

Prevención de las tendinopatías en el deporte

Luis Giménez Salillas¹, Ana M^a Larma Vela², Javier Álvarez Medina³

¹Universidad de Zaragoza. ²ARAMEDE, Zaragoza. ³Facultad Ciencias de la Salud y del Deporte. Universidad de Zaragoza

Recibido: 17.03.2014

Aceptado: 24.04.2014

Resumen

Las tendinopatías son lesiones con una gran prevalencia en el deporte que provocan dolor, tumefacción difusa o localizada y afectación del rendimiento deportivo.

Las tendinopatías crónicas se producen como consecuencia de una acumulación de factores, aunque el gesto repetitivo, es decir la sobrecarga, es un factor de gran importancia.

El tratamiento de las lesiones por sobrecarga en el contexto deportivo tiene la dificultad de que el deportista necesita solucionar su problema de la forma más rápida posible, muchas veces sin detener su actividad deportiva y en otras sin llegar a restituir completamente la integridad del elemento lesionado. Por ello, es muy importante que la lesión no llegue a producirse para lo que es necesario aplicar medidas de prevención eficaces.

En este trabajo se indica la forma en que se debe plantear la prevención lesional para lo que es necesario la identificación de los factores de riesgo, la aplicación de las medidas preventivas y la valoración de la eficacia de la estrategia aplicada.

Se hace una revisión en profundidad de los mecanismos por los que los diversos factores de riesgo, tanto intrínsecos como extrínsecos, en el contexto de un deportista predispuesto en el que concurren una serie de factores favorecedores desencadenan la tendinopatía crónica.

Asimismo se describe el mecanismo fisiopatológico desencadenante de la lesión crónica.

Se hace una descripción de las estrategias preventivas que son el calentamiento, los estiramientos, el entrenamiento de contracción muscular excéntrica, y el entrenamiento específico de fuerza.

Por último se analizan los deportes del atletismo y del voleibol en lo que significa la gran sobrecarga del aparato extensor de la rodilla y la elevada incidencia de tendinopatías crónicas de esta localización y de la natación y béisbol en lo que significa la gran sobrecarga que sufre el hombro y la elevada incidencia de patología en los tendones rotadores del hombro.

En resumen, se describen los factores de riesgo más importantes en la génesis de las tendinopatías crónicas más frecuentes, en las actividades deportivas con mayor incidencia de estas lesiones y se plantean los mecanismos más eficaces para su prevención.

Palabras clave:

Tendinopatía. Prevención. Factores de riesgo. Calentamiento. Estiramientos. Contracción muscular excéntrica. Entrenamiento específico de fuerza.

Prevention in sport tendinopathy

Summary

Tendinopathies are lesions very prevalent in sports that cause pain, diffused or localized swelling and repercussion on sports performance.

Chronic tendinopathies occur as a result of an accumulation of factors, although the repetitive movement, i.e. overuse, is a very important factor.

The treatment of overuse injuries in sports context has the difficulty that the athlete needs to solve his problem as quickly as possible, many times without stopping the sports activity and other times without totally restoring the integrity of damaged part. Therefore, it is very important that the injury does not get to occur, for which effective prevention measures need to be implemented.

This work indicates the way to outline the lesion prevention, for which the identification of risk factors, the application of preventive measures and the assessment of the applied strategy effectiveness are necessary.

There is a thorough review of the mechanisms by which risk factors, both intrinsic and extrinsic, in the context of a predisposed athlete on which a series of favourable factors come together, trigger chronic tendinopathy.

Also the pathophysiological mechanism that triggers chronic injury is described.

The work describes preventive strategies, which are warm-up exercise, stretching, eccentric muscle contraction training and specific strength training.

Finally, there is an analyse of athletics and volleyball regarding the great overuse of the knee extensor apparatus and the high incidence of chronic tendinopathy on this location and an analyse of swimming and baseball regarding the great overuse of the shoulder and the high incidence of pathology in the rotator tendons of the shoulder.

In summary, it describes the most important risk factors in the genesis of the most common chronic tendinopathies in sport in the sports activities with higher incidence of these injuries and it outlines the most effective mechanisms for their prevention.

Key words:

Tendinopathie. Prevention. Risk factors. Warm-up. Stretching. Eccentric muscle contraction. Specific strength training.

IN MEMORIAM. El Dr. Luis Giménez Salillas, primer autor de este trabajo, falleció pocos días después de finalizar el manuscrito. Sirva este trabajo como homenaje póstumo a un médico que dedicó su vida a sus pacientes, a un docto profesor para sus alumnos y a un amigo de sus amigos.

Correspondencia: Javier Álvarez Medina

E-mail: javialv@unizar.es

Introducción

Las tendinopatías que son síndromes clínicos en los que existe un componente inflamatorio (tendinitis) pero otro componente degenerativo que es más importante (tendinosis)¹ que no siempre suponen sobrecarga tendinosa, se caracterizan por dolor, tumefacción difusa o localizada y disminución del rendimiento², son lesiones muy frecuentes en la práctica deportiva³.

La incidencia es de 30-50% de todas las lesiones deportivas según diversos autores⁴. Existen estudios que señalan que el 30% de los corredores sufren tendinopatías crónicas y un 40% presentan el codo de tenista en los deportes de raqueta⁵. La tendinopatía de Aquiles (56,6%) es la más frecuente en los corredores de fondo y se relaciona con el número de años de la práctica de la carrera, siendo más frecuente en la porción media del tendón⁶. La tendinopatía del manguito de los rotadores es la causa más frecuente de dolor y disfunción a nivel del miembro superior y aumenta su aparición con la edad.

