

# Prevención de lesiones en el deportista (aspectos generales y aspectos podológicos)

Fernando Pifarré<sup>1,2,4</sup>, Jaume Escoda<sup>1,2</sup>, Montserrat Marugan de los Bueis<sup>3</sup>, Antonio Oller<sup>3</sup>, Teresa Prats<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Médico Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte; <sup>2</sup>Centro de Medicina del Deporte. Consell Català de l'Esport. Departament de la Vicepresidència. Generalitat de Catalunya; <sup>3</sup>Licenciado en Podología. Profesor titular de podología. Universidad de Barcelona; <sup>4</sup>Diplomado Universitario en Podología y Técnico ortopédico

Correspondencia:

Fernando Pifarré San Agustín

Centro de Medicina Deportiva de Lleida. INEF Lleida Partida Caparrella s/n 25192 Lleida

E-mail: [fpifarre@inefc.es](mailto:fpifarre@inefc.es) / [fpifarre@gmail.com](mailto:fpifarre@gmail.com)

## Resumen

Uno de los principales problemas que tienen los deportistas, tanto si son del mundo profesional como amateur, son las lesiones deportivas. Estas pueden ser tanto agudas como crónicas. En la actualidad se observa que los entrenamientos son cada vez más exigentes tanto en el número de horas de entreno como en la intensidad de las cargas. Esto, junto a unos periodos de descanso entre competición insuficientes ha hecho que aparezcan de forma fácil las lesiones deportivas y dentro de estas las lesiones por sobrecarga. Estas lesiones, son muy antipáticas y si no se actúa sobre su etiología es muy fácil que se cronifiquen. El presente trabajo clasifica de forma sistemática y didáctica los distintos factores que a la larga, si incidimos en ellos, pueden disminuir la probabilidad de que aparezca una lesión deportiva. Seguro que nos dejamos unos cuantos, ya que el tema de prevención de lesiones es un tema abierto y permanentemente en revisión. Los avances tecnológicos de la actualidad han hecho que en los últimos años haya cambiado el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de éstas.

**Palabras clave:** Prevención lesiones. Lesión crónica. Lesión por sobrecarga. Sistemas videoinformaticos de estudio de la marcha.

## Summary

One of the main problems that sportsmen have is sport injuries, independently of if they are professional or amateur sportsmen. These injuries can be acute as well as chronic. At present, trainings are increasingly demanding both in the number of hours of training and the intensity of loads. This, beside insufficient periods of rest between competitions, is the cause that sports injuries, and more specifically injuries due to overloads, have increased recently. These injuries are very unpleaseant and one must act upon their etiology or otherwise they will get chronic. The present work classifies in a systematical and didactic way the different factors that can reduce the probability of appearance of sport injuries if we act upon them. Most probably we are forgetting some of the factors, since the subject of injuries prevention is an open topic permanently in review. Actual technological advances have changed the diagnosis, the treatment and the prevention of sport injuries.

**Key words:** Injury prevention. Chronic injuries. Injuries by overload. Video-computerized study systems of walking.

Para asegurar una adecuada prevención de las lesiones en el deportista debemos tener en cuenta diversos factores. Desde un punto de vista didáctico y para ofrecer una visión global de los mismos, los dividimos en 4 grandes grupos:

- Factores médicos
  - Determinación médica de la aptitud deportiva
  - Seguimiento médico deportivo
  - Nutrición e hidratación
  - Tratamiento y rehabilitación de las lesiones
  - Masaje y cinesiterapia
- Factores psicológicos
  - Relación entre el deportista y el técnico deportivo
  - Carga emocional y tensión psicológica
- Factores podológicos
  - Anamnesis
  - Exploración podológica: estática y dinámica
  - Calzado deportivo
  - Lesiones por sobrecarga
- Otros factores
  - Elementos de protección y estabilización
  - Elementos tecnológicos
  - Reglamentos deportivos
  - Superficies y pavimentos

Probablemente existan otros factores a tener en cuenta, ya que el campo de la prevención está permanentemente abierto y en constante evolución, de forma paralela a la investigación científica y deportiva.

## Factores médicos

### Determinación médica de la aptitud deportiva

La prevención de las lesiones deportivas empieza con la realización de un examen médico de aptitud para la práctica deportiva. Uno de los objetivos principales de este examen de aptitud es el de descubrir posibles factores que puedan predisponer a presentar una futura lesión. Muchos de ellos no van a originar una lesión por sí solos, pero si añadimos la sobrecarga que comporta la práctica deportiva, se producirá el efecto sumatorio que pueda desencadenarla.

Este examen de aptitud suele realizarse durante la pretemporada y (siempre que se ficha a un deportista), en función del nivel deportivo y de la edad del deportista, será más o menos exhaustivo.

Como norma general consta de:

### *Anamnesis personal y familiar*

Además de los aspectos médicos de la anamnesis clínica general<sup>1</sup>, debemos incluir los antecedentes deportivos de los progenitores, así como la frecuencia, intensidad y características del entrenamiento del deportista en cuestión (horarios, sesiones semanales, períodos de descanso, compaginación con otras prácticas deportivas, etc). Es importante también el conocimiento de los antecedentes traumatológicos, su tratamiento, así como sus posibles secuelas o limitaciones derivadas de lesiones anteriores.

### *Cineantropometría*

La técnica antropométrica mide el peso, la estatura, y longitudes de segmentos corporales, perímetros musculares, diámetros óseos, y pliegues cutáneos. Estos datos antropométricos son procesados para obtener información sobre la composición corporal, el somatotipo y la proporcionalidad<sup>2</sup>.

### *Exploración física*

Realizaremos una exploración exhaustiva por aparatos y sistemas, con especial énfasis en el sistema cardiovascular, el aparato respiratorio y el aparato locomotor, pilares fundamentales del ejercicio físico y del deporte. Incluirá de forma sistemática una correcta auscultación cardíaca y pulmonar, la comprobación de los pulsos periféricos, la medida de la presión arterial en reposo, y un electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo. En cuanto a la exploración del aparato locomotor debemos valorar las curvaturas de la columna vertebral en los planos frontal y sagital para descartar posibles alteraciones en la estática, así como un estudio de las caderas y rodillas, los ejes de movimiento de los miembros superiores e inferiores, estudio del apoyo plantar y descartar posibles alteraciones estáticas de tobillos y pies.

### *Exploraciones complementarias*

- *Radiología*: radiografías seriadas de las principales articulaciones que intervienen en el deporte practicado. Además, en el caso del submarinismo, se recomienda una proyección posteroanterior de tórax en espiración.
- *Analítica sanguínea* (hemograma, VSG, glucemia basal, funcionalismo hepático y renal, metabolismo del hierro) y estudio básico de orina, además de otros parámetros que puedan considerarse necesarios a partir de los datos obtenidos en la anamnesis y la exploración física.

- *Espirometría forzada*: valoración de la función ventilatoria mediante parámetros estáticos (volúmenes pulmonares) y dinámicos (flujos inspiratorios y espiratorios), así como del patrón ventilatorio observado. La valoración de estos parámetros la realizaremos tanto en relación a los valores relativos respecto a los estándares establecidos como a los valores absolutos propios del deportista examinado de forma evolutiva en el tiempo. Esta prueba será también de obligado cumplimiento en el caso de determinadas patologías, como el asma bronquial, que requieran tratamiento médico con fármacos incluidos en las listas de sustancias prohibidas por las comisiones antidopaje competentes, con el fin de justificar de forma objetiva su prescripción.
- *Electrocardiograma basal de 12 derivaciones (Figura 1)*: técnica sencilla e incruenta, imprescindible para descartar trastornos del ritmo cardíaco, signos de crecimientos e hipertrofias auriculares y ventriculares, signos de isquemia, lesión o necrosis. Por su elevado rendimiento en el despistaje de patologías potencialmente letales la consideramos de obligado cumplimiento para la determinación de la aptitud médico-deportiva<sup>4</sup>.
- *Prueba de esfuerzo (Figura 2)*.

