

# Las lesiones por sobrecarga en las extremidades inferiores desde el punto de vista biomecánico

## *The Sports Overload Injuries of the Lower Extremities from the Biomechanical Point of View*

**Fernando PIFARRÉ SAN AGUSTIN<sup>1,2,3,6,10</sup>, Jaume ESCODA MORA<sup>3</sup>, Alèxia CASAL CASTELLS<sup>2,4,6,10</sup>, Teresa PRATS ARMENGOL<sup>6,7</sup>, Silvia CARLES GOMÀ<sup>6,7,9</sup>, Ana Esther LEVY BENASULY<sup>5,11</sup>**

<sup>1</sup> Doctor en Medicina y Cirugía.

<sup>2</sup> Doctor en Medicina.

<sup>3</sup> Médicos Especialistas en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Médicos del Centro de Medicina Deportiva de la Secretaria General de Deportes. Generalitat de Catalunya.

<sup>4</sup> Médico Colaboradora del Centro de Medicina Deportiva de la Secretaria General de Deportes. Generalitat de Catalunya.

<sup>5</sup> Grado en Podología.

<sup>6</sup> Diplomado Universitario en Podología.

<sup>7</sup> Diplomado Universitario en Enfermería.

<sup>8</sup> Máster en Alto Rendimiento.

<sup>9</sup> Máster en Podología Deportiva. Máster en Ortopodología y Biomecánica.

<sup>10</sup> Profesores del Grado de Podología. FUB. Universidad Central de Catalunya.

<sup>11</sup> Profesora del Grado de Podología. Universidad Europea de Madrid.

### **Correspondencia:**

Generalitat de Catalunya

Representació Territorial de l'Esport

Dr. Fernando Pifarré

c/ Lluís Companys, 1

25003 Lleida

Móvil: 629 802 431

Correo electrónico: fpifarre@gmail.com; escoda@gencat.cat; acasals@fub.edu; teresaprats24@gmail.com; silviacarlesg@gmail.com; aesther.levy@gmail.com

Fecha de recepción: 30 de diciembre de 2015

Fecha de aceptación: 14 de febrero de 2016

Los autores declaran no tener ningún tipo de interés económico o comercial.

### **RESUMEN**

Este trabajo realiza un recorrido por las principales lesiones deportivas por sobrecarga de las extremidades inferiores desde el punto de vista biomecánico. Al mismo tiempo, repasa los principales paradigmas biomecánicos en podología y la aplicación de las teorías biomecánicas emergentes en el estudio de estas lesiones. Con la legislación actual, los estudios biomecánicos clínicos de la marcha deben de realizarse en centros sanitarios y los únicos profesionales sanitarios que pueden realizarlos son los podólogos y los médicos (porque ambas tienen la capacidad de diagnosticar), quedando reservado para los licenciados en educación física, los estudios que se realizan en el terreno de juego o en la pista con la finalidad exclusiva de mejorar el rendimiento deportivo, pero nunca con finalidad de tratar una patología por sobrecarga.

**Palabras clave:** paradigma biomecánica; lesión; sobrecarga; pie.

### **ABSTRACT**

This work studies the major sports overload injuries of the lower extremities from the biomechanical point of view. At the same time, the main paradigms of podiatric biomechanics and the application of new biomechanical theories in the study of these lesions are reviewed. With current legislation, clinical gait biomechanical studies should be carried out in health centres and the only health professionals who can perform them are podiatrists and doctors (because they

both can diagnose). Graduates in physical education can carry out studies in the field or in the sports court for the sole purpose of improving athletic performance, but never intended to treat a pathology overload.

**Key words:** Biomechanical paradigm; injury; overload; foot.

**Referencia normalizada:** Pifarré San Agustín F, Escoda Mora J, Casal Castells A, Prats Armengol T, Carles Gomà S, Levy Benasuly AE. Las lesiones por sobrecarga en las extremidades inferiores desde el punto de vista biomecánico. *Rev. Int. Cienc. Podol.* 2016; 10(2): 106-121.

**Sumario:** Introducción al concepto de biomecánica. Tipos de biomecánica. Historia de la biomecánica podológica. Escuelas biomecánicas. Adaptación de modelos biomecánicos. Clasificación de las lesiones por sobrecarga de las extremidades inferiores. Conclusiones. Bibliografía.

## INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE BIOMECÁNICA. TIPOS DE BIOMECÁNICA

Muchos profesionales reciben actualmente el nombre de “biomecánicos”<sup>1</sup>: profesionales de la sanidad y profesionales deportivos, lo que nos lleva a definir biomecánica.

Etimológicamente está formada por el prefijo “bio” y la palabra “mecánica”, por lo cual, la biomecánica puede entenderse como la técnica que aplica las leyes de la mecánica a las estructuras vivas (en nuestro caso, aparato locomotor).

La biomecánica se divide en las mismas partes que la mecánica. La parte que describe los movimientos es la cinemática, que sitúa espacialmente los cuerpos mediante coordenadas y ángulos, detalla sus movimientos en términos de desplazamiento (recorridos), velocidades y aceleraciones.

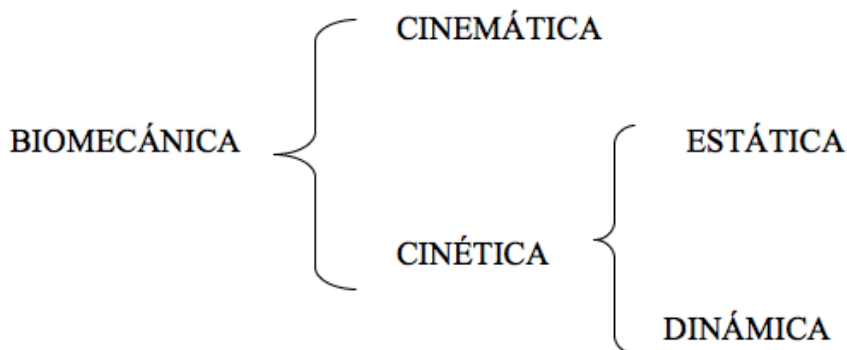
Cuando el movimiento, o la falta de éste, se relaciona con las fuerzas que lo provocan, se habla de cinética. La parte de la cinética que estudia las fuerzas que provocan el movimiento es la dinámica y la que estudia las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantengan en equilibrio es la estática.

La biomecánica se enriquece como ciencia y como técnica de diferentes disciplinas con las que se relaciona directamente, entre las que destacan las ingenierías y la física. Pero no podemos olvidar que la biología, que es tan importante en las profesiones relacionadas con la salud, aporta un corpus considerable a los saberes biomecánicos. La parte biológica se en-

riquece tanto de las profesiones sanitarias que nos constituyen la biomecánica médica, como de profesiones no sanitarias donde estarían la biomecánica ergonómica y la biomecánica de la actividad física y el deporte.

