



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Universidad Nacional
ARTURO JAURETCHE

Tesinas de Grado

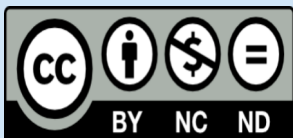
Sosa Azcárate Luciano

Prevención de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas overhead

2024

Instituto de Ciencias de la Salud

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.
Atribución – No comercial – Sin obra derivada 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Sosa Azcárate L. Prevención de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas overhead [Tesis de grado].

Florencio Varela: Universidad Nacional Arturo Jauretche; 2024. 85 p. Disponible en:

<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3286>



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**Tesina presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Título:

**“Prevención de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas
overhead”**

Autor: Sosa Azcárate Luciano

Nro. de Libreta: 44903

Director: Lic. Davagnino Luciano

Fecha de Presentación: 23/08/2024

Firma de Autor/a

Agradecimientos

Finalizando esta hermosa carrera de Kinesiología y Fisiatría, quiero expresar mi profundo agradecimiento por el apoyo recibido a lo largo de este camino a todos aquellos que formaron parte del mismo.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, cuyo amor, acompañamiento y apoyo incondicional han sido fundamentales para mi desarrollo a lo largo de este camino universitario.

En segundo lugar, quiero extender mi gratitud a mis amigos y compañeros, su amistad y su constante ánimo han sido muy importantes para mantenerme enfocado y motivado.

En tercer lugar, no puedo dejar de mencionar a mis docentes, quienes han aportado una valiosa contribución a mi crecimiento personal y educativo.

Por último, pero no menos importante, agradezco a la Universidad Pública, que me ha brindado no sólo la posibilidad de crecer profesionalmente, sino también como persona.

Índice general

I. Introducción.....	5
II. Problema de investigación y objetivos.....	7
II.a. Problema de investigación.....	7
II.b. Objetivo general.....	7
II.c. Objetivos específicos.....	7
III. Marco teórico.....	8
III.a. Reseña Anatómica y biomecánica del complejo articular del hombro.....	8
III.a.I. Componentes óseos.....	8
III.a.II. Componentes articulares.....	9
III.a.III. Componentes musculares.....	12
III.a.IV. Biomecánica del complejo articular del hombro.....	15
III.b. Lesiones deportivas.....	22
III.b.I. Lesiones traumáticas.....	22
III.b.II. Lesiones por uso excesivo.....	22
III.c. Deportes overhead.....	22
III.c.I. Gestos motores en estos deportes y sus similitudes.....	24
III.c.II. Adaptaciones musculoesqueléticas del hombro en estos/as deportistas.....	31
III.c.III. Epidemiología de lesiones de hombro por uso excesivo en deportes overhead.....	36
III.c.IV. Lesiones de hombro por uso excesivo comunes entre los distintos deportes overhead.....	37
III.c.V. Factores de riesgo de lesión de hombro por uso excesivo en deportistas overhead.....	40
III.d. Prevención.....	43
III.d.I. Programas de prevención.....	44
IV. Estrategia Metodológica.....	45
V. Contexto de Análisis.....	48
VI. Resultados.....	50
VII. Conclusiones.....	77
VIII. Bibliografía.....	80

Índice de imágenes

Imagen 1: las 6 fases del lanzamiento de béisbol.....	27
Imagen 2: fases del saque y remate de voleibol. 1-2 fase de preparación; 2-5 fase de armado; 5-8 fase de aceleración; 8-9 fase de desaceleración y fase de seguimiento.....	29
Imagen 3: fases del saque de tenis. 1) fase de preparación; 2) y 3): fase de armado; 3) y 4) fase de aceleración; 4) y 5) fase de aceleración; 6) fase de seguimiento.....	31
Imagen 4: Ejemplos de ejercicios incluidos en el programa OSTRC destinados a mejorar la RI del hombro (1A, B), la movilidad torácica (2A, B), la fuerza de RE (3A, B), la fuerza de los músculos escapulares y la cadena cinética (4A, B).....	55
Imagen 5: ejercicios y sus progresiones pertenecientes a la parte 1 y 2 del Programa de Prevención de la Universidad de Lieja.....	64
Imagen 6: ejercicios del programa mYKB-9.....	67

Índice de tablas

Tabla 1: inserción en el tronco, inserción en la cintura escapular, función e inervación de los músculos que unen el tronco a la cintura escapular.....	13
Tabla 2: Inserción en el tronco, inserción en el húmero, función e inervación de los músculos que unen el tronco al húmero.....	13
Tabla 3: Inserción en la cintura escapular, inserción en el húmero, función e inervación de los músculos que unen la cintura escapular al húmero.....	14
Tabla 4: Inserción en la cintura escapular, inserción en antebrazo, función e inervación de los músculos del brazo que unen la cintura escapular al antebrazo.....	15
Tabla 5: Tipos de lesiones SLAP.....	39
Tabla 6: Términos para las búsquedas en las bases de datos (elaboración propia).....	45
Tabla 7: Combinación de términos (elaboración propia).....	45
Tabla 8: Estudios incluidos para el análisis (elaboración propia).....	51

Abreviaturas

- 1. Programa/s de prevención: PP**
- 2. Centímetros: cm**
- 3. Rotación externa: RE**
- 4. Rotación interna: RI**
- 5. Rango de movimiento: ROM**
- 6. Factores de riesgo o factor de riesgo: FR**
- 7. Retrotorsión humeral: RH**
- 8. Retroversión glenoidea: RG**
- 9. Déficit de rotación interna glenohumeral: GIRD**
- 10. rango de movimiento total de rotación del hombro: TROM**
- 11. Escala Visual Analógica: EVA**
- 12. Cuestionario de Lesiones por Uso Excesivo del Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo: OSTRC-O**
- 13. Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo: OSTRC**
- 14. Yokohama Baseball Modificado-9: mYKB-9**

I. Introducción

El término “deportes *overhead*” se refiere a las disciplinas en las cuales los/as deportistas realizan impulsos repetidos de una pelota por encima de la cabeza, ya sea contra un/a rival o un/a compañero/a de equipo. A quienes practican estos deportes se los/as llama “deportistas *overhead*” (1).

En estos deportes como el béisbol, balonmano (mejor conocido como handball), voleibol, tenis, entre otros, además de los movimientos repetitivos por encima de la cabeza, también se efectúan movimientos del hombro a gran velocidad. Dichos movimientos explosivos y en rangos de movimiento extremos, se efectúan para realizar un lanzamiento contundente o una acción de golpe, por ejemplo (2). Esto puede conducir, en casos de sobrecarga, a un proceso de continuo daño tisular (3), lo que se traduce finalmente en una lesión por sobreuso o uso excesivo del hombro (4).

En efecto, las lesiones y el dolor de hombro en los/as deportistas *overhead* son de las molestias más comunes y pueden llegar a ser muy incapacitantes (4). De hecho, la incidencia de lesiones de hombro en algunos de estos deportes varía entre 0,2/1000 horas de juego a 1,8/1000 horas de juego (1).

Más específicamente, en deportes como el tenis, la frecuencia de las lesiones de hombro es bastante alta, llegando a representar entre el 35% al 50% de todas las lesiones de la extremidad superior, siendo el uso excesivo el principal mecanismo de lesión (5). En otros deportes como el voleibol, según un estudio realizado por Kayt E. Frisch et al (6), el 40% de las jugadoras de voleibol de entre 15 a 18 años incluidas en su estudio experimentaron dolor en el hombro dominante que no estaba asociado con una lesión traumática. A su vez, en el handball, según el estudio realizado por Christer Aasheim et al (7), entre el 16% y el 19% de los atletas de élite incluidos en su estudio presentaron lesiones por uso excesivo del hombro.

Además de compartir el movimiento repetitivo por encima de la cabeza, los rangos de movimiento extremos del hombro, la gran velocidad de realización de los gestos motores y la alta incidencia de lesiones de hombro por uso excesivo, estos deportes también comparten, en primer lugar, las lesiones del hombro por uso excesivo propiamente dichas (8) (9) (10) (11), en segundo lugar, los factores de riesgo (FR) de lesión de hombro por uso excesivo (1) (3) (4) (12) (13), en tercer lugar, las adaptaciones

musculoesqueléticas específicas que suceden en los hombros de dichos/as deportistas (14) (15) (16) (17) y por último, las similitudes en los gestos motores (8) (9) (10) (18).

Estas características en común anteriormente nombradas, dan como resultado un patrón patológico específico que puede denominarse colectivamente como “hombro del lanzador” (19).

Las lesiones del hombro relacionadas con el uso excesivo en deportistas *overhead* pueden tener múltiples repercusiones, como el dolor, el malestar físico, limitaciones de movimiento, interrupción de su participación en sesiones de entrenamiento y competiciones, generación de estrés psicológico, disminución del rendimiento deportivo, dificultades económicas, reducción del rendimiento y trastornos del crecimiento (en deportistas adolescentes). Debido a esto, la prevención de lesiones en esta población debe considerarse una prioridad fundamental (2).

En este sentido, una de las formas de prevenir las lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* es mediante la aplicación de un programa de prevención (PP) de lesiones. Para aplicarlo, es necesario realizar el llamado “ciclo de prevención de lesiones” que consta de 4 pasos. De los 4 pasos, el último es muy importante debido a que es el que determina si efectivamente el PP implementado disminuyó la incidencia de lesiones (20).

Sin embargo, en comparación con otras patologías deportivas graves como la lesión del ligamento cruzado anterior en la cual existen metanálisis de metanálisis (4) o con las lesiones en general de las extremidades inferiores (21), hay menos evidencia en términos de estrategias de prevención para lesiones de hombro en deportistas *overhead* (4) y más específicamente, en lo que respecta a la efectividad de los PP en esta población de estudio (21). A su vez, no está claro si los PP existentes a base de ejercicios son efectivos para disminuir la incidencia de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead*, por lo que se recomienda una mayor investigación en esta área (21).

Para el presente trabajo se hizo hincapié en cuatro deportes *overhead*, que son el tenis, handball, voleibol y béisbol. Esto debido a la popularidad de los tres primeros en Argentina y a la cantidad de evidencia relevante en el béisbol (17) (22).

II. Problema de investigación y objetivos

II.a. Problema de investigación

En el presente trabajo se expone el siguiente interrogante que se plantea como problema de investigación: ¿Cuáles de los programas de prevención basados en ejercicios son efectivos para reducir la incidencia de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead*?

II.b. Objetivo general

A partir de una revisión bibliográfica se buscará conocer cuáles son los programas de prevención basados en ejercicios efectivos para disminuir la incidencia de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead*.

II.c. Objetivos específicos

- Describir y analizar los distintos programas de prevención de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead*.
- Determinar si los programas de prevención de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* disminuyen los factores de riesgo de lesión de hombro.
- Exponer los criterios que se utilizaron a la hora de la elección de los distintos ejercicios incluidos en los programas preventivos.

III. Marco teórico

III.a. Reseña Anatómica y biomecánica del complejo articular del hombro

El miembro superior está compuesto por la cintura escapular (escápula y clavícula) y por la porción libre del miembro superior (húmero, radio, cúbito y hueso del carpo, metacarpo y dedos). A su vez, la cintura escapular junto con el húmero forman el “complejo articular del hombro” (23), que no está conformado por una articulación, sino por cinco, dos “falsas articulaciones” y tres “verdaderas” (24). Esto le confiere la característica de ser la zona con mayor movilidad de todo el cuerpo (25).

Para los fines del presente trabajo se describirán brevemente en los siguientes apartados, los huesos, articulaciones y músculos que componen y actúan en el complejo articular del hombro.

III.a.I. Componentes óseos

Húmero: es un hueso largo que se extiende desde la cavidad glenoidea de la escápula hasta las epífisis superior de los huesos cúbito y radio (23).

Presenta una diáfisis y dos epífisis, una distal y otra proximal. En primer lugar, la diáfisis del húmero es alargada y posee tres caras (anterolateral, anteromedial y posterior) y tres bordes (anterior, lateral y medial) (23).

En segundo lugar, la epífisis distal del húmero, que es la que participa de la articulación del codo (23).

Finalmente, el húmero dispone de la epífisis proximal, la cual participa en la articulación glenohumeral. Esta presenta el cuello quirúrgico, el cuello anatómico, la cabeza del húmero (porción articular de la epífisis) y dos tubérculos: el tubérculo menor o troquín (ubicado anterior y medial en la epífisis proximal) y el tubérculo mayor o troquíter (más lateral y superior que el anterior). Estas formaciones brindan inserción a importantes músculos que actúan en la articulación glenohumeral. Además, entre ambos tubérculos, en la parte anterior de la epífisis del húmero, se encuentra un canal vertical llamado corredera bicipital o surco intertubercular, por donde discurre el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial (23).

Escápula: es un hueso plano con forma triangular que se apoya sobre la parte superior, posterior y lateral del tórax (23).

Presenta dos caras, tres bordes y tres ángulos. En primer lugar, respecto a las dos caras, posee una cara costal o anterior y una cara posterior que en su porción superior presenta la espina de la escápula, la cual en su extremidad lateral posee el acromion, una saliencia en forma de paleta que sobremonta la articulación glenohumeral (23).

En segundo lugar, en cuanto a los tres bordes, la escápula presenta un borde medial, un borde lateral y un borde superior. Por último, en relación a los ángulos de la escápula, la misma dispone de un ángulo inferior, un ángulo superomedial y un ángulo lateral. Este último posee dos formaciones importantes: por un lado, la cavidad glenoidea, la cual es una superficie articular que pone en contacto la escápula con la cabeza del húmero. Y por otro lado, la apófisis coracoides, saliencia importante que brinda inserción a varios músculos y ligamentos (23).

Clavícula: es un hueso plano, alargado y curvado con forma de “S” itálica que se extiende desde el esternón hasta el acromion de la escápula (23).

Presenta dos caras (superior e inferior), dos bordes (anterior y posterior) y dos extremidades (medial y lateral) (23).

III.a.II. Componentes articulares

Articulación glenohumeral: La articulación glenohumeral (también conocida como articulación del hombro o escapulohumeral) une la escápula al húmero, por lo tanto, conecta el miembro superior con la cintura escapular. Es una articulación del género de las sinoviales y de tipo esferoidal, por lo que tiene movimiento en los tres planos del espacio (frontal, sagital y horizontal) (23). Es una articulación verdadera dentro del complejo del hombro ya que contacta dos superficies cartilagosas de deslizamiento entre sí (24).

Superficies articulares:

- Cavidad glenoidea de la escápula: es ovalada y poco profunda (23).
- Cabeza del húmero: tiene forma de media esfera o un tercio de esfera, la cual está orientada en su conjunto medialmente, arriba y atrás. Forma con la diáfisis un ángulo de inclinación de 130° aproximadamente (23).

- Labrum glenoideo: es una formación fibrosa anular que está sólidamente unida a los contornos de la cavidad glenoidea, excepto en su porción superior. Su cara superficial brinda inserción a la cápsula fibrosa, mientras que su cara profunda, libre y articular, se inclina hacia la cavidad glenoidea, ampliando la superficie articular y la profundidad de la misma (23).

Medios de unión:

- Cápsula articular: se inserta en el contorno de la cavidad glenoidea y en la porción superficial del labrum glenoideo. También, del lado del húmero, se inserta alrededor del revestimiento cartilaginoso de la cabeza. La cápsula presenta íntima conexión con los tendones de los músculos del manguito rotador (músculo subescapular, músculo redondo menor, músculo supraespinoso y músculo infraespinoso), con los cuales se fusiona en su punto de contacto (23).
- Ligamentos: situados en la parte anterior y superior de la cápsula, la cual refuerzan.
 - Ligamento coracohumeral: del lado de la escápula, se inserta en la base y borde lateral de la apófisis coracoides. Desde allí discurre en sentido lateral y abajo donde se separa en dos fascículos. Uno de los fascículos se inserta en el troquíter del húmero y el otro en el troquín (23).
 - Ligamento glenohumeral superior: se origina algo debajo del ligamento coracohumeral, en la parte superior de la superficie ósea de la cavidad glenoidea y se dirige en sentido lateral para insertarse en el cuello anatómico del húmero, entre la cabeza y el troquín (23).
 - Ligamento glenohumeral medio: Se origina en el labrum glenoideo, justo debajo del anterior, y se dirige en sentido lateral hasta insertarse en el troquín (23).
 - Ligamento glenohumeral inferior: es el más largo, ancho y fuerte de los tres. Se origina en toda la porción anterior del labrum glenoideo para, desde allí, dirigirse en sentido lateral y abajo hasta insertarse en la parte anterior e inferior del cuello quirúrgico (23).

Articulación esternocostoclavicular: La articulación esternoclavicular (articulación “verdadera” del complejo articular del hombro) pone en contacto a la clavícula por un lado, con el esternón y el primer cartílago costal por el otro. Es una articulación sinovial de tipo silla de montar o encaje recíproco, de movilidad reducida (23).

Superficies articulares:

- Escotadura clavicular del manubrio del esternón y la porción medial y superior del primer cartílago costal (23).
- Extremidad medial de la clavícula (23).
- Disco articular: ayuda a mejorar la congruencia de la articulación (23).

Medios de unión:

- Cápsula articular (23).
- Ligamento esternoclavicular anterior (23).
- Ligamento esternoclavicular posterior (23).
- Ligamento interclavicular (23).
- Ligamento condrocostoclavicular (23).

Articulación acromioclavicular: pone en contacto el borde medial del acromion con la extremidad lateral de la clavícula. Es una articulación sinovial de tipo artrodia, es decir que presenta movimiento de deslizamiento (articulación verdadera dentro del complejo articular del hombro) (23).

Superficies articulares:

- extremidad lateral de la clavícula (23).
- Borde medial del acromion (23).
- Disco articular (23).

Medios de unión:

- Cápsula articular (23).
- Ligamentos acromioclaviculares: son dos, el inferior y el superior (23).
- Ligamentos coracoclaviculares: estos ligamentos son los más importantes de la articulación. Son dos, el ligamento conoide y el ligamento trapezoide (23).

Articulación escapulotorácica: se considera una “falsa articulación” ya que no pone en contacto dos huesos mediante cartílago articular. Pero, sí está constituida por dos espacios y planos de deslizamiento celuloso (24).

En primer lugar, se encuentra el espacio escapuloserrático, comprendido entre el músculo serrato anterior (mayor) y el músculo subescapular. Y en segundo lugar, el espacio tóracoserrático, que se encuentra entre la pared torácica y el músculo serrato anterior (24).

Articulación subdeltoidea: se trata de la segunda “falsa articulación” del complejo articular del hombro. Esta “falsa articulación” está constituida por un simple plano de deslizamiento celuloso que se forma entre la cara profunda del músculo deltoides y los músculos del manguito rotador. Además, en este plano de deslizamiento se encuentra una bolsa serosa que facilita el deslizamiento (24).

III.a.III. Componentes musculares

Músculos	Inserción en el tronco	Inserción en la cintura escapular	Función	Inervación
Trapezio	Hueso occipital y apófisis espinosas de todas las vértebras cervicales y torácicas.	Fascículos superiores: clavícula. Fascículos medios: espina de la escápula y acromion. Fascículos inferiores: espina de la escápula.	Elevación de hombro, retropulsión escapular, extensión y rotación en sentido contralateral de cabeza. Porción superior: báscula superior de la escápula. Porción inferior: báscula inferior de la escápula.	Nervio del trapecio y nervio accesorio.
Romboides	Apófisis espinosas de la 7ma vértebra cervical a la 5ta vértebra torácica.	Borde medial de la escápula.	Retropulsión escapular y contribuye al descenso del hombro.	Nervio dorsal de la escápula.
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de c1 a c5.	Ángulo superomedial de la escápula.	Eleva la escápula en sentido medial y desciende el hombro. También lateraliza la columna cervical de manera homolateral.	Nervio dorsal de la escápula.
Serrato anterior (mayor)	Cara lateral de la 2da a 9na costilla.	Borde medial de la cara anterior de la escápula	Eleva las costillas (inspirador). También aplica la escápula contra el tórax y realiza báscula superior y	Nervio torácico largo.

			antepulsión escapular.	
Pectoral menor	Cara lateral y borde superior de la 3era a 5ta costilla.	Borde medial de la apófisis coracoides.	Descenso de la cavidad glenoidea y elevación de las costillas (inspirador).	Nervio pectoral medial.
Subclavio	Cara superior del primer cartílago costal y 1era costilla.	Cara inferior de la clavícula	Descenso de la clavícula y del hombro	Nervio subclavio.

Tabla 1: inserción en el tronco, inserción en la cintura escapular, función e inervación de los músculos que unen el tronco a la cintura escapular (23).

Músculos	Inserción en el tronco	Inserción en el húmero	Función	Inervación
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de las 7 últimas vértebras torácicas y en todas las vértebras lumbares. Además, en el sacro, cresta ilíaca y las cuatro últimas costillas.	Fondo del surco intertubercular.	Aductor, rotador interno y extensor de hombro.	Nervio toracodorsal.
Pectoral mayor	Por un lado, cara anterior del esternón y siete primeras costillas. Por otro lado, el borde anterior de la clavícula.	Labio lateral del surco intertubercular.	Aductor, rotador interno y antepulsión de hombro.	Nervio pectoral lateral.

Tabla 2: Inserción en el tronco, inserción en el húmero, función e inervación de los músculos que unen el tronco al húmero (23).