Prevención

Según el Diccionario de la Lengua Española se denomina prevención a la preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo y el Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas indica que la profilaxis es el conjunto de medios que sirven para preservar de enfermedades al individuo o a la sociedad.

Aunque los artículos que hablan sobre prevención no la definen, se puede entender como prevención lesional el conjunto de medidas que sirven para preservar de lesión al individuo, deportista, en este caso.

Existen dos tipos de prevención:

- *Prevención primaria*: este tipo de prevención corresponde a la definición anteriormente utilizada.
- *Prevención secundaria*: medidas tendentes a que no se vuelva a producir una lesión que ya ha sucedido.

La secuencia de la prevención

Van Mechelen, *et al*⁷, utilizando un modelo epidemiológico, describen la prevención lesional en cuatro estadios:

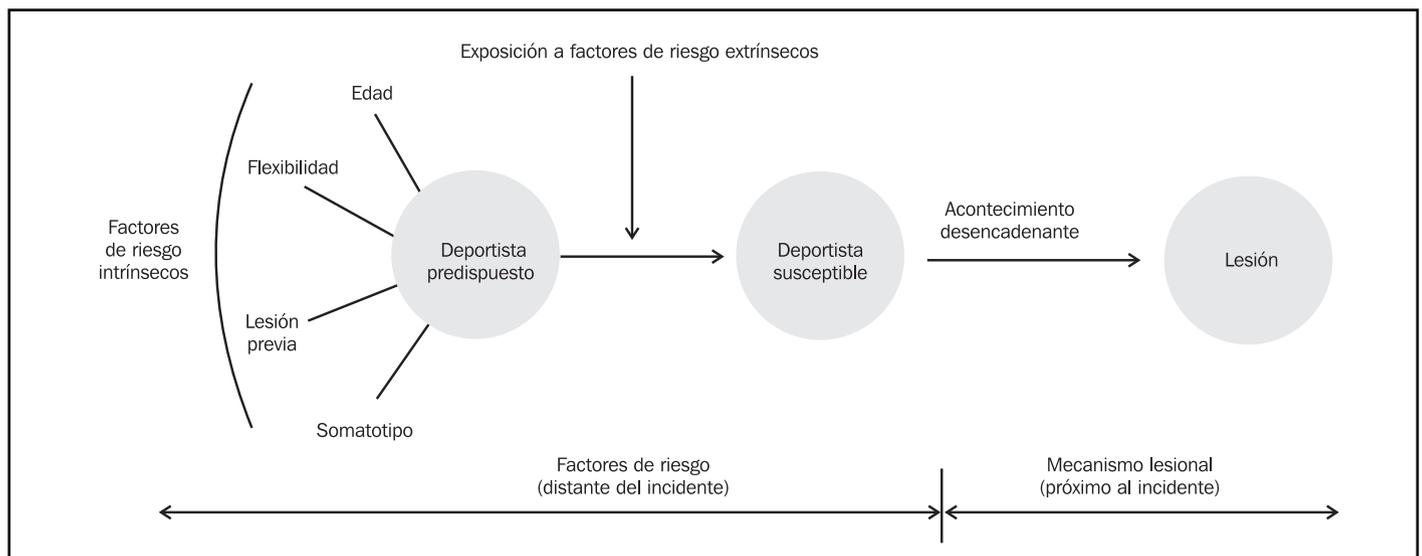
- Identificación y descripción del problema en términos de incidencia y severidad de las lesiones deportivas.
- Identificación de los factores de riesgo y mecanismos lesionales que juegan un papel en la aparición de la lesión deportiva.
- Introducción de medidas que es probable que reduzcan el futuro riesgo y/o severidad de lesión deportiva, basadas en la información de los factores etiológicos y los mecanismos lesionales correspondientes al segundo estadio.
- Evaluación del efecto de las medidas, volviendo al primer estadio.

Un paso crítico es el establecimiento de las causas lesionales: Esto supone obtener información sobre cómo un deportista particular puede estar en riesgo en una situación dada (factores de riesgo), y sobre cómo sucede la lesión (mecanismo lesional). Además, hay que comprender la lesión como una consecuencia multifactorial de diversos factores que coinciden en una situación determinada. Aunque una lesión puede parecer originada por una única circunstancia, lo más probable es que suceda como consecuencia de una compleja interacción entre factores de riesgo internos y externos. Factores de riesgo interno, como edad, sexo, y composición corporal pueden influenciar el riesgo de padecer una lesión predisponiendo al deportista a lesionarse y son, por definición, factores de riesgo. Además, factores de riesgo como calzado, superficie de juego u otros, pueden modificar el riesgo de lesión, situando al deportista incluso en un riesgo mayor de lesionarse (Figura 1).

Aunque es la presencia de factores internos y externos lo que convierte al deportista susceptible a la lesión, la mera presencia de estos factores no es suficiente para provocar la lesión. Esta combinación de factores "prepara" al deportista para que suceda la lesión en una situación dada (Figura 2).

Aplicando un modelo biomecánico para describir el origen de las lesiones por sobrecarga, que considera las propiedades tisulares junto

Figura 1. Interacción de factores de riesgo internos y externos que en un evento concreto conducen a la lesión⁸.



