverso generó las coordenadas generalizadas para cada ensayo del gesto de ataque. Las tres coordenadas del hombro eran el ángulo de elevación del plano del hombro, el ángulo de elevación del hombro y el ángulo de rotación del hombro, en consonancia con las recomendaciones del ISB”, Gupta D. et al. (2021).

La optimización se dividió en dos pasos: el primero consistió en la optimización del nivel exterior, que garantiza que los datos experimentales se representen con precisión en las simulaciones; el segundo paso tuvo como objetivo encontrar simulaciones que satisficieran los objetivos relacionados con el rendimiento y las lesiones, teniendo en cuenta la fase de potencia de los golpes aéreos (pertenece tanto a rendimiento como a prevención de lesiones) y la fase de seguimiento (centrada en la prevención). Tanto en la fase de potencia como en la de seguimiento del ataque del voleibol, se buscó encontrar coordenadas articulares (denominadas coordenadas articulares críticas) que supusieran cambios en el movimiento del brazo atacante, afectando a los cambios de rendimiento o los parámetros de lesión en el hombro.

Los resultados demostraron el potencial de mejora en el rendimiento con la probabilidad de reducir el riesgo de lesiones. Asimismo, se encontraron patrones cinemáticos óptimos específicos para cada atleta que mejoran el rendimiento sin aumentar el riesgo lesivo tanto en hombro como en cualquier otra articulación. Dichos hallazgos respaldan la hipótesis de que se pueden aumentar los parámetros de rendimiento sin aumentar los parámetros de riesgo de lesiones.

Este estudio ayudó, por un lado, a los métodos computacionales para encontrar patrones de movimientos óptimos, como a identificar las formas de conseguir un equilibrio entre rendimiento y riesgo de lesiones para los deportistas de voleibol. (33)

- **Prevención basada en la utilización de materiales**

“Efficacy of throwing exercise with TheraBand in male volleyball players with shoulder internal rotation deficit: a randomized controlled trial”

Este artículo escrito por Moradi.M, Hadadnezhad.M, Letafatkar.A, Khosrokiani.Z y Panadero.J.S, fue publicado en el año 2020.

El objetivo del estudio fue comprobar cómo la práctica de ejercicios de lanzamiento con Theraband, afectaba a jugadores de voleibol masculino con déficit de rotación interna. Para ello, se realizó un estudio en el que se seleccionaron 90 varones jugadores de voleibol, de los cuales se excluyeron 30 después de pasar los criterios de exclusión que incluían, antecedentes de dislocación glenohumeral, anomalías estructurales del hombro como escoliosis o posturas cifóticas, cirugías en los MMSS, participación previa de rehabilitación del hombro en el último año, o trastornos neurológicos y musculoesqueléticos que limitan el movimiento. Los criterios de inclusión incluían, ser jugador de voleibol masculino y realizar entrenamientos regulares al menos tres veces por semana mínimo 90 minutos por sesión, además de tener un diagnóstico de GIRD asintomático.

Las 60 personas restantes de similar edad, altura, masa corporal y experiencia de ejercicio, se dividieron en dos grupos aleatorizados, el primer grupo experimental con 30 participantes y el segundo un grupo control con la otra mitad de la muestra. Los participantes de ambos grupos fueron diagnosticados con GIRD (ROM IR > 18° y pérdida de 5° en la rotación total respecto al lado contralateral).

El primer grupo experimental se sometió cada semana a 5 sesiones de estiramiento, 3 sesiones de ejercicios de fortalecimiento, con una duración de 30 minutos por sesión, y 3 sesiones de ejercicios de lanzamientos con Theraband durante 40 minutos la sesión , durante un periodo de 8 semanas.

Los ejercicios incluyeron ejercicios excéntricos para la ER en abducción de hombros, ER en 90 grados, ejercicios de captura y seis ejercicios de estiramiento en diferentes posiciones. Cada sesión también contenía un calentamiento de 10 minutos, basado en carrera y estiramiento, y un enfriamiento de 5 minutos.