Músculos	Inserción cintura escapular	Inserción en el húmero	Función	Inervación
Deltoides	Clavícula, acromion y espina de la escápula.	tuberosidad deltoidea (V deltoidea).	Flexor, abductor y extensor de hombro.	Nervio axilar.
Subescapular	Borde medial de la escápula y en toda la cara costal de la misma.	Troquín.	Aductor y rotador interno de hombro. Además, coapta transversalmente la cabeza del húmero contra la glenoides.	Nervio subescapular superior y nervio subescapular inferior.
Supraespinoso	Fosa supraespinosa de la escápula.	Troquíter.	Abductor de hombro y coaptador transversal de la cabeza del húmero contra la glenoides.	Nervio supraescapular.
Infraespinoso	Fosa infraespinosa de la escápula.	Troquíter.	Rotador externo de hombro y coaptador transversal de la cabeza del húmero.	Nervio supraescapular.
Redondo menor	Mitad superior del borde lateral de la escápula.	Troquíter.	Rotador externo de hombro y coaptador transversal de la cabeza del húmero.	Rama colateral del nervio axilar.
Redondo mayor	Ángulo inferior y tercio inferior del borde lateral de la escápula.	Labio medial del surco intertubercular	Aductor y rotador interno de hombro.	Nervio subescapular inferior.
Coracobraquial	Apófisis coracoides.	Tercio superior de la cara medial de la diafisis humeral.	Aductor, rotador interno y flexor de hombro.	Nervio musculocutáneo

Tabla 3: Inserción en la cintura escapular, inserción en el húmero, función e inervación de los músculos que unen la cintura escapular al húmero (23).

Músculos	Inserción cintura escapular	Inserción en antebrazo	Función	Inervación
Bíceps braquial	Cabeza larga: borde superior de la cavidad glenoidea y labrum glenoideo. Cabeza corta: apófisis coracoides.	Tuberosidad del radio y fascia antebraquial.	Flexión de codo, supinación del antebrazo, colabora en la abducción del hombro y coapta transversalmente la cabeza humeral en la glenoides.	Nervio musculocutáneo.
Tríceps braquial	Cabeza larga: borde inferior de la cavidad glenoidea. Cabeza lateral: Cara posterior de la diáfisis humeral, encima del surco radial. Cabeza medial: Cara posterior de la diáfisis humeral, debajo del surco radial.	Olécranon del cúbito.	Extensión del codo y coaptador longitudinal del hombro.	Nervio radial.

Tabla 4: Inserción en la cintura escapular, inserción en antebrazo, función e inervación de los músculos del brazo que unen la cintura escapular al antebrazo (23).

III.a.IV. Biomecánica del complejo articular del hombro

El complejo articular del hombro se clasifica en dos grupos de articulaciones. Por un lado, el primer grupo que comprende la articulación glenohumeral (la más importante de complejo articular del hombro) y la articulación subdeltoidea. Por otro lado, el segundo grupo que comprende la articulación acromioclavicular, la articulación esternoclavicular y la articulación escapulotorácica (24).

Las articulaciones de cada grupo están mecánicamente unidas, es decir que actúan de manera necesaria al mismo tiempo. Aunque en la práctica, los dos grupos funcionan simultáneamente en todos los movimientos del hombro (24).

Por una cuestión de orden, en los siguientes apartados se describirá la biomecánica de cada articulación que compone el complejo articular del hombro de manera separada, aunque es importante hacer hincapié que en mayor o menor medida, todas las articulaciones participan en conjunto en los movimientos del hombro.

Articulación esternocostoclavicular: esta articulación al ser de tipo silla de montar, debería tener movilidad en dos planos del espacio. Sin embargo, posee movilidad en los tres planos del espacio, ya que el disco articular que posee le permite realizar un tercer movimiento, el de rotación sobre el eje de la clavícula (24).

Los movimientos de esta articulación se dan, en primer lugar, en el plano horizontal, que incluye la anteposición de la clavícula (llega a 10 centímetros (cm) en el extremo lateral de la clavícula) y retroposición de la misma (no excede los 3 cm en el extremo lateral). En segundo lugar, en el plano frontal, esta articulación permite movimientos de elevación (10 cm en el extremo lateral) y de depresión clavicular (3 cm). Por último, en torno al eje longitudinal de la clavícula se realizan las rotaciones de la misma, con un arco máximo de 30° (25).

Cuando se produce una antepulsión de un extremo de la clavícula, sucede una retropulsión en el extremo contrario, lo mismo sucede con los movimientos de elevación y de depresión clavicular (25).

Articulación acromioclavicular: esta articulación al ser de tipo artrodia, sólo permite leves movimientos de deslizamiento. Se realizan en tres ejes: horizontal, vertical (muy limitados por los ligamentos coracoclaviculares) y longitudinal a la clavícula. Este último movimiento es el de rotación y alcanza hasta 30°, que sumado con los 30° de rotación que permite la articulación esternoclavicular, le brinda a la clavícula una posibilidad de rotación de 60° en total (25).

Articulación escapulotorácica: esta articulación permite movimientos escapulares y de la cintura escapular de retropulsión, antepulsión, ascenso, descenso y de báscula o rotación escapular. Estos movimientos están siempre asociados entre sí en diversos grados (24).

- **Antepulsión escapular:** en este movimiento, el muñón del hombro se lleva hacia adelante. Es un movimiento que aleja la escápula de la columna vertebral (entre 10cm a 12cm) y lleva la misma a un plano más sagital, permitiendo que la cavidad glenoidea se oriente hacia adelante. Este movimiento va acompañado de una anteposición de la clavícula. Colabora para aumentar la amplitud de movimiento de la rotación interna (RI) de la articulación glenohumeral (24).

- Retropulsión escapular: en este caso, el muñón del hombro se lleva hacia atrás, por lo que la escápula se acerca a la columna vertebral y se orienta la glenoides más lateral y no tan anteriorizada como el anterior movimiento. Este movimiento se acompaña de una retroposición clavicular y colabora en aumentar el movimiento de rotación externa (RE) de la articulación glenohumeral. Entre este movimiento y el anterior, el plano de la escápula, visto desde un corte horizontal, pasa de 30° (retropulsión escapular) a 45° (antepulsión escapular) (24).
- Ascenso y descenso escapular: en este caso se lleva el muñón del hombro hacia arriba, en caso de un ascenso escapular, o hacia abajo, en caso de un descenso de la misma. Este movimiento desplaza toda la escápula hacia arriba o abajo, aunque se acompaña necesariamente de cierta báscula escapular así como también de una elevación o descenso de la extremidad lateral de la clavícula (24).
- Báscula escapular: esta comprende los movimientos de rotación de la escápula en torno a un eje perpendicular al plano de la escápula. Las rotaciones de la escápula pueden ser tanto hacia arriba como hacia abajo. Si es hacia abajo, el ángulo inferior se desplaza hacia adentro y la cavidad glenoidea tiende a mirar hacia abajo (aducción del brazo), generando un descenso de la clavícula. Si es hacia arriba, el ángulo inferior de la escápula se desplaza hacia afuera y la glenoide se orienta más hacia arriba (abducción del brazo). En este caso, la clavícula realiza un movimiento de ascenso. Estos movimientos de rotación alcanzan los 60° de amplitud (24).

Todos estos movimientos descritos orientan la cavidad glenoidea de tal manera que contribuyen para aumentar la movilidad del hombro. Tal es así que, cuando se abduce o flexiona el brazo a 180°, un tercio de este movimiento lo realiza la articulación escapulotorácica, y el resto la glenohumeral, pero no de forma escalonada, sino simultánea. Esta relación es de 2 a 1, es decir, cada 2° de movimiento que realiza la articulación glenohumeral, 1° lo realiza la articulación escapulotorácica (ritmo escapulohumeral). Y de los 60° que contribuye la articulación escapulotorácica al movimiento de abducción o flexión, 20° se realizan gracias a la articulación acromioclavicular y 40° gracias a la esternocostoclavicular (25).

Articulación glenohumeral: es la articulación más móvil del cuerpo debido a su alta flexibilidad y escasa rigidez. A ella se le suman las demás articulaciones nombradas anteriormente, lo que le confiere la movilidad que se requiere para realizar multitud de actividades, tanto cotidianas como deportivas. Posee tres grados de libertad de movimiento y esto le permite realizar movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, RI y RE. Todos estos movimientos en conjunto permiten realizar el movimiento de circunducción (24) (25).

Los movimientos que se describen a continuación, parten desde la posición anatómica del miembro superior, la cual es la siguiente: el miembro superior pende lateralmente y a lo largo del cuerpo, de manera vertical, por lo que el eje longitudinal del húmero coincide con el eje vertical (24).

- **Flexoextensión de hombro:** se efectúan en el plano sagital en torno a un eje transversal. La extensión es un movimiento que desplaza el miembro superior hacia posterior. Es de poca amplitud llegando a los 45° a 50° . En cambio, la flexión de hombro desplaza el miembro superior hacia anterior y finaliza con el brazo vertical por arriba del tronco. Es un movimiento de gran amplitud, ya que alcanza los 180° y se lo puede dividir en tres fases (24):
 1. de 0° a 60° : movimiento que se efectúa principalmente en la articulación glenohumeral (24).
 2. 60° a 120° : Aquí, además de la articulación glenohumeral, las articulaciones escapulotorácica, acromioclavicular y esternoclavicular cumplen un papel fundamental. Por un lado, la articulación escapulotorácica participa ayudando a que la cavidad glenoidea se desplace hacia arriba y hacia adelante, mediante un movimiento de báscula de la escápula hacia arriba de 60° aproximadamente. Por otro lado, las otras dos articulaciones nombradas colaboran mediante una rotación axial de las mismas, cuya amplitud es de 30° cada una (24).
 3. 120° a 180° : el movimiento de flexión está bloqueado tanto en la articulación glenohumeral como en la escapulotorácica, por lo que los grados restantes los proporciona la inclinación del raquis, en caso de abducción unilateral, o hiperextensión lumbar, en caso de abducción bilateral (24).

- Aducción: este movimiento desplaza el miembro superior hacia la línea media del cuerpo y se realiza en el plano frontal en torno a un eje anteroposterior. Sin embargo, desde la posición anatómica, no es factible ya que el tronco impide cualquier tipo de movimiento, por lo que es necesario un componente de flexión o un componente de extensión (24).

Con una extensión asociada, la aducción del brazo es muy leve. En cambio, con una flexión asociada, la aducción puede alcanzar entre 30° a 45° (24).

- Abducción: es un movimiento que aleja el miembro superior del tronco. Se realiza en un plano frontal en torno a un eje anteroposterior. Es de gran amplitud, llegando a los 180° (24).

De manera esquemática, la abducción pasa por tres estadios desde la posición anatómica hasta los 180°:

1. Abducción de 0° a 60°: se puede efectuar únicamente en la articulación glenohumeral. Esta fase finaliza cercana a los 90° donde la articulación glenohumeral se bloquea debido al choque del troquíter con el acromion. Si la abducción se asocia con una RE y una leve flexión, el troquíter se desplaza hacia atrás lo que retrasa el citado bloqueo (24).
2. Abducción de 60° a 120°: necesita la participación de la articulación escapulotorácica para desplazar el ángulo lateral de la escápula hacia arriba, gracias a un movimiento de báscula de la misma. Este movimiento es de aproximadamente 60°. Además, en esta fase participan la articulación esternocostoclavicular y la articulación acromioclavicular, en las cuales se produce un movimiento de rotación longitudinal de 30° en cada una (24).
3. Abducción de 120° a 180°: además de la articulación glenohumeral y escapulotorácica, en estos grados se incluye la inclinación del tronco del lado opuesto al hombro que se está moviendo en caso de que sea una abducción unilateral. Si se está realizando una abducción bilateral, habrá una hiperextensión lumbar (24).

Esta disposición por fases es meramente esquemática, ya que las participaciones articulares están encadenadas íntimamente (24).

- RI y RE: son movimientos que se realizan en un plano horizontal, aunque se pueden realizar en cualquier plano del espacio ya que son movimientos que se realizan en torno al eje longitudinal del húmero. En este caso, para medir las rotaciones del hombro es necesaria la flexión de codo para así no confundir una mayor rotación de hombro con un movimiento de pronosupinación del antebrazo (24).

La RE alcanza los 80° de amplitud, mientras que la RI puede alcanzar entre los 100° a 110°. Esta última requiere necesariamente que el antebrazo pase por detrás del tronco, lo que asocia ciertos grados de extensión de hombro (24).

Si las rotaciones se midieran con el hombro a 90° de abducción, la amplitud total de las rotaciones seguiría siendo de 180° aproximadamente, pero variará la amplitud de cada una (RE de 104° y RI de 69°). En esta posición, la RE se ve favorecida ya que se disminuye la cifosis dorsal gracias a la retropulsión del hombro. Es decir, la RE es mayor con la columna dorsal menos cifótica (25).

- flexión (o aducción) y extensión horizontal: son movimientos que se realizan en un plano horizontal en torno a un eje vertical. Estos movimientos no parten de la posición anatómica explicada anteriormente, sino desde una abducción de 90° en el plano frontal. Desde esta posición, el movimiento de aducción asociado a la flexión se le llama flexión horizontal, que posee una amplitud de 140° aproximadamente. El movimiento de extensión asociado a la abducción se le llama extensión horizontal y tiene una amplitud de 30-40° (24).

Desde la posición extrema anterior a la posición extrema posterior, la amplitud de movimiento es de 180° aproximadamente (24).

Estabilizadores pasivos de la articulación glenohumeral: son aquellas estructuras por las cuales la articulación glenohumeral se mantiene estable sin la necesidad de la musculatura (25). Estas estructuras son las siguientes:

- Cápsula articular: esta rodea estrechamente la articulación. Su porción posterior tiene mayor resistencia a la tracción que la anterior (25).
- Presión negativa intraarticular: existe gracias al hermetismo que le confiere la cápsula articular y a la elevada presión osmótica de los tejidos intersticiales, que arrastran agua al interior de la articulación. La presión negativa genera un efecto

de vacío dentro de la articulación glenohumeral, lo que favorece la estabilidad (25).

- Ligamento glenohumeral superior: es un débil estabilizador. Limita el desplazamiento inferior de la cabeza humeral (25) y además, se tensa en RE del hombro (24).
- Ligamento glenohumeral medio: impide el desplazamiento anterior de la cabeza humeral, principalmente en el movimiento de abducción a 90° (25). A su vez, se tensa en RE del hombro (24).
- Ligamento glenohumeral inferior: es el principal estabilizador pasivo de la inestabilidad anterior e inferior del hombro. Impide el desplazamiento anterior de la cabeza humeral en el movimiento de abducción a 90° (25). Además, se tensa en RE y en la abducción del hombro (24).
- Ligamento coracohumeral: tiene la función de suspensor estático de la cabeza humeral cuando el brazo se encuentra relajado a lo largo del cuerpo. Además, se tensa en máxima RE del hombro y en la flexión del mismo, por lo que limita dichos movimientos (25).

Estabilizadores activos de la articulación glenohumeral: debido a la gran movilidad de esta articulación, la coaptación articular es imposible únicamente con los estabilizadores pasivos, por lo que esta articulación posee ciertos músculos que cumplen un papel fundamental en la coaptación transversal y longitudinal de la articulación glenohumeral (24).

- Músculos coaptadores transversales: estos músculos, por su dirección, introducen la cabeza humeral en la cavidad glenoidea. Son cinco: los músculos que componen el manguito rotador y el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial (24).
- Músculos coaptadores longitudinales: estos sujetan el miembro superior e impiden la luxación inferior de la cabeza humeral. Estos músculos son: el deltoides (asciende la cabeza humeral durante la abducción), la cabeza larga del tríceps braquial, la porción clavicular del pectoral mayor, la cabeza corta del bíceps braquial y el coracobraquial (desplaza la cabeza del húmero hacia arriba en los movimientos de flexión de hombro y codo (24).

Existe una relación de antagonismos-sinergia entre estos dos grupos de músculos, ya que los coaptadores longitudinales tienden a elevar la cabeza humeral respecto a la cavidad glenoidea en los movimientos de elevación del brazo, mientras que los coaptadores transversales contrarrestan esta acción de ascenso de la cabeza recentrando y descendiendo la misma en la cavidad glenoidea (24).

III.b. Lesiones deportivas

La lesión deportiva es el daño tisular que se produce como resultado de la participación en deportes o ejercicios físicos (26).

Otra definición de lesión deportiva puede ser la que brinda el *National Athletic Injury Registration System (NAIRS)*, el cual define la lesión deportiva como “el impedimento o la limitación de al menos un día de la actividad deportiva después del evento” (27).

Las lesiones deportivas pueden ser de dos tipos, lesiones traumáticas y lesiones por uso excesivo.

III.b.I. Lesiones traumáticas

Son lesiones que ocurren de manera repentina y tienen una causa o comienzo claramente definidos. Estas, se producen generalmente durante la práctica de actividades deportivas de alta velocidad o que conllevan un riesgo elevado de caídas o en deportes de contacto (por ejemplo fútbol y rugby) (26).

III.b.II. Lesiones por uso excesivo

Son lesiones producidas por microtraumatismos tisulares repetidos a lo largo del tiempo que superan la capacidad de autorreparación del cuerpo. Estas lesiones no tienen un inicio específico y predominan en deportes técnicos en los que se repite el mismo movimiento varias veces (por ejemplo en tenis y béisbol) (26).

III.c. Deportes *overhead*

El término “deportes *overhead*” se refiere a las disciplinas deportivas en las cuales los/as deportistas realizan impulsos repetidos de una pelota o un volante hacia un/a rival o un/a compañero/a de equipo, con el brazo por encima de la cabeza. Los/as deportistas que practican estos deportes, se los/as suele llamar “deportistas *overhead*”. Dentro de

esta definición se pueden incluir los siguiente deportes: bádmin-ton, béisbol, cricket, handball, lacrosse, softbol, tenis, voleibol y waterpolo (1).

Sin embargo, para la realización del presente trabajo sólo se incluirán cuatro deportes de los anteriormente mencionados, que son: el tenis, el handball, el voleibol y el béisbol. Esto debido a que los tres primeros son los deportes *overhead* más populares de Argentina, y el último porque es el deporte *overhead* más estudiado (17) (22).

A continuación se hará una breve descripción de los deportes que se incluyeron en este trabajo:

Tenis: “deporte practicado por dos personas o dos parejas, que se lanzan alternativamente una pelota, utilizando raquetas, por encima de una red, con el propósito de que la otra parte no acierte a devolverla” (28).

A diferencia de otros deportes, el tenis no tiene una duración concreta y real de juego ya que no está limitado por un tiempo reglamentario, por lo tanto, los partidos pueden durar varias horas (29).

Handball: es un deporte que se juega sobre una pista cubierta de 40 metros x 20 metros entre dos equipos de 7 jugadores/as cada uno. Se juega sobre una superficie lisa y los partidos tienen una duración total de 60 minutos divididos en dos tiempos de 30 minutos cada uno. El objetivo del mismo es marcar más goles que el equipo rival (introducir más veces la pelota dentro del arco rival) (30).

El juego se desarrolla mediante pases entre los/as compañeros/as de equipo para crear un ataque hacia el equipo rival. La pelota debe ser continuamente picada y pasada ya que no se permiten más de tres pasos con la pelota en las manos sin picarlo. Además, no se permite tener más de tres segundos seguidos la pelota, lo que convierte al handball en un deporte muy dinámico, en donde los/as jugadores/as necesitan estar continuamente en movimiento (30).

Voleibol: es un deporte que se practica en una cancha que mide 18 metros de largo por 9 metros de ancho, en el cual se enfrentan dos equipos de seis integrantes cada uno separados por una red elevada (entre 2,24 metros a 2,43 metros de altura). El objetivo del juego es, por un lado, mantener la pelota en el aire sin que toque el piso usando cualquier parte del cuerpo, con un máximo de tres golpes por equipo antes de pasarla al

otro lado de la red. Por otro lado, pasar la pelota por encima de la red de tal manera que el equipo rival no pueda devolver la misma (31).

Si en algún momento la pelota toca el piso, es punto en contra del equipo que la dejó caer (31).

Béisbol: El béisbol es un deporte que utiliza un bate y una pelota jugado en un campo por dos equipos uno contra el otro. En el béisbol, uno de los/as jugadores/as de un equipo lanza una pelota pequeña y redonda a un/a jugador/a del otro equipo, quien trata de golpearla con el bate (batear). Luego, el/la jugador/a que batea tiene que correr alrededor del campo. Los/as jugadores/as obtienen “carreras” corriendo en un círculo completo alrededor de tres puntos en el suelo llamados bases, para volver al lugar donde comenzaron, que se llama plato de home. Tienen que hacer esto sin ser atrapados por los/as jugadores/as del otro equipo (32).

III.c.I. Gestos motores en estos deportes y sus similitudes

Los deportes *overhead* requieren que los/as deportistas que los practican realicen movimientos extremos con el brazo por encima de la cabeza. Aunque existen ciertas diferencias, este movimiento por encima de la cabeza es bastante similar entre los distintos deportes *overhead*, especialmente en lo que respecta al movimiento del hombro (17) (18).

Los/as deportistas *overhead* tienen como objetivo en cada lanzamiento o golpe de pelota, generar la mayor precisión, velocidad y eficiencia en los mismos. Para esto, los/as deportistas ya mencionados requieren del uso y coordinación de todo su cuerpo, es decir, de una “cadena cinética” de movimiento (8) (18). Este término o principio, hace referencia al fenómeno de generar fuerzas en un segmento corporal y transferirlas a un segmento adyacente, creando de esa manera una reacción en cadena sincrónica (9).