Las pruebas de esfuerzo constituyen uno de los exámenes específicos de la Medicina del Deporte, y nos permiten valorar con un alto índice de fiabilidad la aptitud médica para la práctica deportiva, entre otros factores.

Se realizan mediante la ejecución de un trabajo físico conocido en un determinado ergómetro (cicloergómetro, remoergómetro, cinta rodante, etc.), y pueden clasificarse en máximas y submáximas, y a su vez, en directas e indirectas.

En las pruebas submáximas el test finaliza a una determinada frecuencia cardíaca preestablecida (por ejemplo a 170 pulsaciones por minuto\*), por lo que no siempre se alcanza el agotamiento físico. Las pruebas máximas finalizan en el momento en que los parámetros valorados (por ejemplo, el consumo máximo de oxígeno) alcanzan un estado de meseta, sin que aumenten significativamente con el incremento de las cargas desarrolladas.

En las pruebas directas, se realiza un análisis de los gases espirados, además de una espirometría dinámica o ergoespirometría. En cambio, en las pruebas indirectas sólo se estudia, generalmente, el comportamiento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial.

Es importante tener en cuenta que todas las pruebas de esfuerzo, directas e indirectas, máximas y submáximas, deben realizarse bajo control electrocardiográfico continuo, preferiblemente de 12 derivaciones, así como de la presión arterial.

Existe consenso general entre los médicos especialistas en Medicina del Deporte sobre la inclusión de una prueba de esfuerzo (como mínimo indirecta y submáxima, adecuada a la edad, condición física, y requerimientos deportivos) en el protocolo mínimo necesario para valorar la concesión de la aptitud médica para la práctica deportiva.



Figura 1. Electrocardiograma basal



Figura 2. Prueba de esfuerzo indirecta

\*Esta prueba es conocida como PWC 170 y mide la potencia desarrollada, en wattios, cuando se alcanza una frecuencia cardíaca de 170 pulsaciones por minuto

Existen otras pruebas indirectas más sencillas, como el test de índice de Ruffier\*, el test de índice de Ruffier-Dickson\*\*, o los test de escalón, que pueden realizarse a practicantes de deporte que, por sus características morfológicas (niños), no son capaces de llevar a cabo las pruebas de esfuerzo recomendadas. Evidentemente, estas pruebas no están recomendadas para la valoración de la población deportiva, excepto en los casos indicados, y siempre teniendo en cuenta las recomendaciones de monitorización descritas.

Otras pruebas realizadas, generalmente por su facilidad de administración a grupos numerosos, como el test de Montreal o *course-navette*, están desaconsejadas bajo el punto de vista de la Medicina del Deporte, por su incapacidad para valorar las adaptaciones orgánicas al ejercicio físico debido a la imposibilidad de ser realizadas bajo control electrocardiográfico y de la tensión arterial.

Finalmente, señalar que mediante el examen médico de aptitud para la práctica deportiva podemos detectar patologías que son frecuentemente desconocidas por el propio deportista: alteraciones cardíacas, alteraciones biomecánicas, secuelas de lesiones anteriores, otros factores predisponentes a la aparición de nuevas lesiones y otros eventos.

En estos casos, nuestra actuación consistirá en tratar, en la medida de lo posible, las patologías detectadas, actuar en la prevención de posibles eventos potencialmente fatales, corregir los factores predisponentes, y proteger al deportista ante la posibilidad de futuras lesiones, a la vez que aconsejando al deportista sobre la conveniencia de su deporte en particular\*\*\*.

### Seguimiento médico deportivo

El seguimiento médico deportivo es importante, pues permite, a lo largo de la temporada, detectar y diagnosticar posibles lesiones, así como su

tratamiento y adecuada rehabilitación, hasta la reincorporación al entrenamiento; valorar que las cargas de entrenamiento sean adecuadas, así como su correcta asimilación, facilitando la prevención y detección precoz de lesiones, además de poder asegurar la buena progresión del rendimiento deportivo.

Otro de los objetivos del seguimiento médico-deportivo durante la temporada es el consejo nutricional, que permite asegurar la alimentación adecuada del deportista, de forma continuada, introduciendo modificaciones dietéticas cuando proceda, además de aconsejar sobre la toma de ayudas ergogénicas.

Asimismo, durante la temporada es deseable la realización de diferentes pruebas de esfuerzo directas (Figura 3) para comprobar si la planificación del entrenamiento deportivo<sup>6</sup>, determinado antes de su inicio en la pretemporada, es adecuada. En ellas se valoran las cargas de trabajo alcanzadas, el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx)<sup>10</sup>, los umbrales aeróbico y anaeróbico\*\*\*\* según diferentes métodos de determinación, el metabolismo de diferentes metabolitos, como el ácido láctico, entre



Figura 3. Prueba de esfuerzo directa

\*Su objetivo principal es medir la adaptación cardiovascular al esfuerzo. Se toma las pulsaciones en reposo (P). El deportista, colocado de pie, espalda recta y manos en la cadera debe realizar 30 flexo - extensiones de piernas en 45 segundos. Al finalizar el ejercicio se toman nuevamente las pulsaciones (P1). Un minuto después del ejercicio, se repite nuevamente la toma de pulsaciones (P2). Se aplica la siguiente ecuación:  $(P+P1+P2-200):10$ . El resultado es un valor que se conoce como índice de Ruffier. Este índice se puede valorar en una tabla de baremación. (GUILLET, René, GENÉTY, Jean. Manual de medicina del deporte. Barcelona: Ed. Masson, S.A, 1985, pág. 111).

\*\*También nos mide la adaptación cardiovascular al esfuerzo. La técnica es la misma que el test de Ruffier modificándose la ecuación del siguiente modo:  $[(P1-70)+(P2-P)]:10$ . (GUILLET, René, GENÉTY, Jean. Manual de Medicina del deporte. Barcelona: Ed. Masson, S.A, 1985;111).

\*\*\*Algunas veces (por ejemplo en caso de infecciones) desaconsejamos temporalmente la práctica del deporte. Solo desaconsejamos la práctica deportiva en estadios terminales de enfermedades neoplásicas.

\*\*\*\*Se define consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) como la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. (LÓPEZ CHICHARRO, José, FERNÁNDEZ BAQUERO, Almudena. Fisiología del ejercicio. Madrid: Ed. Médica Panamericana, 1998;251).

\*\*\*\*\*Wasserman en 1967 definió el umbral anaeróbico como la intensidad de ejercicio o de trabajo físico por encima de la cual empieza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación también se intensifica de manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido. (LÓPEZ CHICHARRO, José, FERNÁNDEZ BAQUERO, Almudena. Fisiología del ejercicio. Madrid: Ed. Médica Panamericana, 1998;258).

otros parámetros. En este sentido también son de gran utilidad los tests de campo, realizados en el mismo terreno e incluso durante la competición, altamente específicos.

### Nutrición e hidratación

Ambas constituyen aspectos fundamentales tanto para asegurar un óptimo rendimiento como en la prevención de lesiones. El calor corporal generado por la práctica de ejercicio físico se elimina por medio de la respiración, por la vasodilatación cutánea (mecanismos de radiación y convección), y por la evaporación del sudor<sup>7</sup>.