Mientras que el grupo control realizó un programa de autoejercicios activo en el hogar de 40 minutos cada sesión, 3 sesiones cada semana, en un período de 8 semanas, además de ejercicios de estiramiento.

Antes y después de cada entrenamiento se evaluaron, tiempo de inicio y activación muscular, el rango de movimiento del hombro (ROM), la fuerza y el sentido de la posición articular glenohumeral. Para la evaluación de la fuerza isocinética de los músculos del manguito rotador del hombro dominante, se utilizó un dinamómetro isocinético, la electromiografía de superficie (EMG) se utilizó para registrar la actividad de los músculos infraespinoso, supraespinoso y las tres porciones deltoideas. Para la medición del sentido glenohumeral se utilizó un dispositivo isocinético.

Los resultados de las mediciones tras las 8 semanas de estudio, mostraban como en los participantes del grupo experimental, fuerza, el sentido de la posición de la articulación glenohumeral, la ROM IR y la electromiografía mejoró significativamente respecto al grupo control. (34)

“Taping to Improve Scapular Dyskinesis, Scapular Upward Rotation, and Pectoralis Minor Length in Overhead Athletes”

El artículo está escrito por Ozer ST., Karabay D, Yesilyaprak SS. y fue publicado en el año 2018. Tiene como objetivos comparar los efectos a corto plazo tras la utilización de la cinta rígida y Kinesio para la discinesia escapular, la rotación escapular hacia arriba y la longitud menor pectoral en atletas aéreos asintomáticos.

Para la realización del estudio se presentaron ochenta y un personas de los cuales se descartaron cuatro al no pasar los criterios de inclusión, estos incluían personas con algún problema de hombro ya diagnosticado, inestabilidad, antecedentes de cirugía o fracturas de miembros superiores, enfermedades musculoesqueléticas sistémicas, dolor de cuello, deformidad o escoliosis en el pecho, problemas de piel en hombro o región escapular y otras contraindicaciones para la aplicación del kinesio.

El estudio tomó como muestra a setenta y dos atletas aéreos asintomáticos con características demográficas, antropométricas y deportivas similares. Estos fueron separados en cuatro grupos aleatoriamente, de manera que cada grupo estaba formado por 17 participantes. A los participantes del primer grupo se les colocó una cinta rígida, a los del segundo un Kinesio Taping, a los el tercero una cinta de placebo Kinesio, mientras que el cuarto grupo era un grupo control.

Después de esta asignación grupal y la colocación de sus respectivos vendajes, menos el grupo cuatro, se les midió la discinesia escapular, la rotación escapular hacia arriba y la longitud menor del pectoral al inicio, inmediatamente después de la grabación de la prueba, y entre 60-72 horas después de esta. Una vez colocada la cinta adhesiva, los participantes comenzaron con sus actividades diarias y deportivas. Para prevenir las lesiones antes de las mediciones se llevaba a cabo un calentamiento con movimientos simples de hombro en varios planos.

Para la medición de la discinesia escapular los participantes utilizaban mancuernas acorde con su masa corporal, y realizaron 5 repeticiones de flexión bilateral y abducción del plano frontal con el codo en plena extensión y el pulgar apuntando hacia arriba. Los resultados de las mediciones fueron calificados como discinesia para aquellos clasificados con discinesia obvia, y normales para los clasificados con discinesia norma o sutil. La medición del SUR, rotación escapular hacia arriba, se realizó a 0°, 30°, 60°, 90° y 120° de abducción glenohumeral de plano escapular, pulgar apuntando hacia arriba. La medición de la longitud del pectoral menor, se realizó como la longitud entre el ángulo medial-inferior del

coracoides y justo lateral a la unión esternocostal del borde caudal de la cuarta costilla., y se calculó el Índice pectoral menor (PMI).