La cadena cinética para los gestos de lanzamiento o golpe de pelota por encima de la cabeza, comienza desde los pies y rodillas y luego se transfiere secuencialmente hacia las caderas, tronco, hombro, codo, muñeca, mano y finalmente a la pelota (en el caso del voleibol, handball y béisbol) o raqueta (en el caso del tenis) (9).

La eficiencia y armonía en esta cadena cinética es importante para minimizar las cargas en las articulaciones (33). Tal es así que, si existen déficits en alguno de los eslabones

proximales de la cadena cinética (caderas, núcleo, tronco y escápulas), puede traer como consecuencia una sobrecarga en el hombro y traer lesiones en el mismo (8).

A continuación, se explicarán de manera general los gestos de “saque” de tenis, “saque” y “remate” de voleibol, lanzamiento de pelota de handball y de béisbol. Se explicarán estos gestos debido a la similitud que comparten entre sí y a que son el principal gesto deportivo que genera mayor grado de tensión y picos de carga en los hombros de los/as deportistas antes mencionados/as (19) (33).

Lanzamiento de béisbol: consta de 6 fases que se pueden extrapolar a movimientos de lanzamiento y golpe similares por encima de la cabeza (ver imagen 1) (8).

- Fase 1 preparación (o de cuerda): esta fase comienza con el/la lanzador/a parado/a sobre sus dos piernas y termina con el/la mismo/a parado/a en su pierna posterior, manteniendo el equilibrio, mientras se retira la pelota del guante (8).

Durante esta fase prácticamente no se generan fuerzas, torsiones y actividad muscular en el brazo de lanzamiento (18).

- Fase 2 armado temprano: comienza con el/la lanzador/a en una pierna y termina cuando el miembro inferior delantero se apoya en el suelo. Aquí es necesario de un buen control de tronco y fuerza del miembro inferior para asegurar un correcto apoyo del miembro inferior delantero. En este caso la rotación pélvica y de tronco ayuda a almacenar energía elástica que se utilizará posteriormente en el miembro superior (8).

A su vez, la musculatura del miembro superior comienza a activarse. El trapecio y el serrato anterior posicionan la escápula en protracción y rotación hacia arriba, mientras que el supraespinoso y el deltoides comienzan la abducción y RE del húmero (8). Los demás músculos del manguito rotador estabilizan la cabeza humeral en la cavidad glenoidea (18).

- Fase 3 armado tardío: comienza cuando el pie adelantado impacta el suelo y termina con el mayor grado de RE de la articulación glenohumeral. En esta fase se busca transferir la energía elástica almacenada en las extremidades inferiores y el tronco al hombro. Tanto la pelvis como la parte inferior y superior del tronco comienzan a rotar hacia adelante, mientras que la columna lumbar se

hiperextiende y la musculatura abdominal se estira para maximizar la energía potencial del hombro (8).

De manera simultánea el hombro se abduce a 90° y rota externamente entre 150° a 180° (18) situación en la cual los rotadores internos del hombro se contraen excéntricamente para desacelerar la RE del mismo, mientras que los rotadores externos aplican una fuerza posterior a la cabeza humeral para evitar la traslación anterior que ocurre en este movimiento (8).

- Fase 4 aceleración: comienza con la RE glenohumeral máxima y finaliza con la liberación de la pelota. Aquí el hombro se aduce horizontalmente y se rota internamente aproximadamente 80° . Este movimiento se da gracias a la contracción concéntrica del tríceps braquial (extiende el codo), pectoral mayor, dorsal ancho, subescapular (rotan internamente el hombro) y serrato anterior (antepulsa la escápula). Es un movimiento muy veloz, que atletas de élite pueden realizar en aproximadamente 29 milisegundos, lo que lo convierte en uno de los movimientos humanos más rápidos registrados en cualquier actividad física (8).

En este caso, el tronco se flexiona llegando a una posición neutra, gracias a la contracción de los rectos abdominales y los oblicuos (18).

- Fase 5 desaceleración: comienza con la liberación de la pelota y termina con una RI y una aducción horizontal (AH) máxima del hombro. Esta es la fase que más carga induce en la articulación glenohumeral y mayor potencial de lesión por cizallamiento. En esta fase, los rotadores externos del hombro junto con la porción posterior del deltoides, realizan una gran contracción excéntrica para desacelerar el brazo de lanzamiento. Estos músculos también limitan la traslación anterior de la cabeza humeral junto con el labrum anterior y la cápsula posterior (8).

La musculatura periescapular también está activa y participa en la desaceleración del hombro ya que devuelve la escápula a una posición inclinada hacia anterior (18).

- Fase 6 seguimiento: aquí el peso corporal del/la lanzador/a recae completamente sobre el miembro inferior delantero, el cual absorbe el impulso a medida que el

tronco desacelera y se moviliza a una posición flexionada y rotada hacia la pierna de apoyo. A su vez, el miembro inferior posterior se despega del suelo (8).

Respecto al brazo que lanza, continúa aduciendo aproximadamente hasta unos 60° (8).



Imagen 1: las 6 fases del lanzamiento de béisbol (17).

Lanzamiento de handball: el lanzamiento de handball comparte varias similitudes con el lanzamiento de béisbol, principalmente en los miembros superiores. Sin embargo, existen diferencias debido a la dinámica distinta que posee el handball (10).

En primer lugar, el lanzamiento de béisbol es un movimiento que prácticamente no varía, es decir, siempre se da en las mismas condiciones, aunque puede variar un poco dependiendo lo que busque el/la lanzador/a. En cambio, el lanzamiento de handball es mucho más variable ya que el/la jugador/a que lanza puede lanzar en bipedestación, de manera monopodal o saltando. Además, en este deporte se incluye el contacto corporal con el/la jugador/a rival al momento de lanzar, por lo que el gesto de lanzamiento también varía (10).

Por lo mencionado, la cadena cinética de lanzamiento que sucede en el lanzamiento de béisbol, en el cual se transfiere la fuerza desde los miembros inferiores hasta la mano, en el handball no sucede igual.

En segundo lugar, dos de las fases del lanzamiento de béisbol no se suelen cumplir en el handball debido a lo mencionado anteriormente. Específicamente la fase 1 de preparación y la fase 6 de seguimiento (10).

Por último, otra diferencia que se encuentra entre los lanzamientos de béisbol y handball está en la abducción del hombro. Mientras que en el béisbol la abducción del hombro se fija a 90° , en el handball la abducción suele ser mayor a 90° . Esto es especialmente cierto en tiros de larga distancia o en los cuales se quiere lanzar sobre los/as defensores/as que bloquean (10).

Por lo demás, el lanzamiento de handball no varía respecto al de béisbol, especialmente en el movimiento del hombro. Además, las fases del lanzamiento, salvando las diferencias ya nombradas, son las mismas.

Saque y remate de voleibol: estos dos gestos por encima de la cabeza son prácticamente iguales y ambos colocan grandes cargas al hombro de los/as deportistas.

En el saque, el/la deportista se lanza la pelota a sí mismo/a para impactarla posteriormente y de esa manera iniciar el punto. Puede ser de dos maneras, saque “flotado” o con salto. Por un lado, el saque flotado se realiza con el/la jugador/a desde el suelo o con un pequeño salto y desde allí golpea el balón por encima de la cabeza dándole una trayectoria “flotante”. Este golpe es de baja velocidad y se asocia con un riesgo significativamente menor de patología de hombro en comparación con el saque con salto, debido a que se adoptan posiciones del hombro menos extremas, velocidades angulares pequeñas y por lo tanto, menores fuerzas ejercidas sobre el hombro (15).

Por otro lado, el saque con salto es un golpe más enérgico el cual requiere de un gran salto para ganar mayor altitud y de esa manera lograr que la pelota pase la red a altas velocidades y logre entrar en el lado rival. Este gesto motor es prácticamente igual al gesto de remate (15).

Tanto el saque con salto, como el remate de voleibol poseen 5 fases, la fase 1 de preparación, la fase 2 de armado, la fase 3 de aceleración, la fase 4 de desaceleración y la fase 5 de seguimiento (ver imagen 2). En este caso, la fase de armado es una sola y no se la divide en dos (armado temprano y armado tardío) como en el lanzamiento de béisbol (15).

La diferencia principal de estos gestos de voleibol con los lanzamientos de béisbol y handball, es que la pelota se impacta con la mano y no se lanza. Además, estos golpes se realizan saltando, por lo que la cadena cinética que sucede desde los miembros inferiores al hombro del/la lanzador/a de béisbol no sucede de la misma manera con los/as jugadores/as de voleibol.

Otra diferencia que existe es en la abducción del hombro que sucede al momento del impacto de la pelota (fin de la fase 3 de aceleración y comienzo de la fase 4 de desaceleración), la cual es mucho mayor que los 90° que se alcanzan en el lanzamiento de béisbol. En este caso el hombro se abduce entre 140° y 170° (15).

Por lo demás, los gestos de saque y remate de voleibol no tienen grandes diferencias al lanzamiento de béisbol, principalmente en el hombro que golpea.



Imagen 2: fases del saque y remate de voleibol. 1-2 fase de preparación; 2-5 fase de armado; 5-8 fase de aceleración; 8-9 fase de desaceleración y fase de seguimiento (15).

Saque de tenis: en este deporte no se lanza ni se impacta directamente con la mano a la pelota, sino que se utiliza un elemento llamado raqueta para golpear la misma. En este caso la raqueta es parte de la cadena cinética del gesto de saque de tenis.

Al igual que en el saque de voleibol, en el saque de tenis el/la deportista se lanza a sí mismo/a la pelota para posteriormente impactarla con la raqueta.

El saque de tenis se lo puede dividir en 5 fases, como el saque o remate de voleibol (ver imagen 3). Aunque, algunos autores lo describen de manera un poco más detallada y describen 8 fases:

- Fase 1 de preparación: es un aspecto individual de cada deportista y no influye en la producción posterior de fuerza (34).
- Fase 2 de lanzamiento: desde la preparación (raqueta y pelota en reposo) hasta que el/la deportista suelta la pelota desde su mano no dominante y la lanza hacia arriba (34).
- Fase 3 de carga: desde el lanzamiento de la pelota hasta la posición en la cual hay una máxima flexión de rodillas. Esta fase es importante para el almacenamiento de energía de la cadena cinética y para lograr fuerzas y desplazamientos verticales y horizontales mayores. Un buen impulso desde esta posición puede mejorar la acción y la eficiencia en el hombro (34).

En esta fase también sucede una inclinación lateral del tronco hacia el miembro inferior posterior, a la que a su vez se le suman una inclinación del hombro dominante y la pelvis del mismo lado. Es decir, el hombro y pelvis del lado dominante quedan una posición más baja que el lado contralateral. Esto facilita el desarrollo de fuerzas horizontales hacia adelante (34).

- Fase 4 de armado: desde el final de la etapa de carga hasta la máxima RE de la articulación glenohumeral, que coincide con la punta de la raqueta apuntando hacia el suelo por detrás del tronco (34).

En el instante de máxima RE, el hombro se encuentra abducido a 101° (+- 12°), AH de 7° (+- 13°) y RE de 172° (+- 12). A su vez, las rodillas se encuentran a 0° de flexión y quizás con el/la jugador/a despegado/a del suelo (34).

La actividad muscular es similar a la que sucede en la fase de armado tardío del lanzamiento de béisbol, aunque se puede agregar que los músculos del manguito rotador están activos con una contracción isométrica voluntaria máxima de entre el 25% y el 53%. También, los músculos que mueven la escápula estabilizan la misma para la ejecución adecuada (34).

- Fase 5 de aceleración: desde el final de la fase de armado hasta el contacto con la pelota (34).

La musculatura de miembros inferiores y del tronco obtienen sus valores más altos de actividad electromiográfica durante esta etapa (34).

En la misma, además de una RI glenohumeral muy veloz, también se suma una flexión y rotación de tronco hacia la pelota de manera muy rápida (34).

La contracción concéntrica de los rotadores internos del hombro, así como también del tríceps, favorece la rápida realización de esta etapa. A su vez, al momento del impacto, el infraespinoso se encuentra muy activo estabilizando la cabeza humeral en la glena (34).

- Fase 6 de contacto: período ínfimo en el cual la raqueta toma contacto con la bola (34).
- Fase 7 de desaceleración: desde el contacto con la bola hasta antes del aterrizaje en el suelo. Esta es la etapa que más carga lleva al hombro (34).

Los rotadores externos se contraen excéntricamente para desacelerar la RI. A su vez, el bíceps braquial, serrato anterior, deltoides y dorsal ancho también tienen altos niveles de actividad electromiográfica para desacelerar el movimiento en la escápula, el húmero y el codo (34).

- Fase 8 de finalización: es el momento del aterrizaje en el suelo en el miembro inferior delantero (34).



Imagen 3: fases del saque de tenis. 1) fase de preparación; 2) y 3): fase de armado; 3) y 4) fase de aceleración; 4) y 5) fase de aceleración; 6) fase de seguimiento (35).

III.c.II. Adaptaciones musculoesqueléticas del hombro en estos/as deportistas

La naturaleza repetitiva y la biomecánica compleja de los gestos motores por encima de la cabeza explicados anteriormente, sumado a las altas demandas de fuerza muscular y movilidad articular, dan como resultado adaptaciones específicas a nivel glenohumeral y

escapulotorácico en los/as deportistas *overhead*. De hecho, estas adaptaciones se empiezan a evidenciar durante la adolescencia de los/as mismos/as (16).

Cambios en el rango de movimiento (ROM) rotacional del hombro: la RE máxima que se puede lograr en el lanzamiento o golpe por encima de la cabeza en los deportes *overhead*, se ve limitada por el contacto del troquíter y el manguito rotador con la región posterosuperior de la glenoides. Este acontecimiento se puede retrasar gracias a cambios adaptativos en los tejidos blandos y óseos de la articulación glenohumeral. Estos cambios van a generar en consecuencia, un aumento del ROM de RE del hombro (17) (36) y una consecuente disminución del ROM de RI del hombro (36) (14).

Respecto a los cambios en los tejidos blandos, en primer lugar, se encuentra el engrosamiento y acortamiento de la cápsula articular posteroinferior de la articulación glenohumeral. Esto sucede debido a las grandes fuerzas de distracción que suceden en las fases de desaceleración y seguimiento del lanzamiento y de golpe por encima de la cabeza (17). Este estrés repetitivo produce un aumento en la deposición de colágeno por parte de los fibroblastos que intentan curar el desgarró crónico de la cápsula posterior (36).

El engrosamiento y acortamiento de la cápsula articular posterior puede producir una limitación en el ROM de RI del hombro (17) (36).

En segundo lugar, se encuentra el aumento de la laxitud de la porción anterior de la cápsula articular glenohumeral y del ligamento glenohumeral inferior, causados por los rangos extremos de RE que se alcanzan al final de la fase de armado tardío (lanzamiento) o armado (remate y saque de voleibol y tenis) (14) (15) (36).

Por último, otro cambio adaptativo que sucede en los tejidos blandos de los/as deportistas *overhead* es el aumento de la rigidez musculotendinosa del manguito rotador posterior, que podría limitar el ROM de RI glenohumeral (14). Esto se debe a las fuerzas excéntricas repetitivas que realiza este grupo muscular durante las fases de desaceleración y seguimiento en el lanzamiento/golpe por encima de la cabeza. A esto se lo conoce como tixotropía (37).

En relación a los cambios adaptativos a nivel del tejido óseo, nos encontramos, por un lado con un aumento en la retrotorsión humeral (RH) y, por otro lado, con la retroversión glenoidea (RG) (17) (36).

Respecto a la RH, debemos entender primero qué es la torsión humeral. La misma se define como “la diferencia rotacional en la posición relativa de la cabeza humeral y el eje del codo en el húmero distal” (14). La RH sucede cuando la cabeza del húmero se orienta en una dirección medial y posterior debido a una rotación del húmero en el plano transversal (14).

En el/la adulto/a que no es deportista *overhead*, existe un grado normal de RH. Sin embargo, en el/la deportista *overhead*, este grado de RH en el brazo dominante es mayor (14).

Al nacer, la cabeza del húmero se encuentra en una marcada retrotorsión, que con los primeros años de vida (edad pediátrica y adolescente) sufre un proceso de desrotación (antetorsión) (14). En el/la deportista *overhead* niño/a o adolescente, el torque de RE repetitivo que sucede en el gesto de lanzamiento o golpe por encima de la cabeza, genera una remodelación ósea del húmero ya que la placa de crecimiento proximal aún se está desarrollando. Esto genera que la desrotación que sucede normalmente se de, pero de una manera anormalmente pequeña. En consecuencia, el arco del lanzamiento o golpe por encima de la cabeza comienza desde una posición relativamente aumentada de RE. Por lo tanto, aumenta el ROM de RE y disminuye el ROM de RI (17) (36).

En relación a la RG, primero se debe entender la “versión glenoidea”. La misma describe la relación angular entre el eje de la superficie articular glenoidea y el eje escapular. Estos ejes suelen ser perpendiculares entre sí. La angulación posterior de la superficie glenoidea respecto al plano perpendicular al eje escapular se denomina RG (17). Se cree que la misma sucede debido a las fuerzas repetitivas de compresión posterior que ocurren en la última fase de armado tardío (36). Esto sumado a un esqueleto inmaduro (niño/a o adolescente) genera la RG (17).

Mecánicamente, la RG aumenta el espacio entre la cabeza humeral y la porción posterior de la glena, lo que permite que en una posición de RE máxima y abducción de hombro, el contacto entre el troquiter y la cavidad glenoidea se retrase, lo que aumenta el rango máximo de RE y la posibilidad de generar una mayor velocidad en el lanzamiento o golpe por encima de la cabeza (17).

El ROM rotacional total del hombro de una persona que no practica un deporte *overhead* es el mismo que el de un/a deportista *overhead* (180° medido en 90° de

abducción). Por lo tanto, el aumento de la RE que sucede en los hombros de estos/as deportistas (entre 10 a 15° más respecto al hombro no dominante (37), debe ir acompañado de una disminución fisiológica correspondiente de la RI (entre 10 a 15° menos que el hombro no dominante (37), que se la atribuye principalmente a las adaptaciones óseas ya descritas. Si existe una pérdida de la RI del hombro que no está compensada por un aumento de la RE, se considera a la misma como patológica y se la atribuye a cambios en los tejidos blandos (17).

Cambios en la fuerza de los músculos rotadores del hombro: la realización repetitiva de los gestos motores ya explicados anteriormente, genera cambios en la fuerza de los músculos rotadores del hombro de los/as deportistas en estudio. Específicamente, lo que sucede es que existe un aumento significativo de la fuerza muscular de los músculos rotadores internos del hombro en relación a los músculos que rotan externamente el hombro (38).

Normalmente, la fuerza de los rotadores externos es menor a la fuerza de los rotadores internos del hombro. Sin embargo, en los/as deportistas *overhead*, la diferencia de fuerza entre estos dos grupos musculares es aún mayor. Según un estudio realizado por Noffal et al (39) que comparó la fuerza concéntrica y excéntrica de los rotadores del hombro en deportistas *overhead* masculinos vs deportistas masculinos que no realizaban deportes *overhead*, evidenció que la fuerza concéntrica de los RI de los hombros dominantes de los deportistas *overhead* era significativamente mayor que la misma medida en deportista no *overhead*. A su vez, la fuerza excéntrica de RE era la misma para ambos grupos poblacionales.

La diferencia entre estos dos grupos musculares se mide según la relación entre la fuerza de los rotadores externos y la fuerza de los rotadores internos (RE/RI). Por ejemplo, un estudio que evaluó la fuerza isocinética de los músculos rotadores del hombro en jóvenes atletas de tenis (40), evidenció que la relación RE/RI medida en los hombros dominantes de los tenistas incluidos en su estudio era de entre 64% a 72%, mientras que la relación RE/RI para los hombros no dominantes era de entre 77% a 84%. Esta situación se asemejó para las tenistas incluidas en dicho estudio, la relación RE/RI en los hombros dominantes fue de entre 61% a 76%, mientras que en los hombros no dominantes fue de entre 77% a 120%.

Este desequilibrio en la fuerza de los rotadores del hombro también se evidenció en otros deportes *overhead*, como en el voleibol (15), handball (41) y béisbol (39)

Cambios en la posición y cinemática de la escápula: los/as deportistas *overhead*, también demuestran cambios adaptativos en la posición y cinemática escapular de su lado dominante. Estos cambios son, en primer lugar, un aumento en el movimiento de báscula escapular hacia arriba en el movimiento de elevación del brazo por encima de la cabeza. Esta adaptación se cree que sucede para evitar que el acromion choque con las estructuras subacromiales y así evitar un pinzamiento subacromial en el gesto de lanzamiento o golpe por encima de la cabeza (42) (43).

En segundo lugar, otro cambio que se evidencia en las escápulas de estos/as deportistas es el aumento de la RI de la misma, es decir, un borde medial más prominente tanto en reposo como en el movimiento de elevación del brazo por encima de la cabeza. Se cree que este aumento de la RI escapular favorece la disminución del espacio subacromial, por lo que el troquiter no logra pasar libremente por este espacio en los gestos inherentes a los deportes en estudio (42).

Por último, los/as deportistas *overhead* poseen una mayor retracción escapular a 90° y 120° de elevación del brazo. Esta retracción escapular se estima que facilita una mayor RE del hombro al final de la fase de armado o armado tardío en los gestos de lanzamiento o golpe por encima de la cabeza, lo que favorece una aceleración más explosiva en la fase de aceleración (42).