Esta producción de sudor implica la pérdida de líquido, que en gran parte es intracelular, por lo que se altera el funcionalismo de la fibra muscular, aumentando de una forma importante el riesgo de lesión. Una deshidratación equivalente al 4-5% conlleva una disminución del 50% de su rendimiento, por lo que se altera la coordinación neuromuscular, incrementando de esta manera las probabilidades de lesión muscular.

Debemos hidratar antes, durante y después de la práctica del ejercicio físico, ya que éste, por sí solo, inhibe el reflejo de la sed.

La alimentación debe ser equilibrada, lo que implica una proporción adecuada de los diferentes macronutrientes:

- Hidratos de carbono: entre un 55-60%.
- Lípidos: entre un 22-30%.
- Proteínas: entre un 18-20%.

En términos generales, diferenciamos 3 períodos en la alimentación de los deportistas<sup>8</sup>:

- Alimentación de entrenamiento: es la alimentación recomendada durante los días de entrenamiento. Por lo general es hipercalórica y debe ser equilibrada, variada y suficiente.
- Alimentación de competición: distinguimos 4 fases sucesivas:
  - Ración de competición: debe respetarse siempre un período de tres horas entre la ingesta y la competición.
  - Ración de espera\*: es el alimento ingerido durante las tres horas siguientes a la ración de competición y hasta poco antes de su

inicio y se recomienda tomarla cada media hora.

- Ración del medio tiempo: se pauta en deportes de equipo durante el descanso. Está dirigida a la reposición de líquidos y de energía, mediante la ingesta de bebidas glucoelectrolíticas.
- Ración de mantenimiento: recomendada en deportes de larga duración, compuesta fundamentalmente por hidratos de carbono, proteínas y vitaminas y minerales (generalmente en forma de barritas energéticas), además de bebidas glucoelectrolíticas.
- Alimentación de recuperación: intenta eliminar los productos metabólicos propios de la fatiga muscular. Consiste en una alimentación relativamente hipocalórica, rica en vegetales, y de fácil digestión.

Dentro de la alimentación del deportista debemos mencionar las ayudas ergogénicas<sup>9</sup>. Estas son sustancias sin efectos nocivos que contribuyen a conseguir una mayor producción de trabajo físico y, por lo tanto, a un aumento del rendimiento. Se utilizan en dos situaciones:

- Aporte insuficiente, ya sea por un estado carencial o por una mala absorción de los alimentos.
- Gasto energético excesivo, ya sea por una actividad deportiva intensa o porque el deportista está en época de crecimiento.

### Tratamiento y rehabilitación de las lesiones

Generalmente, las lesiones crónicas\*\* se originan en lesiones agudas (por error diagnóstico, tratamiento insuficiente o no adecuado, reincorporación excesivamente precoz a la actividad deportiva, etc), o bien derivan de sobrecargas tisulares. Por ello es importante, además de un diagnóstico correcto, proporcionar al deportista un tratamiento y una rehabilitación adecuados, aspectos fundamentales en la prevención de secuelas derivadas de lesiones agudas.

En el tratamiento y la rehabilitación de las lesiones deportivas distinguimos 3 fases<sup>10,11</sup>:

\*Compensa la hipoglucemia que se produce antes de la competición por efecto del propio nerviosismo. Este nerviosismo hace que se libere norepinefrina. Esta es una hormona hiperglucemiante por lo que aumentará antes de la competición los niveles de glucosa en sangre. Este aumento de glucemia hará que el páncreas lo detecte y se libera insulina para así controlar la glucemia. Estaremos respecto a nuestros contrincantes en una situación de hipoglucemia (en franca desventaja) por lo que intentaremos engañar al organismo tomando esta ración de espera (preparados glucoelectrolíticos) a fin de mantener una glucemia en unos niveles aceptables.

\*\*Codo de tenis, codo de golf...

- Período de inactividad deportiva: frecuentemente se restringe a la zona lesionada, siendo aconsejable mantener en lo posible la actividad en los segmentos corporales no afectados, como mínimo mediante ejercicios de mantenimiento de la condición física, lo que además conlleva un efecto psicológico positivo.
- Período de reeducación: una vez superada la fase aguda inicial, debemos iniciar la rehabilitación con el objetivo de recuperar la amplitud articular de la zona lesionada, con terapia dirigida a disminuir el edema y la rigidez cicatricial, así como a restaurar el volumen y la fuerza muscular.
- Período de readaptación y reentrenamiento: empieza con una fase de movimientos educativos, carrera progresiva, y saltos, de forma secuencial, a la que prosigue un período de musculación, restauración de la velocidad, y restauración de la coordinación.
- Regreso a la actividad deportiva: debe iniciarse en el justo momento en que el deportista se encuentre en las condiciones idóneas para su vuelta al entrenamiento, y siempre de forma progresiva, asegurando que no se produzca una hipotética recaída\* debida a un regreso precipitado.

### Masaje deportivo y cinesiterapia

Desde tiempo inmemorial se ha utilizado el masaje en el mundo del deporte. Se creía que aumentaba el flujo sanguíneo en el músculo, por lo que mejoraba el dolor, la rigidez y la sensibilidad. Sin embargo, los estudios posteriores no han sido capaces de demostrar que aumente el flujo sanguíneo, aunque sí proporciona una mejoría sintomática<sup>12</sup>.

Para su aplicación, normalmente se utilizan cremas y aceites que permitan un gran deslizamiento de las manos. También se pueden aplicar masajes con hielo, realizando fricciones en las zonas doloridas. Hay que tener en cuenta que el músculo puede estar fatigado y a veces dolorido, por lo que no hay que desestresarlo, sino soltarlo y relajarlo. Aunque siempre se debe tener presente que se puede enmascarar alguna lesión, por lo que nunca habrá que forzarlo<sup>13</sup>.

El masaje es útil en diversos momentos:

- Durante el calentamiento, pudiendo formar parte del mismo, dirigido a preparar los tejidos para la competición.
- En el descanso de determinados deportes, o cuando el jugador se retira, para así eliminar contracturas.
- Después del entrenamiento o de la competición, con la finalidad de prevenir la aparición de lesiones.

Cada deportista, sus músculos, y sus articulaciones, requieren un tipo de tratamiento distinto y adecuado.

*Funciones del masaje (Figura 4):*

- *Relajación física y psicológica del deportista.*
- *Eliminación de contracturas.*
- *Facilita la eliminación de sustancias de deshecho del metabolismo muscular.*

La cinesiterapia nos permite realizar un entrenamiento adecuado de la movilidad antes o durante el calentamiento mediante la movilización de las articulaciones que se verán implicadas durante la actividad deportiva.

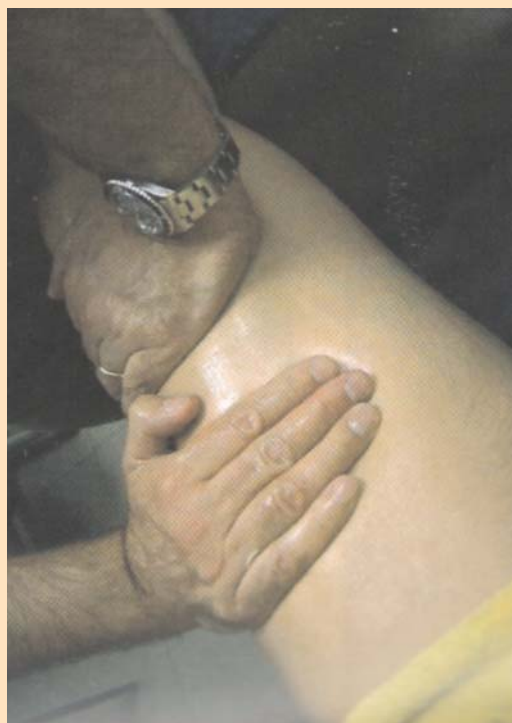


Figura 4. Masaje

\*Es muy frecuente que entonces se pierda la confianza en el médico y se inicie un peregrinaje a otros médicos para buscar otras opiniones.

