



TRABAJO DE FIN DE GRADO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

*“COMO PREVENIR LESIONES EN DEPORTES REPETITIVOS
DE ALTA COMPETICIÓN Y NUEVAS TÉCNICAS DE
ENTRENAMIENTO REPETITIVO”*

Grado Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico 2015-2016

Alumno: Antonio Tudela Navarro

Tutor académico: Mario Molinos Navarro

2. Índice Paginado.

3. Contextualización.....	3
4. Procedimiento de la revisión.....	5
5. Tabla revisión.....	6
6. Discusión.....	9
7. Conclusión.....	13
8. Limitaciones de la revisión.....	13
9. Propuesta de intervención.....	14
10. Bibliografía.....	16
11. Anexos.....	18



3. Contextualización.

Kolt define lesión como "Daño corporal que obliga al deportista a abandonar o modificar una o más sesiones de entrenamiento".

Podemos definir patologías por movimientos repetitivos, por un grupo de movimientos continuos mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de músculos, huesos, articulaciones y nervios de una parte del cuerpo y que provocan en esta zona fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último lesión.

Se puede decir que las patologías por movimientos repetitivos, están clasificadas dentro de las lesiones crónicas, ya que no se producen por un traumatismo, sino que son el resultado del sobreuso de una parte del cuerpo.

Los adolescentes son más susceptibles de sufrir este tipo de lesiones y suelen ocurrir en áreas de crecimiento de los huesos, conocidas como núcleos de crecimiento.

Existen diversas causas por las que se pueden producir este tipo de lesiones, algunas de ellas son mantenimiento de posturas forzadas, aplicación de una fuerza excesiva, ciclos de trabajo muy repetitivos, en especial movimientos rápidos de pequeños grupos musculares o tendinosos y tiempos de descanso insuficientes. A menudo, estas patologías se producen por la combinación de varias de estos factores, sobre todo la combinación de un movimiento repetitivo con una tensión muscular.

Los síntomas que se presentan en este tipo de lesiones son:

- Sensación de hormigueo y adormecimiento
- Dolor
- Agarrotamiento
- Sensación de debilidad o fatiga
- Sensación de ruptura o chasquido

Una vez producido este tipo de lesiones, el tratamiento consistirá en reducir el dolor y restablecer la funcionalidad, se podrá realizar mediante tratamiento no quirúrgico con reposo, antiinflamatorios no esteroideos, terapia física o inyección de corticoesteroides. O por el contrario si los métodos anteriores no funcionan el médico podría recomendar la cirugía.

Siguiendo los principios de prevención de lesiones que nos proporciona la IAAF (Federación internacional de atletismo), encontramos una serie de factores que influyen en la aparición de lesiones. Estos son:

- Acondicionamiento físico: Fuerza, flexibilidad, resistencia y equilibrio.
- Métodos de formación: Eficiencia mecánica, sistemas de ejercicios.
- Capacidad de descanso y recuperación: Salud mental y física.
- Dolor: Detectarlo y tratarlo lo antes posible.
- Equipamiento: Cumplir especificaciones de uso y seguridad.
- Factores psicológicos: El estrés negativo está relacionado con el aumento de la tensión muscular y la aparición de lesiones.
- Factores nutritivos: Buscar una alimentación adecuada.
- Factores ambientales: Temperatura, humedad, siempre intentar evitar la deshidratación.

En el presente trabajo, analizaremos como el acondicionamiento físico puede ser efectivo para prevenir las lesiones por movimientos repetitivos y qué factores de riesgo relacionados con este campo, tienen una alta probabilidad de producirlas, analizando así en qué circunstancias se producen las lesiones deportivas como consecuencia de este tipo de movimientos, a partir de la información extraída de artículos y revistas científicas.

Se tratará de buscar mediante el entrenamiento de la fuerza, mejorar esta cualidad en el movimiento específico, para así fortalecer los tejidos de alrededor de la articulación que más demandada va a estar por el tipo de ejercicio a realizar, aunque esta mejora signifique un empeoramiento de otras cualidades, como por ejemplo aumentar la potencia de un movimiento en detrimento de la fuerza máxima.

Trabajar la flexibilidad buscando la eficiencia del movimiento mediante un rango de movimiento completo, además de analizar la influencia del calentamiento (aumento de la temperatura de los tejidos que deriva en una mayor elongación y extensibilidad) y estiramientos (que tipos son más efectivos para la prevención).

Hacer un trabajo de la resistencia tanto cardiovascular, respiratoria como muscular para retrasar la fatiga que es un posible factor de riesgo para este tipo de lesiones.

Entrenamiento de la coordinación a través de ejercicios de habilidades relacionadas con el deporte a practicar para hacer más eficientes los patrones de movimiento y mejorar la técnica.

Y por último entrenamiento del equilibrio específico del movimiento a realizar, para mejorar o restaurar la información somato sensorial, trabajo neuromuscular (propiocepción).

En este trabajo, nos vamos a centrar en las lesiones por movimiento repetitivos en el miembro superior, más concretamente las producidas en el hombro durante los lanzamientos a máxima potencia producidos por encima de la cabeza, que se dan en deportes tales como balonmano (ver anexo 1), voleibol (remate y saque alto), béisbol (pitcher), lanzamiento de jabalina, tenis (servicio) (ver anexo 2), waterpolo etc.



Se estima que las lesiones del hombro suponen entre un 8% y un 13% de todas las lesiones deportivas, estas son algunas de que más se producen como consecuencia de movimientos repetitivos:

- Síndrome de pinzamiento subacromial. (Ver anexo 3).
- Disquinesia escapular.
- Lesiones del manguito rotador. (Ver anexo 4).
- Inestabilidad glenohumeral.
- Lesiones en el tendón proximal del bíceps.
- Lesiones en la parte superior del labrum (SLAP). (Ver anexo 5).
- Lesiones de la articulación acromioclavicular.

Un ejemplo de este tipo de lesiones lo tenemos en la famosa tenista Maria Sharapova que sufrió diversas lesiones en el manguito rotador del hombro y bursitis, estas lesiones le hicieron perder muchos meses de juego, teniendo varias recaídas e incluso teniendo que cambiar su técnica de saque debido al daño que le estaba produciendo en su articulación. (Ver anexo 6).