Cambios en la fuerza de los músculos que mueven y estabilizan la escápula: estos/as deportistas también han demostrado cambios y desequilibrios en la fuerza de la musculatura que mueve la escápula. Específicamente, se evidenció que el trapecio superior y, en menor medida, el serrato anterior son músculos significativamente más fuertes en relación al trapecio medio e inferior. Este desequilibrio muscular en el par de fuerzas escapulares podría aumentar el riesgo de lesiones de hombro (16) (43).

Acortamiento del músculo pectoral menor: según el estudio de Ann M Cools et al (43) que evaluó las variables en la cinemática y fuerza escapular en jóvenes tenistas de élite, todos/as los/as deportistas evaluados/as en su estudio tenían el pectoral menor del brazo dominante significativamente más corto que el contralateral. En promedio, los tenistas tenían el pectoral menor 1,2 centímetros más corto del lado dominante respecto al lado

no dominante. A su vez, en las tenistas evaluadas, en promedio el pectoral menor era 0,9 centímetros más corto del lado dominante respecto al lado no dominante. Esto se estima que ocurre debido al uso repetitivo de este músculo ayudando en la protracción escapular que sucede en el gesto de saque.

El acortamiento del pectoral menor también se constató en deportistas de voleibol y se lo asoció con dolor de hombro (44).

III.c.III. Epidemiología de lesiones de hombro por uso excesivo en deportes *overhead*

Los gestos deportivos repetitivos y explosivos que realizan los/as deportistas en estudio los/as vuelve más propensos a sufrir lesiones de hombro por uso excesivo (3) (4).

En primer lugar, en relación a las lesiones de hombro en el tenis, estas representan entre el 35% al 50% de todas las lesiones de la extremidad superior. Dichas lesiones generalmente son por uso excesivo, especialmente por los gestos de saque y smash (golpe plano, recto, similar al saque de tenis) (5). Además, la prevalencia de las lesiones de hombro por uso excesivo es del 17% respecto al total de las lesiones en el tenis (45).

En segundo lugar, respecto al voleibol, según la revisión sistemática realizada por Elena Seminati et al (11) que revisó las lesiones de hombro y espalda por uso excesivo en el voleibol, la prevalencia de las lesiones de hombro por uso excesivo fue de 19% +- 11,2% respecto al total de las lesiones por uso excesivo que suceden en este deporte. A su vez, según el estudio realizado por Kayt E. Frisch et al (6) que evaluó la historia de dolor de hombro en jugadoras de voleibol de secundaria, el 40% de las deportistas incluidas en su estudio habían sufrido dolor de hombro sin un antecedente traumático anterior.

En tercer lugar, en cuanto al handball, según el estudio de B Clarsen et al (46), que evaluó la prevalencia de lesiones por uso excesivo en deportistas de élite de handball, la prevalencia de lesiones de hombro por uso excesivo fue del 22%, la más alta respecto al total de las lesiones por uso excesivo en otras áreas anatómicas. Además, según el estudio de Christer Aasheim et al (7), que registró las lesiones por uso excesivo en jugadores juveniles de handball durante una temporada, las lesiones de hombro por uso excesivo fueron las más prevalentes (17% en promedio) respecto a otras áreas anatómicas.

Por último, en relación al béisbol, en términos de incidencia de lesiones de hombro, 2 de cada 100 deportistas se lesionan el hombro en las ligas menores de béisbol de Estados Unidos anualmente, mientras que para el nivel profesional, 58 de cada 100 jugadores se lesionan el hombro en el plazo de un año (36). A su vez, según un estudio realizado por Posner M et al (47), que examinó a los jugadores de la Major League Baseball (liga más importante de beisbol a nivel profesional en Estados Unidos), el hombro fue la región del cuerpo más frecuente de lesión entre los lanzadores, representando 31% de todas las lesiones registradas en dichos deportistas. Estas lesiones se deben principalmente al uso excesivo (36).

A su vez, en muchos estudios, para caracterizar un problema de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* se utilizan los días de pérdida de práctica deportiva. Sin embargo, muchas de las lesiones de hombro por uso excesivo pueden pasar desapercibidas en algunos estudios debido a que el dolor que pueden llegar a generar en los/as deportistas no es lo suficientemente significativo como para que los/as mismos/as dejen la práctica deportiva, o incluso, que tomen medicamentos para disminuir el dolor y así poder seguir practicando el deporte. Por lo tanto, es posible que, dependiendo de la definición de lesión o de la herramienta de recolección de datos epidemiológicos, las lesiones de hombro por uso excesivo sean aún mayores de lo que se ha evidenciado hasta el momento (6) (22).

De cualquier manera, estas altas tasas de lesiones por uso excesivo en los hombros de los/as deportistas en estudio demuestran una clara necesidad de estrategias de prevención.

III.c.IV. Lesiones de hombro por uso excesivo comunes entre los distintos deportes *overhead*

Las características en común anteriormente nombradas que comparten los/as deportistas *overhead*, dan como resultado un patrón patológico específico que puede denominarse de manera colectiva como “hombro del lanzador” (19).

Este patrón patológico del hombro incluye el pinzamiento interno (o posterosuperior), las lesiones del labrum superior en las porciones anterior y posterior (lesiones SLAP) y las lesiones del manguito rotador. Estas lesiones se pueden dar de manera individual o en conjunto (5).

En primer lugar, respecto al pinzamiento posterosuperior, este es la causa más común de dolor de hombro en atletas de lanzamiento (17). Este pinzamiento posterosuperior describe el choque del troquíter con la porción posterosuperior de la cavidad glenoidea en donde se interpone el manguito rotador y el labrum glenoideo. Este contacto ocurre de manera fisiológica en la parte final de la fase de armado tardío en los/as lanzadores/as y en la porción final de la fase de armado en el gesto de remate y saque de voleibol y tenis (abducción de 90° o más y RE máxima del hombro). Aunque ocurre de manera fisiológica en dichas fases del lanzamiento/golpe por encima de la cabeza, el contacto repetitivo y las fuerzas suprafiológicas que suceden en estos gestos motores pueden generar un pinzamiento posterosuperior patológico. Esto va a dar como consecuencia una lesión en el manguito rotador y/o en el labrum glenoideo posterosuperior (5) (10) (17) (36).

Además de lo ya mencionado, no está tan clara la etiología del pinzamiento interno patológico. Sin embargo, existen algunas teorías que podrían explicarlo. Una de las teorías plantea que el déficit de RI glenohumeral (GIRD por sus siglas en inglés) secundario a un acortamiento de la cápsula articular posterior, podría generar un desplazamiento del centro de rotación humeral hacia atrás y arriba y de esa manera desarrollar una microinestabilidad posterosuperior. De esta forma, el contacto entre el troquíter y la glenoides posterosuperior se daría de manera más frecuente (8) (48).

Otra de las teorías que se plantean como causantes del pinzamiento interno patológico, desarrolla que la fatiga en la musculatura de la cintura escapular podría generar una mala alineación y cinemática alterada de la escápula en el gesto de lanzamiento/golpe por encima de la cabeza, lo que podría conllevar a una alteración en la cinemática humeral y desarrollar un pinzamiento interno patológico (36).

En segundo lugar, respecto a las lesiones en el labrum superior en su región anterior y posterior, estas se las conoce por sus siglas en inglés como lesiones SLAP (Superior Labrum Anterior and Posterior). A estas lesiones se las puede clasificar en 4 tipos (ver tabla 5), siendo la tipo 2 la que más sucede en los/as deportistas *overhead* (9) (17) (36). Sin embargo, también suceden algunos de los otros tipos de lesiones SLAP en estos/as deportistas, aunque en menor medida (36).

Existen dos teorías principales sobre la etiología de las lesiones SLAP tipo 2 en los/as deportistas en estudio. Por un lado, como se explicó anteriormente, el pinzamiento

posterossuperior podría ser una de las causas de esta lesión. Por otro lado, otra de las causas de las lesiones SLAP tipo 2 en estos/as deportistas es un mecanismo de desprendimiento del tendón de la cabeza larga del bíceps, que sucede en la fase final de armado tardío, en donde la RE máxima genera una fuerza de torsión hacia atrás sobre el tendón del bíceps, lo que lleva a una torsión del mismo con un consecuente desprendimiento, tanto del tendón de la cabeza larga del bíceps, como del labrum posterossuperior del cartílago glenoideo subyacente (17).

Tipo 1	Desgaste discreto del labrum superior sin desgarro del mismo.
Tipo 2	Pequeño desgarro del labrum posterossuperior junto con desprendimiento del mismo y del anclaje del tendón de la cabeza larga del bíceps de la porción superior de la cavidad glenoidea.
Tipo 3	Desgarro en forma de asa de cubo del labrum superior sin afectación del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial.
Tipo 4	Desgarro del labrum superior en asa de cubo con extensión al tendón de la cabeza larga del bíceps braquial.

Tabla 5: Tipos de lesiones SLAP (17).

Por último, en relación a las lesiones en el manguito rotador, en los/as deportistas *overhead* son comunes los desgarros de espesor parcial del manguito rotador (8), más específicamente de la porción posterior del supraespinoso y del infraespinoso (9) (17), aunque también se pueden encontrar tendinopatías degenerativas del supraespinoso, infraespinoso y subescapular (10). De todas formas, no todos/as los/as deportistas con desgarro parcial del manguito rotador son sintomáticos, por lo que estos desgarros podrían ser adaptativos y no siempre patológicos (17).

Existen dos teorías que podrían explicar cómo se generan los desgarros parciales del manguito rotador. En primer lugar, el pinzamiento posterossuperior antes expuesto. En segundo lugar, durante la fase de desaceleración del lanzamiento/golpe por encima de la cabeza, los rotadores externos del hombro deben realizar una fuerza excéntrica muy grande, tanto para frenar la rápida RI del hombro como para mantener una correcta compresión glenohumeral. Esto genera una sobrecarga de tracción y cizallamiento, que sumado a la repetición del gesto motor, puede facilitar el desgaste y los microdesgarros de los rotadores externos (8).

III.c.V. Factores de riesgo de lesión de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead*

Los FR son las características o atributos que en su presencia incrementan la probabilidad de ocurrencia de una lesión. Existen FR intrínsecos y extrínsecos. Los FR intrínsecos son aquellos dependientes de la persona, mientras que los FR extrínsecos son aquellos que afectan a el/la atleta desde el ambiente externo (26).

Tanto los FR extrínsecos como los intrínsecos por sí solos no suelen generar una lesión en el/la deportista. Sin embargo, la combinación e interacción de los mismos predisponen realmente a el/la deportista a sufrir una lesión (26).

A su vez, dentro de los FR intrínsecos y extrínsecos, existen FR modificables y no modificables. Esto es especialmente importante ya que los FR modificables pueden ser objeto de estrategias preventivas (3).

Los/as deportistas *overhead* comparten varios FR. A continuación se describirán los FR que comparten los cuatro deportes *overhead* en estudio.

FR intrínsecos comunes entre los deportes *overhead* en estudio:

- **GIRD y disminución del ROM total de rotación del hombro (TROM):** como se explicó anteriormente, los/as deportistas *overhead* sufren una adaptación fisiológica en el hombro que conlleva una alteración en el ROM rotacional del hombro, en el cual aumenta el ROM de RE glenohumeral y disminuye el ROM de RI glenohumeral, manteniéndose el TROM en 180° (17).

Por años, el GIRD (que se define como la pérdida de RI glenohumeral de 20° o más en el hombro dominante respecto al no dominante) se postuló como uno de los grandes FR en la lesión de hombro en estos/as deportistas. Sin embargo, actualmente no está tan claro si el mismo es un factor desencadenante de lesión (12). Aunque, muchos autores clasifican al GIRD simplemente como un déficit de RI del hombro sin especificación de la cantidad de grados.

Según la revisión sistemática y metaanálisis realizado por Keller et al (12), en el cual se evaluó si el GIRD es un factor de riesgo (de ahora en más FR) de lesión de hombro en deportistas *overhead*, el GIRD, aunque no significativamente, puede ser un factor perjudicial para el hombro. A su vez, encontraron de manera

más significativa, que la disminución del TROM puede ser un FR de lesión de hombro. Con respecto a la RE del hombro, no obtuvieron evidencia que respalde si la ganancia o pérdida aislada de la misma puede ser perjudicial para estos/as deportistas.

- Debilidad muscular y desequilibrio muscular en los rotadores del hombro: como se expuso anteriormente, para medir el desequilibrio entre los rotadores externos y los rotadores internos del hombro se utiliza la relación RE/RI, medida tanto de manera isométrica como isocinética.

Un estudio propuso que la relación RE/RI aceptable o recomendable es de 66% a 75%, es decir, que la fuerza de los rotadores externos representen al menos dos tercios (2/3) de la fuerza de los rotadores internos para brindar equilibrio muscular. Debajo de dicha marca existe riesgo de lesión de hombro (40). Sin embargo, en otro estudio se informó que la relación RE/RI adecuada es aquella mayor a 69%. Por debajo de dicha marca, el riesgo de lesión aumenta en 2,57 veces (13).

También, la fuerza general de los músculos rotadores del hombro es importante. Mientras menor sea la fuerza de los rotadores del hombro, mayor riesgo de lesión de hombro. De hecho, el aumento de 1 Newton/Metro de la fuerza excéntrica tanto de RI como de RE disminuye el riesgo de dolor de hombro en un 1%(13).

- Discinesia escapular y escápula enferma: la discinesia escapular se define como la alteración del movimiento y de la posición escapular (49). La misma se la considera como una de las causas de dolor y disfunción del hombro más comunes, especialmente en deportistas *overhead*. A esta anomalía se la encuentra entre el 67% al 100% de los/as atletas con lesiones en el hombro y se evidenció que el 61% de los/as atletas *overhead* poseen discinesia escapular (8).

Algunos estudios incluyen a la discinesia escapular dentro del término de “escapular enferma”, que incluye la malposición escapular, prominencia del borde medial en su región inferior, dolor en la zona de la apófisis coracoides y la ya nombrada discinesia escapular (15) (19) (41). Este conjunto de anomalías comienza por un desequilibrio entre la musculatura periescapular y el músculo

pectoral menor, lo que genera una discinesia escapular y alteración en la posición de la escápula, que finalmente puede favorecer un pinzamiento posterosuperior o un pinzamiento subacromial (19).

- Lesión previa o historia de dolor en el hombro (3).
- Edad: A pesar de que con el aumento de la edad el ROM de RI disminuye (49), no se encontró evidencia significativa en relación a si la edad, ya sea mayor o menor, aumenta el riesgo de lesión de hombro por uso excesivo en deportistas de handball y tenis (3) (4) (49). Sin embargo, en el béisbol la mayor edad se asoció con lesión de hombro por uso excesivo (22).

En cuanto al voleibol, no se encontraron estudios que evalúen si la edad puede ser un FR de lesión de hombro por uso excesivo.

- Sexo: aunque no está tan claro actualmente, según la revisión sistemática realizada por Asker et al (1) que evaluó, entre otras cosas, los FR de lesión de hombro en deportistas *overhead*, existe evidencia limitada de que no hay diferencias de sexo en el riesgo de lesión de hombro. Sin embargo, en el handball, el sexo femenino muestra una mayor prevalencia de lesiones en los hombros que sus homólogos masculinos (50).
- Nivel de juego: Según una revisión sistemática realizada por Kekelekis et al (49) que evaluó los FR de lesión en las extremidades superiores en tenistas, un mayor nivel de juego se correlaciona con un menor riesgo de lesión de hombro por uso excesivo, debido a la mejor técnica y eficiencia a la hora de transmitir fuerzas a través de los distintos segmentos corporales (cadena cinética). Sin embargo, según la revisión sistemática realizada por Hadjisavvas et al (50) que evaluó los FR de lesión de hombro en el handball, un mayor nivel de juego se asoció con un mayor riesgo de lesión. Además, en el béisbol, la mayor experiencia en el deporte se asoció con mayor riesgo de lesión de hombro (22).

En relación al voleibol, no se encontró estudios que evalúen si el nivel de juego es un FR de lesión de hombro por uso excesivo.

FR extrínsecos comunes entre los deportes overhead en estudio:

- Posición de juego: la posición de juego en los deportes de equipo (béisbol, handball y voleibol) influye en cuanto al riesgo de lesión de hombro. Según la revisión sistemática realizada por Tooth et al (3) que evaluó los FR de lesión de hombro por uso excesivo en distintos deportes overhead, en el handball los/as jugadores/as defensivos/as tienen 3,5 veces más riesgo de lesión de hombro que sus compañeros/as de otras posiciones. Respecto al béisbol, los lanzadores son los que más riesgo tienen de lesión de hombro respecto a sus compañeros de otras posiciones.

En cuanto al voleibol, los/as jugadores/as atacantes tienen más riesgo de lesión de hombro que sus compañeros/as especialistas defensivos/as (líberos) y armadores/as. A su vez, los/as jugadores/as que realizan mayormente saque con salto (saque potente) tienen mayor riesgo de lesión de hombro que sus compañeros/as que realizan saque flotado (44).

- Partido o entrenamiento: existe evidencia limitada en deportistas masculinos de béisbol que la tasa de lesiones de hombro por uso excesivo es mayor en partidos que entrenamiento (4). Sin embargo, en deportistas femeninas de voleibol, existe evidencia limitada de que las lesiones de hombro por uso excesivo son más prevalentes durante el entrenamiento (1).

En cuanto al tenis y al handball, no se encontraron estudios que comparen el riesgo de lesión tanto en partido como en entrenamiento.

- Carga y frecuencia de entrenamientos o partidos: el aumento en la carga y la frecuencia, tanto de los partidos como de los entrenamientos, tiene una alta relación con la lesión de hombro en estos/as deportistas (3). De hecho, la carga es uno de los FR más importantes en relación a las lesiones por uso excesivo (51).

III.d. Prevención

La prevención se define como “las medidas destinadas no solamente a prevenir la aparición de la enfermedad, tales como la reducción de FR, sino también a detener su avance y atenuar sus consecuencias una vez establecida” (52).

La prevención se puede clasificar en tres niveles:

- Prevención Primaria: hace referencia a las medidas orientadas a evitar la aparición de una enfermedad o lesión, a través del control de los FR predisponentes. Su objetivo es disminuir la incidencia de la enfermedad o lesión (52).
- Prevención secundaria: se refiere a las medidas orientadas al diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de una enfermedad o lesión incipiente. Son medidas que ayudan al control de la enfermedad de manera precoz (52).
- Prevención terciaria: hace referencia a las medidas orientadas a la recuperación de la lesión o enfermedad clínicamente manifiesta, a través de un correcto diagnóstico y tratamiento. A su vez, se busca reducir al mínimo las secuelas que pueda dejar la lesión o enfermedad (52).

III.d.I. Programas de prevención

Un PP consta de la aplicación de estrategias preventivas que atiendan a los FR de determinadas lesiones para disminuir la incidencia de las mismas (20).

Para aplicar un PP de lesiones y evaluar si el mismo es efectivo, es necesario realizar el llamado “ciclo de prevención de lesiones”, el cual consta de 4 pasos:

1. Identificar el problema, que incluye datos epidemiológicos de las lesiones específicas del deporte y de la población que se estudia. Además, se proporciona un perfil funcional del hombro deportivo “normal” en esa población (20).
2. Examinar los mecanismos de lesión y los FR de las lesiones identificadas en el paso 1 (20).
3. Introducir una o varias medidas preventivas, como por ejemplo un PP a base de ejercicios de estiramiento y fuerza, atendiendo a los FR identificados en el paso 2 (20).
4. Finalmente, para evaluar la efectividad del PP se repite el paso 1, es decir, se evalúa el impacto del programa preventivo en cuanto a la incidencia de lesiones (20).

IV. Estrategia Metodológica

Para lograr los objetivos planteados, se realizó una revisión bibliográfica, consultando las bases de datos PubMed y Biblioteca Virtual en Salud (BVS). Se utilizaron los términos libres, DeCS y MeSH que se detallan a continuación en la tabla 6 y las respectivas combinaciones de búsqueda que se muestran en la tabla 7.

Palabra	Término Libre	DeCS	MeSH
#1	Dolor de hombro/Shoulder pain	Dolor de hombro	“Shoulder Pain”[Mesh]
#2	Hombro/Shoulder	Hombro	“Shoulder”[Mesh]
#3	Lesiones de hombro/Shoulder injuries	Lesiones del hombro	“Shoulder injuries”[Mesh]
#4	Prevención/Prevention	Prevención y control	“Prevention and control” [Subheading]
#5	Programas de prevención/prevention programs	-	-
#6	Tenis/Tennis	Tenis	“Tennis”[Mesh]
#7	Voleibol/Volleyball	Voleibol	“Volleyball”[Mesh]
#8	Beisbol/Baseball	Béisbol	“Baseball”[Mesh]
#9	Balonmano/Handball	-	-

Tabla 6: Términos para las búsquedas en las bases de datos (elaboración propia).

	Término	Conector	Término	Conector	Término	Conector	Término	Conector	Término
#10	(#1	OR	#2	OR	#3)	AND	(#4	OR	#5)
#11	#10	AND	#6						
#12	#10	AND	#7						
#13	#10	AND	#8						
#14	#10	AND	#9						

Tabla 7: Combinación de términos (elaboración propia).