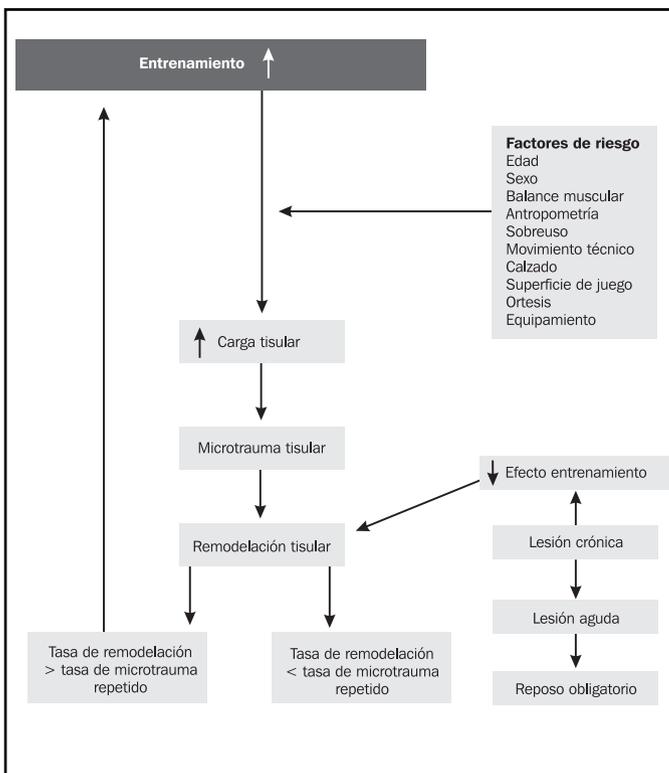
con las características de la carga aplicada, la lesión se produce como consecuencia de la transferencia de energía al tejido⁹.

Las propiedades mecánicas del tejido humano como dureza (relación estrés-estiramiento) y fuerza, determinan la respuesta a las cargas físicas aplicadas. La respuesta es diferente en cada tejido y depende de la naturaleza y tipo de la carga, su intensidad de aplicación, la frecuencia de repetición, la magnitud de la energía transferida y factores intrínsecos como edad, sexo y condición física. En este modelo, lo que determina la lesión es la relación entre la carga y la tolerancia a la carga. La explicación es que, o bien el evento provoca una carga mecánica superior a la que se tolera en circunstancias normales, o bien se ha reducido el nivel de tolerancia a un punto en que la carga mecánica no es tolerada⁹.

Cuando se compara el modelo biomecánico con el epidemiológico, la carga y la tolerancia a la carga pueden ser influenciadas por diferentes vías por los principales elementos del modelo epidemiológico: factores de riesgo internos, factores de riesgo externos y el propio incidente lesional. Aunque los tres elementos influyen la carga, la tolerancia a la carga está determinada principalmente por factores de riesgo internos. Por ejemplo, importantes determinantes para la tolerancia a la carga, como las propiedades del material y el tamaño de un ligamento, se influyen por la edad, el sexo, tamaño corporal y diseño del entrenamiento.

La Figura 2 muestra un diagrama de desarrollo de la lesión en relación con los factores de riesgo, el proceso de reparación, la carga y la tasa de remodelación.

Figura 2. Modelo de desarrollo de la lesión en relación con los factores de riesgo (Adaptado de Williams, 1993)¹⁰.



Factores de riesgo de lesión

Se considera que existen factores de riesgo que favorecen la aparición de lesiones¹¹ y que se pueden agrupar en dos grandes grupos:

- *Intrínsecos* (lesiones por sobrecarga) (Tabla 1).
- *Extrínsecos* (lesiones agudas) (Tabla 2).

Recientemente se está desarrollando la investigación de características genéticas como factores predisponentes en diversas lesiones de partes blandas del aparato locomotor tanto agudas como por sobrecarga. Se ha encontrado una relación entre los genes TNC, COL5A1 y MMP3 con la tendinopatía crónica del tendón de Aquiles^{19,20}. Hay un estudio²¹ que encuentra un riesgo dos veces superior de desarrollar patología del tendón de Aquiles en la presencia del genotipo TT de la variante GDF5rs 143383. Si estas relaciones son importantes y pueden utilizarse en el manejo de estos problemas es algo que todavía debe ser establecido de forma incontrovertible.

Tabla 1. Factores de riesgo intrínsecos¹²⁻¹⁵.

Malalineaciones::

- Hiper-hipo pronación del pie.
- Pies planos/cavos.
- Antepie varo/valgo.
- Retropie varo/valgo.
- Tibia vara.
- Genu varo/valgo.
- Rótula alta/baja.
- Anteversión de cabeza femoral.

Disimetría de extremidades inferiores.

Debilidad y desequilibrio muscular.

Disminución de la flexibilidad¹³.

Laxitud articular.

Sexo femenino.

Edades extremas (jóvenes – mayores¹⁶).

Exceso de peso.

Enfermedades predisponentes.

Historia familiar en tendinopatía aquilea¹⁷.

Tabla 2. Factores de riesgo extrínsecos.

Cargas excesivas:

- Tipo de movimiento.
- Velocidad de movimiento.
- Número de repeticiones.
- Calzado deportivo.
- Superficie de juego.

Errores de entrenamiento:

- Distancia excesiva.
- Progresión rápida.
- Intensidad alta.
- Trabajo en pendiente.
- Técnica incorrecta^{12,18}.
- Fatiga.

Malas condiciones ambientales.

Equipamiento inadecuado.

Reglas inadecuadas.

El movimiento articular normal implica un alto grado de coordinación entre músculos agonistas y antagonistas en términos de fuerza y flexibilidad. Si un grupo muscular se desarrolla más que otro, por efecto del entrenamiento, se produce un desequilibrio en el balance de fuerza muscular, como sucede cuando se sobreentrena la fuerza del cuádriceps respecto a los isquiotibiales²².

Lo mismo sucede si se realizan patrones de movimiento exclusivos y altamente repetitivos como carrera o salto y recepción en el suelo que es posible que reduzcan la flexibilidad de los grupos musculares implicados²³.