A menudo este tipo de lesiones no vienen solas ya que al producirse una de estas, el resto de los tejidos tienen que ejercer una presión mayor a la correspondiente para compensar la pérdida de la parte lesionada, pudiéndose producir una cascada patológica, concepto explicado por Craig Morgan, M.D.

4. Procedimiento de la revisión.

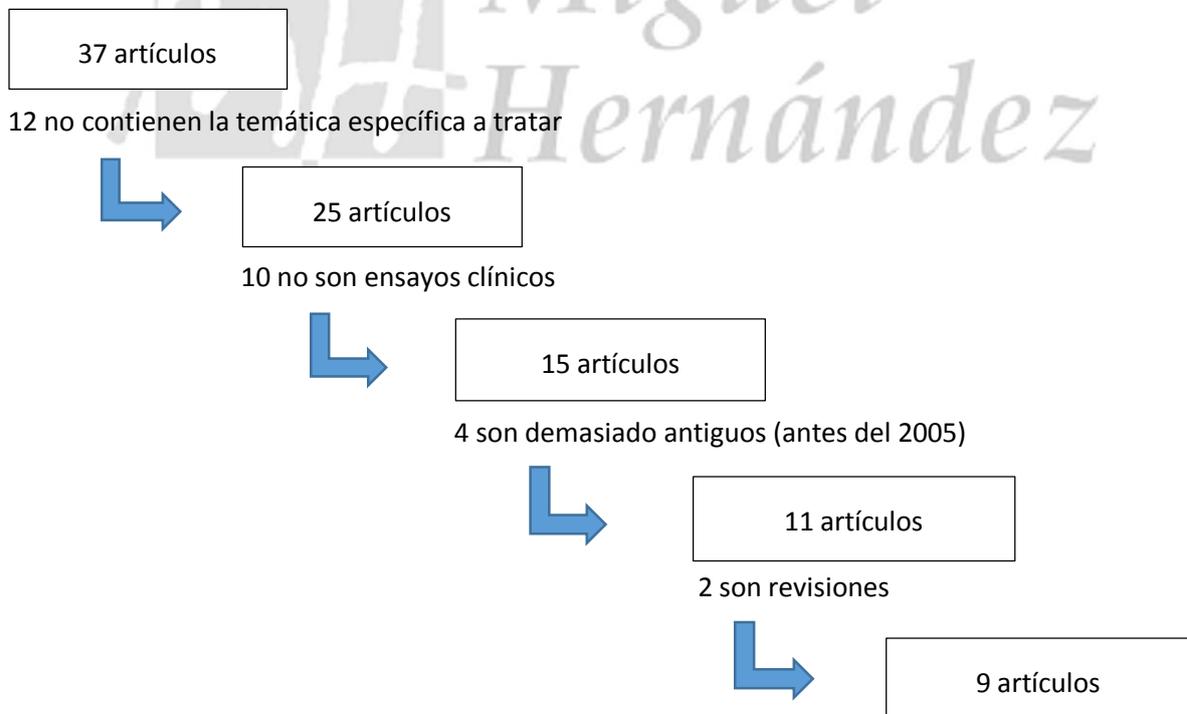
El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión bibliografía, sobre los factores de riesgo que pueden llevar a una lesión del hombro, por movimientos repetitivos de lanzamientos a máxima potencia por encima de la cabeza y métodos de entrenamiento para prevenir este tipo de patologías.

Se ha realizado esta revisión atendiendo a los siguientes criterios:

- Artículos en inglés o español.
- Artículos relativamente recientes (a partir del 2005).
- Artículos que contengan ensayos clínicos (excluyendo revisiones).
- Artículos que contengan información sobre una región anatómica concreta, en este caso en hombro.
- Artículos específicos del movimiento de lanzamiento de potencia por encima de la cabeza.
- Artículos que incluyesen deportistas.
- Artículos que indicaran factores de riesgo o la aplicación de programas preventivos para minimizar estos factores de riesgo.

El presente trabajo de revisión, se ha realizado realizando una búsqueda sistemática de artículos con base científica, en las bases de datos de Pubmed, Google Académico y Reserchgate, utilizando términos que ayudasen a encontrar artículos relacionados con el tema de la revisión como ``prevention``, ``overuse``, ``repetitive``, ``overhead``, ``training``, ``injuries``, ``shoulder``.

Tras la búsqueda, seleccioné un número de 36 artículos que podían ser interesantes y después de una lectura rápida de todos, descarté algunos que por diversos motivos no eran del todo útiles para la revisión.



5. Tabla revisión.

Autor/Año	Deporte	Objetivo	Método	Muestra	Resultado
Dale et al. (2007)	Béisbol	Evaluar efectos de los lanzamientos de béisbol en la fatiga muscular isocinética de los rotadores internos y externos en concéntrico y en excéntrico.	Sesión de lanzamientos (60 a máxima potencia). Prueba isocinética (Pre-test, Post-test). Biodex sistem 3.	Estudio (n=10) Hombres.	Acumulación de fatiga en rotadores externos e internos tanto en concéntrico como en excéntrico. Donde mayor fatiga se acumula es en los rotadores internos en excéntrico. Tendencia a mayor fatiga en fase excéntrica.
Aragón et al. (2009)	Waterpolo	Análisis cinemático de los desequilibrios relacionados con la velocidad de salida del balón entre ambos brazos en waterpolo.	Prueba de lanzamiento (3 con cada brazo). Videocámara. Programa Virtual Dub.	Estudio (n=16) Hombres.	Dismetrias musculares entre brazo dominante y no dominante. Descompensación en velocidad de salida entre ambos brazos. Aumento de estas diferencias conforme aumenta la edad. Sobrecarga unilateral.
Wilk et al. (2011)	Béisbol	Comparar la rotación interna glenohumeral y el movimiento de rotación total glenohumeral entre el brazo de lanzar y el de no lanzar. Relación entre GIRD y déficit de movimiento de rotación total con lesiones.	Mediciones con goniómetro con inclinómetro de burbujas adherido. Posición decúbito supino con hombro 90° Abducción y Codo 90° Flexión. Escápula estabilizada.	Estudio (n=122) Hombres	Aumento de GIRD (déficit de rotación interna). Aumento de rotación externa. Déficit de rango total de movimiento de rotación. Mayor proporción de lesiones con déficit de rango total de movimiento de rotación. Tendencia a mayor proporción de lesiones con GIRD.