Para la elección del material de análisis, se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: artículos con fecha de publicación entre los años 2014 y 2024 y artículos que incluyan dentro de su estudio, al menos un programa a base de ejercicios para prevenir lesiones o dolor de hombro en deportistas de voleibol, handball, béisbol o tenis de cualquier nivel, edad o sexo, que a su vez, posean una medición de la incidencia o prevalencia de lesiones o dolor de hombro posterior a la aplicación del o los PP.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: artículos comprendidos antes del año 2014, artículos duplicados, artículos de tipo revisión sistemática o metaanálisis y artículos que no incluyan deportistas de voleibol, béisbol, tenis o handball dentro de su estudio.

La búsqueda en PubMed se realizó a través de la “búsqueda avanzada”, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión previamente nombrados. Se combinaron los términos Mesh y términos libres en inglés. Los filtros utilizados a lo largo de toda la búsqueda fueron artículos que estuvieran en inglés o español, entre los años 2014 y 2024.

La combinación de términos utilizada en PubMed fue de la siguiente manera:

- (“Shoulder Pain”[Mesh] OR “Shoulder”[Mesh] OR “Shoulder injuries”[Mesh]) AND (“Prevention and control” [Subheading] OR prevention programs) AND “Tennis”[Mesh].
- (“Shoulder Pain”[Mesh] OR “Shoulder”[Mesh] OR “Shoulder injuries”[Mesh]) AND (“Prevention and control” [Subheading] OR prevention programs) AND “Volleyball”[Mesh].
- (“Shoulder Pain”[Mesh] OR “Shoulder”[Mesh] OR “Shoulder injuries”[Mesh]) AND (“Prevention and control” [Subheading] OR prevention programs) AND “Baseball”[Mesh].
- (“Shoulder Pain”[Mesh] OR “Shoulder”[Mesh] OR “Shoulder injuries”[Mesh]) AND (“Prevention and control” [Subheading] OR prevention programs) AND Handball.

Como resultado de la búsqueda se obtuvieron en total 214 artículos, que luego de la lectura del título, se seleccionaron 22 artículos para el análisis. A partir de la lectura completa de los artículos seleccionados, se descartaron 15 estudios que no cumplían con los criterios de inclusión o que no se podía acceder a la información completa de los mismos, dejando un total de 7 artículos incluidos.

La búsqueda en la BVS se realizó posteriormente a la búsqueda en PubMed y se efectuó a través de la “búsqueda avanzada”. Se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión previamente nombrados. Se combinaron los términos libres entre paréntesis en inglés. Los filtros utilizados a lo largo de toda la búsqueda fueron artículos en inglés o español, entre los años 2014 y 2024. Combinación de términos utilizada:

- (Shoulder Pain) OR (shoulder) OR (shoulder injuries) AND (prevention programs) OR (prevention) AND (tennis).
- (Shoulder Pain) OR (shoulder) OR (shoulder injuries) AND (prevention programs) OR (prevention) AND (volleyball).
- (Shoulder Pain) OR (shoulder) OR (shoulder injuries) AND (prevention programs) OR (prevention) AND (baseball).
- (Shoulder Pain) OR (shoulder) OR (shoulder injuries) AND (prevention programs) OR (prevention) AND (handball).

Como resultado de la búsqueda se obtuvieron en total 217 artículos, que luego de la lectura del título, se seleccionaron 11 para el análisis. A partir de la lectura completa de los artículos seleccionados se descartaron 10 artículos ya que eran artículos que no cumplían con los criterios de inclusión o ya se habían pesquisado en la búsqueda de la base de datos PubMed. Por lo tanto, en esta búsqueda se incluyó 1 artículo.

Finalmente, para el análisis se incluyeron 8 artículos.

V. Contexto de Análisis

Como hemos visto a lo largo del marco teórico, los deportes *overhead*, y específicamente los 4 deportes en estudio, comparten muchas similitudes entre sí. Principalmente en lo que respecta al movimiento que realiza el hombro en los gestos motores de lanzamiento/golpe por encima de la cabeza y las adaptaciones que producen estos gestos en los hombros de los/as deportistas en estudio (16) (17). Estas adaptaciones debemos tenerlas en cuenta a la hora de evaluar a los/as deportistas *overhead* para no confundirnos en cuanto a clasificar un/a deportista con mayor riesgo de lesión de hombro.

Y hablando de riesgo, estos/as deportistas también comparten muchos FR entre sí, entre los cuales los modificables son los que más importancia tienen debido a que se pueden prevenir mediante algún tipo de estrategia preventiva (3).

A su vez, los/as deportistas en estudio son muy propensos a sufrir lesiones en los hombros y tienen una alta tasa de incidencia de lesiones en los mismos (3). Principalmente, debido a que el hombro en los gestos motores de lanzamiento/golpe por encima de la cabeza se ve expuesto a grandes fuerzas y movimientos extremos, que de manera repetitiva, pueden producir una lesión por uso excesivo (4).

Todas estas características en común generan un patrón patológico específico que algunos autores denominan “hombro del lanzador” (19).

Estas lesiones de hombro pueden causar en estos/as deportistas no solo dolor y malestar físico, sino también limitaciones del movimiento, interrupción en la participación de entrenamientos y partidos, estrés psicológico, reducción del rendimiento, trastornos de crecimiento (en atletas juveniles) y una condición económica que perjudica el desarrollo profesional de los/as jugadores/as (2). Estas consecuencias sumadas a la alta incidencia de lesiones en los hombros de los/as deportistas *overhead*, no sólo demuestran una alta necesidad de estrategias preventivas en estos/as deportistas, sino también, la necesidad de PP eficaces en esta población atlética (21).

De hecho, según la declaración de consenso de Berna del año 2022 (51) que se trató, entre otras cosas, sobre la prevención de lesiones de hombro en atletas de todos los niveles de participación, la prevención primaria debe ser el foco de todos los programas y deben implementarse en los/as atletas jóvenes para establecer prácticas de por vida y

mantener una función saludable del hombro. Además, en dicha declaración agregan que los PP (tanto de prevención primaria como de prevención secundaria) tienen un bajo riesgo de generar un daño y su implementación puede ser mínimamente intrusiva (por ejemplo, ejercicios de calentamiento), por lo que ofrecerían posibles efectos preventivos a todos/as los/as atletas, independientemente de si tuvieron o no antecedentes de lesión en los hombros.

A su vez, dicha declaración incluye principios generales que deberían cumplir los PP de lesiones de hombro en deportistas *overhead*. Estos principios son los siguientes: en primer lugar, los ejercicios se deben realizar en posiciones típicas del deporte, involucrar a toda la cadena cinética, requerir equipo mínimo e incluir algún elemento del deporte. En segundo lugar, los PP se deben realizar como mínimo 2 veces por semana, pueden formar parte del calentamiento antes del entrenamiento o partido y no deben durar más de 15 minutos en total, destinando 5 minutos de los mismos en actividades específicas de los hombros. Por último, si el deporte es en equipo, los ejercicios se deben realizar en lo posible entre compañeros/as.

Otra información interesante que brinda el consenso de Berna son los objetivos que deberían seguir los ejercicios que se incluyan en un PP. Estos objetivos son los siguientes: en primer lugar, abordar los desequilibrios del manguito rotador, específicamente la fuerza de RE. En segundo lugar, fortalecer la cintura escapular. En tercer lugar, trabajar la funcionalidad y dinámica del tronco específica del deporte. Y finalmente, trabajar la desaceleración excéntrica del brazo (desacelerar la RI).

Teniendo en cuenta que existen principios y objetivos que deberían seguir los PP de lesiones de hombro en deportistas *overhead*, se podría suponer que existe un amplio campo de evidencia en esta área. Sin embargo, esto no es así ya que gran parte de la evidencia disponible se ha enfocado en prevenir lesiones en las extremidades inferiores de los/as atletas (21). Además, la información disponible de prevención de lesiones de hombro en la población de estudio, se ha enfocado más que nada en evaluar si los PP mejoran o cambian valores como la fuerza o el rango de movimiento del hombro y no en si realmente los PP son efectivos para reducir la incidencia de lesiones en los hombros. Esta situación, junto a investigaciones actuales (21), demuestran cómo es que actualmente no esté claro si los PP de lesiones de hombro a base de ejercicios son efectivos, por lo que se recomienda una mayor investigación en esta área.

VI. Resultados

En el presente apartado se dará respuesta a los objetivos planteados mediante el análisis de los artículos que se incluyeron. En la tabla siguiente se presenta la información general de los artículos incluidos.

N°	Autor	Año	Tipo de estudio	Título
1	Sommervold y Østerås	2017	Ensayo controlado aleatorizado de cohorte prospectivo	What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players?
2	Andersson et al	2017	Ensayo controlado aleatorizado de cohorte prospectivo	Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players
3	Asker et al	2022	Ensayo controlado aleatorizado de cohorte prospectivo	The Effect of Shoulder and Knee Exercise Programmes on the Risk of Shoulder and Knee Injuries in Adolescent Elite Handball Players: a Three-Armed Cluster Randomised Controlled Trial
4	Achenbach et al	2022	Ensayo controlado aleatorizado de cohorte prospectivo	Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomised controlled trial with 579 handball athletes
5	Tooth et al	2023	Ensayo controlado no aleatorizado de cohorte prospectivo	Prevention of shoulder injuries in volleyball players: The usefulness and efficiency of a warm-up routine
6	Sakata et al	2019	Ensayo controlado aleatorizado de cohorte prospectivo	Throwing Injuries in Youth Baseball Players: Can a Prevention Program Help? A Randomized Controlled Trial
7	Shitara et al	2017	Ensayo controlado no aleatorizado de cohorte prospectivo	Shoulder Stretching Intervention Reduces the Incidence of Shoulder and Elbow Injuries in High School Baseball Players: a Time-to-Event Analysis
	Shitara et al	2022	Estudio de no	Shoulder stretching versus shoulder

8			inferioridad, controlado aleatorizado de cohorte prospectivo	muscle strength training for the prevention of baseball-related arm injuries: a randomized, active-controlled, open-label, non-inferiority study
---	--	--	--------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 8: Estudios incluidos para el análisis (elaboración propia).

De los 8 artículos incluidos, 4 artículos tuvieron como población de estudio a deportistas de handball (53) (54) (55) (56), 1 artículo se centró en deportistas de voleibol (57), y finalmente, 3 estudios se enfocaron en deportistas de béisbol (58) (59) (60).

Lamentablemente, no pudimos encontrar estudios que evalúen un PP de lesiones de hombro en tenistas. Sin embargo, se encontró 1 único estudio que evaluó un PP de lesiones en general en tenistas recreativos de 42 años de edad en promedio, que no tuvo efectividad en la reducción de lesiones en general (61). El mismo no se incluyó para el análisis ya que no fue creado específicamente para disminuir la incidencia o prevalencia de lesiones en el hombro.

Por una cuestión de orden en la lectura y la escritura, se dará respuesta a los objetivos planteados en apartados separados, comenzando por la descripción y el análisis de los PP que se aplicaron en los distintos artículos. A su vez, dentro del mismo apartado, se comentarán los criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de elegir los ejercicios que se incluyeron en los PP. A continuación, se expondrá la efectividad de los PP aplicados (objetivo principal) y, finalmente, se describirá si los PP redujeron los FR de lesión de hombro.

Análisis y descripción de los PP incluidos en los artículos:

PP aplicados en deportistas de handball:

El primer PP que se describirá y analizará es el que se aplicó en el estudio realizado por Sommervold y Østerås del año 2017 (53). El estudio tuvo como objetivo “investigar si un programa de entrenamiento de fuerza realizado 3 veces por semana durante una temporada podría reducir las molestias en el hombro de lanzamiento entre jugadoras de handball de 16 años”. Contó con una población de estudio de 106 jugadoras oriundas de Trøndelag Noruega, de las cuales 53 se asignaron de manera aleatoria al grupo de intervención (se aplicó el PP a evaluar) y las 53 deportistas restantes se asignaron

aleatoriamente al grupo control (siguieron con su entrenamiento habitual). El estudio describe que las deportistas incluidas forman parte de los mejores equipos de handball de la región, pero además de ese dato, no se describe el nivel de las mismas.

Para identificar a las deportistas con dolor de hombro se utilizó la Escala Visual Analógica (EVA) (escala que mide intensidad de dolor) al comienzo y al final del estudio. Los autores del artículo indicaron que cualquier valor mayor a 0 se consideró como dolor.

El PP que se aplicó en el grupo de intervención se realizó durante 7 meses (una temporada), 3 veces por semana. Consistió de dos ejercicios que se aplicaron como adición al calentamiento habitual de los entrenamientos. Estos dos ejercicios fueron flexiones de brazo y plancha frontal, pasando desde apoyo de codo y antebrazo, al apoyo de las manos sucesivamente. La dosificación de ambos ejercicios fue de 3 series de 12 repeticiones cada una.

En base a la lectura crítica del contenido del artículo y a la información expuesta en el marco teórico, entendemos que existen ciertas falencias en este artículo y en el PP dignas de mencionar en el presente análisis. En primer lugar, no se aplicó ninguna progresión en los ejercicios, ya sea en la dificultad de los mismos o en la progresión de la carga. Tampoco contó con opciones de ejercicios más sencillos para quienes no puedan cumplir con los requisitos de los ejercicios (ya sea en la ejecución o en la cantidad de series y repeticiones que menciona el estudio).

En segundo lugar, los ejercicios que se incluyeron en el PP no se basaron en ningún FR de lesión de hombro (situación elemental a la hora de plantear un PP de lesiones según el “ciclo de prevención de lesiones” antes expuesto). Sólo se menciona que se basaron en recomendaciones que existían en el momento de la realización del estudio (dichas recomendaciones no fueron mencionadas en el estudio). A su vez, el artículo refiere que para elegir los ejercicios también tuvieron en cuenta el cumplimiento de los mismos, es decir, que sean de rápida realización y de prácticamente ningún recurso o elemento necesario. En tercer lugar, los ejercicios no tenían un objetivo claro, es decir, el artículo no explica claramente para qué realizan estos ejercicios. Solo mencionan que buscaban aumentar la fuerza muscular.

Finalmente, no se hace distinción en el estudio en cuanto a la causa de los dolores percibidos por las deportistas. Sin embargo, el dolor de hombro medido en estas deportistas se puede suponer que se debe a alguna lesión o problema por uso excesivo, debido a que las medianas de la escala de EVA, tanto en el grupo de intervención (2 al inicio y 3,4 al final del estudio), como en el grupo control (2,8 al inicio y 2,5 al final del estudio) fue bastante baja, lo que les puede haber permitido continuar con la práctica deportiva. Esta suposición se sostiene por lo expuesto en el marco teórico, donde se explicó que muchas lesiones de hombro por uso excesivo suelen permitir a los/as deportistas *overhead* continuar con la práctica deportiva, aún con dolor (22).

El segundo PP que se describirá y analizará es el que se aplicó en el estudio realizado por Andersson et al (54) del año 2017. El estudio tuvo como objetivo “evaluar el efecto de un programa de ejercicios diseñado para reducir la prevalencia de problemas de hombro en el handball de élite”. La población de estudio constó de 660 jugadores y jugadoras de handball de élite oriundos de Noruega de 22 años de edad en promedio, de los/as cuales 331 deportistas se asignaron de manera aleatoria al grupo de intervención (se aplicó el programa a evaluar) y 329 se asignaron aleatoriamente al grupo control (siguieron con su práctica deportiva habitual). El estudio tuvo una duración de 7 meses (una temporada).

Para evaluar a los/as deportistas con cualquier problema del hombro (dolor, rigidez, flojedad u otra molestia en el hombro) a lo largo de la temporada, se utilizó el Cuestionario de Lesiones por Uso Excesivo del Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo (OSTRC-O), que se emplea para recopilar información sobre hasta qué punto las lesiones de hombro por uso excesivo, expresadas como problemas de hombro, afectan la participación, el volumen de entrenamiento y el rendimiento, así como el nivel de dolor de hombro experimentado durante la última semana (para más información del OSTRC-O consultar el anexo 1). Se incluyeron en el estudio a deportistas tanto sin problemas de hombro como con problemas de hombro al inicio del estudio. Además, este estudio utilizó un registro paralelo con el equipo médico, para recopilar las lesiones agudas del hombro que sufrieron los/as deportistas a lo largo del estudio. Estas lesiones agudas se eliminaron al realizar el análisis final, ya que se enfocaron únicamente en lesiones por uso excesivo.

El PP lo creó el Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo (OSTRC). Los ejercicios que se incluyeron en el mismo se basaron en FR de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas de handball (Desequilibrios RE/RI, discinesia escapular, disminución del TROM del hombro y GIRD).

El PP de lesiones de hombro del OSTRC consistió en 5 ejercicios de distintas variaciones y niveles de dificultad, que tuvieron como objetivo aumentar el ROM de RI del hombro, la fuerza de RE del hombro y la fuerza de los músculos de la región escapular. A su vez, agregaron ejercicios para mejorar la cadena cinética y la movilidad rotacional del tronco. Algunos ejemplos de estos ejercicios se pueden visualizar en la imagen 4.

La recomendación era realizar el programa como parte del calentamiento habitual de los/as deportistas de handball antes del entrenamiento o cualquier actividad de lanzamiento, al menos 3 veces por semana. El tiempo estimado de realización del mismo era de 10 minutos aproximadamente.

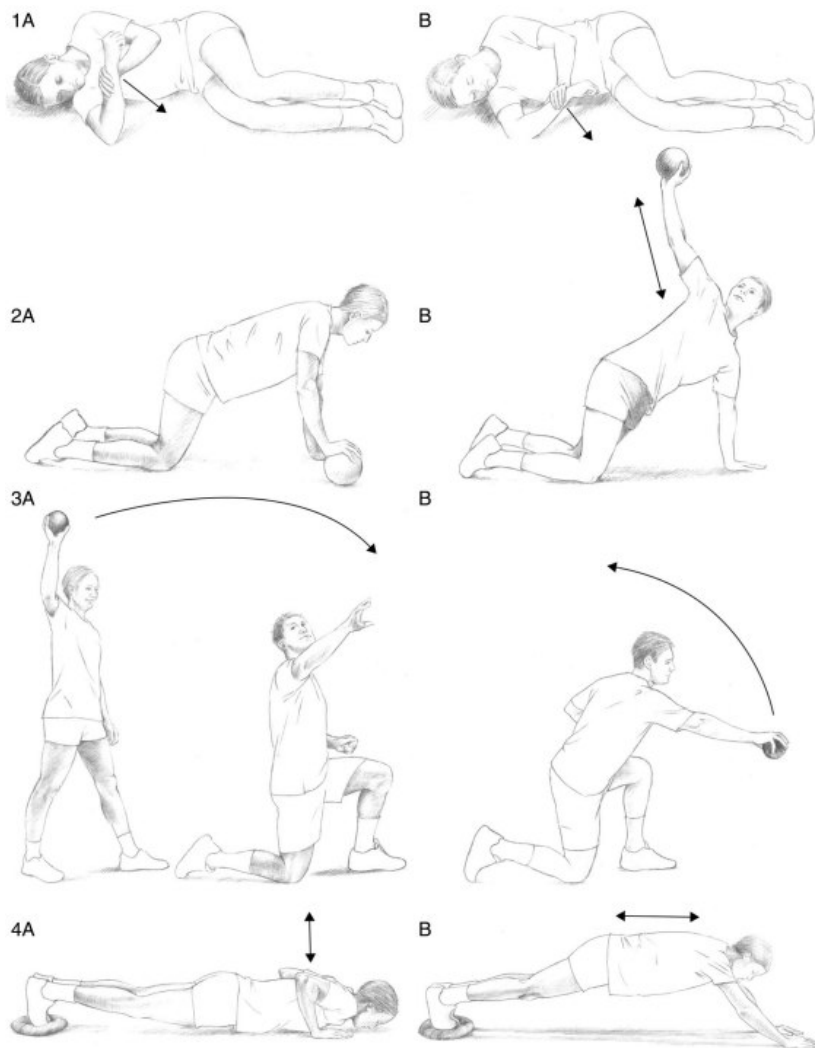


Imagen 4: Ejemplos de ejercicios incluidos en el programa OSTRC destinados a mejorar la RI del hombro (1A, B), la movilidad torácica (2A, B), la fuerza de RE (3A, B), la fuerza de los músculos escapulares y la cadena cinética (4A, B) (54).

Lamentablemente, no contamos con más información respecto a las variables y distintas dificultades de los ejercicios del PP OSTRC. A su vez, el estudio no especifica la dosificación de los ejercicios en términos de cantidad de series y repeticiones por ejercicio.

De la lectura del artículo surgieron algunos datos e información a destacar. En primer lugar, a pesar de que la recomendación de los autores era realizar el programa 3 veces por semana, los/as deportistas lo realizaron en promedio 1,6 veces por semana, la mitad de lo recomendado. En segundo lugar, debido a que las lesiones fueron autoinformadas, no contaron con los diagnósticos específicos de las lesiones de hombro por uso excesivo. Y por último, el PP cumple con casi todos los principios y objetivos que el

consenso de Berna plantea que deben tener los PP de lesiones de hombro en deportistas *overhead*. Esta información cobra mayor importancia si se tiene en cuenta que el PP del OSTRC se publicó en el año 2017, 5 años antes de la publicación del consenso de Berna (2022).