Así podemos clasificar esta nueva y vieja disciplina en:

1. La biomecánica de las ingenierías que abarca el diseño de las prótesis e implantes articulares así como la elección de los materiales.
2. Biomecánica médica:
  - 2.1. La biomecánica aplicada a la traumatología que define los principios mecánicos que se utilizan para la colocación ideal de la prótesis y sus posibles recambios y además estudia las cargas máximas que pueden soportar estas prótesis.
  - 2.2. La biomecánica aplicada a la medicina deportiva que nos sirve para conocer el mecanismo de la lesión, básicamente el de las lesiones por sobrecarga<sup>2</sup> para intentar prevenirlas desde el punto de vista de una correcta alineación biomecánica.
  - 2.3. La biomecánica de la fisioterapia, de la rehabilitación y de la terapia ocupacional: estudia los ejercicios que tienen un carácter rehabilitador, teniendo en cuenta la dirección de las fuerzas, así como los momentos generados en torno a las articulaciones.
  - 2.4. Biomecánica podológica: estudia los apoyos plantares sean o no patológicos



y su influencia respecto a otras partes del aparato locomotor. Los podólogos<sup>3</sup> han sido los profesionales sanitarios que han introducido los estudios biomecánicos clínicos de la marcha.

3. La biomecánica ergonómica incluye el estudio para la mejora de las condiciones del trabajo en el mundo laboral y en el doméstico.
4. La biomecánica de la actividad física y deportiva: pretende una mejora del rendimiento deportivo; ejemplo: mejora de la técnica de carrera, mejora en el lanzamiento de una jabalina. Es el campo de actuación de los licenciados en ciencias de la actividad física (INEF/LCAFE).

## HISTORIA DE LA BIOMECÁNICA PODOLÓGICA. ESCUELAS BIOMECÁNICAS

Existen referencias históricas de la huella humana y del esqueleto del pie<sup>4</sup> desde la antigüedad. No obstante, las primeras referencias de la biomecánica podológica moderna las encontramos en los años 70 con los escritos de Root<sup>5</sup>, Weed y Orien. Merton Root fue el gran innovador que marcó un antes y un después de la biomecánica podológica<sup>6</sup>.

Se definen dos escuelas biomecánicas, una europea que sigue básicamente el modelo francés y una escuela anglosajona, la primera pone énfasis en la morfología del pie y la segunda en sus funciones.

La Escuela Europea considera el retropié como una de las principales partes del pie capaz de originar patología. Se basa en la morfología de la huella plantar desde un punto de vista estático. El tratamiento va a buscar la neutralidad del retropié. Las ortésis plantares que propone esta escuela son los soportes plantares por elementos o de Lelièvre<sup>7</sup>. Se trata de la combinación de diferentes cuñas y descargas encima de una palmilla

Por su parte, la Escuela Anglosajona considera que las funciones del pie son:

- Compensación
- Amortiguación
- Progresión
- Equilibrio
- Estabilidad

De todas las funciones, la primera es la más importante ya que es la que tiene más incidencia en la aparición de patología podológica. Para estudiarla se parte de la posición neutra del pie. Así, según esta escuela, los soportes plantares se realizan cuando el pie es incapaz de realizar estas funciones. De todas las funciones, la compensación es la más importante ya que es la que tiene más incidencia en la aparición de patología podológica. Para estudiar ésta, se parte de la posición neutra del pie.

A diferencia de la Escuela Europea, la Anglosajona busca la etiología de la patología y los mecanismos de compensación que se producen a distancia del pie, dando mucha importancia a la funcionalidad del primer radio. Los soportes plantares se confeccionan a partir de un molde de yeso y las cuñas se colocan tanto en el antepié como en el retropié en función de la patología que se presente.

Vamos a reflexionar sobre los paradigmas biomecánicos podológicos más importantes y su aplicación en las principales lesiones por sobrecarga de las extremidades inferiores.

## PARADIGMA BIOMECÁNICO

Según el podólogo Javier Ordoyo<sup>8</sup>, un paradigma biomecánico está constituido por los supuestos teóricos generales y las técnicas para su aplicación que adoptan los miembros de una determinada comunidad científica.

### Principales paradigmas biomecánicos podológicos

1. Modelo teórico de Morton (hipermovilidad del primer radio). En este modelo se valora la longitud del primer radio y esto podría explicar las metatarsalgias de radios centrales. Morton diseñó un alargo para el primer radio que nos ayuda a la propulsión<sup>9</sup>.
2. Modelo teórico del trípede (anatomistas: Orts Llorca, Testut-Letarjet<sup>10</sup>): tres puntos de apoyo, cabeza primer, quinto metatarsiano y calcáneo.
3. Modelo teórico de Hicks (mecanismo de Windlass). Según Hicks, el pie funciona como un cabestrante y el dedo gordo actúa como una manivela (molinillo). La dorsiflexión de la primera articulación metatar-

sotalángica tensiona la aponeurosis plantar, acortando la distancia entre la cabeza del primer metatarsiano y el calcáneo. Esta dorsiflexión también provoca una supinación del pie coordinada con una rotación externa de la pierna. Este mecanismo de poleas fue descrito por John Hicks en 1954. Se inicia debajo del dedo gordo del pie, cuando lo llevamos hacia arriba (en el caso de ir andando o corriendo, cuando levantamos el talón). A partir de ahí, la cuerda que forma la fascia plantar se tensa y esto eleva el arco longitudinal del pie (lo contrario a tener un pie plano). A simple vista puede parecer poco importante que el arco del pie se eleve pero lo cierto es que en esta posición elevada se convierte en una estructura compacta capaz de transmitir la fuerza de los músculos hacia el suelo. Es decir, en esta posición nuestros músculos pueden propulsarnos hacia delante con mayor eficacia. Pero el mecanismo no termina aquí. Siguiendo por el talón, el mecanismo de Windlass tensa el tendón de Aquiles y rota externamente la tibia. Ésta, a su vez, transmite fuerza hacia el fémur y de ahí a la cadera y al tronco. En definitiva, la tensión generada por la extensión del dedo gordo del pie se transmite hacia arriba y de manera armónica si no hay ningún problema. Pero a menudo los hay y entonces empiezan las molestias o las lesiones”<sup>11</sup>.

4. Modelo teórico de Lelièvre (elementos plantares). Diseña una ortésis semirrígida en la que, sobre una palmilla, pega unos elementos plantares ya sean arcos, cuñas o descargas retrocapitales<sup>12</sup>.
5. Modelo teórico de Root (neutralidad subastragalina). Pretende evitar las compensaciones que producen las fuerzas reactivas del suelo ya que estas son las causas de la patología. Así, al evitarlas no se producirán movimientos articulares anormales a distancia que son los que nos producen tensión en los tejidos y, por tanto, dolor. Para ello confecciona un molde de yeso en descarga que recoge la deformidad intrínseca del pie pero en posición neutra de la subastragalina y la mediotarsiana bloqueada. A partir de este molde diseña un tipo de ortésis plantar (ortésis funcional) y a la que le coloca unos