Autor/Año	Deporte	Objetivo	Método	Muestra	Resultados
Mascarin et al. (2015)	Balonmano	Evaluar diferencias entre estiramiento estático, ejercicios dinámicos y combinación de ambos sobre ROM y fuerza muscular máxima y explosiva en el miembro superior en el calentamiento.	Estiramientos estáticos, ejercicios dinámicos y combinación de ambos. Prueba balón medicinal (distancia). Prueba lanzamiento balonmano (velocidad). Evaluación del ROM.	Estudio (n=21) Mujeres.	Respecto a la prueba de balón medicinal (fuerza max.) obtenemos menor resultado con estiramientos estáticos e igual resultado entre ejercicios dinámicos y combinados. Respecto a la prueba de lanzamiento de balonmano no encontramos diferencias entre los tres tipos. Respecto al ROM obtenemos menor resultado con ejercicios dinámicos tanto en rot. interna como en rot. externa mientras que encontramos los mismos resultados en las dos rotaciones entre estiramientos estáticos y combinados.
Moore et al. (2013)	Béisbol	Mejorar aspectos que han sido identificados como factores de riesgo para las patologías del hombro. Resistencia muscular. Fuerza muscular. ROM.	Programa de entrenamiento de pretemporada de 20 semanas de la resistencia muscular específica, fuerza muscular específica y ROM del hombro.	Estudio (n=14) Hombres.	Mejora la resistencia muscular específica mientras que se mantienen los valores de fuerza muscular y ROM.
Van Cingel et al. (2006).	Voleibol	Determinar diferencias entre brazo dominante y no dominante en las fuerzas de rotación del hombro. Determinar la proporción de fuerza externa e interna.	Programa fortalecimiento muscular de pretemporada con énfasis en rotadores externos y estabilizadores de la escapula. 3 meses.	Estudio (n=35) Hombres.	Rotadores internos más fuertes que externos en ambos brazos. Rotadores internos del brazo dominante más fuertes que en el brazo no dominante. Proporción entre rotadores internos y externos tuvieron valores más bajos en el brazo dominante que en el no dominante.

Autor/Año	Deporte	Objetivo	Método	Muestra	Resultados
Aldrige et al. (2012)	Béisbol	Prevenir patologías del hombro relacionadas con GIRD.	Programa de estiramientos estáticos pasivos de la cápsula posterior glenohumeral de 12 semanas.	Estudio (n=28) Hombres.	Mejora rotación interna y arco total de movimiento del brazo de lanzamiento.
Hyeyoung et al. (2014)	Lanzamiento de jabalina	Mejorar eficiencia y prevenir lesiones en el lanzamiento de jabalina.	Programa de entrenamiento de 8 semanas de fuerza muscular, entrenamiento específico y valoración y entrenamiento FMS (Funcional Movement Screening).	Estudio (n=10) Grupo experimental (n=6) Grupo control (n=4)	Mejora fuerza manguitos rotadores tanto en rotación interna como externa. Mejora FMS. Aumenta tiempo de tiro. Aumenta altura de liberación.
Niederbracht et al. (2008)	Tenis	Evaluar efecto de un programa de entrenamiento de fuerza sobre la capacidad de fuerza excéntrica y el desequilibrio de la articulación glenohumeral.	Programa de entrenamiento de fuerza del hombro de 5 semanas.	Estudio (n=12) Grupo experimental (n=6) Grupo control (n=6)	Aumento de la fuerza excéntrica total de la rotación externa. Tendencia a mejorar la relación trabajo excéntrico-concéntrico.

6. Discusión.

En esta revisión bibliográfica de 9 artículos científicos relacionados sobre la prevención de lesiones de movimientos repetitivos en el hombro, encontramos cuáles son algunos de los principales factores de riesgo, que pueden incrementar las posibilidades de que se produzcan este tipo de patologías. Se analizan diferentes métodos de entrenamiento, el impacto que pueden tener sobre algunos de los factores de riesgo y por lo tanto cómo puede afectar a la prevención de este tipo de lesiones.

Por un lado, encontramos 3 ensayos clínicos relacionados con los factores de riesgo que pueden producir estas lesiones. En el estudio de Dale et al. (2007) se sostiene que en los lanzamientos por encima de la cabeza, el rendimiento requiere un equilibrio entre las estructuras estáticas y dinámicas del hombro, para buscar la estabilidad funcional y que esta estabilidad la proporcionan la fuerza y resistencia muscular, la flexibilidad y el control neuromuscular. Si cualquiera de estos factores se ve comprometido, el rendimiento descenderá y será más posible la aparición de este tipo de lesiones.

En este estudio, se evalúan los efectos de la fatiga muscular, como posible factor de riesgo tras una prueba de lanzamientos de béisbol, obteniendo como resultado que sí se produce dicha fatiga, pudiendo afectar a la estabilidad glenohumeral. Esta fatiga se produce tanto en los rotadores externos como en los internos, pero donde mayores valores de fatiga se observa es en los rotadores internos, trabajando en fase excéntrica (producido durante la fase de amortiguamiento) y que esta fatiga puede producir microtraumas repetitivos, pinzamientos, lesiones en la musculatura del manguito rotador, inflamación y descenso del rendimiento.

Otro de los posibles factores de riesgo, podría ser el déficit bilateral. Para Vint (1997) el déficit bilateral se define como la diferencia entre un trabajo bilateral y la suma de los trabajos unilaterales, proponiendo tres tipos de déficit bilateral: Déficit de tiempo de reacción, déficit de contracción muscular y déficit de ejecución aeróbica.