El tercer PP que se describirá y analizará es el que se aplicó en el estudio realizado por Asker et al, publicado en el año 2022 (55). El estudio tuvo como objetivo “investigar si un programa de entrenamiento de fortalecimiento y lanzamiento para el hombro (*Shoulder Control*) y un programa de fortalecimiento de miembros inferiores y control neuromuscular (*Knee Control*) reducen las tasas de lesiones de hombro y rodilla, respectivamente, en jugadores/as de handball de élite adolescentes”. La población de estudio fueron 411 deportistas adolescentes de élite de handball oriundos de Suecia de entre 15 a 19 años, de los/as cuales 199 se asignaron de manera aleatoria al grupo de intervención (se aplicó el programa *Shoulder Control*) y 212 se asignaron aleatoriamente al grupo control (continuaron con su actividad como normalmente acostumbran). El 54% eran deportistas masculinos y el 46% eran deportistas femeninas.

Para los fines del presente trabajo, únicamente se evaluó y analizó el programa “*Shoulder Control*”.

Para evaluar si los/as deportistas tenían nuevas lesiones de hombro a lo largo de la duración del estudio (1 año) se utilizó el OSTRC-O, que recordemos, se utiliza para recopilar información sobre lesiones por uso excesivo. Una puntuación mayor a 40 en este cuestionario se consideraba como lesión de hombro (cada pregunta tiene 4 o 5 opciones de respuesta. 0 equivale a ausencia de problemas y 25 representa el nivel máximo para cada pregunta).

Cabe destacar que un criterio de exclusión del presente artículo era tener una puntuación mayor a 40 en el OSTRC-O al inicio del estudio. Esto quiere decir, que se evaluó la efectividad del programa para nuevas lesiones de hombro.

El PP *Shoulder Control* se enfoca en la fuerza, el control y el rango de movimiento del hombro y la parte superior del cuerpo y, también, en la carga de lanzamientos. Los autores del estudio aclaran que los ejercicios incluidos en este PP se basaron y tuvieron en cuenta algunos FR modificables de lesión de hombro por uso excesivo (desequilibrios RE/RI, debilidad en los rotadores del hombro, discinesia escapular,

disminución del TROM y aumento en la carga del hombro). Además, se inspiraron en ejercicios que se utilizaron en un estudio de handball del año 2007 (no logramos obtener la información de dicho artículo) y buscaron que los ejercicios sean fáciles de realizar en el campo de handball, fáciles de entender y de progresar para los/as entrenadores/as y jugadores/as.

El programa *Shoulder Control* consta de cinco partes, dentro de las cuales hay 4 ejercicios divididos por niveles de dificultad y un ejercicio adicional que se realiza en parejas. A su vez, incluye un programa de lanzamientos que se debe realizar en pretemporada y temporada baja, el cual se compone de cuatro pasos de progresión en velocidad de lanzamiento y en el número de lanzamientos. El programa está pensado para que se realice junto con el calentamiento normal del handball antes de los entrenamientos o partidos durante la temporada (de septiembre a mayo). Sin embargo, durante la pretemporada o temporada baja (junio a agosto), el programa está destinado a servir como un programa de fortalecimiento.

Durante la temporada, el programa se debe realizar al menos 3 veces por semana. Posee una duración total de entre 10 a 15 minutos, junto con una dosificación por ejercicio de 2 series de 15 a 30 segundos de duración, con un ritmo de 2 segundos por repetición (1 segundo de trabajo concéntrico y 1 segundo de trabajo excéntrico). En cambio, durante la pretemporada o temporada baja, se deben realizar 3 series por ejercicio, además de agregar el programa de lanzamiento.

Como se nombró anteriormente, las 5 partes del programa constan de 4 ejercicios de distintos niveles de dificultad (de más fácil a más difícil, nivel A, B, C y D) y un ejercicio que se debe realizar en parejas. Se instruyó a los/as deportistas del estudio a que eligieran un ejercicio de cada parte y que comenzaran en un nivel de dificultad en el que pudieran realizar los ejercicios con la técnica correcta, pero que igualmente les sea un desafío realizarlos. Además, se les explicó que progresen el ejercicio al siguiente nivel cuando el ejercicio ya no les sea desafiante.

De manera general, los ejercicios del programa son los siguientes:

- Parte 1: los ejercicios de la parte 1 se enfocan en la fuerza y el control del hombro, más que nada en la fuerza de los rotadores externos del hombro. Estos ejercicios se deben realizar todos en cadena cinemática abierta, generalmente con el brazo por encima de la cabeza. Por ejemplo, el ejercicio nivel C es un

ejercicio de RE resistida con banda en posición de 90° de abducción de hombro y 90° de flexión de codo.

- Parte 2: los ejercicios de la parte 2 se enfocan también en la fuerza y el control del hombro, con la principal diferencia a la parte 1 que casi todos los ejercicios se deben realizar en cadena cinemática cerrada. Los ejercicios constan de distintos tipos de planchas que varían en dificultad según el nivel, por lo que también se trabaja la zona central del cuerpo (CORE). Por ejemplo, el ejercicio nivel A es una plancha frontal con apoyos en antebrazos y rodillas. En esta posición se debe hacer una antepulsión y retropulsión escapular sucesivamente.
- Parte 3: Los ejercicios de la parte 3 se enfocan en la movilidad de la parte superior del cuerpo, aunque también requieren de estabilidad en los hombros y fuerza del CORE. Son ejercicios que involucran rotaciones de tronco, generalmente desde posiciones de plancha frontal apoyando antebrazos o manos según el nivel de dificultad del ejercicio. Es interesante mencionar que el ejercicio que se debe realizar en parejas involucra un elemento del deporte, la pelota.
- Parte 4: los ejercicios de esta parte son distintas variantes en dificultad de “el buceador” con un brazo por encima de la cabeza (este ejercicio es similar al peso muerto a una pierna).
- Parte 5: los ejercicios incluidos en esta parte son ejercicios de distinta dificultad de fuerza rotacional del tronco. Todos, excepto el ejercicio que se realiza en parejas, involucran una banda elástica como un elemento que brinda resistencia a la rotación de tronco.

Los detalles específicos del PP *Shoulder Control* con fotos y textos explicando los ejercicios y sus progresiones y el programa de lanzamientos se pueden visualizar en el anexo 2.

De la lectura del artículo surgieron algunas situaciones a destacar. En primer lugar, el PP *Shoulder Control* cumple con todos los principios generales y objetivos que el consenso de Berna propone y plantea para que tengan los ejercicios que componen los PP de lesiones de hombro en deportistas *overhead*. Este dato cobra aún mayor importancia si se tiene en cuenta que la realización del PP fue entre los años 2018 y 2019.

En segundo lugar, otro dato a considerar es el cumplimiento de los/as deportistas del grupo de intervención a la hora de realizar el PP. En promedio, realizaron el programa *Shoulder Control* 1,8 (+/- 0,8) veces por semana. Si se incluye el programa de lanzamiento, lo realizaron 1,3 veces por semana. Esto es prácticamente la mitad de lo que se recomendó en el estudio.

Por último, el estudio menciona que debido a que las lesiones de hombro fueron autoinformadas, no se pudo saber exactamente el diagnóstico específico de cada lesión.

El cuarto PP que se describirá y analizará es el que se aplicó en el estudio realizado por Achenbach et al (56) del año 2022. El estudio tuvo como objetivo “investigar si un PP de lesiones reduce eficazmente la lesión por uso excesivo del hombro de lanzamiento de los/as atletas de handball”. Su población de estudio fue 579 deportistas recreativos/as y aficionados/as de handball, tanto masculinos como femeninos, mayores de 16 años oriundos de Alemania, de los/as cuales 295 se asignaron de manera aleatoria al grupo de intervención (se aplicó el PP a evaluar) y 284 se asignaron aleatoriamente al grupo control (continuaron con su práctica deportiva habitual). El estudio tuvo una duración de 9 meses en total.

Para evaluar a los/as deportistas con lesión por uso excesivo del hombro a lo largo de los 9 meses que duró el estudio, se utilizó el OSTRC-O. Cualquier registro mayor a 0 en las distintas preguntas lo consideraron como lesión.

El PP que se evaluó se basó en FR de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* y específicamente, en handball (disminución de la fuerza de RE, discinesia escapular y GIRD) y en 2 programas de ejercicios destinados al hombro, uno que ya se evaluó en el presente trabajo (54) (PP del OSTRC) y otro que se evaluará posteriormente en el presente trabajo (58) (PP aplicado en deportistas de béisbol).

El PP está pensado para realizarse como calentamiento antes del entrenamiento o partido. Incluye 5 bloques de ejercicios con distintos niveles de dificultad con el objetivo de mejorar la activación escapular, el control escapular, la fuerza de los músculos escapulares, la fuerza de RE del hombro y el ROM de RI del hombro. De cada bloque de ejercicios se debe elegir al menos 1 ejercicio.

La recomendación de los autores del programa fue realizar el programa 2-3 veces por semana durante la pretemporada (duró 10-12 semanas) y 2 veces por semana durante la

temporada, con una dosificación por ejercicio destinado a la fuerza de 2-3 series de 8-10 repeticiones hasta el punto de fatiga muscular moderada y 2-3 series de 20 segundos de duración para los ejercicios de estiramiento. La duración total estipulada del PP era de 15 minutos. La forma de progresar los ejercicios en dificultad la decidía el/la deportista o el entrenador del equipo.

De manera general, los ejercicios que componen el PP son los siguientes:

- Bloque 1: este bloque tiene como objetivo la activación de la musculatura escapular. Consta de 3 ejercicios de distinta dificultad cada uno (principiante, avanzado y experto), con un ejercicio alternativo cada uno. Para ejemplificar, el ejercicio principiante se basa en realizar círculos con el muñón del hombro, con el brazo en posición de flexión a 90°. El ejercicio alternativo consta de posicionarse en cuadrupedia en el suelo, con apoyo en manos, rodillas y pies. Posteriormente se debe elevar las rodillas, manteniendo los otros dos apoyos en el suelo.
- Bloque 2: el presente bloque tiene como objetivo la fuerza del hombro, específicamente la fuerza de los rotadores externos. Posee 3 ejercicios de distinta dificultad, siendo el nivel avanzado, un ejercicio que se debe realizar en parejas. Un ejemplo de los ejercicios que componen este bloque es el ejercicio de nivel avanzado, que se basa en una RE del hombro a 90° con banda elástica. Una característica de este ejercicio es realizar la fase excéntrica del mismo de manera lenta y controlada.
- Bloque 3: este bloque posee 3 ejercicios de distinta dificultad que se enfocan en la fuerza de la musculatura escapular. Un ejemplo de estos ejercicios puede ser el de nivel avanzado. Se debe realizar con un compañero/a que tensa una banda elástica que debemos sostener con nuestras manos por delante de nuestro cuerpo. Desde esta posición debemos llevar los brazos hacia atrás en posición de W, T o Y.
- Bloque 4: son 3 ejercicios de distinta dificultad con una variante cada 1 que se enfocan en el control escapular. Para ejemplificar los ejercicios de este bloque, el ejercicio de nivel principiante consta de realizar retropulsión y antepulsión escapular desde posición de cuadrupedia. El ejercicio alternativo de este mismo ejercicio es realizarlo de igual manera, pero elevando las rodillas del suelo y solo apoyar las manos y los pies.

- Bloque 5: los ejercicios del presente bloque se enfocan en la ganancia del ROM de RI del hombro. Son 2 ejercicios que se deben realizar al finalizar la actividad, es decir, al final del entrenamiento o partido y no como calentamiento. Uno de los ejercicios es el estiramiento del durmiente (ver imagen 4 1A y B), el cual se utiliza para estirar la cápsula posterior del hombro.

Los detalles específicos del PP con fotos y textos explicando los ejercicios, sus variaciones y sus distintos niveles de dificultad se pueden visualizar en el anexo 3.

Al igual que los últimos 2 PP descritos y analizados, el actual programa que se está describiendo y analizando cumple con casi todos los principios y objetivos que plantea el consenso de Berna, sin embargo, no involucra ejercicios para mejorar la movilidad torácica ni la cadena cinética. A su vez, no tuvieron la posibilidad de saber el diagnóstico exacto de las lesiones de hombro por uso excesivo, debido a que las lesiones fueron autoinformadas por los/as propios/as deportistas.

PP aplicados en deportistas de voleibol:

Sólo se encontró 1 estudio que evalúe un PP en deportistas de voleibol. El estudio que incluyó un PP de lesiones de hombro en voleibolistas es el que realizó Tooth et al (57) del año 2023. El mismo tuvo como objetivo “evaluar la eficacia de una rutina de calentamiento enfocada en la prevención de lesiones de hombro en jugadores/as de voleibol”. La población de estudio fue de 93 deportistas recreativos de voleibol (44 hombres y 49 mujeres) pertenecientes al Campeonato Belga de Voleibol, con una edad promedio de 24 años. Se asignó de manera aleatoria a 50 deportistas al grupo de intervención (se aplicó el programa a evaluar) y 43 al grupo control (continuaron con su práctica habitual).

Para pesquisar a los/as deportistas con lesión a lo largo del estudio (6 meses), se utilizó el Cuestionario del Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo sobre problemas de salud. Este cuestionario está hecho en base al OSTRC-O, pero no se enfoca únicamente en lesiones por uso excesivo, sino también en lesiones agudas y en enfermedades. Debido a que el programa estaba enfocado en el hombro, pero no se limitaba al mismo, los/as deportistas debían responder el cuestionario sobre cualquier lesión o dolor que habían experimentado en cualquier parte del cuerpo y también específicamente de su hombro durante el mes anterior. A su vez, los autores consideraron que existía una “lesión” a cualquier dolor o discapacidad que apareciera

después de un entrenamiento o partido y que generara una interrupción en la participación normal.

El PP fue creado por la Universidad de Lieja y se basó en factores de riesgo intrínsecos modificables investigados en deportistas *overhead* (debilidad de los rotadores externos, GIRD y discinesia escapular) y en la filosofía del PP “FIFA 11+ *Shoulder*” que fue creado para prevenir lesiones de hombro en arqueros de fútbol, pero también se investigó y se probó en deportistas de voleibol (62).

Los autores refieren que el programa de la Universidad de Lieja está pensado para realizarse 2 veces por semana y reemplazar la rutina de calentamiento habitual. La duración total del programa fue de 24 minutos y consta de 3 partes:

- Parte 1: ejercicios de carrera: consta de 6 ejercicios distintos como trotar, realizar movimientos de circunducción con el hombro, cambios de dirección, entre otros, para activar el sistema cardiovascular y respiratorio. Se deben realizar una vez cada uno durante 30 a 45 segundos por ejercicio.
- Parte 2: ejercicios de prevención: son 7 ejercicios con 3 niveles de dificultad, orientados en el fortalecimiento, la pliometría y la propiocepción, Fueron ejercicios dirigidos principalmente al hombro, aunque también se reclutaron otras regiones corporales y a la cadena cinética para trabajar de manera más funcional. Esta parte tuvo una duración total de 18 minutos. Los ejercicios en cuestión fueron:
 - 1) Fortalecimiento de los músculos rotadores externos del hombro con banda elástica a 90° de abducción. Se debe realizar 1 serie de 30 repeticiones.
 - 2) Estabilidad de CORE. Se deben realizar 3 series de 30 segundos cada una.
 - 3) Propiocepción de hombro y tobillo. Este ejercicio se realiza parado sobre un solo pie, con el brazo en posición de armado (abducción y RE del hombro) sosteniendo una pelota de voleibol. Desde esta posición, el/la deportista debe tocar con la pelota, el pie que no está en apoyo y volver a la posición inicial. Se deben realizar 20 repeticiones de cada lado.
 - 4) Propiocepción del hombro con banda elástica. Con el hombro en posición de armado y sosteniendo una banda elástica que genera tensión

hacia la RE del hombro, el/la deportista debe realizar pasos hacia adelante, atrás y/o a los costados dependiendo el nivel de dificultad a realizar. Se debe realizar una serie de 30 cambios de dirección.

- 5) Ejercicio de pase de voleibol contra la pared en posición de sentadilla (para fortalecer el músculo serrato anterior, y los músculos trapecio medio y superior). Se deben realizar 3 series de 30 segundos por serie.
- 6) Ejercicio pliométrico de los músculos rotadores externos. En distintas posiciones de los miembros inferiores (por ejemplo en posición de estocada) y con posición de armado del hombro, se debe dejar caer una plyoball (balón de beisbol con peso) y volver a atraparla. Se deben realizar 3 series de 30 segundos por serie.
- 7) Flexiones de brazo (para fortalecer el músculo serrato anterior y los músculos del manguito rotador). Se deben realizar 2 series de 20 repeticiones.

Para progresar en la dificultad de los ejercicios, se dejaba decidir libremente a los/as deportistas si así lo creían necesario.

- Parte 3, ejercicio final: este ejercicio final consta de un circuito dinámico en el cual hay que correr hacia un cono, pasar por detrás del mismo y posteriormente realizar un remate de voleibol contra la pared con una pelota. Esto se debe realizar en bucle durante 3 minutos.

Para más información de los ejercicios y sus correspondientes progresiones que componen el programa de la Universidad de Lieja, ver la imagen 5.



Imagen 5: ejercicios y sus progresiones pertenecientes a la parte 1 y 2 del Programa de Prevención de la Universidad de Lieja (57).

Algunos puntos a considerar respecto al estudio y al PP de la Universidad de Lieja son los siguientes: en primer lugar, a pesar de que mencionan que los ejercicios se basaron en FR de lesiones de hombro en deportistas *overhead*, y nombran a la disminución de la RI del hombro como un posible FR, no incluyeron ningún ejercicio destinado a reducir dicho FR. En segundo lugar, no se especifica en el estudio las diferencias en el tipo de lesiones de hombro (agudas o por uso excesivo) y en los diagnósticos de dichas lesiones ya que el cuestionario que se utiliza para pesquisar las lesiones no es específico para lesiones por uso excesivo como si lo fue en los anteriores estudios analizados. En tercer

lugar, este PP cumple con muchos de los principios y objetivos que el Consenso de Berna recomienda que tengan los PP de lesiones de hombro de deportes *overhead*, aunque no incluye ejercicios para mejorar la rotación del tronco, requiere más cantidad de elementos que los anteriores programas evaluados y el programa excede el tiempo recomendado (10 a 15 min). Por último, a diferencia de los programas evaluados anteriormente, este PP está pensado para reemplazar al calentamiento habitual y no como parte del calentamiento, por lo que incluye varios ejercicios de índole general.

PP aplicados en deportistas de béisbol:

El primer PP que se describirá y analizará es el que se incluyó en el estudio realizado por Sakata et al (58) del año 2019. El mismo tuvo como objetivo “investigar la efectividad de un PP sobre la incidencia de lesiones por lanzamiento del hombro y codo en jugadores/as jóvenes de béisbol”. Contó con una población de estudio de 220 deportistas de béisbol de entre 9 a 11 años de edad (tanto niños como niñas) oriundos de Japón, de los/as cuales 117 se asignaron aleatoriamente al grupo de intervención y 120 al grupo control. El estudio tuvo una duración total de 12 meses.

En el presente análisis se hará hincapié en todo lo que corresponda al hombro de los/as deportistas y no en lo que respecta a las lesiones de codo de los/as mismos/as. Teniendo esto en cuenta, para evaluar a los/as deportistas con lesión en el hombro, un médico especializado en lesiones por lanzamiento asistió cada 4 meses a evaluar a los/as deportistas incluidos/as en el estudio. Para determinar que un/a deportista tenía lesión en el hombro, debía referir dolor en el mismo durante el lanzamiento y tener hallazgos anormales en la evaluación clínica (distintas pruebas para evaluar el dolor en el hombro). Para determinar si el dolor era clínicamente significativo, el mismo debía durar más de 2 semanas, generar incapacidad para entrenar o jugar un partido o debía ser un dolor recurrente.

El PP llamado Yokohama Baseball Modificado-9 (mYKB-9), está planteado para reducir los FR de lesiones por lanzamiento en el hombro y codo. Los FR que se nombran en el estudio son los siguientes:

- FR de lesión de codo: déficit de extensión de codo, disminución del TROM del hombro, disminución del ROM rotacional de la cadera, postura redondeada (cifótica) y déficit en el equilibrio a un pie.

- FR de lesión de hombro: aumento de la tensión posterior del hombro, disminución del TROM del hombro, debilidad del manguito rotador y discinesia escapular.

Los autores recomendaron realizar el mYKB-9 al menos 1 vez por semana durante el calentamiento de los entrenamientos y tiene una duración aproximada de 10 minutos. El programa consta de 9 ejercicios que son los siguientes:

- Ejercicios para mejorar la movilidad del codo: masaje de los músculos braquiales (imagen 6, A): tomar los músculos del brazo en su zona distal y extender el codo. Estiramiento de los músculos pronadores (imagen 6, B): mientras se sostiene el pulgar con la palma de la mano hacia arriba, tirar del mismo hacia abajo y extender la muñeca.
- Ejercicios para mejorar la movilidad del hombro: estiramiento posterior del hombro (imagen 6, C): en cuadrupedia, colocar una mano delante de la otra y deslizar el tronco posterolateralmente. Estiramiento anterior del hombro (imagen 6, D): en cuadrupedia, colocar la mano lateralmente y girar el tronco con abducción horizontal del hombro.
- Ejercicio para mejorar la movilidad de cadera: estiramiento posterior de la cadera (imagen 6, E): en cuadrupedia deslizar la cadera posterolateralmente.
- Ejercicios para mejorar la función escapulotorácica: ejercicio de gato enojado y contento (imagen 6, F): en cuadrupedia, extender la columna con retracción escapular y enrollar la columna con protracción escapular. Ejercicio de rotación del tronco (imagen 6, G): en cuadrupedia, colocar la mano en la cabeza y girar el tronco con retracción escapular.
- Ejercicios de equilibrio a un pie: ejercicio de deslizamiento lateral (imagen 7, H): Parado sobre un solo pie, deslizar lateralmente la pierna que no está en apoyo. Ejercicio de codo a rodilla (imagen 6, I): dar un paso adelante con una pierna y con la mano en el hombro contrario, girar la pelvis para tocar con el codo la rodilla contraria.