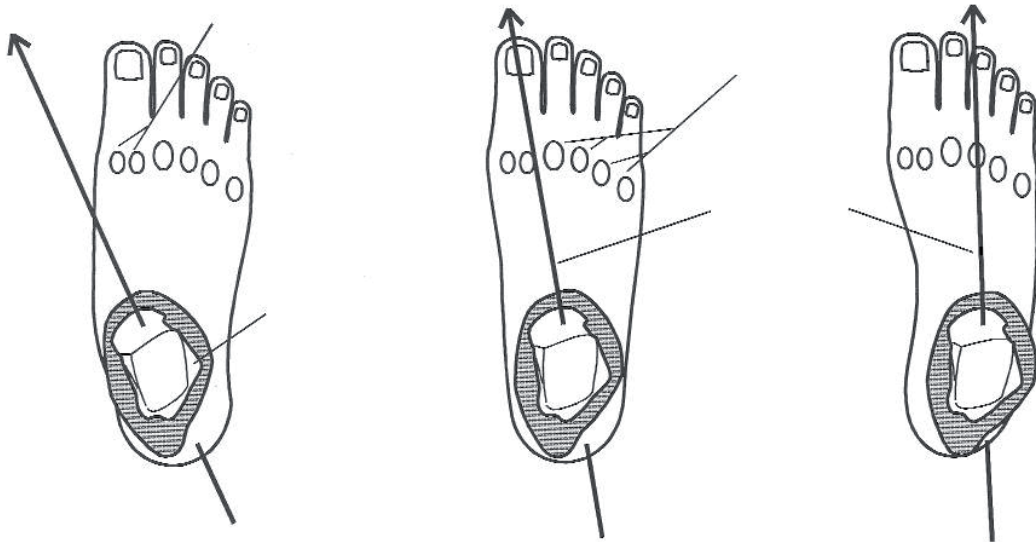
posteos o cuñas en antepié o retropié para conseguir esta pretendida neutralidad<sup>13</sup>.

6. Modelo teórico de Nigg (respuesta propioceptiva). Se basa en la respuesta propioceptiva. Así, para Nigg, la propiocepción informa al organismo de la posición de la musculatura de la extremidad inferior cuando el pie está en pronación y le afectan las fuerzas de impacto<sup>14</sup>. También hace referencia al concepto de normalidad y define sus criterios. Refiere que las ortesis no producen un cambio en la alienación esquelética, pero sí en la actividad muscular (modelo neuro-mecánico: la actividad muscular no cambia con la utilización de soportes plantares).
7. Modelo teórico de Michaud / Martin Rueda (bisagras articulares)<sup>15</sup>. Este modelo compara algunas articulaciones de las extremidades inferiores que se comportan como bisagras (rodilla, tobillo, metatarsofalángicas) con las que no lo hacen (cadera, mediotarsiana). Según estos modelos, la articulación mediotarsiana nos permite la adaptación del antepié a planos laterales sin tener que desequilibrar la articulación subastragalina<sup>16</sup>. Martin Rueda realiza el molde en bipedestación mediante la cámara podoneumática Podo Medel, pudiendo controlar mediante una cámara de video interior las correcciones manuales a las que somete al pie. Según Agustín Montañola “Martin Rueda patentó la primera plataforma optométrica del mundo (1987) y la registró como patente de intervención con el título de Podómetro, por el procedimiento video.neumático para el estudio de las presiones plantares”<sup>17</sup>.
8. Modelo teórico de Kirby (equilibrio rotacional): En su publicación *Rotational equilibrium across the subtalar joint axis* nos dice que la desviación lateral o medial del eje de la subastragalina (en condiciones de neutralidad en un plano transversal pasa por el primer radio) nos producirá una alteración de los momentos del brazo de palanca. Así, una desviación medial da lugar a un aumento de los músculos que nos producen pronación y una disminución de los que producen supinación dando un aumento neto de los momentos pronadores y al revés.

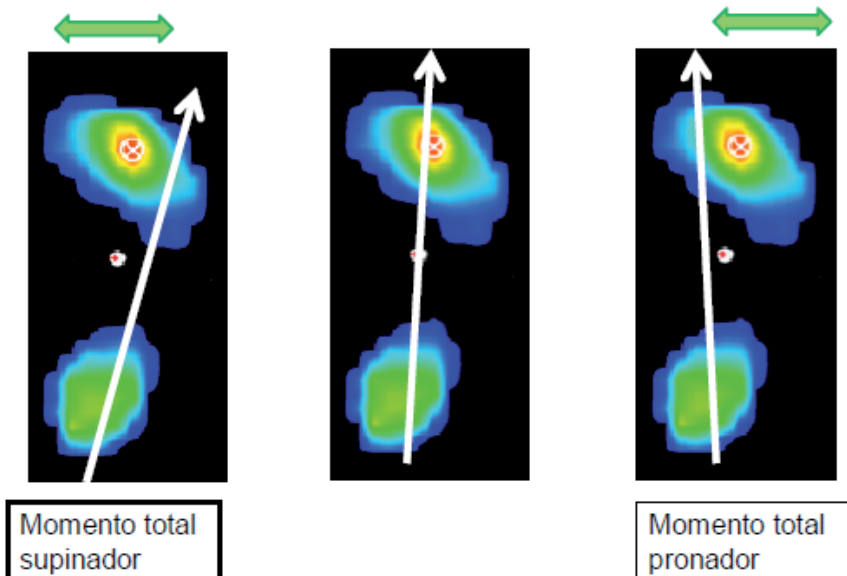
9. Modelo teórico de Erik Fuller (centro de presiones). Simplifica el modelo del equilibrio rotacional de Kirby y relaciona tres conceptos; eje de la articulación subastragalina, centro de presiones y los momentos generados por las fuerzas de reacción

del suelo sobre la subastragalina. Así, una desviación medial del centro de presiones, implica momentos pronadores, y la desviación lateral, momentos supinadores.

10. Modelo teórico de Danenberg-Payne (facilitación en el plano sagital). En dos de

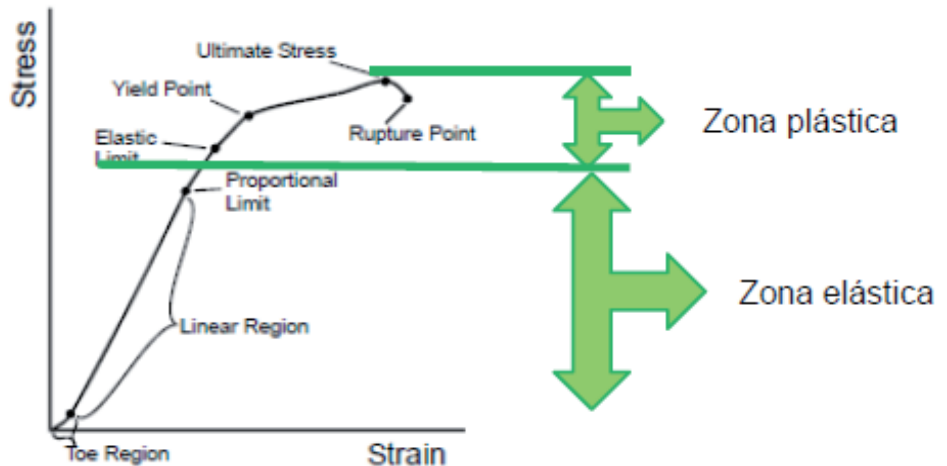


**Ilustración 1.** Eje de la subastragalina en posición de pronación, neutra y en supinación.



**Ilustración 2.** Posición del centro de presiones con el eje de la articulación subastragalina en momento supinador, neutro y pronador.