## Factores psicológicos

### Relación entre el deportista y el técnico deportivo

En los deportes de equipo, el trabajo y los resultados del conjunto están influenciados por la personalidad y otros aspectos diferenciales de cada uno de sus miembros (agresividad, valor, conformidad, autoconfianza). Es necesario asimilar las distintas personalidades y que el grupo asimile las funciones de cada miembro.

El técnico deportivo\* debe tener confianza y respeto mutuo por sus jugadores, a la vez que ha de proporcionarles un sentido de seguridad durante la competición.

El capitán del equipo es quien debe animar y estimular al resto del equipo, sobre todo en los momentos difíciles. El técnico deportivo también tiene que animar a los jugadores reservas y estimularles para que sigan trabajando diariamente en pro del conjunto.

### Carga emocional y tensión psicológica

La tensión psicológica influye en la predisposición a la lesión<sup>14</sup>. En las situaciones de aumento de la tensión psicológica el deportista puede perder la coordinación necesaria y el gesto deportivo se vuelve más brusco. Para aliviar este exceso de tensión se recomienda realizar un calentamiento más prolongado, a la vez que las duchas o baños calientes pueden contribuir a mejorarla.

A su vez, en las situaciones con una baja tensión psicológica se produce una disminución del interés, falta de atención, y un déficit de coordinación. En estos casos, cuando se requiere un aumento del rendimiento físico, el gesto deportivo se vuelve más brusco, predisponiendo a la lesión. Para mejorar esta situación se recomienda incidir en los jugadores a través del entrenamiento psicológico, además de otras estrategias que puedan influir en el ambiente externo que rodea al equipo (medios de comunicación, aficionados y público, entre otros).

## Factores podológicos

### Anamnesis

Es parecida a la anamnesis médico-deportiva expuesta pero incidiendo más exhaustivamente en las extremidades inferiores. Así se preguntará sobre<sup>15</sup>:

- *Deporte actual y otros deportes practicados.*
- *Volumen y tipo de entrenamiento.*
- *Superficie de terreno de juego.*
- *Tipo de calzado y utilización de ortesis plantares.*
- *Lesiones anteriores: agudas y por sobrecarga.*
- *Intervenciones quirúrgicas.*

### Exploración podológica: estática y dinámica

Debe ser metódica y exhaustiva. Se realizará en decúbito, en sedestación y en bipedestación. Actualmente es imprescindible un estudio dinámico con un sistema videoinformático\*\*.

Lo que se pretende explorar es:

- Simetría de extremidades inferiores.
- Rangos de movimiento articular.
- Deformidades.
- Caderas: rotaciones.
- Rodillas: posición y deformidades.
- Torsiones tibiales\*\*\*.
- Morfología de la huella plantar.
- Insuficiencias metatarsales, fórmulas metatarsales y digitales.

*Las disfunciones del primer metatarsiano<sup>16</sup> pueden ser tanto por su longitud, por su movilidad y por su orientación (si están en excesiva flexión dorsal o plantar).*

*Así las insuficiencias funcionales del primer radio sobrecargarán el segundo. Un primer metatarsiano insuficiente, ya sea por brevedad o por hipofunción, asociado a un valgismo del pie, evolucionará hacia el *hallux valgus*. Otras veces la insuficiencia metatarsal se encuentra en el quinto radio, favoreciéndose la aparición de un *hallux varus* del 5º dedo.*

\*El entrenador es, al mismo tiempo, un técnico, un educador, un organizador y un líder. La multiplicidad de sus funciones, la capacidad de pasar de la una a la otra eligiendo con perfecto sincronismo el rol más adecuado, constituyen su patrimonio profesional más precioso. (ANTONELLI, Ferruccio, SALVINI, Alessandro. Psicología del deporte. Valladolid: Ed. Miñón, 1978;248)

\*\*En los servicios oficiales de medicina deportiva de la Generalitat de Catalunya (Consell Català de l'Esport i en CAR de Sant Cugat del Vallès) se utiliza el sistema podocomputer y para la obtención de la férula plantar el sistema podomodel.

\*\*\*La retroversión femoral nos producirá una torsión tibial externa con la consiguiente sobrecarga de los metatarsianos externos y una anteversión femoral nos producirá una torsión tibial interna con la consiguiente sobrecarga de los metatarsianos internos. (RUEDA SANCHEZ, Martin. Podología. Los desequilibrios del pie. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2004;84-5).

- Orientación del antepié:
  - *Supinado*: suele darse una hiperpronación y por tanto un aumento del ángulo Q de la rodilla\* (Figura 5) y la correspondiente torsión tibial interna.
  - *Pronado*: se suele desestabilizar el pie en varo.
- Puntos de hiperpresión\*\* plantar que alteran la fase de empuje.
- Diferenciar la patología propia de la fase de empuje o de apoyo.
- Acortamiento de los músculos isquiotibiales\*\*\*.

### Calzado deportivo

El calzado deportivo puede hacer de un mal pavimento un buen terreno de juego. Este pavimento es propio de cada deporte.

#### Generalidades

- La suela interna debe ser dura pero acolchada.
- Si hay una hiperpronación se aconseja un soporte plantar.
- Debe ser flexible en sentido anteroposterior y en sentido helicoidal.
- La suela externa debe ser diferente para cada deporte, es decir, en función de la superficie del terreno.

En condiciones normales, se exige mucho al pie (tiene que soportar nuestro propio peso), pero en ejercicio se multiplica la exigencia por cuatro.

A la hora de escoger el calzado deportivo lo haremos en función del deporte y de la superficie del terreno de juego.

Partes del calzado:

- Suela: determina la cantidad de choque que se absorbe.
  - La suela externa nos tiene que aislar del frío y del agua. Debemos cuidar que no esté gastada. Si se corre en superficies blandas debe tener surcos y clavos. Durante la salida, los dedos están doblados, por lo que la suela debe permitir que la punta se flexione

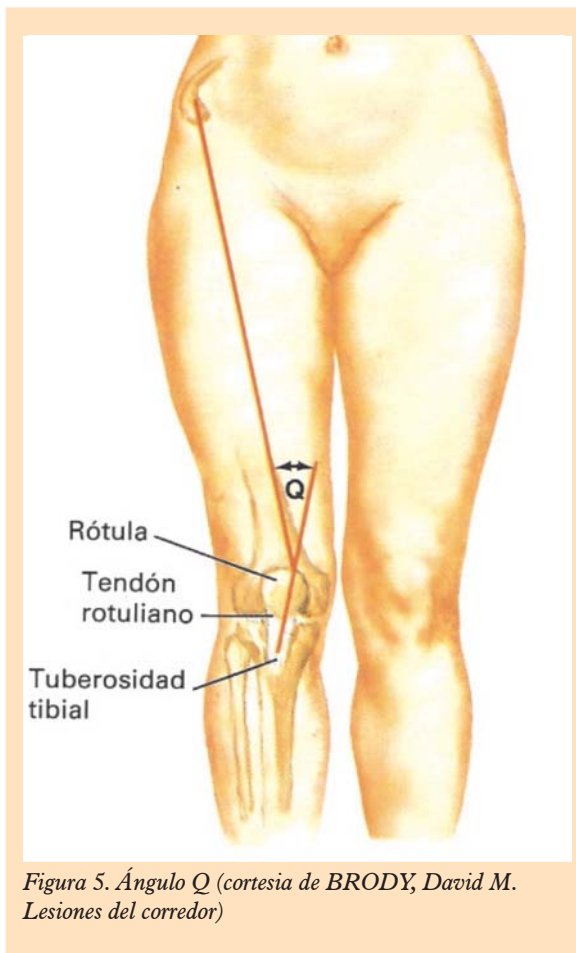


Figura 5. Ángulo Q (cortesía de BRODY, David M. Lesiones del corredor)

aproximadamente 45°.