El desequilibrio de fuerza junto con la flexibilidad reducida posiblemente provoca un desequilibrio muscular que predispone a la lesión²².

Hay varias manifestaciones del desequilibrio muscular, especialmente:

- Desequilibrio entre lado derecho e izquierdo del cuerpo²⁴.
- Desequilibrio entre grupos musculares agonistas y antagonistas²³.
- Desequilibrio entre grupos musculares de diferentes articulaciones que trabajan conjuntamente para realizar determinados movimientos, por ejemplo, desequilibrio entre extensores de cadera, extensores de rodilla y flexores plantares del tobillo en el salto y en la recepción del salto²⁵.

El desequilibrio muscular provoca fatiga muscular

La tendencia para la sobrecarga aductora que ocurre en la rodilla en el salto y en la recepción del salto también se ve incrementada, no sólo por la fatiga muscular relacionada con el desequilibrio muscular, sino también por malalineaciones anatómicas como genu valgo, retropié valgo, antepié varo e inestabilidad en articulaciones relacionadas, como excesiva pronación del tobillo.

Respecto a las malalineaciones anatómicas hay un ángulo medial entre el muslo y la pierna en el plano frontal mucho mayor en mujeres que en hombres. Esto provoca una mayor tendencia a la abducción que ocurre en el salto y en la recepción del salto, mayor en las mujeres que en los hombres, especialmente cuando aumenta la fatiga. Esto puede explicar, en parte, el mayor número de lesiones en mujeres²⁶.

Se ha encontrado una correlación negativa moderada entre rotación interna del hombro dominante y número total de años de juego en tenis de alto nivel. Esto indica que la práctica de tenis de años provoca una reducción de la rotación interna progresiva que condiciona pérdida de movimiento. Es necesaria la detección temprana y la realización de un programa de entrenamiento corrector para evitar una reducción del rendimiento y evitar el riesgo de lesión²⁷.

El sobreuso es otro factor independiente de lesión con una relación positiva entre frecuencia de juego en voleibol y síndrome de rodilla de saltador²⁸.

Técnicas específicas de prevención

Calentamiento

No hay muchos estudios realizados sobre la utilidad del calentamiento en la prevención de las lesiones tendinosas aunque se le presupone de una forma ampliamente aceptada su efecto beneficioso

y su necesidad de realización. Se ha demostrado, no obstante, que tras un periodo de inactividad es necesario un periodo de calentamiento de, al menos seis minutos o realizar 270 ciclos de carga en bicicleta para que el tendón de Aquiles alcance un estado relativamente estable²⁹. Aunque ha habido corrientes de opinión que indicaban la ineficacia del calentamiento en la prevención de lesiones deportivas, y a pesar de la dificultad de realizar estudios concluyentes, la evidencia es más sólida respecto a la capacidad de prevención lesional que tiene el calentamiento³⁰.

Estiramientos

Hay estudios que demuestran posibles mecanismos del beneficio potencial de los estiramientos. Respecto al tendón de Aquiles no existe una demostración clara de los beneficios del estiramiento en la prevención de lesiones y es necesario efectuar más estudios para confirmar estos efectos^{31,32}.

Entrenamiento de contracción muscular excéntrica

La contracción muscular excéntrica permite al complejo muscular y tendinoso soportar las tracciones y el estiramiento muscular y aumentar la estabilidad articular pero también puede provocar lesiones: dolor muscular de origen tardío (DOMS), rotura muscular y lesiones tendinosas como luxación, rotura tendinosa y tendinitis. Por tanto las técnicas de tratamiento y prevención deben realizarse bajo protocolos controlados, con velocidades y resistencias progresivas. La prevención de la tendinopatía necesita cuantificar la actividad excéntrica durante el entrenamiento³³.

Se ha comprobado que el entrenamiento excéntrico previene la aparición de tendinopatías³⁴ de la misma manera que reduce las manifestaciones clínicas dolorosas de la tendinopatía aquilea de su porción media, pero no de la insercional^{35,36} y también reduce el grosor y normaliza la estructura tendinosa comprobado ecográficamente³⁷.

El tratamiento de contracción excéntrica de la musculatura de la pierna muestra prometedores resultados en el tratamiento de la tendinosis de la porción media del tendón de Aquiles, incluso para reducir la aplicación de tratamiento quirúrgico³⁸. Además, se ha comprobado que este entrenamiento excéntrico es efectivo en la prevención secundaria de la tendinopatía aquilea en el contexto clínico³⁹.

El entrenamiento excéntrico del cuádriceps parece reducir el dolor en la tendinosis rotuliana. El concéntrico no⁴⁰.

El entrenamiento excéntrico y el estiramiento en tenistas con tendones rotulianos normales reduce significativamente la proporción de jugadores con cambios ecográficos en tendones rotulianos al final de la temporada pero en jugadores asintomáticos con ecografía anormal de los tendones rotulianos, el entrenamiento excéntrico preventivo y el estiramiento aumenta el riesgo de lesión⁴¹.

El entrenamiento específico de fuerza

Un aspecto de importancia aunque poco estudiado es la aplicación de programas de fortalecimiento muscular en la prevención de las tendinopatías crónicas que deben ser específicos para las regiones anatómicas implicadas en cada actividad deportiva⁴².

Análisis por deportes

Atletismo

En las carreras de fondo de atletismo se ha encontrado un efecto directo entre el volumen de entrenamiento y la aparición de lesiones por sobrecarga. La proporción de lesiones por sobrecarga es más de 10 veces superior que las lesiones agudas⁵, siendo las lesiones más frecuentes la tendinitis aquilea y la rodilla del saltador que se encuentran en alrededor del 50% de corredores veteranos⁵.