En el estudio de Aragón et al. (2009) se analizan las diferencias en la velocidad de salida del balón en waterpolo, entre el brazo derecho e izquierdo, para detectar si existe déficit bilateral y sobrecarga unilateral del miembro dominante. Según el estudio, se producen disimetrías musculares además de descompensaciones en la velocidad de salida del balón y estas diferencias aumentan conforme avanza la edad, estas disimetrías musculares entre ambos hemicuerpos, puede relacionarse con la aparición de lesiones, aunque estas disimetrías musculares sean significativas, pueden mejorarse e incluso corregirse con una planificación que incluya el entrenamiento de ambos lados corporales, disminuyendo el riesgo de sobrecarga unilateral y por lo tanto previniéndonos de futuras lesiones.

En el estudio de Wilk et al. (2011) se sostiene que el déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD) y la pérdida de arco total de movimiento de rotación (TRM) entre el brazo dominante y el brazo no dominante, son dos posibles factores de riesgo que pueden producir una patología en el futuro. GIRD es definido por Bur-khal et al. (2003) como una pérdida de 20° o más del brazo de lanzamiento, respecto del brazo de no lanzar. Diversos autores sugieren que una diferencia de 5° entre el arco total de movimiento del brazo de lanzar y el de no lanzar, es un posible factor de riesgo de lesión del hombro.

En este estudio, se analiza la existencia de GIRD y la diferencia de TRM entre ambos brazos y su relación con las lesiones. Obteniendo como resultados, que se produce un déficit de rotación interna glenohumeral, acompañado de un aumento de la rotación externa en el brazo de lanzamiento, como adaptación en el hombro de la sobrecarga de lanzamiento producidos y

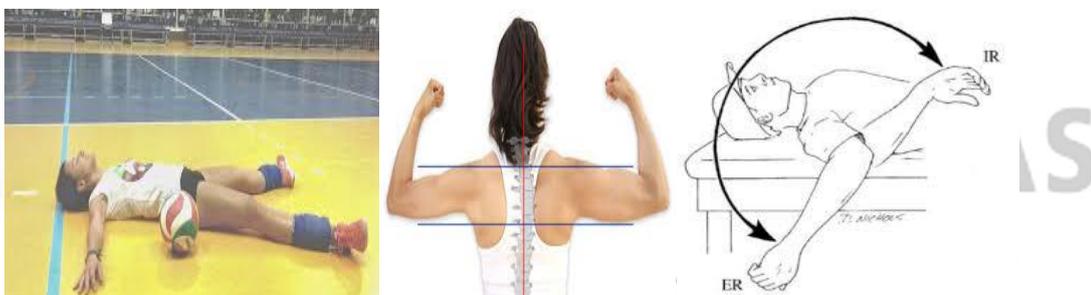
que aunque los resultados no son significativos, sí que existe una tendencia a la aparición de lesiones con este déficit.

Respecto a la diferencia de TRM entre ambos brazos, los resultados dicen que se dan valores más bajos de TRM en el brazo de lanzamiento y que existe una relación entre este déficit de TRM y la aparición de lesiones. Por lo tanto, la evaluación del TRM puede ser un indicativo válido para detectar la existencia de riesgo en la producción de lesiones.

Reinold et al. (2008) y Bur-khal et al. (2003) sugirieron que un programa de estiramientos es un tratamiento adecuado para abordar el GIRD, pudiendo aumentar el TRM en el brazo de lanzamiento a un rango aceptable respecto al brazo contralateral.

Por lo tanto, tras el análisis de estos artículos, obtenemos 3 principales factores de riesgo, a la hora de practicar deportes de movimientos repetitivos de lanzamiento por encima de la cabeza a máxima potencia:

- Fatiga muscular (Falta de resistencia muscular).
- Dismetrias musculares entre ambos brazos (sobrecarga unilateral).
- Adaptaciones anatómicas en el brazo de lanzamiento (GIRD y menor TRM).



Por otro lado, encontramos 6 ensayos clínicos, en los que además de analizar factores de riesgo, se observan los efectos de un programa de entrenamiento y calentamiento sobre éstos, para intentar reducirlos o corregirlos y poder prevenir patologías relacionadas con los movimientos repetitivos.

En el estudio de Mascarin et al. (2015) se analiza el efecto sobre el hombro de diferentes tipos de calentamiento, se evalúan las diferencias entre estiramiento estático, ejercicios dinámicos de calentamiento y ambos conjuntamente y cuál es su influencia sobre el rango de movimiento, la fuerza máxima y la fuerza explosiva.

Diversas investigaciones, han asociado los estiramientos estáticos con la disminución de rendimiento muscular, pero por otra parte también se han asociado a la disminución de la rigidez muscular y por lo tanto, a la disminución del riesgo de lesión. Sería interesante, encontrar la manera de poder reducir los efectos nocivos de los estiramientos estáticos, sobre el rendimiento muscular, manteniendo su reducción del riesgo de lesión.

El estudio de Mascarin et al. (2015) reafirmó esta afirmación, ya que al evaluar los estiramientos estáticos, los resultados concluyeron que tenían un efecto negativo, sobre el rendimiento muscular en la prueba de lanzamiento de distancia con balón medicinal, que aumentaba el rango de movimiento articular y que no habían diferencias en la prueba de velocidad de lanzamiento de balonmano, en comparación con los ejercicios dinámicos.

La combinación de estiramientos estáticos, con ejercicios dinámicos de calentamiento, disminuyó los efectos negativos sobre la fuerza máxima en la prueba del balón medicinal, mientras los valores de rango articular alcanzados por estos estiramientos, se mantuvieron tanto en rotación interna como en externa. Consiguiendo de esta manera, disminuir los efectos

nocivos de los estiramientos estáticos, sobre el rendimiento muscular y manteniendo sus efectos sobre la prevención de lesiones.

Siguiendo en la línea de los efectos de los estiramientos sobre la prevención de lesiones, en el estudio de Aldrige et al. (2012) se evalúa la influencia de un programa de entrenamiento de 12 semanas, 5 días por semana, en jugadores de béisbol, basado en estiramientos estáticos pasivos de la cápsula posterior glenohumeral, sobre el déficit de rotación interna (GIRD), evitando así la cascada patológica explicada por Craig Morgan, M.D. en la que el primer signo de la patología del hombro, es una pérdida indolora de la velocidad y rango de movimientos, producida por el déficit de rotación interna glenohumeral, secundaria a una contractura de la cápsula posterior.