Los resultados de estas pruebas y grabaciones resultaron ser significativos, hubo una mejoría en la longitud menor del pectoral y en la discinesia escapular en atletas aéreos asintomáticos. Sin embargo, no hubo diferencias con el SUR. (35)

“Shoulder-Rotator Strength, Range of Motion, and Acromiohumeral Distance in Asymptomatic Adolescent Volleyball Attackers”

Este artículo de investigación, llevado a cabo por Harput G., Guney H., Toprak U., Kaya T., Colakoglu FF. y Baltaci G. y publicado en el año 2016, se centró en investigar la fuerza del manguito rotador del hombro, el rango de movimiento (ROM) de rotación interna (RI) y de rotación externa (RE) y la distancia acromiohumeral (AHD) . Se centró en un grupo de deportistas adolescentes de voleibol asintomáticos cuya función principal era el ataque, para determinar si tienen factores de riesgo de lesión.

En esta investigación, participaron 39 deportistas de voleibol, de los cuales 22 eran niños y 17 niñas, de edad media de 16 años, altura media de 1,79 m y un índice de masa corporal medio de 20,7 kg/m². Además, con una media de participación en actividades deportivas de 5,6h/semana y media de experiencia en el voleibol de 4,6 años.

Se realizó una evaluación de la fuerza concéntrica y excéntrica de los rotadores externos e internos de ambos hombros mediante un dinamómetro isocinético. La prueba se inició a 90° de RE, siendo RI el primer movimiento evaluado. Primero realizaron 10 pruebas de fuerza de los rotadores internos -y externos- de manera concéntrica,y, tras un descanso de 2 minutos, realizaron 10 pruebas de fuerza de los rotadores internos -y externos- de manera excéntrica. Después de 5 minutos, se repitió la misma prueba en el otro brazo. Por otro lado, la ROM total de rotación se calculó sumando las ROM de RI y RE de cada

miembro. Del mismo modo, las mediciones GIRD se calcularon partiendo de la diferencia en ROM RI entre ambos hombros, identificando como GIRD patológico a los atletas que presentaron un déficit superior a 18° y una diferencia de ROM de rotación total de más de 5° entre hombros. Para la medición de AHD se contó con un radiólogo con 10 años de experiencia que proporcionó un ecógrafo estadounidense con un transductor lineal de 7 a 12 MHz.

En los resultados se vio reflejada una diferencia entre los hombros dominante y no dominante en lo que respecta a las ROM RE y RI, siendo la RE mayor que la RI en el hombro dominante. Además, 15 atletas fueron positivos en GIRD. La ROM total fue menor para el hombro dominante. Del mismo modo, el AHD era más pequeño en el lado dominante. En el caso de la fuerza de rotación interna concéntrica y la rotación externa excéntrica, ambas fueron mayor en el hombro dominante.

Tras esta investigación, los autores observaron que, los adolescentes asintomáticos atacantes de voleibol, demostraron una disminución de la ROM RI, un aumento de la ROM RE y una disminución de la AHD en el hombro dominante, lo que podría suponer un aumento del riesgo lesivo de la articulación. De esta manera, se destacó la importancia de una detección precoz y del diseño de programas de entrenamiento, teniendo en cuenta los cambios adaptativos, para prevenir posibles lesiones futuras. (36)

AUTOR Y AÑO	OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Maenhout.A. et al. 2015	Efecto de la fatiga muscular para la AHD y posición escapular tridimensional	Movimiento compensatorio escapular para la fatiga glenohumeral muscular (27)
Cools AM. et al. 2015	Definir y estudiar los factores de riesgo para la elaboración de un programa de prevención	El médico debe evaluar factores de riesgo para prevención de lesiones o retorno al juego.(28)
Leong HT. et al 2016	Determinar si el módulo de cizallamiento muscular UT está alterado en atletas con tendinopatía del manguito rotador en comparación con atletas asintomáticos.	Puede proporcionar información importante para la prevención o rehabilitación de la tendinopatía del manguito rotador.(29)
Rawashdeh S.A. et al 2016	Rastreo de los movimientos del brazo mediante el uso de un dispositivo portátil, llamado IMU	Los cuales han sido relacionados con lesiones por un uso excesivo de la extremidad superior. (30)
Piech J. et al. 2020	Evaluación de la eficacia de los jugadores de voleibol, utilizando la prueba FMS	Un programa de ejercicios para cada jugador en función de sus necesidades (31)
Zare M. et al. 2021	Investigar el efecto del programa “FIFA 11 + hombro” (11 + S)	Puede contribuir a reducir el riesgo de sufrir lesiones si se aplica a largo plazo(32)

