

BIOMECÁNICA DEL PIE EN LA CARRERA

El pie con sus 28 huesos, 55 articulaciones y multitud de ligamentos y músculos es un órgano perfectamente adaptado para cumplir con las múltiples exigencias de apoyo y locomoción, así como para la realización de los movimientos más complejos.

Funciones dinámicas del pie

- *Función motora* gracias a la cual nos permite el impulso necesario para andar, correr y saltar
- *Función de equilibrio* a expensas de la articulación del tobillo, los huesos metatarsianos en el antepié y los ligamentos laterales que actúan a modo de cinchas.
- *Función amortiguadora* de las presiones, al correr el pie permanece sobre el suelo 0,25 segundos a 12 Km/h, soportando un individuo de 70 Kg. una media de 110 toneladas durante 1500 mts.

Movimientos del pie durante el ciclo de la marcha

El ciclo de la marcha es la referencia básica en la descripción de la locomoción humana. *Un ciclo* es el periodo de tiempo comprendido entre dos contactos del mismo talón, comienza cuando el talón contacta con el suelo y finaliza en el momento en el que el mismo talón contacta en el paso siguiente.

El ciclo de la marcha se divide en *fase de apoyo*, cuando al menos uno de los pies se encuentra en contacto con el suelo, y *fase aérea, de balanceo, o de oscilación* cuando el pie se encuentra en el aire, cuanto más rápida sea la carrera menor será la *fase de apoyo* y mayor la fase aérea. Cuando andamos siempre hay un pie en contacto con el suelo, mientras que en la carrera de velocidad hay un momento en el que ambos pies se encuentran en el aire.

Fase de apoyo

1. Periodo de contacto

Comienza con el apoyo del *talón* y finaliza con el apoyo completo del *antepié*, en este momento la *cadera* está ligeramente flexionada, la *rodilla* casi extendida y el *pie* invertido hacia su cara externa, teniendo que soportar por un lado el peso de nuestro cuerpo multiplicado por 2 a 5 veces y por otro la fuerza reactiva del suelo sobre el hueso *calcáneo*, que se comporta como un verdadero forzado gracias a la disposición de sus trabéculas óseas.

Las musculatura anterior de la pierna, principalmente el músculo *tibial anterior*, tendrá que realizar una contracción excéntrica para ralentizar y amortiguar la caída del pie sobre el suelo, resaltando el papel del hueso *astrágalo* como repartidor de presiones hacia los huesos del *mediopié* que se encuentran por delante de el, *escafoides, cuboides* y *las tres cuñas*.

Durante todo el periodo de contacto la *articulación del tobillo* irá virando hacia el lado interno del pie –*pronación*- con la finalidad de absorber el choque y adaptarse lo más eficazmente posible al terreno. Esta amortiguación la realiza el hueso *astrágalo* combinando los movimientos de *aducción y flexión plantar* –adentro y abajo-.

Esta es una consideración extremadamente importante si tenemos en cuenta que un corredor realiza aproximadamente 10.000 impactos por cada 10 Km recorridos, absorbiendo más de 1.000 toneladas de presión.

Por tanto será de vital importancia el normalizar cualquier desalineación o disimetría, ya que esto producirá un estrés a lo largo de todo el aparato locomotor, *pierna, pelvis y columna vertebral*.

Este movimiento del *tobillo* hacia dentro-*pronación*-, arrastra a la *Tibia y a la Rodilla* hacia rotación interna y la flexión de esta última que a su vez provocará un desplazamiento de la pelvis hacia delante aumentando a su vez la curvatura de la *columna lumbar-hiperlordosis*-. La flexión de la *rodilla* favorece la contracción del músculo *cuadriceps* que interviene en la ayuda para amortiguar el impacto.

Por otra parte el descenso del arco del pie durante el apoyo sobre el suelo favorece un mecanismo de retorno de energía principalmente en la musculatura de la planta del pie que será liberada más tarde de forma elástica –resorte- para hacer más eficaz la carrera. Al iniciarse el contacto del *talón* sobre el suelo el *antepié* se encuentra *supinado*-hacia fuera-, pero a medida que va adelantándose el momento de apoyo éste se va *pronando*-hacia adentro- para terminar despegando del suelo por el dedo gordo.

2. Periodo de apoyo completo o medioapoyo

Comienza con el apoyo completo del *antepié* y finaliza cuando se levanta el *talón*. Durante este periodo el *pie* pasa de ser un adaptador móvil en el periodo de contacto, para absorber el impacto, a una palanca rígida necesaria para la propulsión o despegue del suelo. Este trabajo se ve favorecido por el impulso que ejerce hacia delante la otra pierna, favorecida por el trabajo de los músculos *aductores*.

Para que se produzca el cambio de apoyo desde talón a antepié es necesario el bloqueo de los huesos del mediopié y para ello es necesaria una fuerte contracción de los músculos y ligamentos implicados en esa tarea, principalmente la musculatura de la planta del pie –*fascia plantar*- cuya inflamación es una de las lesiones más latosa y difícil de tratar.

3. Periodo propulsivo

Comienza en el momento en el que el *talón* se levanta y termina en el *despegue digital*, aunque son muchas las acciones responsables de producir el despegue del *talón*, el principal músculo implicado en esta acción será el *soleo y el gemelo*. La *fascia plantar* fijará los *metatarsianos y dedos* contra el suelo en un intento de tratar de agarrarse al mismo. Los músculos *peroneos* situados en la cara lateral externa del pie actuarán como cinchas estabilizadoras al igual que el *tibial posterior* que discurre por la cara interna. El despegue en condiciones normales se producirá por el *1º metatarsiano* que tiene el doble de grosor que el resto y 4 veces más fuerza para acometer este complicado trabajo, ayudado por dos huesecillos-*sesamoideos*- que harán las veces de cojinetes. Un corredor velocista realizará toda la prueba apoyándose casi en exclusiva sobre las dos primeras cabezas metatarsales.

Fase de balanceo

Comienza en el despegue de los *dedos* y termina en el contacto de *talón*. La función primordial del *pie* y *el tobillo* durante esta fase es la de permitir la suficiente flexión del *antepié* hacia arriba para superar el suelo y colocar las articulaciones para amortiguar de forma más efectiva las fuerzas de impacto en el siguiente contacto del *talón*.

El *control neuromotor* del movimiento en la fase de balanceo es instintivo mientras que durante la fase de apoyo es el resultado del aprendizaje.

La superación del suelo por parte del *antepié* se produce por la vigorosa contracción del músculo que flexiona la *rodilla* y *la cadera* y por la contracción concéntrica de la musculatura del compartimiento anterior de la pierna, *extensor de los dedos*, *peroneo anterior* y *tibial anterior*.

En la carrera de velocidad los músculos *gemelo*, *soleo*, *vasto lateral* y *glúteo mayor* entre otros, se vuelven hiperactivos en un esfuerzo por amortiguar más eficazmente al percibir el aumento de las fuerzas reactivas del suelo.