## ELASTICIDAD / PLASTICIDAD



**Ilustración 3.** Modelo de Hunt i Mc. Poil donde se describe la zona plástica y la elástica.

sus publicaciones<sup>18,19</sup> estudia el movimiento en el plano sagital y los 3 Rockers de la marcha como puntos de pivotaje del pie. Explica el concepto y la clasificación del Hallux limitus e introduce la cuña cinética.

11. Modelo teórico de Hunt y Mc. Poil (modelo de estrés de los tejidos). En su publicación “Mc Poil, Hunt GC: Evaluation and Management of Foot and Ankle Disorders: Present Problems and Future Directions JOSFT. Volume 21. Number 6. June 1995” introduce el concepto de estrés de los tejidos, siendo éste la resistencia interna que opone cualquier estructura del aparato locomotor a ser deformada por la acción de una fuerza externa. La acción de una fuerza externa durante cualquier actividad física provoca que las estructuras que componen el aparato locomotor desarrollen una fuerza interna que evite la deformación del tejido. Esto se represen-

ta mediante una grafica que describe una zona elástica y una zona plástica. Llega un momento en que se supera el límite, apareciendo la clínica y, en caso extremo, puede darse la rotura de la estructura.

### ¿Son teorías científicas estos paradigmas biomecánicos de las extremidades inferiores?

Para unos autores sí y para otros no. Vamos analizar por qué sí y por qué no.

SÍ

1. 1. Describen una metodología de trabajo.
2. 2. Establecen unas leyes o principios teóricos.
3. 3. Porqué utilizan un instrumental y técnicas necesarias para conseguir que las leyes del paradigma se refieran al mundo real.
4. 4. Aportan unos principios metafísicos muy generales que guían el trabajo dentro del paradigma.



## NO

1. No superan el “Principio de Falsabilidad”. Para contrarrestar una teoría, es preciso intentar refutarla mediante un contraejemplo. Si no es posible refutarla, dicha teoría queda corroborada pudiendo ser aceptada provisionalmente, pero nunca verificada.

Entonces, ¿para qué nos sirven?

- Estas teorías nos ofrecen unas *gafas* que nos permiten observar unos hechos y nos dan una explicación racional a los mismos (muy útil en la explicación de lesiones deportivas por sobrecarga por momentos pronadores o supinadores, pero no impiden que otros biomecánicos vean y observen cosas diferentes).
- No obstante, no dejan de ser modelos teóricos, más o menos actualizados, y no debemos despreciar ninguna de sus bases. Sin embargo, como biomecánicos clínicos que somos, debemos de ser cautos en su aplicación práctica y conocer sus limitaciones. No debemos usarlos como una guía de tratamientos sino como unos modelos teóricos que nos ayudan a comprender y tratar las lesiones por sobrecarga.

## ADAPTACIÓN DE MODELOS BIOMECÁNICOS

De todos los paradigmas descritos de forma sucinta anteriormente, los modelos que nos interesan más para clasificar las lesiones por sobrecarga de la extremidad inferior son: el Modelo de Michaud / Martín Rueda, el Modelo de Kevin Kirby y Erik Fuller i el Modelo de stress de los tejidos de Hunt i Mc. Poil.

1. El primero, conocido también como el de bisagras articulares, es muy útil para conocer cómo se comportan las articulaciones según su función mecánica. Por ejemplo, la enartrosis de la cadera, aunque tenga movimientos de flexión-extensión tiene rotaciones y abducción i adducción. La tróclea de la rodilla y el tobillo, las interfalángicas se comportan como una bisagra. Las metatarsofalángicas son condíleas (pueden hacer abducción y adducción) pero básicamente hacen flexión y extensión. En cambio, la mediotarsiana no es una bisagra ya que se comporta como una paleta

rígida que permite un movimiento de 2/3 en supinación y 1/3 en pronación. De todo esto deducimos que la funcionalidad de la mediotarsiana es muy importante para la adaptación del pie al suelo. Si no funciona bien, las otras articulaciones *se tendrán que buscar la vida* y hacer movimientos anormales para adaptar el pie al suelo.

2. En el segundo, basado en la desviación medial o lateral del eje subtalar.

Kirby clasifica la patología del pie en función si hay desviación medial articulación subastragalina (momentos pronadores) o desviación lateral eje subastragalina (momentos supinadores).

### A. Desviación medial:

- Hallux abductus valgus / Hallux limitus
- Fascitis plantar
- Capsulitis segunda articulación metatarsofalángica
- Síndrome Seno del tarso
- Disfunción tibial posterior
- Condropatía rotuliana
- Bursitis pata de ganso
- Síndrome cintilla ileo-tibial
- Algunas bursitis trocantéricas

### B. Desviación lateral:

- Marcha en avanzada supinación
- Tenosinovitis crónica peroneos
- Esguinces en inversión
- Sobrecarga columna lateral

Fuller realiza un modelo parecido al de Kirby, pero teniendo en cuenta los centros de presiones, con la misma finalidad (desviación medial o lateral del centro de presiones) y por tanto momentos pronadores o supinadores.

3. El tercer modelo permite explicar las lesiones por sobrecarga ya que a diferencia de las lesiones traumáticas, las primeras tienen un periodo subclínico en el que el tejido (óseo, tendinoso...) empieza a sufrir a pesar de que el paciente no es consciente del problema y llegará un momento en que si persisten las alteraciones biomecánicas, añadidas a la sobrecarga que comporta la actividad física, aparecerá la clínica, que a pesar de ser una lesión menor, puede condicionar mucho la vida deportiva.



## CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES POR SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES

### Etiología biomecánica de las lesiones por sobrecarga en la cadera

Las lesiones por sobrecarga de la región pelviana, inguinal son una de las más difíciles de tratar en traumatología deportiva quizá por las dificultades tanto en el diagnóstico como en el tratamiento<sup>20</sup>, pero aún es más difícil explicar su etiología biomecánica según el modelo biomecánico de las bisagras articulares que estudiamos en este trabajo ya que la articulación de la cadera no es una bisagra, pues además del movimiento de flexión extensión (propio de una bisagra) tiene también abducciones – adducciones y rotaciones. En este movimiento rotatorio intuimos un origen biomecánico en algunas sobrecargas de la cadera.

### Lesiones de tipo nervioso

**Síndrome del piramidal.** Se produce un espasmo involuntario del músculo piramidal que estrangula al nervio ciático dando una clínica parecida a la ciática clásica, pero en el síndrome del piramidal es muy raro que se afecte por debajo de la rodilla. Además de la anteversión femoral (que facilita una rotación interna de la cadera) se ha visto una pronación del retropié. La retroversión femoral es mínima. El piramidal es un músculo rotador externo. Uno de los tratamientos más efectivos es una infiltración guiada por ecografía de un anestésico local más corticoides. Se aconsejan masajes, estiramientos, punción seca, infiltración de toxina botulínica<sup>21</sup>. En el campo podológico, controlamos la pronación de retropié ya que su fisiopatología es por momentos pronadores.