- La suela media debe ser de material blando para así absorber la fuerza del impacto.
- La suela interna debe ser dura ya que tiene que aguantar los arcos plantares.
- Tacón: deben ser altos, sobre todo en las carreras de larga distancia (previene de la tendinitis aquilea).
- Contrafuerte: debe ser duro y cubrir todo el área del talón, para así mejorar la estabilidad lateral del tobillo. El forrado debe ser blando para así evitar la aparición de ampollas.

\*El ángulo del cuádriceps (Q) está formado por el eje del músculo cuádriceps y el eje del tendón rotuliano. Se mide en las proyecciones Rx A-P de rodilla. Se considera que su valor es anormal si es > 20°. (BRODY, David M. Lesiones del corredor, en clinical symposia. Barcelona: Ed. Ciba-geigy, 1990;8:19).

\*\*Un punto de hiperpresión en la cabeza de cuarto metatarsiano nos producirá para evitarlo una hiperpronación de la articulación mediotarsiana.

\*\*\*En los exámenes de salud en el medio escolar se suele hacer su valoración con dos tests de aplicación rápida y sencilla. Estos dos tests son la valoración de la distancia de los dedos de la mano al pie (en sedestación) y la valoración de la distancia de los dedos de la mano al suelo (en bipedestación). El test de elevación de la pierna recta, conocido como test de Ferrer es más preciso. La disminución de la elasticidad de esta musculatura guarda una relación importante con la retroversión pelviana i la dorsalización del raquis. Se ha encontrado una relación directa entre el acortamiento de los isquiotibiales y los dolores a nivel lumbar. (LATORRE ROMÁN, Pedro Angel, HERRADOR SÁNCHEZ, Julio Angel. Valoración de la condición física per a la salud en Apunts de Educació Física. Barcelona: Ed. INEF.C. Generalitat de Catalunya, 2003;73:33-4).



- Lengüeta: debe ser acolchada.
- Puntera: debe ser amplia para que se puedan mover los dedos.

La conservación del calzado es muy importante, por lo que se aconseja:

- Realizar un cambio frecuente de zapatillas y de calcetines.
- Guardarlo limpio en la horma y la piel bien untada, para evitar que se agriete.
- Tener en cuenta la posibilidad de contagios de micosis y de verrugas plantares.

### *Clasificación del calzado deportivo*

Existen numerosas clasificaciones. Nosotros utilizaremos la de Benezis<sup>17</sup>. Esta clasificación tiene en cuenta si se trata de deportes individuales o colectivos, si son de manos o pies, si son de larga o corta distancia. También hace una mención especial para el tenis.

### *Deportes individuales*

#### *Larga distancia (fondo)*

El choque del pie sobre el suelo es de 50 a 70 veces por minuto (variará en función de la velocidad y de la longitud del paso). Equivale aproximadamente a 8 veces el peso del propio cuerpo.

Debemos tener en cuenta:

- *Estática*: la morfología del pie (si es un pie plano, un pie cavo, etc). En estática se solicita el retropie.
- *Dinámica*: si se trata de un atleta supinador o pronador. En dinámica se solicitan las partes laterales del pie, el tibial posterior, los peroneos laterales corto y largo.
- *Diseño del zapato*: debe tener una amortiguación en el retropie, un soporte del arco longitudinal interno, adherencia a la suela y un antepie ancho (para que los dedos tengan un espacio suficiente).

#### *Corta distancia (velocidad, saltos)*

Solicita el antepie, por lo que se precisa una amortiguación metatarsal con clavos. Estos, en terrenos blandos serán de 12-15 mm y en terrenos duros de 6-12 mm. El retropie no se solicita, y debe ser amplio y blando.

#### *Tenis*

Dependerá del tipo de superficie (hierba, tierra batida, o quick). Un pie queda frenado (en función del coeficiente de rozamiento) y el otro se desplaza hacia adelante soportando su peso. Cuando este

pie se desplaza hacia delante, se aplana el arco interno y chocan los dedos contra la punta, por lo que es muy frecuente la aparición de alteraciones ungueales y alteraciones en las estructuras capsuloligamentosas de la primera articulación metatarsofalángica.

### *Deportes colectivos*

#### *Deportes de manos (voleibol, balonmano, baloncesto)*

Este es el calzado deportivo que utilizan los niños, no solo para hacer deporte, sino para su uso diario. En estos deportes se producen frenadas, cambios de dirección (se sobrecarga el antepie) y saltos (se sobrecarga el talón). Se precisa una buena amortiguación en el antepie y en el retropie. Al ser deportes de sala, también es necesario una suela antiderrapante. Se prefiere, por motivo de que se mejora la propioceptividad, el zapato a la bota. Sólo se aconseja bota cuando hay riesgo importante de entorsis.

#### *Deportes de pies (fútbol, rugby)*

En el fútbol hay un sumatorio de carrera, salto, freno, cambio de dirección, golpeo. Es decir, se producen sollicitaciones muy diferentes. En estos deportes se utiliza todo el retropie, el arco externo, la cabeza del primer metatarsiano, el dorso y la punta del pie.

En los futbolistas es muy frecuente que presenten calcificaciones heterotópicas periarticulares (tobillo del futbolista) o hipertrofia de los tubérculos del astrágalo debido a microtraumatismos de éste con el pilón tibial (síndrome de la cola del astrágalo). En la cápsula articular anterior también pueden aparecer calcificaciones. También son muy frecuentes las distrofias ungueales (sobre todo si tienen un pie de tipo egipcio\*).

### *Otros deportes*

Nos referimos a deportes que utilizan un calzado especial propio del deporte: esquí, hockey sobre patines, ciclismo, surf, etc.

#### *Lesiones por sobrecarga*

Actualmente, para un diagnóstico y tratamiento correctos es necesario un estudio biomecánico en dinámica.

Mecanismo lesional de las principales lesiones por sobrecarga de las extremidades inferiores:

\*No se sabe muy bien el motivo pero los futbolistas suelen calzar unas botas de fútbol de un número y a veces dos inferior a su número normal. Parece ser que así notan más el balón y según dicen pueden calcular mejor la fuerza del chut.

### Rodilla (Figura 6)

#### Síndrome iliotibial o rodilla del corredor<sup>18,19</sup>

Clínica: dolor localizado en el epicóndilo femoral externo que se presenta típicamente en atletas que realizan largos periodos de carrera continúa.

Causas:

- Hiperpronación asociada a genu varo.
- Carrera repetida por los peraltes inclinados de los caminos.

Mecanismo lesional: punto de conflicto entre la cintilla iliotibial y el cóndilo femoral externo, de forma que durante la flexo-extensión de la rodilla la cintilla iliotibial se desplaza por encima del cóndilo femoral externo, de forma repetida, apareciendo dolor en esta zona.

#### Síndrome femoropatelar

Clínica: dolor localizado en el centro o alrededor de la rótula que se agrava con el ejercicio físico y sobre todo al bajar escaleras y pendientes.

Causas:

- Alteraciones en la alineación axial de las extremidades inferiores (aumento de la anteversión femoral, genu varo, genu valgo, incrementos de la torsión tibial, hiperpronación del pie).
- Rótula alta o baja.