En el estudio de Aldrige et al. (2012) se obtuvieron resultados positivos sobre la mejora de rotación interna glenohumeral y el arco total de movimiento en el brazo de lanzamiento, concluyendo que este programa de estiramientos, podría ser efectivo para la corrección del GIRD y por lo tanto para prevenir futuras lesiones.

Tras analizar la fatiga muscular, como factor de riesgo en la producción de lesiones, en el estudio de Moore et al. (2013) se analiza el efecto de un programa de entrenamiento de pretemporada de 20 semanas, sobre los músculos de la parte posterior del hombro y cómo afecta a la resistencia muscular específica, fuerza muscular específica y rango articular. Este programa priorizada las repeticiones sobre la cantidad de peso, haciendo mayor hincapié en la resistencia que en la fuerza muscular. El entrenamiento constaba de dos fases, una de resistencia elástica en pista dos veces por semana y otra con ejercicios de máquinas y peso libre en el gimnasio también dos veces por semana.

Los resultados de este estudio, mostraron mejoras en la resistencia muscular de los músculos posteriores del hombro y un mantenimiento de la fuerza muscular y el rango de movimiento articular. Debido a la gran demanda de lanzamientos que se dan a lo largo de una temporada, la mejora de la resistencia muscular es importante para evitar la fatiga muscular y no estar en riesgo de sufrir una lesión. Aunque este programa de entrenamiento, no debe considerarse por su diseño como un programa integral de prevención de lesiones, sí que sería interesante incluir este tipo de entrenamiento en los deportes de lanzamiento, por el efecto positivo sobre la resistencia muscular y su fácil aplicación.

En esta revisión bibliográfica, se han revisado diversos programas de fortalecimiento muscular sobre músculos implicados en la estabilidad dinámica y estática del hombro. En el estudio de Hyeyoung et al. (2014) se analiza el efecto de un programa de entrenamiento de 8 semanas, en el que se incluye, entrenamiento de fuerza, entrenamiento específico de la especialidad (en este caso lanzamiento de jabalina) y valoración y entrenamiento FMS (Funcional Movement Screening) (Ver anexo 7), buscando tener una mayor eficiencia en los lanzamientos e intentando prevenir posibles lesiones (Ver anexo 8).

Varios estudios anteriores, habían investigado el uso de entrenamiento del núcleo (CORE training), entrenamiento específico y valoración y entrenamiento FMS para fortalecer el manguito de los rotadores y así prevenir los traumatismos provocados por los lanzamientos.

El equilibrio y la coordinación del manguito de los rotadores, es fundamental para mantener la estabilidad dinámica producida en este tipo de movimientos. Estudios anteriores se centraron en el fortalecimiento de los rotadores internos, pero se ha demostrado que el fortalecimiento de los rotadores externos tiene gran influencia sobre el mantenimiento de la estabilidad dinámica.

En el estudio de Hyeyoung et al. (2014) se obtienen resultados favorables en la mejora de la fuerza del manguito de los rotadores, tanto en rotación interna como en externa, obteniendo mayores mejoras en rotación externa. Se produce una mejora en la batería de pruebas FMS y también se produce una mejora de la técnica del lanzamiento, en aspectos como altura de liberación y tiempo de tiro. Por lo tanto, este programa de entrenamiento específico, puede ser una herramienta útil a la hora de planificar el entrenamiento, buscando reducir las probabilidades de lesión.

Niederbracht et al. (2008) trató de evaluar, el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza del hombro en tenistas, sobre la capacidad de la fuerza excéntrica y el desequilibrio de la articulación glenohumeral, Chandler et al. (1992) y Nirschl et al. (1996) sostenían en sus estudios, que la fuerza de los rotadores externos activados en excéntrico, no aumenta proporcionalmente a la fuerza de los rotadores internos en concéntrico, pudiendo producir desequilibrios musculares en los rotadores del hombro y aumentando por lo tanto las probabilidades de lesión, según el estudio de Wang et al. (2001). Se hace necesario evaluar y fortalecer los rotadores del hombro, no solo en concéntrico sino también en excéntrico, ya que los rotadores externos en excéntrico, son los encargados de la deceleración del movimiento tras un lanzamiento.

Niederbracht et al. (2008) en su estudio implementó, un programa de entrenamiento basado en el fortalecimiento de los rotadores externos, de una duración de 5 semanas con un frecuencia de 4 sesiones, de 1 hora a la semana (sesiones complementarias a sus entrenamientos de tenis), usando en algunos ejercicios bandas elásticas. Y se dieron resultados significativos en la mejora de la fuerza excéntrica total y una tendencia a la mejora de la relación de trabajo excéntrico-concéntrico. Ambos resultados, resultan interesante a la hora de abordar los desequilibrios musculares producidos entre los rotadores del hombro.

Siguiendo esta misma línea, en el estudio de Van Cingel et al. (2006) se realizó un programa de entrenamiento de pretemporada de 3 meses en jugadores de voleibol, con énfasis en los rotadores externos y estabilizadores de la escápula, para posteriormente evaluar si existen diferencias entre el brazo de lanzamiento y el de no lanzar, en la fuerza de rotación concéntrica externa e interna del hombro, además de determinar la proporción de fuerza de rotación externa e interna. El movimiento de remate de voleibol, genera un estrés añadido a los estabilizadores dinámicos, es más propenso a generar lesiones que en el servicio alto, ya que se realiza más rápido. Es frecuente encontrar en jugadores de elite de voleibol, neuropatías supraescapulares, atrofas del infraespinoso y supraespinoso y lesiones musculares o de los tendones del manguito rotador.

Se ha demostrado, que los movimientos que más tensión reciben en los lanzamientos de este tipo, son en la rotación interna concéntrica y en la rotación externa excéntrica. En este estudio, se utiliza un entrenamiento de fortalecimiento muscular concéntrico, ya que este mejora, tanto la fase concéntrica como la excéntrica, mientras que un entrenamiento excéntrico solo mejora esta fase.