También se ha comprobado que el cambio rápido en el volumen de carrera conduce con más frecuencia al desarrollo de tendinitis rotuliana, mientras que el cambio del ritmo/velocidad de carrera se asocia más frecuentemente con tendinopatía aquilea⁴³.

Se ha comprobado la influencia de la superficie de entrenamiento sobre la aparición de las tendinopatías de extremidades inferiores en la carrera de fondo de atletismo siendo la tierra, frente al asfalto la que más lesiones provoca⁶.

Por último, los corredores de fondo de más de 10 años de práctica son los que más riesgo tienen de aparición de tendinopatías de extremidades inferiores⁶, además, el sobrepeso se asocia con anomalías del tendón aquileo, especialmente aumento de su espesor, debidas al aumento del estrés que provoca el exceso de peso⁴⁴.

Natación

La natación, por la importante implicación del hombro en su técnica de ejecución, es uno de los pocos deportes en los que las lesiones de la extremidad superior son más frecuentes que los de la inferior y estas, a su vez, son por sobrecarga más frecuentemente que agudas.

La incidencia de las lesiones por sobrecarga del tendón suparespiñoso, que es la más frecuente, se relaciona directamente con la cantidad de entrenamiento, concretamente con el número de horas de entrenamiento semanal y con el kilometraje que se entrena cada semana⁴⁵. Se ha observado que el entrenamiento de más de 4 sesiones/semana duplica el riesgo de lesiones de rodilla, pero cuadruplica el riesgo de las lesiones del hombro. Sin embargo, la realización de estiramientos reduce cinco veces el riesgo de presentar lesiones de rodilla⁴⁶.

Los estilos implican diversas consideraciones. La braza supone un riesgo cinco veces mayor de dolor de rodilla. El estilo libre supone un riesgo relativo para lesiones de rodilla cuatro veces superior, aunque las lesiones más predominantes son las del hombro. La mariposa implica un riesgo aumentado de lesiones de hombro y de la columna cervical, cuatro veces superior, y algo más bajo de lumbalgia⁴⁶.

Béisbol

El béisbol es un deporte muy peculiar en el que, desde el punto de vista del análisis lesional, destaca la repetición de un gesto técnico primordial realizado con la extremidad superior y con el lado dominante por el pitcher como es el lanzamiento (*throwing*) lo que supone una enorme sobrecarga a nivel del codo y del hombro. Son precisamente estas áreas las más afectadas con aparición de dolor (en el codo 26% y en el hombro 32%) según un trabajo realizado en 298 jóvenes jugadores

en dos temporadas⁴⁷. Se han considerado como factores de riesgo para las lesiones por sobrecarga, tendinopatías y problemas insercionales del codo la edad elevada, el peso elevado, la talla baja, el entrenamiento de levantamiento de pesas en la temporada, el jugar al béisbol fuera de la liga, la disminución de la auto-satisfacción y la fatiga del brazo cuando se realiza el lanzamiento. Algunos de estos factores no son modificables pero otros sí, al menos desde un punto de vista teórico. Pero un hallazgo muy importante del estudio tiene una aplicación práctica para el entrenamiento dado que el riesgo es mayor cuando el lanzador efectúa menos de 300 o más de 600 lanzamientos durante la temporada⁴⁷, por lo que se debería recomendar que el número de lanzamientos en una temporada se situara entre 300 y 600, al menos en adolescentes.

El mismo análisis se efectuó para la patología del hombro encontrando como factores de riesgo para las lesiones por sobrecarga la disminución de la satisfacción, también la fatiga del brazo cuando se realiza el lanzamiento y, desde el punto de vista del entrenamiento, el efectuar más de 75 lanzamientos en un partido o menos de 300 lanzamientos durante la temporada⁴⁷, cifras que se deberían tener en cuenta a la hora de planificar el entrenamiento.

Además de los factores anteriormente indicados y que también se han encontrado en otros trabajos⁴⁸⁻⁵², la fatiga es un factor independiente en la génesis de lesiones por sobrecarga en el codo y en el hombro⁴⁸.

Al igual que sucede en otros deportes con reiteración de gestos, el talento de los pitchers, en lo que se refiere a la calidad del lanzamiento, es un factor de riesgo en la aparición de lesiones por sobrecarga en el codo⁵³.

Voleibol

Las lesiones deportivas en el voleibol se relacionan con diversos factores como género, duración del entrenamiento y de la competición, así como de características antropométricas y físicas⁵⁴. La edad más avanzada también es un factor de mayor riesgo¹⁶. Además, la exposición constante a acciones motoras repetidas y a cargas excesivas supone un mayor riesgo lesional.

En el voleibol, deporte de salto, existen dos patologías de sobrecarga típicas: la tendinopatía rotuliana (rodilla del saltador) y la patología de sobrecarga del hombro.

Prevencción de la tendinopatía rotuliana

La tendinopatía rotuliana tiene una etiología multifactorial. Según Resser, *et al*⁵⁵ los factores de riesgo más importantes para la tendinopatía rotuliana en el voleibol se describen en la Tabla 3, indicando cuáles de ellos son modificables permitiendo, así influir sobre la aparición de la lesión.

Factores predisponentes

La tendinopatía rotuliana es más frecuente en mujeres, al igual que sucede en el balonmano y fútbol¹⁵ aunque hay trabajos que encuentran mayor incidencia en hombres⁵⁶.

Hay más tendinitis en los que saltan más alto y los que presentan un ángulo de flexión de la rodilla más profundo en la recepción de un salto de remate⁵⁷. En el baloncesto también se ha encontrado una relación

Tabla 3. Factores de riesgo de tendinopatía rotuliana.