Mecanismo lesional<sup>20</sup>: todas estas alteraciones biomecánicas aumentan el ángulo Q del cuádriceps por encima de 20°, por lo que se altera el cartílago femoropatelar, originando sinovitis e inestabilidad de la rótula. *Para valorar la situación de la rótula en una radiografía simple debemos realizar radiografías axiales a 30, 60 y 90 grados de flexión (Figura 7).* En adolescentes es conveniente realizar el diagnóstico diferencial con la enfermedad d'Osgood-Schlatter (osteocondrosis en la inserción del tendón rotuliano en la tuberosidad anterior de la tibia).

#### Tendinitis poplítea (Figura 8)

Clínica: dolor localizado en el tendón del músculo poplíteo, en el epicóndilo femoral externo.

Causas<sup>21</sup>:

- Hiperpronación
- Correr cuesta abajo

Mecanismo lesional: el músculo poplíteo actúa como una rienda, impidiendo que el fémur se desplace hacia delante por encima de los platillos tibiales. Si se desciende por una pendiente, aumenta la pronación y se produce una rotación interna de tibia, originando una tensión excesiva en la inserción poplítea en el epicóndilo externo.

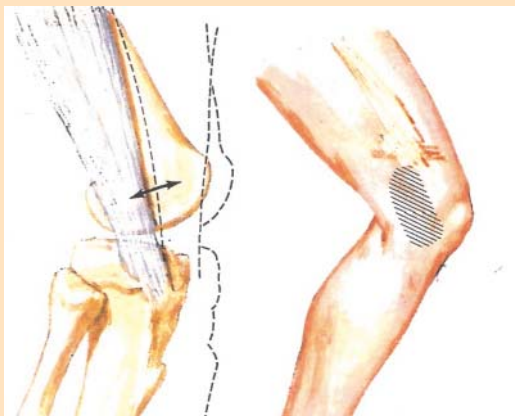


Figura 6. Rodilla del corredor (cortesía de BRODY, David M. Lesiones del corredor)

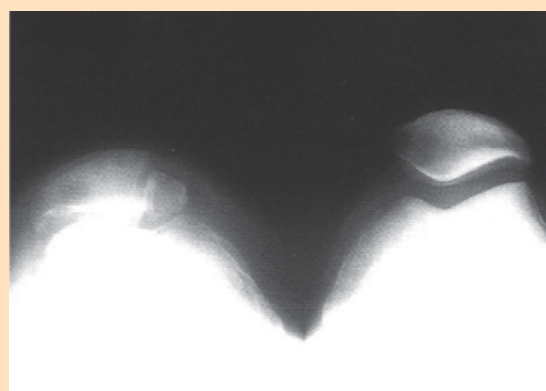


Figura 7. Radiografía axial a 30° de flexión

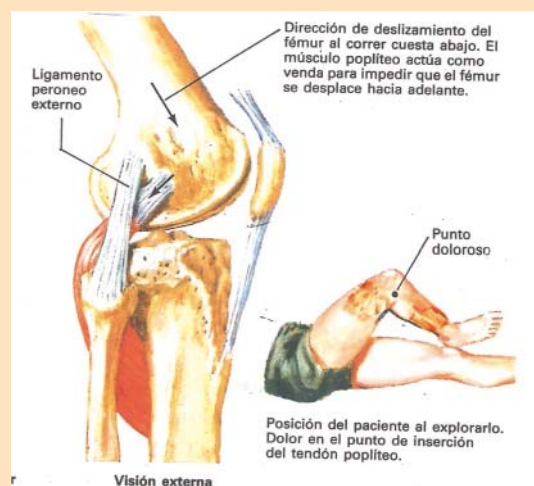


Figura 8. Tendinitis poplítea (cortesía de BRODY, David M. Lesiones del corredor)

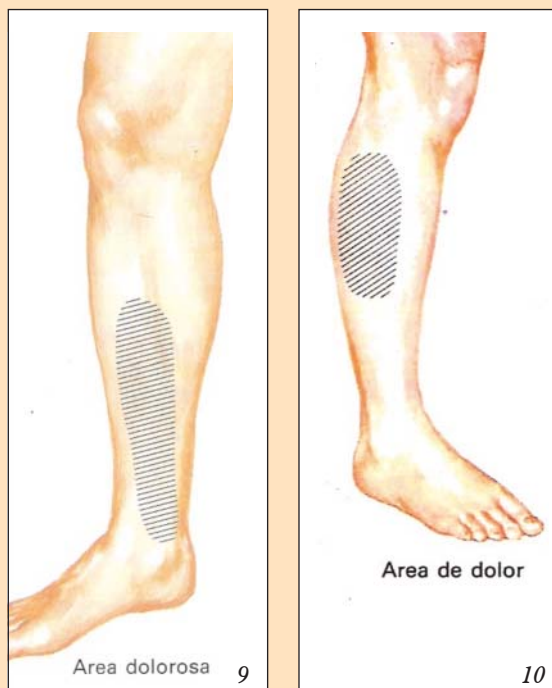


Figura 9. Síndrome tibioperoneo (cortesía de BRODY, David M. Lesiones del corredor)

Figura 10. Síndrome compartimento anterior (cortesía de BRODY, David M. Lesiones del corredor)



Figura 11. Síndrome compartimento lateral (cortesía de BRODY, David M. Lesiones del corredor)

## Pierna

### Síndrome tibioperoneo (Figura 9)

Clínica: dolor en la cara interna de los dos tercios distales de la pierna.

Agrupar tres patologías diferenciadas<sup>22</sup>:

- Tendinitis tibial posterior.
- Periostitis de tibia.
- Fractura por sobrecarga de tibia.

Causas:

- Carrera en superficie dura o inclinada.
- Torsión tibial externa aumentada.
- Aumento de la pronación.

Mecanismo lesional: debido a las causas anteriores, se produce una tracción en la zona de la inserción del tibial posterior (tibia y membrana interósea). Esta tracción ocasiona una tendinitis del tibial posterior. Si persiste el mecanismo lesional, puede progresar hacia una periostitis, pudiendo originar una fractura por sobrecarga.

Tratamiento: en la fase aguda pautamos reposo, aplicación local de hielo y calor. Una vez solucionada la fase aguda, intentaremos corregir la pronación mediante unos soportes plantares.

### Síndrome del compartimento anterior (Figura 10)

Clínica: dolor en los músculos del compartimento anterior de la pierna (tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo)<sup>23</sup> debido a una sobrecarga de estos músculos.

Causas:

- Cambiar el estilo de correr: correr con el antepié.
- Correr en lugares donde hay pendiente.

Tratamiento:

- Cambiar la técnica de entrenamiento.
- Estirar y reforzar los músculos del compartimento anterior.

### Síndrome del compartimento lateral (Figura 11)

Clínica: dolor en la cara lateral de la pierna o zona de los músculos peroneos (peroneo lateral corto y peroneo lateral largo)<sup>24</sup>.

Causas:

- Pies valgos.
- Exceso de pronación.

Tratamiento:

- Neutralizar el pie con unos soportes plantares.
- Ejercicios de potenciación de los músculos del compartimento lateral.

## Pie

### Fractura de la marcha (enfermedad de Deutchlander) (Figura 12)

Clínica: dolor intenso, difuso o localizado en el radio afectado después de una larga caminata. A veces puede aparecer un edema dorsal. Suele afectarse el segundo o tercer metatarsiano (los más inmóviles). Esta patología también es conocida como fractura del soldado.

#### Causas:

- Insuficiencia del primer metatarsiano que implica una sobrecarga del segundo o tercer metatarsiano.
- Entrenamiento deficiente y posteriormente incremento de la distancia o de la velocidad.

#### Tratamiento:

- Compensar la insuficiencia de primer radio con soportes plantares.
- Entrenamiento adecuado.