Gupta D. et al. 2021	Hallazgo de mecánicas específicas durante el gesto de ataque en voleibol, que mejoran el rendimiento y así disminuir el riesgo de lesiones.	Se pueden aumentar los par
Moradi.M. et al 2020	Comprobar el efecto de ejercicios de lanzamiento con Theraband, en jugadores de voleibol masculino con déficit de RI.	Estos hallazgos pueden mejorar el tratamiento de la IDR en un entorno clínico(34)
Ozer ST. et al. 2018	Comparar los efectos a corto plazo en la utilización de la cinta rígida y Kinesio para la discinesia escapular, la rotación escapular hacia arriba y la longitud menor pectoral.	La rigidez a corto plazo y la cinta adhesiva de Kinesio ayudan a mejorar la discinesis escapular y la longitud menor del pectoral en los atletas aéreos(35)
Harput G. et al. 2016	Investigar la fuerza del manguito rotador del hombro, el ROM de RI y de RE y la distancia acromio humeral.	Detección y diseño de programas de entrenamiento para cambios adaptativos peligrosos, importantes para prevenir lesiones en el hombro(36)

Figura 5. Tabla resumen de los resultados (elaboración propia)

7. DISCUSIÓN

Tras la lectura de los artículos y la redacción de los resultados, se ha comprobado como la existencia de múltiples estudios en relación con las lesiones

y factores de riesgo asociados a las patologías sufridas en deportes aéreos, en un aspecto global, es evidente. Sin embargo, son escasos los estudios que traten, específicamente, sobre programas de prevención de lesiones y, en concreto, acerca del voleibol.

Se ha evidenciado la alta prevalencia de lesiones de hombro debido al sobreuso de este complejo articular, durante los gestos realizados por encima de la cabeza, en este deporte. Sin embargo, a día de hoy, existe una carencia de reciclaje de información acerca de las estructuras susceptibles a alteraciones anatómicas que conllevan posteriores patologías, y que, a tiempo, podrían ser abordadas para evitar que se conviertan en el día a día para los atletas de voleibol.

Se conoce que la alta repetición de los gestos en voleibol, principalmente el ataque, son la primera causa de fatiga para el complejo del hombro, debido al veloz intercambio de una posición de máxima rotación externa a una rotación interna, que genera fuerzas hacia el hombro en contra de la resistencia proporcionada por la mano cuando golpea el balón. Además, se sabe que algunas alteraciones anatómicas, como la discinesia escapular, que son causadas por la reiteración de dichos gestos, en su gran mayoría, son causantes de futuras patologías.

No han sido muchos los artículos encontrados que abordasen, partiendo de la detección de las alteraciones anatómicas ya nombradas, la prevención de lesiones en el deporte de voleibol. Sin embargo, fueron encontrados dos que se centraron en el estudio de los movimientos del brazo de los jugadores lanzadores, para comprobar la calidad de estos movimientos y verificar la existencia o no de alguna alteración anatómica que suponga un factor de riesgo para las lesiones. Estos estudios fueron escritos por Rawashdeh S.A. et al., en el caso de *“Wearable IMU for shoulder injury prevention in overhead sports”*; y por Piech J. et al., con el artículo *“Lateralization value of functional movement rating in*

volleyball players' injury prevention". En ambos estudios se comprobó que, efectivamente, los jugadores de voleibol presentan una serie de adaptaciones anatómicas y mecánicas que los predisponen a sufrir algunas lesiones. (30,31)