**Meralgia parestésica**<sup>22</sup>. Son parestesias provocadas por compresión del nervio cutáneo lateral del muslo. Este es un nervio sensitivo que pasa sobre o a través de la porción lateral del ligamento inguinal y desciende por el músculo anterolateral. Su etiología es ideopática aunque guarda relación con el sobrepeso y la cirugía inguinal previa. La fisiopatología suele ser un exceso de flexión del tronco o del muslo que comprime el nervio y un discreto momento pronador. El único caso que hemos

visto, es en un paciente sedentario que empezó realizar actividad deportiva siendo obeso, con ropa ajustada i sin ningún tipo de control.

### Lesiones musculares o tendinosas

**Pubalgias**<sup>23</sup>. Se corresponde a un síndrome doloroso en el pubis y el abdomen inferior, que aparece en deportistas, y que agrupa bajo una misma denominación tres entidades anatómicas distintas pero de etiopatogénica común:

1. La enfermedad de los aductores: afecta preferentemente al aductor medio y la lesión puede ser en el cuerpo del tendón, en la unión músculo tendinosa o en su inserción ósea. Provoca un dolor subpubiano irradiado a la cara interna del muslo que aparece tras gestos deportivos como pase lateral, chute de interior...

2. La osteoartropatía pubiana: afecta la sínfisis pubiana y va ligada a la sobrecarga de esta articulación y a un desequilibrio muscular entre abdominales y aductores.

3. Patología parieto-abdominal: las lesiones responsables pueden ser congénitas o adquiridas, afectando la musculatura de la parte baja del abdomen y de los elementos constitutivos del canal inguinal. Produce un dolor por encima del pubis que es generalmente unilateral que irradia al pubis, a los testículos y aumenta con la tos, el estornudo o la defecación. Su inicio suele ser agudo, a veces muy intenso, después de una acción deportiva violenta.

**Tendinosis trocantérica.** Es una afección dolorosa crónica en la inserción de los músculos glúteo medio y menor en la zona sobre el borde posterior del trocánter mayor. El aumento de la anteversión femoral produce un incremento de la rotación interna del fémur con la consecuencia marcha o carrera con las puntas de los pies para dentro y una limitación de la rotación externa de la articulación coxofemoral. Suele existir momentos pronadores con rodilla valga.

**Tendinitis del ileopsoas.** Tendinitis del músculo por sobreuso en su inserción en el trocánter menor que puede ocurrir en las actividades que implican una flexión repetida de la cadera o rotación externa del muslo. “La prueba de Ludloff es específica para el ileopsoas y permite que se aisle este músculo mediante la flexión de la cadera hasta 90° y

rotación interna del fémur contra resistencia o el levantamiento de la pierna con la rodilla extendida mientras el paciente permanece sentado en una silla. Si aparece un dolor inguinal profundo se considera positiva la prueba. La prueba de Thomas evalúa la flexibilidad del ileopsoas. La prueba se realiza en decúbito dorsal y los glúteos cerca del borde de la camilla. Se realiza una flexión máxima de la cadera y la rodilla, y luego se extiende una de las extremidades inferiores mientras la otra se mantiene en flexión. La incapacidad incompleta de extender las caderas sugiere un ileopsoas contraído o rígido. Si el ileopsoas está comprometido, la compresión del muslo del paciente y el movimiento pasivo de la cadera para lograr una extensión adicional desencadena dolor<sup>24,27</sup>. Esta patología la hemos visto en el baile, el ballet clásico, el remo, el fútbol y en la carrera cuesta arriba. Es importante entrenar la fuerza y la flexibilidad de forma adecuada y en casos resistentes va muy bien una infiltración ecoguiada de corticoides cerca del trocánter mayor.

**Tendinitis del recto femoral.** Se da en la práctica intensa de lanzamientos en futbolistas y en velocistas que entrenan con sesiones prolongadas. El dolor suele ser en la zona de la espina iliaca anterosuperior

**Miscelánea.** Entrarían en este grupo la tendinosis recto abdominal, grácil, sartorio, tensor fascia lata, glúteo medio.

### Lesiones de estructuras fibrocartilaginosas

**Sacroileitis.** Se trata de la inflamación de las estructuras sacroilíacas debido a movimientos bruscos de rotación y abducción, propia de los músculos glúteos. Es por momentos pronadores y es relativamente frecuente en el hoquei y en el tenis.

**Síndrome del labrum o del rodete acetabular.** Consiste en un atrapamiento y posterior rotura del labrum acetabular entre el cótilo óseo y el fémur debido a microgolpes en deportistas de élite que en un inicio se manifiesta con fenómenos inflamatorios en el cuello femoral y luego se forma como un callo óseo. Se da en la marcha atlética y es por fenómenos pronadores.

**Bursitis tocanterica<sup>25</sup>.** Es un dolor en la zona del trocánter mayor. En caso de los deportistas, la sobrecarga de la bursitis trocánterica

se suele deber a una irritación mecánica, en general debida a al desplazamiento repetitivo de delante hacia atrás de un músculo o un tendón, irritando la bolsa. También suele observarse una dismetría de la extremidad inferior, un aumento de la anteversión femoral, pelvis ancha, pronación excesiva. Suele ser el músculo tensor de la fascia lata.

### Lesiones óseas

**Fractura de estrés en el cuello fémur.** Se produce debido a impactos repetidos contra el suelo o a carreras en planos inclinados. Suelen existir momentos pronadores.

**Fracturas por avulsión.** Se producen con mayor frecuencia en las epífisis que son centros de osificación secundarios que contribuyen al crecimiento periférico del hueso. La epífisis está separada del resto del hueso por una placa de crecimiento y sirve como origen o sitio de inserción para varios músculos o tendones. Se da en varones entre 13 y 17 años en épocas de crecimiento rápido. Se producen en la cresta iliaca (músculos abdominales), espina iliaca anterosuperior (músculo sartorio), espina iliaca anteroinferior (músculo recto femoral), tuberosidad isquiática (músculos de la corva), trocánter menor (músculo ileopsoas), trocánter mayor (músculo glúteo medio y glúteo menor).

**Choque femoroacetabular.** Es una patología de la articulación de la cadera, cuyo origen desconocemos actualmente, que puede afectar a cualquiera de los dos elementos que participan en el juego de la cadera: el acetábulo y el fémur. Existen diferentes tipos y se dan en gente joven y mujeres atléticas de mediana edad. Podría ser la causa de un 70% de coxartrosis de tipo ideopático. Se produce cuando la cadera se flexiona y se produce rotación interna. Suelen existir momentos pronadores.

**Síndrome de cadera en resorte (síndrome de chasquido interno de la cadera).** Se debe a una irritación del borde posterior de la banda iliotalibial, que transcurre por encima de la cara superior del trocánter mayor donde se desarrolla una pequeña formación fibrosa. Cuando la cadera se flexiona y se estira, la prominencia se desliza sobre el trocánter hacia delante y atrás dándose este chasquido audible.

### **Etiología biomecánica de las lesiones por sobrecarga en la rodilla**

En el caso de la rodilla, que tiene un claro comportamiento de bisagra, los componentes de pronación y supinación son muy evidentes.