Factores intrínsecos	Modificable
Estabilidad	Sí
Habilidad de salto	Sí
Historia previa de síntomas similares	No
Sexo	No
Aproximación al remate/técnica de recepción	Sí
Factores extrínsecos	Modificable
Superficie de la pista	Sí
Volumen de entrenamiento	Sí
Nivel deportivo alto	No

Modificado de Reeser *et al.*⁵⁵.

directa entre la capacidad de salto vertical y la flexibilidad y la aparición de tendinopatía rotuliana⁵⁸. En el baloncesto se ha encontrado diferencia entre las tendinopatías que afectan a una extremidad o a las dos, lo que ha sugerido que los factores de riesgo pudieran ser diferentes, pero esta hipótesis requiere más investigación⁵⁹.

El estrés en valgo de la rodilla, durante la fase de carga excéntrica del salto de remate, puede contribuir al inicio asimétrico de tendinopatía rotuliana⁵⁷, la posición de bloqueador medio presenta más tendinopatías que otros jugadores, así como influyen otros factores relacionados con la técnica del salto⁶⁰.

Otra característica anatómo-funcional como es el rango bajo de dorsiflexión del tobillo es un factor de riesgo para desarrollar tendinopatía rotuliana en el baloncesto y en el voleibol^{61,62} así como alineación alta en varo del antepie y cintilla iliotalibial⁶³.

La técnica de la recepción en el suelo es un factor de riesgo en el desarrollo y mantenimiento de la tendinopatía rotuliana pudiendo utilizar el estudio de la dinámica del salto para realizar modificaciones que reduzcan el riesgo de tendinopatía rotuliana⁶⁴.

El mayor volumen de entrenamiento se asocia con un riesgo lesional mayor, lo mismo que sucede con el nivel alto de calidad y de competición⁶⁵.

Por último, la tendinopatía rotuliana es más prevalente en las superficies duras, por ello, es menos frecuente en el voley-playa⁶⁶.

En definitiva, lo que indica la Tabla 3 es que los factores que incrementan la carga dinámica del tendón rotuliano aumentan el riesgo de desarrollar tendinopatía rotuliana.

Estrategias de prevención

La prevención específica de la tendinopatía rotuliana en el voleibol y, por añadidura, en los deportes de salto, debe basarse en la mejora de la técnica de salto y de recepción en el suelo. Dado el efecto de la superficie de juego y del volumen del entrenamiento hay que minimizar el volumen y el entrenamiento de salto en superficies duras.

Sobrecargar el aparato extensor de la rodilla más allá de la capacidad de regeneración del tendón rotuliano puede desencadenar la tendinopatía. Los jugadores de baloncesto y voleibol que entrenan

con demandas intensas de trabajo físico tienen un riesgo mayor de desarrollar tendinopatía rotuliana⁶⁷. Por otra parte, se ha encontrado un incremento de dos veces el riesgo de presentación de tendinopatía por cada hora extra de entrenamiento y una probabilidad de presentar tendinopatía rotuliana cuatro veces superior por cada set extra jugado por semana⁶⁸.

Parece que el riesgo es especialmente importante en jugadores jóvenes de calidad que pasan de la categoría junior a la senior cuando aumentan los días de entrenamiento por encima de tres/semana, cuando se les entrena con pesas y cuando se incrementa notablemente el entrenamiento de salto.

Los protocolos de entrenamiento excéntrico (especialmente los que usan semisentadillas) han probado ser medios eficaces para tratar la tendinopatía rotuliana. Parece haber evidencia de que estos protocolos de entrenamiento excéntrico del aparato extensor de la rodilla pueden prevenir de forma efectiva el dolor anterior de la rodilla relacionado con el deporte provocado por tendinopatía rotuliana.

Es importante, en la prevención secundaria, efectuar rehabilitación hasta que desaparezcan totalmente los síntomas y evitar retornar al juego antes de la adecuada rehabilitación para evitar recurrencias y disminuir el riesgo de cronificación.

La investigación sobre ortesis no ha demostrado que sean efectivas en la prevención o tratamiento de la rodilla del saltador.

Prevención de la patología tendinosa por sobrecarga del hombro

La patología de sobrecarga del hombro se produce por afectación del manguito de los rotadores (afectación principal del tendón supraespinoso), inestabilidad glenohumeral, alteraciones escapulares e insuficiencia del resto de estabilizadores dinámicos del hombro.

La sobrecarga crónica del hombro provoca una serie de condiciones clínicas de la escápula, como depresión y lateralización de la escápula dominante, malposición escapular, prominencia del borde medial inferior, malposición y dolor de la apófisis coracoides y malposición y discinesia escapular⁶⁹, que contribuyen al dolor del hombro por sobrecarga junto con la afectación del manguito de los rotadores y la inestabilidad glenohumeral (Tabla 4).

Factores predisponentes

Entre los factores predisponentes para esta patología, como en otras patologías por sobrecarga, el sexo femenino tiene una prevalencia mayor de esta patología y otro factor de riesgo es la historia previa de dolor de hombro, al igual que el déficit de rotación interna de la articulación glenohumeral superior al 10% respecto al hombro contralateral⁶⁹.

Aunque posiblemente los factores más importantes y, en cierto grado modificables tienen que ver con aspectos técnicos como la trayectoria del balón y su peso, así como el estilo del remate y el factor más determinante se relaciona con una clara situación de sobreuso. Se ha estimado, pero posiblemente es una cifra subestimada, que el jugador de élite de voleibol realiza más de 40.000 remates por temporada y esta circunstancia es un claro factor de riesgo para presentar patología de sobrecarga tendinosa del hombro.

Tabla 4. Factores de riesgo de la patología tendinosa por sobrecarga del hombro⁴⁶.