Son varias las investigaciones que han demostrado la efectividad de un abordaje precoz de estas alteraciones, por ejemplo, la realizada por Zare M. et al. y titulada "*The effect of a shoulder injury prevention programme on proprioception and dynamic stability of young volleyball player; a randomised controlled trial*", que concluye que, utilizando el programa de prevención "FIFA 11+ hombro", aumentó la estabilidad dinámica de la articulación, confirmando la reducción del riesgo lesivo. Asimismo, durante otro estudio, titulado "*Goal-Oriented Optimization of Dynamic Simulations to Find a Balance between Performance Enhancement and Injury Prevention during Volleyball Spiking*" y protagonizado por Gupta D. et al., se investigó acerca de la mecánica de cada jugador durante el gesto de ataque en el voleibol. En base a esto, se propusieron simulaciones que proporcionaran nuevos métodos de optimización, generando una mejora del rendimiento sin aumentar el riesgo de sufrir una lesión. (32,33)

Por otro lado, múltiples estudios hablan sobre la variedad de lesiones que se derivan de este deporte. Artículos como el escrito por Kilic O. et al. en 2017, aquejan la falta de una visión general sobre la incidencia y los factores de riesgo de lesiones entre los jugadores de voleibol. Este artículo no fue incluido en el trabajo debido a que se centró, sobre todo, en lesiones de rodilla y tobillo. También se nombró el hombro, aclarando la falta de estudios específicos de voleibol de alta calidad sobre la etiología de las lesiones en esta articulación, así como la escasez de programas de prevención. (37)

Al mismo tiempo, queda demostrada la eficacia del Kinesiotaping en el artículo "*Taping to Improve Scapular Dyskinesis, Scapular Upward Rotation, and Pectoralis Minor Length in Overhead Athletes*" escrito por Ozer ST. et al., y del Theraband en el artículo de Moradi M. et al. "*Efficacy of throwing exercise*

with TheraBand in male volleyball players with shoulder internal rotation deficit: a randomized controlled trial” para su uso en los entrenamientos de prevención de lesiones, siendo evidente la mejoría del primero utilizado en pacientes con alteraciones como discinesia escapular, rotación escapular hacia arriba y de la longitud menor pectoral, y la utilización del segundo a través de ejercicios de lanzamiento con Theraband durante aproximadamente 8 semanas. (34,35)

Respecto al efecto de la fatiga en el rendimiento muscular, y la relación de esta con el incremento del riesgo lesivo, está demostrado que esta correspondencia es real. En referencia a esto, se ha seleccionado el artículo *“Acromiohumeral Distance and 3-Dimensional Scapular Position Change After Overhead Muscle Fatigue”* escrito por Maenhout A. et al., en el cual explica cómo después de diferentes ejercicios activos y pasivos, se genera una fatiga muscular que afecta a la distancia acromio humeral (AHD) y la posición escapular tridimensional, de manera que, el conocimiento de la cantidad de carga que esta musculatura aguanta, antes de crearse una intensa fatiga, puede ser útil para tenerla en cuenta a la hora de prevenir lesiones. Esto proporciona información relevante acerca de la prevención de las mismas mediante el previo conocimiento de los diferentes factores de riesgo para que estas lesiones se produzcan. (27)

También se explica en el artículo *“Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach”* escrito por Cools A. M. et al., cómo realizando un estiramiento de la cápsula posterior de la articulación, un fortalecimiento del manguito rotador posterior y un aumento de la flexibilidad y equilibrio de la musculatura escapular, conseguimos una eficiente vuelta a la actividad tras una lesión o, incluso, un entrenamiento más encaminado hacia la prevención de las mismas. Del mismo modo, en el estudio por Leong H.T. et al. titulado *“Increased Upper Trapezius Stiffness in Overhead Athletes with Rotator Cuff Tendinopathy”* se demostró como una monitoreo del módulo de

cizallamiento muscular UT, tanto pasivo como activo, puede facilitar información relevante a la hora de realizar un programa de prevención o, incluso, a la hora de la rehabilitación del manguito rotador. (28,29)

8. CONCLUSIONES

El análisis y la interpretación de los artículos incluidos en esta revisión permite extraer las siguientes conclusiones:

1. Se comprueba la necesidad de más artículos en relación con el tema tratado, debido a los escasos resultados en la búsqueda de información.
2. La importancia del conocimiento de los factores de riesgo previa a la realización de un programa de prevención de lesiones.
3. La necesidad de realizar seguimiento de las adaptaciones morfológicas de cada jugador para proporcionar un entrenamiento adaptado a sus necesidades.
4. La importancia de saber cuáles son los ejercicios, y cómo realizarlos, para que no haya un exceso de fatiga muscular.
5. La realización de entrenamientos de prevención evitan lesiones posteriores, las cuales puedan requerir de una rehabilitación prolongada en el tiempo.
6. Se ha evidenciado que la utilización de materiales, como Kinesiotape, mejora las alteraciones anatómicas del deportista, y pueden utilizarse como medidas de prevención.
7. Los entrenamientos con un previo calentamiento con theraband aumenta la funcionalidad del gesto en el deportista de voleibol.
8. Se cumplen los diferentes objetivos generales y específicos de esta revisión bibliográfica.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ruiz-Pérez I, García-Alcaide C, López-Valenciano A. Colefcafecv.com. [citado el 1 de junio de 2022]. Disponible en: https://colefcafecv.com/wp-content/uploads/Art_4.pdf
2. Griboff P. Análisis de Lesiones Más Comunes en Voleibol Femenino de Alto Nivel Analyze of Most Common Injuries Occurrence in High Level Women's Volleyball. 2020;
3. Pérez IR, Alcaide CG, Valenciano AL. Prevención de lesiones y factores de riesgo en lesiones de hombro en jugadores de voleibol. Actividad física y deporte: ciencia y profesión [Internet]. 2021 [citado el 1 de junio de 2022]; (35):68–86. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8428305>
4. Oliveira C, García N, Navarro N, Caballero R, Jiménez Díaz JA;, Dra JT;, et al. 8. CANARIAS MÉDICA Y QUIRÚRGICA Enero-Abril 2007. 2011;
5. Masó Navarro ML, Ramos Alcala A, Titos Vilchez EM, García Gerónimo A, Veas López AB. Inestabilidad glenohumeral:: qué nos aporta la artro-RM. seram [Internet]. 22 de noviembre de 2018 [citado 6 de junio de 2022];. Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/2155>
6. Kapandji, A. I. (2012). Fisiología articular: Tomo 1. Miembro superior (Nva. Presentación) (6.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
7. Calvo A, Navarro N, Caballero R, Díaz J, Ojeda B. Biomecánica de la cintura escapular. 2005;3.
8. Montoro K y. J. Lesiones y ejercicio correctivo del hombro en voleibol [Internet]. Fideas. 2016 [citado el 1 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.fideas.net/lesiones-ejercicio-correctivo-del-hombro-voleibol/>
9. Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. 2017. (Sports Biomechanics; vol. 16).

10. *Herramientas de valoración aplicadas en fisioterapia* (1.^a ed., pp. 70–76). (2017). (1.^a ed.). Fundación para el desarrollo de la enfermería. Fundación para el desarrollo de la enfermería.
11. Fisioterapia en lesiones del hombro en voleibol/ Rojas-Mejía J. y cols. ISSN 2215-5562. Rev.Ter. Julio-Diciembre de 2021; Vol. 15 N°2: 42-55
12. Lin DJ, Wong TT, Kazam JK. Shoulder injuries in the overhead-throwing athlete: Epidemiology, mechanisms of injury, and imaging findings. 2018. (Radiology; vol. 286).
13. Levasseur MR, Mancini MR, Hawthorne BC, Romeo AA, Calvo E, Mazzocca AD. SLAP tears and return to sport and work: Current concepts. 2021. (Journal of ISAKOS; vol. 6).
14. Karcich J, Kazam JK, Rasiej MJ, Wong TT. Bennett lesions in overhead athletes and associated shoulder abnormalities on MRI. 2019;48(8).
15. Spargoli G. Partial articular supraspinatus tendon avulsion (pasta) lesion. Current concepts in rehabilitation. Int J Sports Phys Ther. 2016;11(3):462–81.
16. Llinás Hernández PJ. Lesiones masivas del manguito de los rotadores. 2016 Oct;30:63–72. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0120884516300633>
17. Gumina S, Carbone S, Postacchini F. Scapular Dyskinesia and SICK Scapula Syndrome in Patients With Chronic Type III Acromioclavicular Dislocation. 2009;25(1).
18. Spargoli G. Partial articular supraspinatus tendon avulsion (pasta) lesion. Current concepts in rehabilitation. Int J Sports Phys Ther. 2016;11(3):462–81.
19. Asker M, Brooke HL, Waldén M, Tranaeus U, Johansson F, Skillgate E, et al. Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: A systematic review with best-evidence synthesis. 2018. (British Journal of Sports Medicine; vol. 52).
20. Wright AA, Ness BM, Donaldson M, Hegedus EJ, Salamh P, Cleland JA. Effectiveness of shoulder injury prevention programs in an overhead athletic population: A systematic review. 2021. (Physical Therapy in Sport; vol. 52).