#### **Lesiones tendinosas o entesitis**

**Síndrome de la cintilla ileotibial (rodilla del corredor).** La cintilla ileotibial forma parte del músculo tensor de la fascia lata. Tiene su origen en la espina iliaca anterosuperior de la pelvis y se inserta mediante la cintilla ileotibial al tubérculo de Gerdy de la tibia. Se suele dar en deportistas de larga distancia y puede disminuir durante el calentamiento o entrenamiento, pero al día siguiente es bastante doloroso<sup>26</sup>. Cuando corremos, durante la flexo-extensión de la rodilla, roza la cintilla en el epicóndilo femoral externo dando un dolor extrarticular muy típico. Es por momentos pronadores.

**Síndrome de la pata de ganso**<sup>27</sup>. Es un dolor en la zona del cóndilo femoral interno que se produce con la inflamación de una bolsa serosa que se encuentra entre la pata de ganso (sartorio, gracilis o recto interno y semitendinosos) y el ligamento lateral interno. Es por momentos pronadores.

**Tendinitis rotuliana o rodilla del saltador**<sup>28</sup>. Se trata de una sobrecarga del tendón rotuliano en su inserción proximal. Frecuente en atletas de 18 a 25 años que realizan carreras o saltos de gran intensidad (voleibol, básquet...). A veces también se da una tendinitis cuadricepsital. La extensión de la rodilla contra resistencia es dolorosa. Suelen darse momentos pronadores que nos hacen aumentar el ángulo Q. No tenemos que confundir esta entidad con la **Enfermedad de Osgood-Schlatter**<sup>29</sup> que se da en adolescentes en época de crecimiento con dolor en la tuberosidad tibial anterior. Tampoco debemos confundirla con la **Enfermedad de Sinding-Larsen-Johnson**<sup>30</sup> que es una apofisitis con inflamación del polo inferior de la rótula (núcleo de osificación secundario de la rótula) producido por la tracción que ejerce el aparato extensor de la rodilla al realizar de forma brusca o repetitiva una extensión máxima desde la posición de flexión en carga, como ocurre al subir escaleras, correr o saltar en deportistas adolescentes entre los 10 y 14 años.

**Tendinitis cuadricepsital**<sup>31</sup>. Es un dolor en el polo superior de la rótula, pero no es tan frecuente como la rotuliana. Se da cuando la rodilla realiza movimientos repetitivos en flexión máxima o casi máxima. Suele darse en halterófilos. Algunas veces, sobre todo si el dolor ha sido de forma súbita, puede darse una desinserción del tendón

**Tendinitis del tendón poplíteo**<sup>32</sup>. Es rara, y normalmente se produce en corredores de larga distancia. Causa un microtraumatismo sobre el tendón del músculo poplíteo, sobre todo cuando se corre en planos inclinados, ya sean ascendentes o descendentes. Se manifiesta un dolor en el compartimiento externo o posteroexterno de la rodilla después de haber corrido, aumentando el dolor en los planos inclinados. Al explorar al paciente, se desencadena el dolor al palpar el tendón por delante del ligamento lateral externo en su inserción condílica. Se diagnostica bien con la maniobra de Mozagas. En esta maniobra se coloca el paciente en decúbito dorsal, con la rodilla en flexión de 90°, aparece el dolor al realizar una abducción de la rodilla. Los pacientes suelen presentar un genu recurvatum.

#### **Alteraciones en el cartílago**

**Dolor femoropatelar.** Es un dolor localizado en la cara anterior de la rodilla que puede obedecer a diferentes etiologías. En un inicio, se pensó que tenía su origen en una lesión del cartílago articular y por eso también se le conoce como condropatía rotuliana o condromalacia. Posteriormente, se ha observado que el cartílago no tiene inervación, por lo que difícilmente podría desencadenar dolor. También hay casos en los que no se evidencia lesión cartilaginosa y hay dolor por lo que se teoriza con dos supuestos:

- Existencia de alteraciones objetivas en la alineación del aparato extensor, alteraciones en la morfología de la rótula o de los cóndilos que condicionarían zonas de sobrecarga en la articulación, como pueden ser en la cara lateral de la rótula, donde se produciría una hiperpresión a nivel del hueso subcondral que desencadenaría el dolor. En este caso predominan los momentos pronadores que hacen aumentar el ángulo Q.

- No hay evidencias de alteraciones estructurales en la articulación que condicionen zonas de sobrecarga articular y con ello dolor. Ocasionalmente se han descrito casos como una hiperpresión del alerón rotuliano externo. Viene muchas veces informado radiológicamente como rótula alta.

**Osteocondritis juvenil**<sup>33</sup>. Necrosis del cartílago articular adyacente por alteraciones vasculares locales o por microtraumatismos repetitivos que afectan a los cóndilos femorales internos pudiendo provocar el desprendimiento de un fragmento en jóvenes de 8 a 14 años. Suele curar espontáneamente, pero en ocasiones precisa tratamiento quirúrgico. Predominan los momentos pronadores.

#### Lesiones óseas

**Fractura de la rótula.** Dolor rotuliano al esfuerzo cuando el deportista hace un movimiento de rotación. Suele darse después de una arтроplastia total de la rodilla.

**Arrancamiento de la tuberosidad tibial anterior.** Se debe a la tracción del aparato extensor de la rodilla en el lugar de la inserción.

#### Arrancamiento de las espinas tibiales

##### Miscelánea

**Bursitis**<sup>34</sup>. Alrededor de la cara anterolateral de la rodilla hay varias bolsas y todas pueden inflamarse debido al uso excesivo de las estructuras tendinosas de los alrededores. Otras causas, pueden ser traumatismos directos o por caída pero no es el objeto de este trabajo. Las principales son la prerrotuliana, infrarrotuliana, femoral lateral y bicipital

**Quiste poplíteo o de Baker.** Es una acumulación de líquido sinovial que forma un quiste detrás de la rodilla y que se acumula en la bolsa del gastrocnemio-semimembranoso. Según su tamaño puede molestar. Es una patología por alteración anatómica más que una entidad propiamente por alteración biomecánica.

#### Etiología biomecánica de las lesiones por sobrecarga en la pierna

Son tres entidades donde se evidencia una alteración biomecánica por momentos pronadores.

**Síndrome del compartimento tibio peroneo (periostitis tibial).** Es un dolor en los 2/3 distales de la pierna. Agrupa a tres entidades:

- Tendinitis tibial posterior
- Periostitis
- Fractura por sobrecarga

El mecanismo lesional consiste en una tracción del tibial posterior (tibia y membrana interósea) que, en un inicio, es una tendinitis insercional, posteriormente periostitis y puede finalizar con una fractura por sobrecarga.

**Síndrome del compartimento anterior.** Dolor de los músculos del compartimento anterior (tibial anterior, extensor largo dedos y extensor largo dedo gordo) debido a una sobrecarga.

**Síndrome del compartimento lateral.** Dolor en la cara lateral de la pierna (peroneo lateral corto y largo)

#### Etiología biomecánica de las lesiones por sobrecarga en el pie

Básicamente son por momentos pronadores<sup>35</sup>.