Los resultados obtenidos en el estudio de Van Cingel et al. (2006) muestran que los rotadores internos, son más fuertes que los externos en ambos brazos y que los rotadores internos del brazo dominante, son más fuertes que los del brazo no dominante. Además la proporción de trabajo de los rotadores externos-internos, fueron más bajas en el brazo dominante que en el brazo no dominante.

Estos resultados confirman que estos tipos de lanzamientos, contribuyen a generar un desequilibrio entre la fuerza de los rotadores internos y externos, que se hace necesario a la hora de diseñar un programa de entrenamiento en este tipo de deportes de lanzamiento, tener

un especial énfasis en el fortalecimiento de los rotadores externos, para intentar compensar el déficit de fuerza que tiene respecto a los rotadores internos.

7. Conclusión.

En resumen, tras el análisis de los 9 artículos podemos concluir:

Posibles factores de riesgo.

- Déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD), acompañado de un aumento de la rotación externa glenohumeral y una anteversión del hombro.
- Déficit de arco total de movimiento de rotación.
- Fatiga muscular, posiblemente ocasionada por falta de resistencia muscular.
- Déficit bilateral, por un exceso de sobrecarga unilateral.
- Desequilibrios musculares entre rotadores internos y externos, siendo los rotadores internos los que tienen valores más altos de fuerza muscular. Produciéndose además un descenso de la proporción de trabajo entre rotadores internos-externos.
- Desequilibrios entre la fuerza concéntrica de los rotadores internos y la fuerza excéntrica de los rotadores externos. Produciéndose un descenso de la proporción de trabajo concéntrico-excéntrico.

Métodos de prevención de estos factores de riesgo.

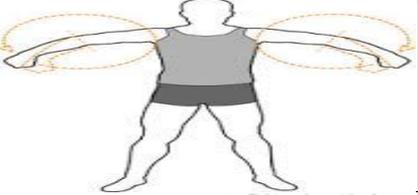
- Calentamiento combinando estiramientos estáticos con ejercicios dinámicos.
- Estiramientos estáticos pasivos de la capsula posterior glenohumeral.
- Entrenamiento de la fuerza y resistencia muscular, haciendo mayor énfasis en los rotadores externos y en el trabajo excéntrico.
- Entrenamiento de fuerza de los estabilizadores de la escápula.
- Entrenamiento bilateral.
- Valoración y entrenamiento FMS (Funcional Movement Screening), para mejorar el equilibrio y la coordinación general (entrenamiento neuromuscular).
- Entrenamiento específico.

8. Limitaciones de la revisión.

Se presentan dos principales limitaciones en esta revisión bibliográfica, por un lado la muestra de los ensayos clínicos es baja, pudiendo variar los resultados si se realizan los mismos estudios con una muestra más grande. Y por otro lado, la falta de grupo de control en algunos de los ensayos clínicos, aunque como se analizan las diferencias entre ambos brazos en deportes principalmente unilaterales, podemos decir que el brazo que no es usado para lanzar puede servir como grupo de control.

9. Propuesta de intervención.

Entrenamiento de fortalecimiento muscular (resistencia muscular) con bandas elásticas (trabajo excéntrico), especial énfasis en los rotadores externos. 3 series de 15 repeticiones a máxima velocidad, en ambos brazos. 1 minuto de descanso entre series.

<p>Calentamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carrera continua (5 min) - Movilidad articular (5 min) - Estiramientos dinámicos (5 min) 	 <p>© Blisslogik Inc.</p>
<p>1º ejercicio de fortalecimiento muscular</p> <p>Fortalecimiento del deltoides frontal. Partiendo de la posición de la imagen realizamos una elevación de los brazos hasta la altura de los hombros.</p>	 <p>© Blisslogik Inc.</p>
<p>2ª ejercicio de fortalecimiento muscular.</p> <p>Fortalecimiento deltoides posterior. Partiendo de la posición de la imagen realizamos una elevación del brazo hacia afuera hasta que la mano quede a la altura de la cabeza.</p>	 <p>© Blisslogik Inc.</p>
<p>3ª ejercicio de fortalecimiento muscular.</p> <p>Fortalecimiento de los rotadores internos. Partiendo de la posición de la imagen realizamos un movimiento de brazo hacia el abdomen manteniendo el codo fijo.</p>	 <p>© Blisslogik Inc.</p>
<p>4ªejercicio de fortalecimiento muscular.</p> <p>Fortalecimiento de los rotadores externos. Partiendo de la posición de la imagen realizamos un movimiento del brazo hacia afuera con el hombro fijo.</p>	 <p>© Blisslogik Inc.</p>
<p>5ªejercicio de fortalecimiento muscular.</p> <p>Fortalecimiento de los rotadores externos. Partiendo de la posición de la imagen realizamos un movimiento del brazo hacia atrás con el hombro fijo.</p>	 <p>© Blisslogik Inc.</p>
<p>6ªejercicio de fortalecimiento muscular.</p> <p>Fortalecimiento de los rotadores externos. Partiendo de la posición de la imagen realizamos un movimiento de brazos hacia atrás con los hombros fijos.</p>	 <p>© Blisslogik Inc.</p>

Estiramientos pasivos de los rotadores del hombro (especialmente cápsula posterior).
Se realizarán 3 repeticiones por cada ejercicio y duración de 30 segundos por cada repetición.

<p>Estiramiento en decúbito prono con brazo flexionado por detrás de la espalda.</p>	
<p>Igual que el primer estiramiento pero con estabilización de la escapula, ayudado por un compañero.</p>	
<p>Auto estiramiento en posición decúbito lateral con el brazo en abducción 90°.</p>	
<p>Auto estiramiento en posición decúbito lateral con el brazo en abducción a más de 90°.</p>	
<p>Auto estiramiento en posición decúbito lateral con el brazo en abducción a 45°.</p>	
<p>Estiramiento pasivo en posición decúbito supino con brazo en abducción 90° con estabilización de la escapula.</p>	

Estas dos sesiones están diseñadas para complementar el entrenamiento específico de la especialidad, en este caso balonmano (también es aplicable a otros deportes). Se realizará durante 1 mes y medio durante la pretemporada.