### Apofisitis del calcáneo o enfermedad de Sever (Figura 13)

Clínica: talalgia localizada en el polo posteroinferior del calcáneo en niños en época de crecimiento. La incidencia es mayor en niños que en niñas que suelen realizar actividades deportivas extraescolares.

#### Causas:

- Pie cavo varo.
- Pie cavo valgo.

Mecanismo lesional: en el polo posteroinferior del calcáneo existe una zona cartilaginosa de crecimiento que entra en conflicto debido a la tensión originada por la inserción del tendón de Aquiles y la fascia plantar.

#### Tratamiento:

- Reducir la actividad deportiva hasta que cese el dolor.
- Taloneta de silicona o un soporte plantar que neutralice la alteración del retropie.

### Escafoïditis tarsiana (Figura 14)

Clínica: dolor en la zona del arco interno, sobre todo en la zona periescafoidea (zona de inserción del tibial posterior).

#### Causas:

- Pies planos valgus laxos.
- Hiperpronación.

Mecanismo lesional: en la zona del escafoïdes se produce una entesopatía en la inserción distal del tibial posterior, ocasionando en primer lugar



Figura 12. Fractura de la marcha del II y III metatarsiano. Se observan los callos óseos de fractura



Figura 13. Apofisitis del calcáneo o enfermedad de Sever



Figura 14. Tendinitis tibial posterior. Escafoïditis tarsiana (cortesía Pfizer)

una tendinopatía inflamatoria y posteriormente una escafoïditis.

Tratamiento: soportes plantares previa realización de molde de yeso reconstruyendo el arco interno.

\*Uno de los problemas que se nos plantea con los soportes plantares es que es difícil por el tipo de calzado que utilizan las bailarinas y las practicantes de gimnasia rítmica que los puedan utilizar durante el entreno o la competición.

*Neuroma de Morton*

Clínica: metatarsalgia muy intensa, centrada entre el tercer y el cuarto espacio intermetatarsal, que puede irradiar hacia la pierna (tipo eléctrico).  
 Causas: las ramas del nervio plantar quedan atrapadas entre el tercer y el cuarto espacio intermetatarsal.  
 Mecanismo lesional: en el campo del deporte lo hemos visto en bailarinas y en gimnasia rítmica. El nervio plantar al quedar atrapado sufre una irritación que origina una neuritis (inflamación).  
 Tratamiento: generalmente es sintomático, con analgésicos, AINES, complejos vitamínicos del grupo B, infiltración con anestésicos. El tratamiento ideal se basa en realizar un soporte plantar\* de descarga previo estudio biomecánico.

*Fascitis plantar*

Clínica: dolor en el talón que puede estar o no asociado a un espolón calcáneo. El dolor típicamente comienza después de un período de inactividad (por ejemplo, levantarse de la cama, de una silla), y posteriormente mejora tras el inicio de la actividad, para volver a aparecer de nuevo y en su máxima intensidad si ésta persiste. Este dolor aumenta con las maniobras que pongan en tensión la fascia plantar.

Mecanismo lesional: cualquier alteración biomecánica que provoque una tensión de la fascia plantar en su inserción en el calcáneo.

Diagnóstico:

- Radiografía lateral del pie: ofrece poca información, sólo es positiva si se observa un espolón plantar.
- Ecografía: se visualiza un edema.

*Talón magullado*

Clínica: dolor en la almohadilla del talón, la cual anatómicamente se divide en celdas o compartimentos que contienen tejido adiposo.

Mecanismo lesional: en las disciplinas deportivas en que se aterriza sobre los talones (salto de vallas, salto de longitud, triple salto, etc) se rompen estas celdas de tejido conectivo permitiendo la salida del tejido adiposo y por tanto se pierde la función de la almohadilla.

Factores predisponentes: suele darse en pies cavos de segundo grado, ya que la superficie de apoyo se concentra básicamente en el talón y el antepie.

Tratamiento: es difícil, por lo que intentaremos incidir en la prevención mediante un calzado deportivo adecuado, con un tacón que absorba

el máximo posible la fuerza de choque y que distribuya la presión a lo largo de toda la planta del pie. Para la vida diaria se recomienda, a ser posible, utilizar un calzado con cámara de aire.

**Otros factores**

**Elementos de protección y estabilización**

Distinguimos los siguientes elementos de protección:

- Protecciones personales
- Vendajes funcionales
- Elementos ortopédicos estabilizadores
- Vendajes térmicos

*Protecciones personales*

Son propias de cada deporte, por ejemplo, rodilleras para el voleibol, espinilleras para el fútbol, casco protector para el portero de hockey, etc. *Existen innumerables tipos de protecciones personales\*, con diseños cada vez más ergonómicos y de materiales muy resistentes y poco pesados (Figuras 15 y 16).*

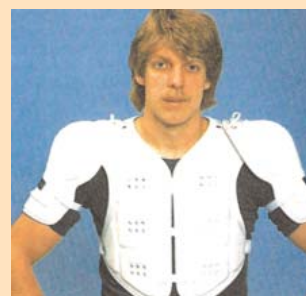


Figura 15. Protecciones torácicas

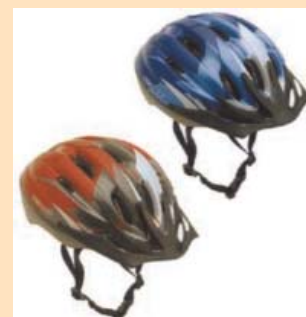


Figura 16. Modelos de casco

\*En el caso de los cascos de los deportes de motor, uno de los avances más importantes que se han conseguido, es hacerlos radiopacos por si se tiene que practicar estudios radiológicos de los deportistas sin necesidad de quitarlos de la cabeza.

### Vendajes funcionales

Diferenciamos dos conceptos:

- Strapping: dos subtipos:
  - Vendajes realizados con vendas elásticas (anglosajones). Son los auténticos vendajes funcionales.
  - Vendajes realizados con vendas rígidas.
- Taping: inmovilización con esparadrapo rígido (Figura 17).

En general, lo ideal es combinar los dos tipos de elementos. Es decir, los elementos no elásticos, que se colocan en sentido contrario al eje del movimiento que se pretende anular, y los elementos elásticos, para dar un cierto grado de funcionalidad.

Las funciones de los vendajes se expresan en su concepto mecánico, en el retorno de la sensación estereoceptica al deportista, y en sus influencias propioceptivas. Igualmente, tienen un efecto psicológico positivo. No obstante, presentan el gran inconveniente de que, al mejorar el dolor, el deportista puede olvidar su lesión, creyéndose capaz de realizar un movimiento que todavía no está en condiciones de ejecutar, con el riesgo de lesiones por recaída.

Su mecanismo de acción viene dado por la recuperación de los receptores propioceptivos de los ligamentos, cuya función es la de protección ante el mecanismo potencialmente lesional, pues provocan la contracción refleja de los músculos periarticulares cuando el ligamento se distiende, contribuyendo a la estabilización de la articulación. Asimismo, los vendajes funcionales contribuyen a la disminución o desaparición del dolor, originado en los receptores sensitivos de los ligamentos.

### Elementos ortopédicos estabilizadores

Cada deporte tiene sus propios elementos protectores. Estos no son suficientes por ellos mismos para tratar una lesión, pero si tienen un efecto protector y un efecto psicológico. Así, por ejemplo, en el baloncesto disponemos de rodilleras con materiales rígidos y elásticos combinados, y en el caso de condropatía rotuliana puede ser muy útil la protección con rodilleras recentradoras de la rótula (Figuras 18 y 19).