**Fascitis plantar.** Inflamación del tejido grueso del pie que conecta el calcáneo con los dedos y nos forma el arco del pie. Se manifiesta por un dolor en el talón en la zona de inserción de la fascia plantar en el calcáneo, aunque a veces puede aparecer dolor en el trayecto de la fascia. Suele darse en deportistas que presenten alteraciones en el arco plantar, que tengan sobrepeso y corran largas distancias. Habitualmente, el dolor aparece al levantarse de la cama y dar los primeros pasos del día o al levantarse después de estar sentado. Suele observarse una pronación excesiva/pie plano aunque no es raro a veces observar todo lo contrario como supinación/pie cavo<sup>36</sup>. No es extraña la existencia de un acortamiento en el sistema aquílio calcáneo plantar, por lo que los estiramientos son muy importantes en su prevención. El tratamiento en un inicio es conservador, aunque sino mejora puede realizarse fisioterapia, infiltración de corticoides, ondas de choque e incluso cirugía. A veces puede observarse una rotura de la fascia plantar. Otras veces hay un espolón calcáneo.

**Tendinopatía del tibial posterior.** Es una de las patologías más habituales en los atletas.



Implica un fallo en el mantenimiento del arco longitudinal interno por la función antipronadora de este tendón. El dolor aparece habitualmente, en una zona inferior al maléolo tibial donde el tendón está poco vascularizado. Los obesos y los que presentan un pie plano tienen mayor incidencia.

**Escafofoiditis tarsiana.** Guarda relación con la patología anterior ya que duele la zona del escafoide donde se inserta distalmente el tendón del tibial posterior. La zona se ve tumefacta y es dolorosa a la palpación del hueso.

**Síndrome del seno del tarso.** Dolor en la zona lateral subastragalina. Se observa una pronación excesiva y un retropie valgo que provoca una compresión de esta zona anatómica. Suelen existir antecedentes de entorsis de tobillo con alteraciones propioceptivas que nos producen la sensación por parte del paciente de una especie de fallo articular<sup>37</sup>.

**Fractura de estrés.** Básicamente se da en el **segundo o tercer metatarsiano** ya que hay una insuficiencia del primero. Se producen al aumentar de forma brusca el entrenamiento o en una actividad excesiva de un paciente que no esté acostumbrado. Se conoce como fractura de la marcha porque se observaba en los soldados después de una marcha prolongada o enfermedad de Deutchlander. Clínicamente se observa un edema dorsal en la zona de los metatarsianos y un dolor de aparición súbita. Tarda en positivizarse en las radiografías simples. A veces puede darse en el **calcáneo** sobre todo si tienen un gran apoyo de talón.

**Patología del tendón de Aquiles**<sup>38</sup>. Este tendón carece de vaina sinovial, recibe irrigación de los vasos de sus inserciones muscular y ósea, pero el mayor aporte proviene de la irrigación de su epitendón. Hay una línea vascular crítica a unos 2-6 cm. proximales a su inserción calcánea.

Los factores que predisponen a su patología son la edad, la mala alineación del pie (sobre todo momentos pronadores de la articulación subastragalina), tríceps sural muy tenso, errores en el entrenamiento, superficies de entrenamiento y calzado deportivo inadecuados.

Sus formas clínicas son:

- Paratendinitis
- Tendinosis
- Rotura

Hay una variante de patología especial del tendón de Aquiles que sería la entesitis insercional como:

- Bursitis preaquilea<sup>39</sup>. Inflamación de las bursas periaquileas. Hay una superficial situada entre la piel y el tendón de Aquiles que se afecta por la presión y el rozamiento de los zapatos y una segunda bursa profunda que se sitúa entre el tendón y el calcáneo.
- Enfermedad de Haglund. Se trata de un conflicto tendinoso secundario a la prominencia ósea del calcáneo en su ángulo posterosuperior.

**Enfermedad de Sever.** Apofisitis localizada en el polo posteroinferior del calcáneo en niños en época de crecimiento entre 7 y 12 años. El cartílago de crecimiento se ve afectado por los constantes microtraumatismos a lo que se suma la tensión que ejerce el tendón del tríceps sural y la fascia plantar sobre esta tuberosidad del calcáneo. Suelen hacer actividades extraescolares deportivas.

**Sesamoiditis**<sup>40</sup>. Es una lesión que se produce en los huesos sesamoideos a causa de traumatismos repetidos. Puede ser una inflamación en el tejido que cubre el hueso o una fractura del hueso sesamoideo. Suelen tener un arco longitudinal interno elevado. Es frecuente que se de en atletas y en deportes de alto impacto. Produce un dolor agudo que aumenta al correr o al caminar.

#### **Patología del primer radio**

- Insuficiencia primer radio: suele existir una brevedad del primer radio que puede ser congénita, metatarso varo, debilidad de ligamentos y músculos primer dedo. Suele darse una sobrecarga del segundo metatarsiano. El estrés en varo provoca una caída brusca sobre la primera cabeza metatarsal dando un largo recorrido de los momentos pronadores.
- Hallux rigidus: se da una limitación importante en el movimiento de la primera articulación metatarsofalángica produciéndose una artrosis de la articulación. Muestra rigidez y dolor a la deambulación. Se observa una longitud excesiva del primer metatarsiano, sobreuso, trau-

matismos repetitivos, tracción de partes blandas.

- **Hallux abductus valgus:** Su causa puede ser desde la predisposición genética al calzado inadecuado, o la artritis reumatoide. En el mundo del deporte es típica la inflamación del bunion. Es por momentos pronadores.
- **Otros:** plantar flexión y dorsiflexión primer radio

**Patología de los radios menores.** Nos referimos a las metatarsalgias. Dolor en la zona del antepié. Se produce una presión excesiva sobre las cabezas metatarsales por una distribución incorrecta de las cargas. A veces se encuentran asociadas a un hallux valgus y dedos en garra incipientes, pie cavo. Actúan tanto momentos pronadores como supinadores. La lesión se puede dar tanto en las cabezas metatarsales, bolsas serosas plantares, placa plantar etc. Hay una variante, el Neuroma de Morton que produce una irritación e inflamación por compresión del nervio interdigital entre la tercera y cuarta cabeza intermetatarsal.

## CONCLUSIONES

En este trabajo hemos seleccionado las principales lesiones por sobrecarga de las extremidades inferiores que, a pesar de ser entidades o lesiones menores, pueden llegar a condicionar mucho la progresión de los deportistas. Muchas de éstas pueden tratarse simplemente con reposo y, si bien es correcto, la mayoría de veces, el deportista no se lo puede permitir.

Generalmente, si no se actúa de forma fisioterapéutica o biomecánica, volverán aparecer cuando cese el reposo.

Estas lesiones no dejan de ser sobrecargas por sobresolicitación de forma importante de un tendón, hueso, bursa... y por ello se puede aplicar adecuadamente la teoría de estrés de los tejidos de Hunt i Mc. Poil. Al mismo tiempo, el modelo biomecánico de Kirby y Fuller nos permite observar si se trata de momentos pronadores o supinadores. Finalmente, la teoría biomecánica de las bisagras de Michaud / Martin Rueda nos aclara los mecanismos de compensación su posible mejoría mediante una ortésis plantar.