La sesión de fortalecimiento muscular, tendrá una duración de 50 minutos aproximadamente y se aplicará tras las sesiones de entrenamiento específico, durante 4 días a la semana.

La sesión de estiramientos de la cápsula posterior, tendrá una duración aproximada de 30 minutos y se aplicará tras las sesiones de fortalecimiento muscular, durante 4 días a la semana y tras el entrenamiento específico durante 1 día a la semana, en total 5 días a la semana.

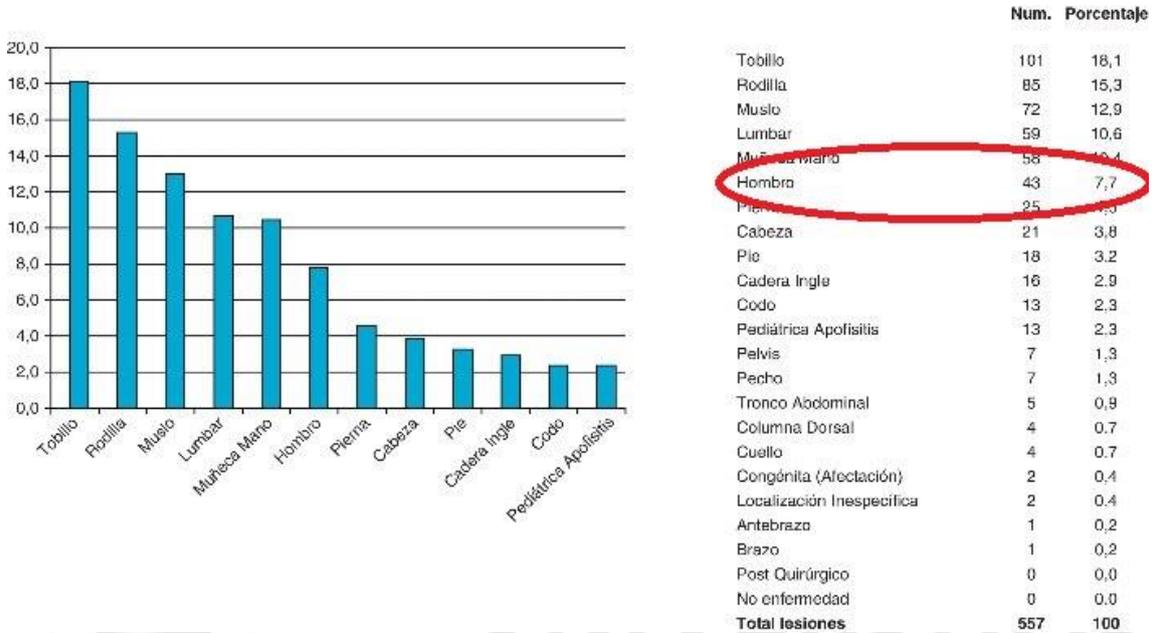
10. Bibliografía.

- Aragón Vela, J., Fernández Santos, J., Gómez Espinosa de los Monteros, R., Carrasco Peña, A., Mora Vicente, J. y González Montesinos, J.L. (2010). Análisis cinemático del lanzamiento con el brazo derecho e izquierdo en waterpolo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 10 (39), 369-379.
- Aldridge, R.J., Stephen G., Malcolm T. W. & Penny H. (2012). The effects of a daily stretching protocol on passive glenohumeral internal rotation in overhead throwing collegiate athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, vol. 7(4), 365-371.
- Mascarín, N.C., Vancini, R.L. Lira C.A.B & Andrade M.S. (2015). Strength training using elastic bands improves muscle power and throwing performance in Young female handball players. *Journal of strength and conditioning research sport*, vol. 29(5), 1393-1398.
- Hyeyoung, K., Youngsung, L., Insik, S., Kitae, K. & Jeheon, M. (2014) Effects of 8 Weeks' Specific Physical Training on the Rotator Cuff Muscle Strength and Technique of Javelin Throwers. *Journal Physycal Therapy Science*. Vol. 26(10), 1553-1556.
- Van Cingel, R., Kleinrensink, G., Stoeckart, R., Aufdemkampe, G., De Bie, R. & Kuipers, H. (2006). Strength Values of Shoulder Internal and External Rotators in Elite Volleyball Players. *Journal Sport Rehabilitation*, vol. 15, 237-245.
- Niederbracht, Y., Shim, A.L., Sloniger, M.A., Paternostro-Bayles, M. & Short, T.H. (2008). Effects of a Shoulder Injury Prevention Strength Training Program on Eccentric External Rotator Muscle Strength and Glenohumeral Joint Imbalance in Female Overhead Activity Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* vol. 22(1), 140-145.
- Moore, S.D., Uhl, T.L. & Kibler, W.B. (2013). Improvements in Shoulder Endurance Following a Baseball-Specific Strengthening Program in High School Baseball Players. *Sports Health*, vol. 5 (3), 233-238.
- Dale, R.B., Kovaleski, R., Ogletree, T., Heitman, R. & Norrell, P. (May 2007) The Effects of Repetitive Overhead Throwing on Shoulder Rotator Isokinetic Work-Fatigue. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, vol. 2(2), 74-80.
- Wilk, K. E., Macrina, L.C., Fleisig, G.S., Porterfield, R., Simpson Ch.D., Harker, P., Paparesta, N., & Andrews, J.R. (2011). Correlation of Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Total Rotational Motion to Shoulder Injuries in Professional Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 39 (2), 329-335.
- Middleton, K. y Ransone, J. (2012). Principles of Injury Prevention. Medical Manual. 85-88. San Mateo, USA: USA Track and Field.