Factores intrínsecos	Modificable
Anatomía	No
Biomecánica	Sí
Acondicionamiento/estabilidad	Sí
Déficit de rotación interna glenohumeral	Sí
Historia previa de lesión	No
Discinesias escapulares	Sí
Sexo	No
Factores extrínsecos	Modificable
Situación de competición	Sí
Carga	Sí

Estrategias de prevención

La prevención específica de la patología tendinosa por sobrecarga del hombro requiere enseñar la técnica correcta de remate para minimizar la carga cinética de la articulación glenohumeral. Se debe tener presente que la reducción de la carga y del volumen de entrenamiento así como un programa de entrenamiento del mantenimiento coordinado de la función escápula/manguito de los rotadores, de la resistencia y de la fuerza disminuye la sobrecarga del hombro y facilita la recuperación tisular lo que se deberá tener en cuenta a la hora de programar el entrenamiento. Por último, un programa de estiramientos para aumentar la rotación interna de la articulación glenohumeral es una medida efectiva de prevención⁶⁹.

La prevención secundaria depende enteramente de una rehabilitación efectiva. Debe restringirse el retorno al juego hasta que se sea asintomático y se estudie la biomecánica del hombro para compensar y corregir las maladaptaciones subyacentes. Por último, las ortesis son de uso difícil y de dudosa utilidad.

Bibliografía

- Dirks RC, Warden SJ. Models for the study of tendinopathy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2011;11:141-9.
- Khan KM, Maffulli N. Tendinopathy: an Achilles' heel for athletes and clinicians. *Clin J Sport Med.* 1998;8:151-4.
- Ackermann PW, Renström P. Tendinopathy in sport. *Sports Health.* 2012;4:193-201.
- De Vos RJ, Weir A, van Schie HT, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Weinans H, Tol JL. Platelet-rich plasma injection for chronic Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;303:144.
- Sharma P, Maffulli N. Biology of tendon injury: healing, modeling and remodeling. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2006;6:181-90.
- Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. *Foot Ankle Int.* 2008;29: 671-6.
- Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.* 1992;14:82-99.
- Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:324-9.
- McIntosh AS. Risk compensation, motivation, injuries, and biomechanics in competitive sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:2-3.

- Williams KR. En: Watkins J. Injuries in volleyball. En: *Clinical practice of sports injury prevention and care.* Renström PAFH Ed. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 1994; 360-374.
- Kannus P. Types of Injury prevention. En: Watkins J. *Sports injuries. Basic principles of prevention and care.* Renström PAFH Ed. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 1993; 16-23.
- Mann KJ, Edwards S, Drinkwater EJ, Bird SP. A lower limb assessment tool for athletes at risk of developing patellar tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45:527-33.
- Van der Worp H, van Ark M, Roerink S, Pepping GJ, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med.* 2011;45:446-52.
- Crossley KM, Thancanamootoo K, Metcalf BR, Cook JL, Purdam CR, Warden SJ. Clinical features of patellar tendinopathy and their implications for rehabilitation. *J Orthop Res.* 2007;25:1164-75.
- Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med.* 2005;33:561-7.
- Vanderlei FM, Bastos FN, Tsutsumi GY, Vanderlei LC, Netto Júnior J, Pastre CM. Characteristics and contributing factors related to sports injuries in young volleyball players. *BMC Res Notes.* 2013;6:415.
- Kraemer R, Wuerfel W, Lorenzen J, Busche M, Vogt PM, Knobloch K. Analysis of hereditary and medical risk factors in Achilles tendinopathy and Achilles tendon ruptures: a matched pair analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132:847-53.
- Deakon RT. Chronic musculoskeletal conditions associated with the cycling segment of the triathlon; prevention and treatment with an emphasis on proper bicycle fitting. *Sports Med Arthrosc.* 2012;20:200-5.
- Collins M, Raleigh SM. Genetic risk factors for musculoskeletal soft tissue injuries. *Med Sport Sci.* 2009;54:136-49.
- September AV, Posthumus M, Collins M. Application of genomics in the prevention, treatment and management of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures. *Recent Pat DNA Gene Seq.* 2012;6:216-23.
- Posthumus M, Collins M, Cook J, Handley CJ, Ribbans WJ, Smith RK, et al. Components of the transforming growth factor-beta family and the pathogenesis of human Achilles tendon pathology—a genetic association study. *Rheumatology (Oxford).* 2010;49:2090-7.
- Grace TG. Muscle imbalance and extremity injury. A perplexing relationship. *Sports Med.* 1985;2:77-82.
- Bach DK, Green DS, Jensen GM, Savinar-Nogue E. A comparison of muscular tightness in runners and nonrunners and the relation of muscular tightness to low back pain in runners. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1985;6:315-23.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med.* 1991;19:76-81.
- Sommer HM. Patellar chondropathy and apicitis, and muscle imbalances of the lower extremities in competitive sports. *Sports Med.* 1988;5:386-94.
- Ferretti A, Papandrea P, Conteduca F, Mariani PP. Knee ligament injuries in volleyball players. *Am J Sports Med.* 1992;20:203-7.
- Kibler WB, Chandler TJ, Livingston BP, Roetert EP. Shoulder range of motion in elite tennis players. Effect of age and years of tournament play. *Am J Sports Med.* 1996;24:279-85.
- Ferretti A, Puddu G, Mariani PP, Neri M. The natural history of jumper's knee. Patellar or quadriceps tendonitis. *Int Orthop.* 1985;8:239-42.
- Hawkins D, Lum C, Gaydos D, Dunning R. Dynamic creep and pre-conditioning of the Achilles tendon in-vivo. *J Biomech.* 2009;42:2813-7.
- Fradkin AJ, Gabbe BJ, Cameron PA. Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials? *J Sci Med Sport.* 2006;9:214-20.
- Park DY, Chou L. Stretching for prevention of Achilles tendon injuries: a review of the literature. *Foot Ankle Int.* 2006;27:1086-95.
- Park DY, Rubenson J, Carr A, Mattson J, Besier T, Chou LB. Influence of stretching and warm-up on Achilles tendon material properties. *Foot Ankle Int.* 2011;32:407-13.
- Middleton P, Montero C. Eccentric muscular contraction: implications in treatment of athletes. *Ann Readapt Med Phys.* 2004;47:282-9.
- Fyfe I, Stanish WD. The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. *Clin Sports Med.* 1992;11:601-24.
- Fahlström M, Jonsson P, Lorentzon R, Alfredson H. Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf-muscle training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:327-33.
- Jonsson P, Alfredson H, Sunding K, Fahlström M, Cook J. New regimen for eccentric calf-muscle training in patients with chronic insertional Achilles tendinopathy: results of a pilot study. *Br J Sports Med.* 2008;42:746-9.

37. Ohberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalized tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med.* 2004;38:8-11.
38. Alfredson H, Lorentzon R. Chronic Achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention. *Sports Med.* 2000;29:135-46.
39. Yu J, Lee G. Comparison of pathway and center of gravity of the calcaneus on non-involved and involved sides according to eccentric and concentric strengthening in patients with achilles tendinopathy. *J Sports Sci Med.* 2012;11:136-40.
40. Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *Br J Sports Med.* 2005;39:847-50.
41. Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT. Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: the Danish Super League Study. *Am J Sports Med.* 2008;36:451-60.
42. Allison GT, Purdam C. Eccentric loading for Achilles tendinopathy--strengthening or stretching? *Br J Sports Med.* 2009;43:276-9.
43. Nielsen RO, Nohr EA, Rasmussen S, Sørensen H. Classifying running-related injuries based upon etiology, with emphasis on volume and pace. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8:172-9.
44. Abate M, Oliva F, Schiavone C, Salini V. Achilles tendinopathy in amateur runners: role of adiposity (Tendinopathies and obesity). *Muscles Ligaments Tendons J.* 2012;2:44-8.
45. Sein ML, Walton J, Linklater J, Appleyard R, Kirkbride B, Kuah D, Murrell GA. Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010;44:105-13.
46. Knobloch K, Yoon U, Kraemer R, Vogt PM. 200 - 400 m breaststroke event dominate among knee overuse injuries in elite swimming athletes. *Sportverletz Sportschaden.* 2008;22:213-9.
47. Lyman S, Fleisig GS, Waterbor JW, Funkhouser EM, Pulley L, Andrews JR, Osinski ED, Roseman JM. Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1803-10.
48. Olsen SJ 2nd, Fleisig GS, Dun S, Loftice J, Andrews JR. Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2006;34:905-12.
49. Fleisig GS, Andrews JR. Prevention of elbow injuries in youth baseball pitchers. *Sports Health.* 2012;4:419-24.
50. Fleisig GS, Andrews JR, Cutter GR, Weber A, Loftice J, McMichael C, et al. Risk of serious injury for young baseball pitchers: a 10-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2011;39:253-7.
51. Parks ED, Ray TR. Prevention of overuse injuries in young baseball pitchers. *Sports Health.* 2009;1:514-7.
52. Park SS, Loebenberg ML, Rokito AS, Zuckerman JD. The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 1. *Bull Hosp Jt Dis.* 2002-2003;61:68-79.
53. Hurd WJ, Jazayeri R, Mohr K, Limpisvasti O, Elatrache NS, Kaufman KR. Pitch velocity is a predictor of medial elbow distraction forces in the uninjured high school-aged baseball pitcher. *Sports Health.* 2012;4:415-8.
54. Duncan MJ, Woodfield L, Al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med.* 2006;40:649-51.
55. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med.* 2006;40:594-600.
56. Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med.* 2007;41:217-23.
57. Lian Q, Engebretsen L, Ovrebø RV, Bahr R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper's knee. *Am J Sports Med.* 1996;24:380-5.
58. Cook JL, Kiss ZS, Khan KM, Purdam CR, Webster KE. Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: a cross-sectional study. *Br J Sports Med.* 2004;38:206-9.
59. Gaida JE, Cook JL, Bass SL, Austen S, Kiss ZS. Are unilateral and bilateral patellar tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players? *Br J Sports Med.* 2004;38:581-5.
60. Richards DP, Ajemian SV, Wiley JP, Zernicke RF. Knee joint dynamics predict patellar tendinitis in elite volleyball players. *Am J Sports Med.* 1996;24:676-83.
61. Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2011;39:2626-33.
62. Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport.* 2006;9:304-9.
63. Mendonça L, Fonseca S, Bittencourt N, Ocarino J, Gonçalves G, Verhagen E. Factors associated to patellar tendinosis in athletes: providing a base for injury mechanism and prevention. *Br J Sports Med.* 2014;48:638.
64. Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *Br J Sports Med.* 2007;41:e8.
65. Van der Worp H, van Ark M, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: a cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22:783-90.
66. Ferretti A. Epidemiology of jumper's knee. *Sports Med.* 1986;3:289-95.
67. Van der Worp H, Zwerver J, Kuijer PP, Frings-Dresen MH, van den Akker-Scheek I. The impact of physically demanding work of basketball and volleyball players on the risk for patellar tendinopathy and on work limitations. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2011;24:49-55.
68. Visnes H, Bahr R. Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23:607-13.
69. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy.* 2003;19:404-20.