En algunas ocasiones, con una simple ortésis plantar podremos mejorar esta sobrecarga. No obstante la mayoría de veces necesitaremos ayuda de la fisioterapia. Esta ortésis plantar deberá de ser confeccionada después de una buena exploración física y de un estudio biomecánico de la marcha. No hemos de olvidar la gran ayuda que nos prestan la fisioterapia y la osteopatía en las lesiones por sobrecarga. Recordemos también la inestimable colaboración que nos prestan los licenciados en educación física en las técnicas de carrera, a pesar de que los únicos profesionales que están facultados para realizar un estudio de la marcha son los podólogos y los médicos, gracias a la capacidad autónoma de explorar al paciente que poseen. Bajo ningún concepto, los licenciados en actividad física están autorizados para ello, encargándose éstos de los estudios biomecánicos no clínicos en el terreno deportivo o pista, con la única finalidad de mejorar la técnica deportiva y la marca deportiva.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Son muchos los profesionales que interactúan dentro de la biomecánica: médicos cirujanos del aparato locomotor, médicos deportivos, médicos rehabilitadores, podólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales (profesiones sanitarias) e ingenieros y licenciados en educación física (profesiones no sanitarias).
2. Suelen ser lesiones de una entidad menor, como por ejemplo la rodilla del corredor, donde el tratamiento de reposo no es suficiente ya que suelen reproducirse. No obstante, la alineación correcta de la extremidad inferior mediante una ortésis plantar puede prevenirlas con un gran éxito.
3. Según nuestra legislación (ley de ordenación de las profesiones sanitarias) los podólogos son los únicos profesionales, junto con los médicos que están autorizados a realizar estudios biomecánicos de la marcha dada su capacidad de diagnosticar de forma autónoma a los pacientes, cosa que los fisioterapeutas no están autorizados para ello y los licenciados en ciencias actividad física y el deporte(INEF/



- LCAFE) tampoco, ya que además de que no son una profesión sanitaria, no pueden explorar un paciente quedando su campo de actuación en estudios biomecánicos para la mejora del rendimiento deportivo en la pista o en el terreno de juego pero nunca en un centro sanitario. Es muy importante destacar que no se pueden considerar estudios biomecánicos clínicos los que se realizan en tiendas de material deportivo, considerados como campañas de márketing que pueden confundir a los usuarios.
4. En algunos covachas rupestres se observan formas bien definidas de huellas plantares y dibujos de pies en movimiento.
  5. Pascual Huerta J. Estudio comparativo de los criterios biomecánicos en la ortesiología del pie. En: Levy Benasuly A E, Cortés Barragán, J. Massons. Ortopodología y aparato locomotor. 1ª ed. Barcelona: Ed: Masson; 2003. p. 483-499.
  6. Actualmente estos autores se consideran unos clásicos y sus estudios han sido superados por otras teorías emergentes.
  7. Lelièvre, J. Patología del pie. Barcelona: Masson; 1987.
  8. Limitaciones mecánicas en el plano sagital: compensaciones, consecuencias y tratamiento ortopédico. Ordoyo Martín, Javier. Día del podólogo 25 de marzo de 2006. Madrid.
  9. Viladot A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Ediciones científico y técnicas; 1989.
  10. Ex catedráticos de anatomía de la facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid y de Lyon (Francia). La escuela de anatomía de Orts Llorca es la que se sigue en las facultades de medicina de España. En su momento Testut tuvo problemas de reconocimiento por parte de la cátedra de anatomía de la Universidad de Paris.
  11. Raquel Cintado R, Dominguez Maldonado G, López del Amo Lorente A, Benhamú Benhamú, S, Jimenez Cintaso D. Mecanismo de Windlass y su importancia en el movimiento del primer dedo. Rev Podología Clínica, 2014; 14 ( 3): 70-71.
  12. Levy Benasuly A E. Componentes de una ortesis plantar. En: Levy Benasuly A E, Cortés Barragán J. Massons. Ortopodología y aparato locomotor. 1ª ed. Barcelona: Ed: Masson; 2003. p. 147-148.
  13. Orejana Á, Monzó F, García S. Manual para la prescripción de ortesis plantares funcionales CAD-CAM. Ed: Tecnoinsole; 2014.
  14. Nigg BM. The role of impact forces and foot pronation—a new paradigm. Clin J Sport Med. 2001; 11: 2-9.
  15. MICHAUD T. Ortesis plantares y otras formas de tratamiento conservador. Lippincott Williams and Wilkins, 136, 1993.
  16. Rueda Sánchez M. Los desequilibrios del pie. Barcelona: Paidotribo; 2004.
  17. Montañola Vidal A. Sistema de análisis plantar y biomecánico de la marcha mediante plataformas optométricas de luz no estable (POLNE)”, Manual de Técnicas de Ortopodología. Ediciones Españolas Europeas. 20041 (1):50-61.
  18. Dananberg HJ. Functional hallux limitus and its relationship to gait efficiency. J Am Podiatr Med Assoc 1986; 76(11): 648-52.
  19. Dananberg HJ. Functional hallux limitus and its relationship to gait efficiency. J Am Podiatr Med Assoc 2000; 90(1): 47-50.
  20. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
  21. Silva, Hernán. Utilidad de un medicamento biorregulador en el tratamiento de la pseudociática por un Síndrome del Piriforme en corredores de larga distancia. Archivos de Medicina del Deporte. Rev FEMEDE 2011; 28(145): 309-318.
  22. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
  23. González, D. Manual de lesiones deportivas. Barcelona. Gráficas Iberia; 2001.
  24. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
  25. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
  26. Bah R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
  27. Olivé Vilás R, Patología en medicina del deporte. Barcelona. Gráficas Cusco; 2000.
  28. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.

29. González D. Manual de lesiones deportivas. Barcelona. Gráficas Iberia; 2001.
30. González D. Manual de lesiones deportivas. Barcelona. Gráficas Iberia; 2001.
31. Olivé Vilás R, Patología en medicina del deporte. Barcelona. Gráficas Cusco; 2000.
32. Olivé Vilás R, Patología en medicina del deporte. Barcelona. Gráficas Cusco; 2000.
33. González, D. Manual de lesiones deportivas. Barcelona. Gráficas Iberia; 2001.
34. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
35. Brody D M. Lesiones del corredor; en clinical symposia. Barcelona. Ed: Ciba –Geigy; 1990.
36. Frontera W, Herring SA, Micheli L, Silver, JK. Medicina Deportiva Clínica. Tratamiento médico y Rehabilitación. Madrid. Elsevier; 2008.
37. Bahr R, Msehlum S. Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid. Panamericana; 2007.
38. Olivé Vilás R, Patología en medicina del deporte. Barcelona. Gráficas Cusco; 2000.
39. Mir X, Munuera L, Navarro A, Domingue, J. Esquemas de Diagnóstico y Tratamiento en traumatología: Partes blandas. Barcelona. Iatros; 1996.
40. Llanos Alcáza, L, Acebes Cachafeiro J. El pie, monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor. Formación continuada de la SECOT y de la SER. Barcelona. Masson; 1997.