21. Verhagen EALM, Van Der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W. A one season prospective cohort study of volleyball injuries. 2004;38(4).
22. Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, Croisier JL, Beudart C, Bruyère O, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. 2020. (Sports Health; vol. 12).
23. Ribeiro A, Pascoal AG. Resting scapular posture in healthy overhead throwing athletes. 2013;18(6).
24. Zaremski JL, Wasser JG, Vincent HK. Mechanisms and treatments for shoulder injuries in overhead throwing athletes. 2017;16(3).
25. Berriel GP, Costa RR, da Silva ES, Schons P, de Vargas GD, Peyré-Tartaruga LA, et al. Stress and recovery perception, creatine kinase levels, and performance parameters of male volleyball athletes in a preseason for a championship. 2020;6(1).
26. Reynoso-Sánchez L-F, Hernández-Cruz G, López-Walle J, Rangel-Colmenero B, Quezada-Chacón J-T, Sánchez JCJ. Recovery-stress balance throughout a season in volleyball university players. 2016;(30).
27. Maenhout A, Dhooge F, Van Herzele M, Palmans T, Ann C. Acromiohumeral distance and 3-dimensional scapular position change after overhead muscle fatigue. 2015;50(3).
28. Cools AM, Johansson FR, Borms D, Maenhout A. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: A science-based approach. 2015. (Brazilian Journal of Physical Therapy; vol. 19).
29. Leong HT, Hug F, Fu SN. Increased upper trapezius muscle stiffness in overhead athletes with rotator cuff tendinopathy. 2016;11(5).
30. Rawashdeh SA, Rafeldt DA, Uhl TL. Wearable IMU for shoulder injury prevention in overhead sports. 2016;16(11).
31. Journal of physical education and sport. Vol. 2020. Physical Education and Sport Faculty; 2020.

32. Zarei M, Eshghi S, Hosseinzadeh M. The effect of a shoulder injury prevention programme on proprioception and dynamic stability of young volleyball players; a randomized controlled trial. 2021;13(1).
33. Gupta D, Donnelly CJ, Jensen JL, Reinbolt JA. Goal-oriented optimization of dynamic simulations to find a balance between performance enhancement and injury prevention during volleyball spiking. 2021;11(7).
34. Moradi M, Hadadnezhad M, Letafatkar A, Khosrokiani Z, Baker JS. Efficacy of throwing exercise with TheraBand in male volleyball players with shoulder internal rotation deficit: A randomized controlled trial. 2020;21(1).
35. Ozer ST, Karabay D, Yesilyaprak SS. Taping to improve scapular dyskinesis, scapular upward rotation, and pectoralis minor length in overhead athletes. 2018;53(11).
36. Harput G, Guney H, Toprak U, Kaya T, Colakoglu FF, Baltaci G. Shoulder-rotator strength, range of motion, and acromiohumeral distance in asymptomatic adolescent volleyball attackers. 2016;51(9).
37. Kilic O, Maas M, Verhagen E, Zwerver J, Gouttebarga V. Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. 2017. (European Journal of Sport Science; vol. 17).