### Vendajes térmicos

De aparición más reciente, su misión consiste en mantener el calor en una zona determinada. No evitan por ellos mismos las lesiones, pero sí proporcionan una sensación de confort. Generalmente son de utilidad en patologías articulares menores, como la epicondilitis o codo de tenis.



Figura 17. Taping para fascitis plantar



Figura 18. Rodillera centradora de rótula



Figura 19. Tobillera

## Elementos tecnológicos

Son importantes para evitar futuras lesiones, así debemos tener en consideración los diferentes tipos de entrenamiento.

El entrenamiento dinámico isotónico (mediante carga) tiene el inconveniente de que sobrecarga las articulaciones (por ejemplo, flexo-extensión de la rodilla con un peso en los pies).

Para prevenir las lesiones, también debemos entrenar la movilidad y la flexibilidad de las articulaciones, ya que a éstas se les exige la máxima movilidad. Para ello disponemos de diferentes técnicas de estiramientos musculares y de las estructuras articulares.

También es importante entrenar específicamente la coordinación de las articulaciones y músculos más comprometidos para cada deporte.

Por último, debemos realizar un entrenamiento específico de fuerza para los grupos musculares implicados en ese deporte en particular.

También es muy importante para la prevención de las lesiones, un calentamiento previo al ejercicio. Con este calentamiento, la vascularización muscular se incrementa de un 10-15% a un 70%, de forma que músculo estará en condiciones óptimas para realizar un ejercicio. Este calentamiento debe ser largo (tanto más cuanto más explosivo sea el gesto deportivo), progresivo (empezando a un ritmo suave que se incrementará paulatinamente), y adaptado a cada deporte.

## Reglamentos deportivos

Una manera de hacer prevención de lesiones es que el deportista conozca bien el reglamento de su deporte. Así, por ejemplo en el atletismo, el atleta debe conocer la normativa (medidas de las jaulas de lanzamiento, características de los fosos de salto y de las colchonetas, penalizaciones por invadir el pasillo de un contricante etc). En el baloncesto, por citar otro ejemplo, teóricamente no hay contacto, pero en el reglamento se determina qué contactos son permisibles entre jugadores.

## Superficies y pavimentos

Al pavimento se le pide:

- Que mejore el rendimiento deportivo.
- Que proteja el aparato locomotor.

- Que garantice un desplazamiento fácil.
- Que la pisada sea estable y segura.
- Que sea de conservación fácil.

Cuando un deportista se desplaza sobre el pavimento desarrolla unas fuerzas verticales y unas fuerzas horizontales, frente a las que el pavimento opone dos tipos de fuerza:

- Frente a las verticales, el pavimento opone la elasticidad, su capacidad de deformarse. Cuanto más elástico sea el pavimento menos lesiones por sobrecarga. No obstante, si este pavimento es excesivamente elástico aparecerán otros problemas.
- Frente a las horizontales, el pavimento opone un coeficiente de fricción, de deslizamiento o de roce. Es imprescindible que exista un cierto grado de fricción ya que si no se produciría una caída.

Lo ideal es que el pavimento sea ligeramente flexible, pero al mismo tiempo tenga cierta capacidad de roce.

El pavimento también debe ser permeable, ya que en pistas al aire libre, la lluvia lo hace resbaladizo. El más adecuado es el parquet, aunque tiene el inconveniente de que no es poroso, y por tanto hay que secarlo tras las caídas para evitar el hidroneo.

En atletismo a veces se utiliza un pavimento sintético que tiene la ventaja que es de conservación fácil, pero a la larga esto es un inconveniente si se descuida. Generalmente los velocistas prefieren pavimentos duros, los fondistas más elásticos y los saltadores de dureza progresiva.

El asfalto es un pavimento no aconsejable ya que es muy poco elástico, por lo que se favorecen las lesiones por sobrecarga. Además, para evacuar la lluvia de la carretera, los arcenes tienen una especie de peralte, que hace que al correr por su borde se produzcan alteraciones biomecánicas, con un pie en pronación y el otro en supinación.

Actualmente la industria de los pavimentos sintéticos<sup>25</sup> es capaz de elaborar in situ pavimentos a base de resinas de poliuretanos u otros materiales sintéticos muy apreciados tanto por los deportistas como por los técnicos encargados de su mantenimiento o conservación.

## Bibliografía

1. Gonzalez Iturri JJ, Villegas Garcia JA. *Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. Pamplona: Ed. Femedé, 1999;17.
2. Gonzalez Iturri JJ, Villegas Garcia JA. *Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. Pamplona: Ed. Femedé, 1999;97.
3. BOE. Resolución de 21 de diciembre de 2006, de la Presidencia del Consejo Superior de Deportes, por el que se aprueba la lista de sustancias y métodos prohibidos en el deporte. Selección. Revista Española e Iberoamericana de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Madrid. 2007. Vol.16. Año XVI. nº 1/2007.
4. Manonelles Marqueta P, Boraita Perez A, Luengo Fernandez E, Pons de Beristain C. *Cardiología del deporte*. Barcelona: Ed. Nexus Médica, 2005, pág. 69.
6. López Chicharro J, Fernández Baquero A. *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Ed. Médica Panamericana, 1998;24: 258.
7. Barbany Cairo JR. *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2002;120.
8. Estruch Batlle J. *Alimentación y deporte*. Madrid: Ed Abelló. 1984;39.
9. González Gallego J, Villa Vicente JG. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Ed. Síntesis, S.A., 2001;227.
10. Lars Peterson M, Per Renström M. *Lesiones deportivas. Su prevención y tratamiento*. Barcelona: Ed. Jims S.A., 1988;89.
11. Jurado Bueno A. *Apuntes de fisioterapia del deporte*. Malaga: Ed: Junta de Andalucía; pág. 149,150,151.
12. Lars Peterson M, Per Renström, M. *Lesiones deportivas. Su prevención y tratamiento*. Barcelona: Ed. Jims S.A., 1988;164.
13. Bové, T. *El cuidador deportivo*. Madrid: Ed. Elsevier España, S.A., 2003;59.
14. Florean A. *Lesiones deportivas: importancia y prevención*. Revista digital. 2002. Disponible en <http://www.efdeportes.com/>
15. Moreno de la Fuente JL. *Podología deportiva*. Barcelona: Ed Masson 2005;37-8.
16. RUEDA SANCHEZ, Martin. *Podología. Los desequilibrios del pie*. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2004;113,125.
17. Biosca Estela F, Garcia Fojeda Herrera A, Pifarré San Agustín F. "El calzado deportivo" dentro patología del tobillo y pie del deportista en Anales Anamede 97. Pamplona: Ed. Huarte Gráfica, S.A.L. 1997;142-5.
18. Mir X, Munuera L, Navarro A, Reboiras, JJD. *Traumatología. Esquemas de diagnóstico y tratamiento*. Barcelona: Ed. Iatros Edicions, S.L., 1996;58.
19. Brody DM. *Lesiones del corredor, en clinical symposia*. Barcelona: Ed. Ciba-geigy, 1990;8,19.
20. Olivé Vilas R. *Patología en medicina del deporte*. Barcelona: Ed. Gráficas Cuscó S.A., 2000;110.
21. Brody DM. *Lesiones del corredor, en Clinical Symposia*. Barcelona: Ed. Ciba-Geigy, 1990;28.
22. Brody DM. *Lesiones del corredor, en Clinical Symposia*. Barcelona: Ed. Ciba-Geigy, 1990;28.
23. Brody DM. *Lesiones del corredor, en Clinical Symposia*. Barcelona: Ed. Ciba-Geigy, 1990;31.
24. Brody DM. *Lesiones del corredor, en Clinical Symposia*. Barcelona: Ed. Ciba-Geigy, 1990;31.
25. Disponible en <http://www.opsa.es/ateletismo.htm>.