Los ejercicios de estiramiento se deben realizar 1 serie de 10 segundos y los ejercicios dinámicos se deben realizar 1 serie de 10 repeticiones.

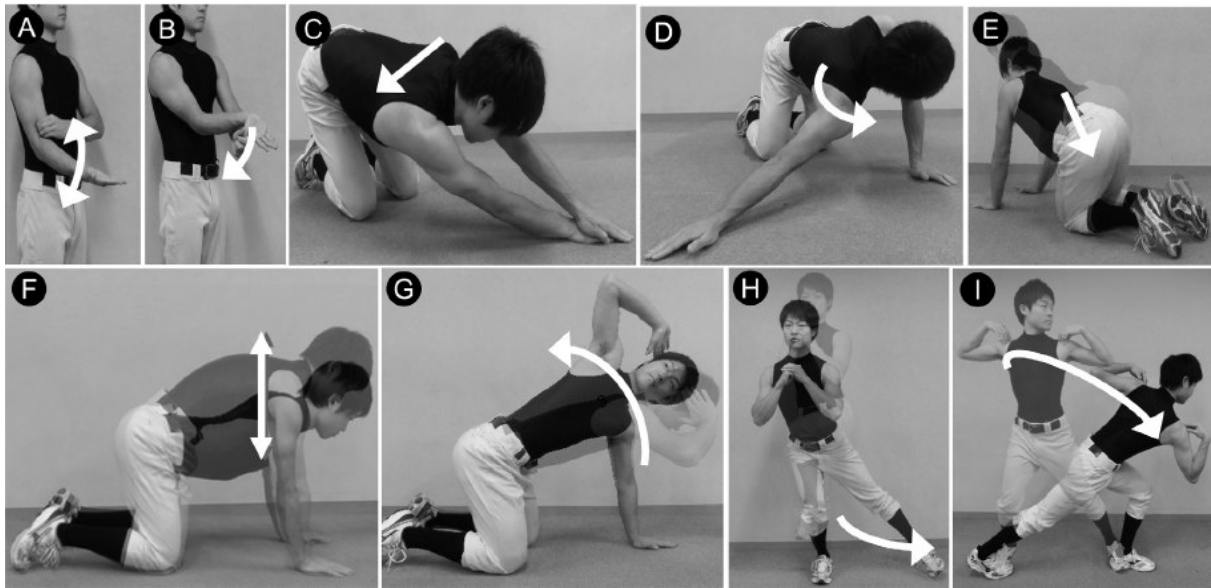


Imagen 6: ejercicios del programa mYKB-9 (58).

Algunos detalles a destacar del estudio y del PP mYKB-9 son, en primer lugar, que es el primer PP que se aplicó en deportistas tan jóvenes (la menor edad registrada en los estudios anteriormente analizados fue de 15 años). En segundo lugar, muchos de los FR de hombro nombrados en el estudio (debilidad del manguito rotador, disminución del TROM del hombro y discinesia escapular), no fueron abordados en los ejercicios del PP. En tercer lugar, aunque se cumplen varios de los principios y objetivos que plantea el Consenso de Berna que deben seguir los PP en deportistas *overhead*, no se incluyeron ejercicios de fortalecimiento del manguito rotador y específicamente de los rotadores externos. En cuarto lugar, los ejercicios no contaban con progresiones en peso o en la dosificación de repeticiones o series. Por último, este es el primer estudio que la forma de pesquisar a los/as deportistas con lesión no fue con un cuestionario realizado por los/as propios/as deportistas, sino que se utilizó a un médico especializado. Sin embargo, no se especifica en el estudio los diagnósticos de las lesiones.

El segundo PP que se describirá y analizará es el que se aplicó en el estudio realizado por Shitara et al (59) del año 2017. Tuvo como objetivo “evaluar los efectos de un PP de lesiones que consiste en un ejercicio de estiramiento de hombro y un ejercicio de fuerza del hombro en la incidencia de lesiones de hombro y codo en lanzadores de béisbol de escuela secundaria”. Contó con una población de estudio de 92 lanzadores de béisbol de entre 15 y 17 años de edad oriundos de Japón. A diferencia de los estudios anteriormente analizados, este estudio contó con 4 grupos de análisis. Uno de los grupos realizaba un ejercicio de estiramiento del hombro, otro realizaba sólo un ejercicio de

fortalecimiento del hombro, otro grupo realizaba ambos ejercicios y finalmente, un grupo no realizaba ningún ejercicio. Del total de los deportistas, 32 eligieron participar en el grupo que realizó sólo estiramiento del hombro; ningún deportista eligió al grupo de sólo ejercicio de fortalecimiento del hombro; 46 lanzadores eligieron el grupo que realizó ambos ejercicios y por último, 14 deportistas eligieron el grupo que no realizó ningún ejercicio.

Para pesquisar a los lanzadores con lesión, los mismos debían completar un cuestionario diariamente sobre la presencia de dolor en el hombro y/o codo y las limitaciones para lanzar debido al dolor. Definieron a un deportista con lesión a aquel que no pueda participar de entrenamientos o partidos durante más de 8 días debido al dolor en el hombro y/o codo. Cualquier lesión que se haya producido por otro mecanismo que no sea por lanzamiento se excluyó del análisis. A su vez, los autores monitorearon las lesiones durante 150 días (duración total del estudio).

Los dos ejercicios de intervención se basaron en dos FR de lesión de hombro y codo por lanzamiento que los autores del estudio identificaron en la bibliografía. Estos FR fueron el déficit de ROM en la RI del hombro y la debilidad en la fuerza de RE del hombro en posición de decúbito prono con el hombro en abducción de 90°.

Los 2 ejercicios fueron los siguientes:

- Estiramiento del durmiente (ver imagen 4 figuras 1A y B): se efectuó para mejorar el ROM de RI del hombro dominante del/la deportista debido a la rigidez de la porción posterior del hombro. Se instruyó a los deportistas que lo realizaran diariamente, posterior a la práctica deportiva, con una dosificación de 5 repeticiones de 60 segundos cada una.
- Ejercicio para fortalecer los rotadores externos del hombro: para realizar el mismo, los deportistas debían tumbarse en una cama en decúbito prono, con el hombro dominante en 90° de abducción y 90° de flexión de codo (el brazo queda por fuera de la cama). Desde esta posición, sosteniendo una botella de agua llena de 500 mililitros, debían realizar una RE del hombro (porción concéntrica del ejercicio) durante 1 segundo y luego volvieran a la posición inicial (parte excéntrica del ejercicio) durante 1 segundo. Debían realizar 3 series de 20 repeticiones cada una.

A destacar del presente estudio y del PP, es que, en primer lugar, las lesiones, al ser autoinformadas, no se tenía un diagnóstico específico de la lesión. En segundo lugar, los ejercicios preventivos se debían realizar todos los días, posterior al entrenamiento o partido, no como parte de la entrada en calor como la gran mayoría de los anteriores PP. En tercer lugar, es un programa que cumple con pocos principios y objetivos de los que plantea el consenso de Berna, aunque, cabe recalcar, que el presente estudio es del 2017 y el consenso se publicó en 2022. En cuarto lugar, el PP no incluye progresiones en los ejercicios. Por último, es el primer estudio que incluye a 4 grupos de estudio y en no todos se realizan los dos ejercicios (de estiramiento y fortalecimiento).

El tercer PP que se describirá y analizará es el que se aplicó en el estudio realizado por Shitara et al (60) del año 2022. Tuvo como objetivo “investigar la no inferioridad del entrenamiento de fuerza de RE para prevenir las lesiones de hombro y codo en lanzadores de béisbol de secundaria en comparación con el estiramiento del hombro en reposo”. La población de estudio fue de 113 lanzadores de béisbol de entre 15 y 17 años de edad oriundos de Japón, de los cuales 51 se asignaron aleatoriamente al grupo de intervención (realizaron un ejercicio de fortalecimiento de los músculos rotadores externos del hombro) y 62 se asignaron de manera aleatoria al grupo de control activo (realizó un ejercicio de estiramiento del hombro). Como se nombra en el objetivo del estudio, el mismo es un estudio de no inferioridad, es decir, no se compara un grupo de intervención y un grupo sin intervención o control pasivo (como fueron los anteriores estudios), sino que se compara una intervención sin respaldo científico (en este caso el ejercicio de fortalecimiento de los rotadores externos) contra una intervención con respaldo científico (el ejercicio de estiramiento del hombro).

La forma de pesquisar a los lanzadores con lesión de hombro y/o codo que se utilizó en este estudio fue igual que el anterior estudio analizado.

Los ejercicios se basaron en FR de lesión de hombro y codo debido al lanzamiento que identificaron los autores del estudio en la bibliografía. Estos FR fueron la debilidad de los rotadores externos del hombro y el déficit de ROM de RI del hombro.

Los dos ejercicios fueron:

- Estiramiento del durmiente (ver imagen 4 figura 1A y B): se realizó para mejorar el ROM de RI del hombro. La dosificación fue realizar 5 repeticiones de 60 segundos cada una, todos los días y después del entrenamiento.

- Ejercicio de fortalecimiento de los rotadores externos del hombro: la posición inicial de este ejercicio es igual al del estiramiento del durmiente. Desde esta posición, se debe rotar externamente el hombro con la mayor fuerza posible mientras se sostiene el movimiento con la mano contraria que ejerce una fuerza en el sentido de la rotación interna del hombro (ejercicio isométrico). La dosificación fue de 20 repeticiones de 10 segundos cada una. El ejercicio se debía realizar todos los días durante la noche.

Detalles a destacar del presente estudio son, en primer lugar, que es el primer estudio que utiliza un tipo de estudio de no inferioridad, por lo que el grupo control realiza una terapéutica efectiva para reducir la incidencia de lesiones de hombro. En segundo lugar, el PP en cada uno de los grupos de estudio constó únicamente de un sólo ejercicio, distinto a los programas anteriores que incluían varios ejercicios que atendían a distintos tipos de FR de lesión de hombro. Por último, ambos ejercicios no incluían progresiones en peso o en la dosificación de los mismos.

Efectividad de los PP de lesiones o dolor de hombro en deportistas *overhead*:

Efectividad de los PP de lesiones o dolor de hombro aplicados en deportistas de *handball*:

Los autores del primer estudio descrito y analizado (53) concluyeron que el PP incluido en su estudio no fue efectivo en la prevención del dolor de hombro en las jugadoras de handball de 16 años, debido a que la intensidad del dolor medida con la EVA no mostró diferencias significativas en cuanto a la reducción de la intensidad del dolor en o entre los dos grupos de estudio al inicio y al final del estudio.

Sin embargo, un dato interesante que los autores del artículo y del PP mencionan, pero le dan poca importancia, es el de la cantidad de jugadoras con dolor de hombro antes de la intervención y al finalizar la misma. En el grupo de intervención, antes de aplicarse el PP, 21 jugadoras presentaban dolor de hombro, mientras que al finalizar el estudio, sólo 8 jugadoras presentaron dolor de hombro. Con respecto al grupo control, 13 jugadoras presentaron dolor de hombro al comienzo del estudio, mientras que 11 jugadoras presentaron dolor al finalizar el estudio. Este dato, aunque pasado por alto por los autores del artículo, puede representar que el PP en realidad sí podría ser efectivo para reducir la incidencia de dolor de hombro en las deportistas incluidas en su estudio.

En relación al segundo PP descrito y analizado (54), los autores concluyeron que el PP del OSTRC fue efectivo para reducir la prevalencia y el riesgo de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas de handball de élite. Específicamente, la prevalencia promedio de problemas por uso excesivo del hombro durante la temporada fue del 17% en el grupo de intervención y del 23% en el grupo control. Esto equivale a un riesgo 28% menor de sufrir un problema de hombro por uso excesivo en el grupo de intervención respecto al grupo control.

Otros datos interesantes que brinda el artículo en relación a la efectividad del PP OSTRC gracias a las distintas preguntas del OSTRC-O son, en primer lugar, la puntuación de gravedad promedio de los problemas del hombro a lo largo de la temporada. En el grupo de intervención fue de 29, mientras que en el grupo control fue de 35. En segundo lugar, el impacto relativo de los problemas del hombro, que fue un 64% menor en el grupo de intervención respecto al grupo control. Por último, el estudio agregó una evaluación respecto a la prevalencia promedio de problemas en el hombro a lo largo de la temporada, pero sólo en deportistas con problemas del hombro al inicio del estudio, lo que resultó en un 35% menos de problemas de hombro en el grupo de intervención en comparación con el grupo control. Sin embargo, la misma medición, pero sólo en deportistas que no tenían problemas en el hombro al inicio del estudio, demostró que no habían diferencias significativas entre ambos grupos de estudio. Este último dato, puede indicar que el PP OSTRC es efectivo como PP secundaria, es decir, sólo en deportistas con algún problema del hombro.

Respecto al tercer PP descrito y analizado (55), los autores del estudio determinaron que el programa de prevención de lesiones de hombro *Shoulder Control* fue efectivo en relación a la reducción del riesgo de lesiones de hombro en deportistas de handball adolescentes de élite, en comparación con los/as jugadores/as del grupo control. Específicamente, hubo 67 lesiones nuevas, 21 en el grupo de intervención y 46 en el grupo control. Esto se correspondió a una tasa de 0,8 lesiones cada 1000 horas de juego en el grupo de intervención y 1,8 lesiones nuevas cada 1000 horas de práctica de handball en el grupo control. Esto es una tasa de lesiones de hombro 56% menor del grupo intervención respecto al grupo control.

Además, este estudio contó con unas mediciones secundarias, gracias a las distintas preguntas del OSTRC-O que fueron: lesiones de hombro con pérdida de tiempo,

problemas importantes de hombro y cualquier problema del hombro. En primer lugar, el grupo de intervención tuvo una tasa 56% menor respecto al grupo control para las lesiones de hombro con pérdida de tiempo. En segundo lugar, el grupo de intervención tuvo una tasa 49% menor al grupo control en los problemas importantes del hombro. Y por último, el grupo de intervención tuvo una tasa 51% menor al grupo control para cualquier problema del hombro.

En relación al cuarto PP descrito y analizado (56), los autores del mismo concluyeron que el programa no fue efectivo para reducir significativamente la prevalencia y los síntomas de las lesiones de hombro por uso excesivo del hombro en deportistas recreativos/as y aficionados/as de handball.

Para ser precisos, en el grupo de intervención hubo 109 (38,4%) lesiones de hombro por uso excesivo nuevas, mientras que en el grupo control hubo 106 (35,9%). Esto equivale a una reducción del riesgo de lesión de -2,5%. Además, el estudio evaluó si habían diferencias en las lesiones de hombro por uso excesivo sustanciales entre ambos grupos, y determinó que no hubo diferencias significativas entre el grupo de intervención (90 lesiones sustanciales) y el grupo control (78 lesiones sustanciales).

Los autores del estudio mencionan algunos posibles motivos por los cuales el programa no fue efectivo. En primer lugar, refieren que los FR a reducir en el PP (GIRD, debilidad de la fuerza de RE y discinesia escapular) habían sido evaluados e investigados anteriormente en deportistas de handball de élite. Sin embargo, la población de estudio del artículo eran la gran mayoría deportistas de nivel recreativo y aficionados/as. En segundo lugar, a pesar de que los ejercicios se basaron en 2 PP efectivos para reducir las lesiones de hombro por uso excesivo (54) (58), estos 2 programas incluyeron además ejercicios para mejorar la movilidad del tronco, la cadena cinética y otros estiramientos para las extremidades superiores. Estas diferencias podrían tener que ver en la ineffectividad. En tercer lugar, otro factor muy importante que aumenta el riesgo de lesión de hombro, pero que no fue abordado por el estudio fue la carga (de entrenamientos o partidos).

Por último, otro factor que mencionan como posible motivo de la ineffectividad del PP es que los/as deportistas y entrenadores del estudio no fueron supervisados, lo que pudo haber afectado la calidad en la realización de los ejercicios. A su vez, no hay referencias

claras de cómo y cuándo progresar en la dificultad de los ejercicios, lo que también pudo afectar en la efectividad final del programa.

Efectividad del PP de lesiones de hombro aplicado en deportistas de voleibol:

Los autores del estudio que evaluaron el PP de la Universidad de Lieja (57) en deportistas de voleibol recreativo, concluyeron que el mismo es efectivo para limitar el número total y la gravedad de las lesiones a nivel general, así como también las lesiones de hombro.

Específicamente, para las lesiones en general, el grupo de intervención tuvo una incidencia de 5,1 lesiones/1000 horas de juego, mientras que el grupo control tuvo una incidencia de 7,1 lesiones/1000 horas de juego. Esta diferencia alcanzó significación estadística para los autores del estudio.

Respecto a las lesiones en el hombro, afectaron al 26,8% de los/as deportistas del grupo control, mientras que sólo afectaron al 12,8% de los/as deportistas del grupo de intervención. Esta diferencia no alcanzó significación estadística. Sin embargo, considerando únicamente a los deportistas masculinos, las lesiones de hombro afectaron al 31,6% de los deportistas del grupo control y sólo al 8% de los deportistas del grupo de intervención. Esta diferencia sí alcanzó significación estadística. Lamentablemente, en deportistas femeninas las lesiones de hombro alcanzaron al 20,8% en el grupo control y al 16% en el grupo de intervención, lo que no llegó a ser una diferencia estadísticamente significativa.

Otra medición secundaria que se realizó en este estudio fue la gravedad de las lesiones. Consideraron una lesión como leve a aquella cuyos síntomas duraban menos de 6 semanas, una lesión moderada si los síntomas duraban entre 6 y 12 semanas y, por último, una lesión grave si duraban más de 12 semanas. En este sentido, encontraron diferencias significativas entre ambos grupos para esta medida ya que en el grupo de intervención, el 83% de los/as deportistas tuvieron lesiones leves, el 15% lesiones moderadas y el 2% lesiones graves. Mientras que en el grupo control el 74% reportaron lesiones leves, el 13% lesiones moderadas y el 13% lesiones graves.

A su vez, el grupo de intervención tuvo una pérdida de tiempo media de 3,4+- 4,4 semanas, mientras que el grupo control tuvo una pérdida de tiempo media de 5,2+- 9,1 semanas.

Una última medición dentro del apartado de gravedad de lesiones fue cómo impactaron las lesiones de hombro en el rendimiento de los/as deportistas. Mientras que en el grupo de intervención todos/as los/as deportistas refirieron un impacto menor en el rendimiento, en el grupo control las lesiones de hombro tuvieron un impacto moderado para el 66% de los/as deportistas.

De la lectura se puede concluir que el PP de la Universidad de Lieja es efectivo para prevenir lesiones de hombro únicamente en deportistas masculinos recreativos de voleibol. A su vez, parece ser efectivo para reducir la gravedad de las lesiones de hombro en los/as deportistas de ambos géneros.

Un dato final a tener en cuenta es que los/as deportistas realizaron el programa en promedio 1, 2 veces por semana, en lugar de las 2 veces por semana que recomendaron los autores. De este dato se puede suponer que si hubieran cumplido con las 2 veces por semana recomendadas, quizás el efecto preventivo hubiera sido mayor.

Efectividad de los PP de lesiones o dolor de hombro aplicados en deportistas de béisbol:

Respecto al primer PP descrito y analizado en deportistas de béisbol, los autores concluyeron que el programa mYKB-9 fue efectivo para reducir la cantidad de lesiones de hombro y/o codo debido al lanzamiento. A su vez, mejoró la velocidad de lanzamiento.

Específicamente, 24 deportistas (22%) del grupo de intervención sufrieron lesiones en el hombro y/o codo, lo que equivale a una incidencia de 1,7 lesiones cada 1000 exposiciones atléticas (EA). Mientras que en el grupo control, 42 deportistas (38,2%) reportaron lesiones en el hombro y/o codo de lanzamiento, lo que equivale a una incidencia de 3,1 lesiones cada 1000 EA. Si se tiene en cuenta a las lesiones de hombro por separado, estas tuvieron una incidencia de 0,6 lesiones cada 1000 EA en el grupo de intervención y 1,2 lesiones cada 1000 EA en el grupo control. Según los autores del estudio, la reducción de lesiones de hombro y/o codo en el grupo de intervención fue estadísticamente significativa respecto al grupo control, de hecho, el riesgo de lesiones del grupo de intervención fue un 48,5% menor respecto al grupo control. Sin embargo, si se tiene en cuenta a las lesiones de hombro por separado, a pesar de que hubo una reducción en el grupo de intervención, esta no alcanzó significación estadística. Lo mismo sucedió para las lesiones de codo aisladas.

Un dato interesante del presente estudio es que 80 deportistas (73,4%) del grupo intervención realizaron el programa en promedio 1,6 veces por semana. Los/as 29 deportistas restantes (26,6%) realizaron el programa en promedio 0,4 veces por semana. Esto significa que tuvo un buen cumplimiento, de hecho la gran mayoría realizó el programa más de lo que se recomendó (1 vez por semana). Estos datos se reflejaron en la reducción de lesiones de hombro y/o codo. El grupo de mayor cumplimiento tuvo una incidencia de 1,2 lesiones cada 1000 EA, mientras que el grupo de menor cumplimiento tuvo una incidencia de 3,3 lesiones cada 1000 EA.