- Texeira, R. (2010). Sport Injuries of the Upper Limb. *Revista Brasileira de Ortopedia*, Vol. 45(2), 122-131.
- Herrington, L. (1998). Glenohumeral Joint: Internal and External Rotation Range of Motion in Javelin Throwers. *Journal of Sport Medicine*, Vol. 32, 226-228.
- Wang, H.K. & Cochrane, T. (2001). Mobility Impairment, Muscle Imbalance, Muscle Weakness, Scapular Asymmetry and Shoulder Injury in Elite Volleyball Athletes. *Journal of Sport Medicine Physical Fitness*, Vol. 41, 403-410.
- Brumitt, J. & Dale, R.B. (2009). Integrating Shoulder and CORE Exercises When Rehabilitating Athletes Performing Overhead Activities. *North American Journal of Sport Physical Therapy*, Vol. 4(3). 132-138.
- Delong, J.M. & Bradley, J.P. (2015). Posterior Shoulder Inestability in the Athletic Population: Variation in Assessment, Clinical Outcomes and Return to Sport. *World Journal of Orthopedics*, Vol. 6(11), 927-934.
- Monaco, M., Gutierrez, J.A., Montoro, J.B., Til, L., Drobnic, F., Nardi, J., Puigdellivol, J., Pedret, C. y Rodas, G. (2014). Epidemiologia Lesional del Balonmano de Elite: Estudio Retrospectivo en Equipos Profesionales y Formativos de un Mismo Club. *Apunts Medicina De L'esport*, Vol. 49 (181), doi: 10.1016/j.apunts.2013.06.002.
- <http://www.itftennis.com/scienceandmedicine/injury-clinic/tennis-injuries/overview.aspx>
- <http://www.ejercicios-con-bandas-elasticas.com/ejercicios/hombros/index.html>
- <http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/que-son-los-movimientos-repetidos/>
- <http://kidshealth.org/es/teens/rsi-esp.html>
- <http://www.prevensystem.com/internacional/333/noticia-prevencion-de-lesiones-por-movimientos-repetitivos.html>
- <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/movimientos.pdf>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Manguito_de_los_rotadores

11. Anexos.

Anexo 1.



Anexo 2.

Localización de las lesiones en el tenis

Miembro superior 27%	Tronco/ espalda & abdomen	Miembro inferior 40%	Otras (muslo, cadera, cabeza, ojo)
Hombro 10%	20%	Pie 12%	13%
Codo 12%		Tobillo 8%	
Muñeca 5%		Pantorrilla 5%	
		Rodilla 15%	

Anexo 3.



Anexo 4.



Anexo 5.

El desgarro de una lesión SLAP ocurre en el lugar donde el tendón del bíceps se conecta con el labrum.

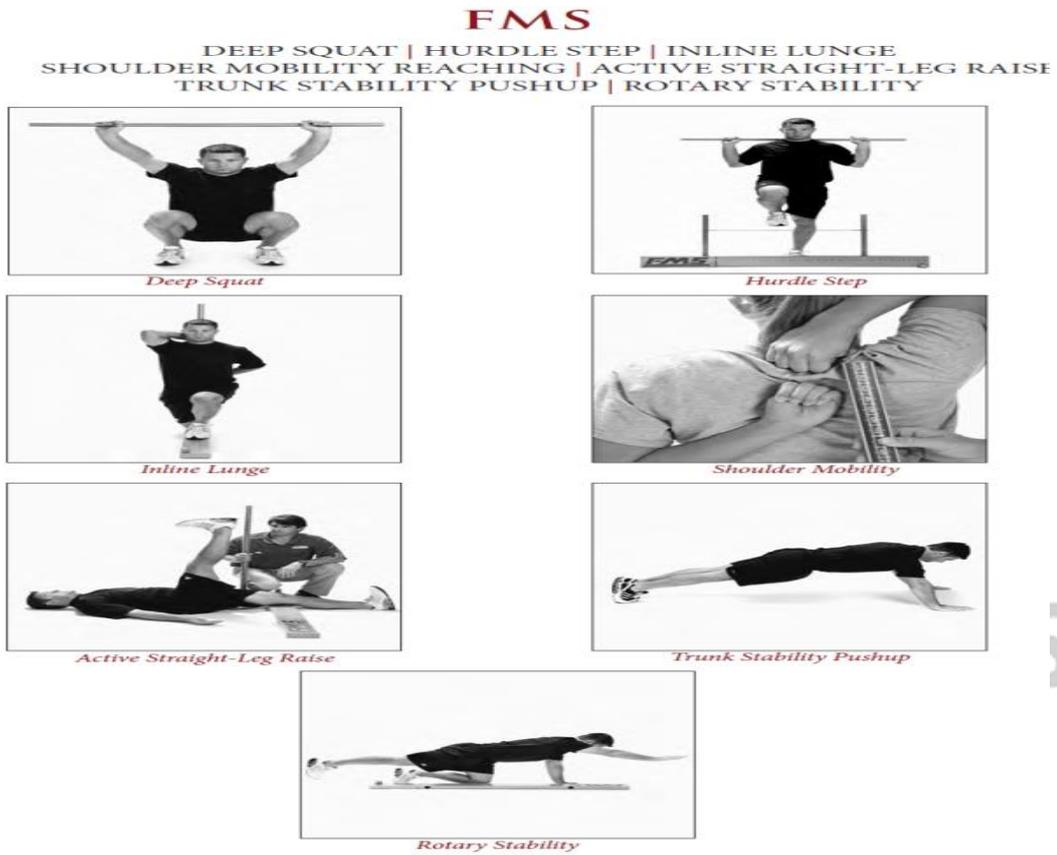


Anexo 6.



- <http://www.emol.com/noticias/deportes/2008/08/01/315689/sharapova-se-perdiera-abierto-de-eeuu-por-lesion-de-hombro.html>
- <http://www.puntodebreak.com/2013/08/22/maria-sharapova-baja-en-el-us-open>

Anexo 7.



Anexo 8.

Training	Training details								Intensity & frequency	
Weight training	Power clean & snatch, over	& Lunge, row,	press, Jerk, Squat	Dead-lift, Clean jump,	Push pull	press, up, External rotation	Power Bent	2-3	1-2	sets, times per week
Javelin specific training	Isometric Snaps,	Javelin Crossovers	Contractions, up	Javelin Stairs,	Step-Ups, Bungee Bounding	Hip-	3-4	3-4	sets, times per week	
FMS training	Deep squat	corrective exercise,	Hurdle step	corrective exercise,	Shoulder mobility	corrective exercise,	3	3	sets, times per week	
	corrective exercise,	Active straight leg raise	Rotary stability	corrective exercise,	Team					
	core exercise									