En relación al segundo PP descrito y analizado (59), los autores del mismo concluyeron que únicamente el grupo que realizó el ejercicio de estiramiento del hombro disminuyó de manera significativa la incidencia de una nueva lesión de hombro y/o codo debido al lanzamiento de béisbol y, además, mejoró la disponibilidad para lanzar durante la temporada.

Específicamente, la incidencia de lesiones de hombro y/o codo durante la temporada en el grupo de estiramiento fue del 25% (8), en el grupo de ambos ejercicios fue de 35% (16) y en el grupo que no realizó ningún ejercicio (grupo control) fue de 57% (8). Además el tiempo promedio desde el inicio del estudio hasta que ocurrió una lesión fue de 89 días, 92 días y 29,5 días respectivamente. Según los autores del estudio, hubo una diferencia significativa en la reducción de la incidencia de lesiones en el grupo que realizó sólo el ejercicio de estiramiento del hombro respecto al grupo control. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre el grupo que realizó ambos ejercicios y el grupo control, a pesar de que redujo la incidencia de lesiones de hombro y/o codo en relación al grupo control.

Lamentablemente, en el estudio no se especifican la cantidad de lesiones de hombro y codo por separado.

Respecto al tercer PP descrito y analizado (60), los autores del mismo concluyeron que el ejercicio de fortalecimiento de los rotadores externos del hombro no es inferior al ejercicio de estiramiento del durmiente del hombro para prevenir lesiones en el hombro y/o codo debido al lanzamiento en lanzadores de béisbol de secundaria.

Específicamente, la incidencia de lesiones en el grupo de intervención (realizó el ejercicio de fortalecimiento de los rotadores externos del hombro) fue del 9,8%,

mientras que en el grupo de control activo (realizaron el ejercicio de estiramiento del durmiente del hombro) fue del 22,6%. Teniendo en cuenta que el margen de no inferioridad del ejercicio de fortalecimiento respecto al de estiramiento que plantearon los autores fue del 10% (es decir, el ejercicio de fortalecimiento para no ser inferior al de estiramiento en la prevención de lesiones de hombro y codo debía dar una incidencia de lesiones menor al 32,6%), el ejercicio de fortalecimiento no sólo no es inferior al de estiramiento, sino que también, el grupo que realizó el ejercicio de fortalecimiento, tuvo una tasa de lesiones de hombro y/o codo significativamente menor al grupo control que realizó el ejercicio de estiramiento.

Lamentablemente, el estudio no especifica datos de la cantidad de lesiones de hombro y codo por separado.

Disminución (o no) de los FR de lesión de hombro en deportistas *overhead*:

Para dar respuesta a este objetivo específico, los estudios necesitaban contar con mediciones a distintos valores físicos (FR) tanto antes como después de la intervención preventiva. Lamentablemente, aunque algunos estudios contaron con mediciones antes de la intervención preventiva para determinar si la población de estudio tenía valores basales similares, ningún estudio contó con mediciones después de la intervención preventiva para evaluar si hubo algún cambio en los mismos. Es probable que esto sea debido a que todos los PP incluidos en el presente estudio se enfocaron en la efectividad de los mismos y no en evidenciar si los FR identificados antes de la intervención tenían alguna reducción o modificación al finalizar la intervención.

VII. Conclusiones

En líneas generales, los PP en deportistas *overhead* fueron efectivos para disminuir la incidencia de lesiones de hombro en general y por uso excesivo. De los 8 PP analizados, 6 demostraron tener efectividad: el PP del OSTRC, el PP *Shoulder Control* (ambos aplicados en deportistas de handball), el PP de la Universidad de Lieja (aplicado en jugadores/as de voleibol), el PP mYKB-9 y dos PP que no tienen nombre (los 3 aplicados en deportistas de béisbol).

Sólo 2 PP demostraron no tener efectividad en la disminución de la incidencia de lesiones de hombro por uso excesivo y ambos se aplicaron en deportistas de handball. Uno de los 2 PP que no tuvieron efectividad, no se basó en FR a la hora de elegir los ejercicios del mismo, lo cual es primordial para plantear los PP. Los restantes, sí se basaron en FR de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* para la elección de los ejercicios. A su vez, los FR que más se trataron de disminuir mediante los ejercicios fueron el desequilibrio en la relación RE/RI, la debilidad de los músculos rotadores externos del hombro, la discinesia escapular y la disminución del ROM de RI del hombro.

Además de los FR, algunos PP también se basaron en otros PP con efectividad demostrada o que se hubieran realizado en el mismo deporte, como el PP de la Universidad de Lieja que se basó, en parte, en el PP FIFA 11+ *Shoulder* o el PP *Shoulder Control* que se basó en un antiguo programa de ejercicios creado para deportistas de handball.

Los PP que mejores resultados mostraron en general, se caracterizaron por, en primer lugar, formar parte o reemplazar el calentamiento antes de los entrenamientos o partidos, aunque cabe recalcar, que el ejercicio de estiramiento del durmiente el cual busca ganar ROM de RI del hombro, parece ser más efectivo realizarlo después del entrenamiento y no como parte del calentamiento. En segundo lugar, contar con una duración total de entre 10 a 20 minutos aproximadamente. En tercer lugar, basarse en FR de lesiones de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* a la hora de elegir los ejercicios que componen los PP. En cuarto lugar, además de incluir ejercicios para mejorar la fuerza de RE, la discinesia escapular y el ROM de RI, los PP que mejores resultados tuvieron, incluyeron ejercicios de movilidad del tronco y ejercicios involucraron a toda la cadena cinética. En quinto lugar, que incluyan progresiones en los

ejercicios, que estos sean sencillos de realizar y no necesiten de mucho material para realizarlos. Y por último, aquellos PP que mejores resultados mostraron, se realizaron al menos 1 vez por semana, aunque las recomendaciones actuales mencionan que se deberían realizar al menos 2 veces por semana.

Lamentablemente, en relación a si los PP lograban o no reducir los FR modificables que se trataron con los ejercicios, ninguno brindó información al respecto.

Esta tesina no estuvo exenta de limitaciones y problemas a la hora de realizar la misma. En primer lugar, actualmente hay una falta de consenso e información firme de los FR de lesión de hombro por uso excesivo en deportistas *overhead* ya que por ejemplo, como pasa con el GIRD, hay evidencia contradictoria a favor y en contra de que el mismo sea un factor desencadenante de lesión. A su vez, otros FR como la discinesia escapular también se encuentran en una falta de consenso de si la misma aumenta el riesgo de lesión de hombro, aunque parece haber mayor evidencia a favor que en contra.

En segundo lugar, uno de los motivos por los cuales se eligieron 4 deportes *overhead* y no uno solo fue por la falta de evidencia científica que evalúe PP de lesiones de hombro en esta población atlética. De hecho, uno de los deportes que se analizaron (tenis) no contó con PP de lesiones de hombro. Además, la poca evidencia científica al respecto no permitió realizar un recorte en la población de estudio en términos de edad, sexo o nivel de los/as deportistas, lo cual le hubiera aportado mayor especificidad al presente trabajo.

Por último, aunque muchos de los PP analizados buscaban reducir lesiones de hombro por uso excesivo y mostraron datos de la cantidad de dichas lesiones, algunos no especificaron el tipo de lesión (aguda o por uso excesivo), no brindaron datos específicos de las tasas de lesiones de hombro por separado (dos PP aplicados en béisbol no mostraron datos de las lesiones de hombro y codo por separado) y ningún estudio contó con los diagnósticos específicos de las lesiones de hombro.

Finalmente, dado lo expuesto en el presente trabajo surgieron algunas recomendaciones. En primer lugar, la poca evidencia científica en esta área demuestra la necesidad de una mayor cantidad de estudios que evalúen PP de lesiones de hombro en deportistas *overhead* y principalmente, que evalúen la efectividad de los mismos. En segundo lugar, siempre que se plantee un PP de lesiones de hombro por uso excesivo en estos/as

deportistas, es fundamental que se base en los FR de las mismas. En tercer lugar, sería interesante probar algunos de los PP que se evaluaron en el presente trabajo (béisbol, handball y voleibol) en deportistas de tenis, debido a que actualmente no existe evidencia en este deporte y a que son deportes con muchas similitudes por lo que pueden llegar a ser efectivos en este deporte. Y por último, teniendo en cuenta lo expuesto a lo largo del trabajo, para futuros PP de lesiones de hombro por uso excesivo, recomendamos realizarlos como parte del calentamiento antes del entrenamiento o los partidos, con una duración no mayor a 20 minutos, entre 2 a 3 veces por semana e incluir ejercicios que mejoren la fuerza de los músculos rotadores externos del hombro, la actividad y el control escapular (para disminuir posibles discinesias escapulares) y ejercicios que involucren la movilidad y las rotaciones del tronco, así como también, que involucren a toda la cadena cinética. A su vez, posterior al entrenamiento, realizar el ejercicio del estiramiento del durmiente para mejorar el ROM de RI del hombro.

VIII. Bibliografía

1. 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. *Br J Sports Med.* octubre de 2018;52(20):1312–9.
2. Lau RY, Mukherjee S. Effectiveness of overuse injury prevention programs on upper extremity performance in overhead youth athletes: A systematic review. *Sports Med Health Sci.* junio de 2023;5(2):91–100.
3. 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. *Sports Health.* el 6 de agosto de 2020;12(5):478–87.
4. Hoppe MW, Brochhagen J, Tischer T, Beitzel K, Seil R, Grim C. Risk factors and prevention strategies for shoulder injuries in overhead sports: an updated systematic review. *J Exp Orthop.* el 16 de agosto de 2022;9(1):78.
5. Shannon N, Cable B, Wood T, Kelly JI. Common and Less Well-known Upper-limb Injuries in Elite Tennis Players. *Current Sports Medicine Reports.* octubre de 2020;19(10):414.
6. Frisch KE, Clark J, Hanson C, Fagerness C, Conway A, Hoogendoorn L. High Prevalence of Nontraumatic Shoulder Pain in a Regional Sample of Female High School Volleyball Athletes. *Orthop J Sports Med.* el 23 de junio de 2017;5(6):2325967117712236.
7. Aasheim C, Stavenes H, Andersson SH, Engbretsen L, Clarsen B. Prevalence and burden of overuse injuries in elite junior handball. *BMJ Open Sport Exerc Med.* el 26 de junio de 2018;4(1):e000391.
8. Mlynarek RA, Lee S, Bedi A. Shoulder Injuries in the Overhead Throwing Athlete. *Hand Clin.* febrero de 2017;33(1):19–34.
9. Patel H, Lala S, Helfner B, Wong TT. Tennis overuse injuries in the upper extremity. *Skeletal Radiol.* abril de 2021;50(4):629–44.
10. Fritz B, Parkar AP, Cerezal L, Storgaard M, Boesen M, Åström G, et al. Sports Imaging of Team Handball Injuries. *Semin Musculoskelet Radiol.* junio de 2020;24(3):227–45.
11. Seminati E, Minetti AE. Overuse in volleyball training/practice: A review on shoulder and spine-related injuries. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(6):732–43.
12. Keller RA, De Giacomo AF, Neumann JA, Limpisvasti O, Tibone JE. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Sports Health.* 2018;10(2):125–32.
13. Kwan CK, Ko MC, Fu SC, Leong HT, Ling SKK, Oh JH, et al. Are muscle weakness and stiffness risk factors of the development of rotator cuff tendinopathy in overhead athletes: a systematic review. *Ther Adv Chronic Dis.* 2021;12:20406223211026178.
14. Greenberg EM, Fernandez-Fernandez A, Lawrence JTR, McClure P. The Development of Humeral Retrotorsion and Its Relationship to Throwing Sports. *Sports Health.* noviembre de 2015;7(6):489–96.
15. Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. *Sports Biomech.* 2017;220–37.

16. Cools AM, Palmans T, Johansson FR. Age-Related, Sport-Specific Adaptions of the Shoulder Girdle in Elite Adolescent Tennis Players. *Journal of Athletic Training*. el 1 de octubre de 2014;49(5):647–53.
17. Chang IYJ, Polster JM. Pathomechanics and Magnetic Resonance Imaging of the Thrower’s Shoulder. *Radiol Clin North Am*. septiembre de 2016;54(5):801–15.
18. Fleisig GS, Barrentine SW, Escamilla RF, Andrews JR. Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. *Sports Med*. junio de 1996;21(6):421–37.
19. Beitzel K, Reuter S, Imhoff A, Braun S. Athlete’s Shoulder: 5 Keys for Successful Treatment. *Dtsch Z Sportmed*. el 1 de mayo de 2016;2016(05):103–10.
20. Cools AM, Maenhout AG, Vanderstukken F, Declève P, Johansson FR, Borms D. The challenge of the sporting shoulder: From injury prevention through sport-specific rehabilitation toward return to play. *Ann Phys Rehabil Med*. julio de 2021;64(4):101384.
21. 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. *Phys Ther Sport*. noviembre de 2021;52:189–93.
22. Kraan RBJ, de Nobel D, Eygendaal D, Daams JG, Kuijer PPFM, Maas M. Incidence, prevalence, and risk factors for elbow and shoulder overuse injuries in youth athletes: A systematic review. *TRANSLATIONAL SPORTS MEDICINE*. 2019;2(4):186–95.
23. Latarjet M, Ruiz Liard A. Anatomía Humana. 4ta edición 11ava reimpresión. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2013.
24. Kapandji AI. Fisiología Articular. 6ta edición. Madrid: Médica Panamericana; 2012.
25. Miralles Marrero RC, Puig Cunillera M. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson; 2000.
26. Bahr R, Maehlum S, Bolic T. Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. 1ª ed., 2ª reimp. Madrid: Médica Panamericana; 2015.
27. Salom Moreno J, editor. Readaptación tras las lesiones deportivas: un tratamiento multidisciplinar basado en la evidencia. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2020.
28. RAE. «Diccionario esencial de la lengua española». 2020 [citado el 18 de septiembre de 2023]. tenis | Diccionario de la lengua española (2001). Disponible en: <https://www.rae.es/drae2001/tenis>
29. Musa RM, Hassan I, Abdullah MR, Azmi MNL, P. P. Abdul Majeed A, Abu Osman NA. Surveillance of Injury Types, Locations, and Intensities in Male and Female Tennis Players: A Content Analysis of Online Newspaper Reports. *Int J Environ Res Public Health*. el 1 de diciembre de 2021;18(23):12686.
30. Enciclopedia Significados [Internet]. [citado el 3 de mayo de 2024]. Qué es el Balonmano. Disponible en: <https://www.significados.com/balonmano/>
31. Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte [Internet]. [citado el 3 de mayo de 2024]. Voleibol. Disponible en: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/recreacion/voleibol>
32. Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte [Internet]. [citado el 4 de mayo de 2024]. Béisbol. Disponible en:

<https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/recreacion/beisbol>

33. Dines JS, Bedi A, Williams PN, Dodson CC, Ellenbecker TS, Altchek DW, et al. Tennis Injuries: Epidemiology, Pathophysiology, and Treatment. *JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. marzo de 2015;23(3):181.
34. Kovacs MS, Ellenbecker TS. A Performance Evaluation of the Tennis Serve: Implications for Strength, Speed, Power, and Flexibility Training. *Strength & Conditioning Journal*. agosto de 2011;33(4):22.
35. Martin C, Bideau B, Ropars M, Delamarche P, Kulpa R. Upper limb joint kinetic analysis during tennis serve: Assessment of competitive level on efficiency and injury risks. *Scand J Med Sci Sports*. agosto de 2014;24(4):700–7.
36. Lin DJ, Wong TT, Kazam JK. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*. febrero de 2018;286(2):370–87.
37. Zajac JM, Tokish JM. Glenohumeral Internal Rotation Deficit: Prime Suspect or Innocent Bystander? *Curr Rev Musculoskelet Med*. febrero de 2020;13(1):86–95.
38. Oliver GD, Downs JL, Barbosa GM, Camargo PR. DESCRIPTIVE PROFILE OF SHOULDER RANGE OF MOTION AND STRENGTH IN YOUTH ATHLETES PARTICIPATING IN OVERHEAD SPORTS. *Int J Sports Phys Ther*. diciembre de 2020;15(6):1090–8.
39. Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med*. 2003;31(4):537–41.
40. Ellenbecker T, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport*. marzo de 2003;6(1):63–70.
41. Tonin K, Stražar K, Burger H, Vidmar G. Adaptive changes in the dominant shoulders of female professional overhead athletes: mutual association and relation to shoulder injury. *Int J Rehabil Res*. septiembre de 2013;36(3):228–35.
42. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med*. febrero de 2005;33(2):263–71.
43. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde AV, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med*. julio de 2010;44(9):678–84.
44. Reeser JC, Joy EA, Porucznik CA, Berg RL, Colliver EB, Willick SE. Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. *PM R*. enero de 2010;2(1):27–36.
45. Chung KC, Lark ME. Upper Extremity Injuries in Tennis Players: Diagnosis, Treatment, and Management. *Hand Clin*. febrero de 2017;33(1):175–86.
46. Clarsen B, Bahr R, Heymans MW, Engedahl M, Midsundstad G, Rosenlund L, et al. The prevalence and impact of overuse injuries in five Norwegian sports: Application of a new surveillance method. *Scand J Med Sci Sports*. junio de 2015;25(3):323–30.
47. Posner M, Cameron KL, Wolf JM, Belmont PJ, Owens BD. Epidemiology of Major League Baseball injuries. *Am J Sports Med*. agosto de 2011;39(8):1676–80.
48. Bakshi N, Freehill MT. The Overhead Athletes Shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev*. septiembre de 2018;26(3):88–94.

49. Kekelekis A, Nikolaidis PT, Moore IS, Rosemann T, Knechtle B. Risk Factors for Upper Limb Injury in Tennis Players: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. abril de 2020;17(8):2744.
50. Hadjisavvas S, Efstathiou MA, Malliou V, Giannaki CD, Stefanakis M. Risk factors for shoulder injuries in handball: systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. el 2 de diciembre de 2022;14(1):204.
51. Schwank A, Blazey P, Asker M, Møller M, Hägglund M, Gard S, et al. 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. *J Orthop Sports Phys Ther*. enero de 2022;52(1):11–28.
52. Vignolo J, Vacarezza M, Álvarez C, Sosa A. Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Archivos de Medicina Interna*. abril de 2011;33(1):7–11.
53. Sommervold M, Østerås H. What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players? *Open Access J Sports Med*. el 30 de marzo de 2017;8:61–70.
54. Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Med*. julio de 2017;51(14):1073–80.
55. Asker M, Hägglund M, Waldén M, Källberg H, Skillgate E. The Effect of Shoulder and Knee Exercise Programmes on the Risk of Shoulder and Knee Injuries in Adolescent Elite Handball Players: A Three-Armed Cluster Randomised Controlled Trial. *Sports Med Open*. el 14 de julio de 2022;8:91.
56. Achenbach L, Huppertz G, Zeman F, Weber J, Luig P, Rudert M, et al. Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomised controlled trial with 579 handball athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2022;8(1):e001270.
57. Tooth C, Schwartz C, Croisier JL, Gofflot A, Bornheim S, Forthomme B. Prevention of shoulder injuries in volleyball players: The usefulness and efficiency of a warm-up routine. *Phys Ther Sport*. 2023;97–103.
58. Sakata J, Nakamura E, Suzuki T, Suzukawa M, Akeda M, Yamazaki T, et al. Throwing Injuries in Youth Baseball Players: Can a Prevention Program Help? A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. septiembre de 2019;47(11):2709–16.
59. Shitara H, Yamamoto A, Shimoyama D, Ichinose T, Sasaki T, Hamano N, et al. Shoulder Stretching Intervention Reduces the Incidence of Shoulder and Elbow Injuries in High School Baseball Players: a Time-to-Event Analysis. *Sci Rep*. 2017;45304–45304.
60. Shitara H, Tajika T, Kuboi T, Ichinose T, Sasaki T, Hamano N, et al. Shoulder stretching versus shoulder muscle strength training for the prevention of baseball-related arm injuries: a randomized, active-controlled, open-label, non-inferiority study. *Sci Rep*. 2022;22118–22118.
61. Pas HIMFL, Pluim BM, Kilic O, Verhagen E, Gouttebauge V, Holman R, et al. Effectiveness of an e-health tennis-specific injury prevention programme: randomised controlled trial in adult recreational tennis players. *Br J Sports Med*. el 1 de septiembre de 2020;54(17):1036–41.
62. 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. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. el 30 de junio de 2021;13:71.

ANEXOS

1. Link con el contenido del OSTRC-O en español:
https://mdpi-res.com/d_attachment/healthcare/healthcare-11-00912/article_deploy/healthcare-11-00912-s001.zip?version=1679413304
2. Link con la información específica, tanto escrita como por imágenes, del PP de lesiones “*Shoulder Control*”:
https://static-content.springer.com/esm/art%3A10.1186%2Fs40798-022-00478-z/MediaObjects/40798_2022_478_MOESM1_ESM.pdf
3. Link con la información específica, tanto escrita como por imágenes, del PP de lesiones de hombro por uso excesivo evaluado en el estudio de Achebach et al (56):
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8919472/bin/bmjsem-2021-001270supp001.pdf>