

COMUNICACIONES CIENTIFICAS

BIOMECANICA HELICOIDAL

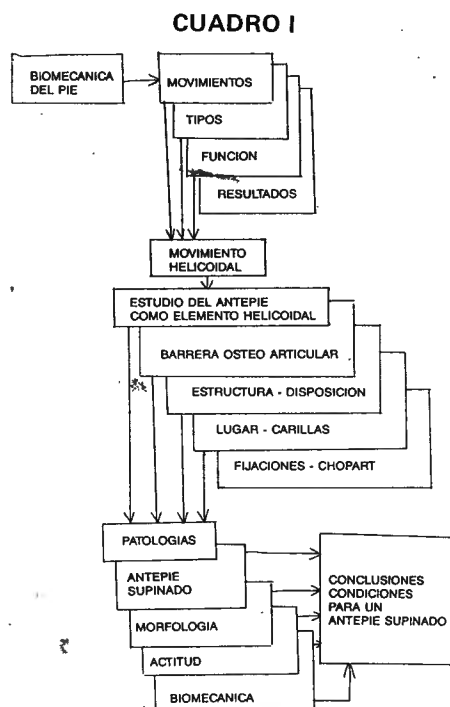
* MARCELINO REYES, Jesús

ANTEPIE SUPINADO

Desde un punto de vista morfológico y cuyo concepto más actual abarca desde la descripción de un animal o la de un ser humano, pormenorizando a distintos niveles, bien macroscópicamente, donde se clasifican tejidos y células a un nivel histológico como a nivel de la microelectrónica, donde se realizan estudios con estructuras más pequeñas persiguiendo un fin: reunir las piedras angulares de características idénticas a todas ellas, las cuales confieren un estilo propio y a la vez particular y único a cada especie y dentro de ellas a cada individuo o ser vivo.

Pues bien, sirva este preámbulo para empezar exponiendo que el antepié supinado tiene características propias y particulares que lo clasifican y califican dentro de las unas y (permítanme la expresión) puras patologías habituales como puede ser un pie plano, un valgismo, un varismo, un H valgus, etc., siendo además por méritos propios causante de importantes alteraciones biomecánicas por su directa implicación, tanto en el ortoestatismo como en todo el proceso y evolución de la marcha.

Para una mejor comprensión y seguimiento de la charla, creo importante hacer un cuadro sinóptico a fin de que los conceptos aparentemente aislados, se conviertan todos como las vías romanas, con la única finalidad de que cada una de ellas llegue a Roma (Cuadro 1).



ARTICULACION FUNCIONAL DEL TOBILLO

Es un sistema funcional y plural desde el momento que su movimiento implica a más de una articulación anatómica.

Este complejo articular, que engloba al pie junto con la rotación axial de la rodilla, equivale a una sola articulación con tres sentidos de libertad, los cuales permiten orientar al pie en todas las direcciones y adaptarse a cualquier accidente del terreno. Estos ejes se cortan a nivel aproximadamente de la parte posterior del pie, cuando éste se encuentra en posición de extensión con la pierna, estos tres ejes son perpendiculares entre sí (Fig. 1).



Fig. 1

* PODOLOGO. Pl. de les Olles, 1, 4.ª planta - GRANOLLERS (Barcelona). Conferencia presentada al XXV Congreso Nacional de Podología (Santiago de Compostela, 1994).

El eje transversal X X'

Pasa por los maleolos y corresponde al eje de la articulación tibiotarsiana. Está comprendido en el plano frontal y condiciona los movimientos de flexión-extensión del pie en un plano sagital.

La flexión del tobillo

Se define como el movimiento que aproxima el dorso del pie a la cara anterior de la pierna, también se le llama flexión dorsal y/o dorsiflexión y el ángulo es agudo. Su amplitud varía desde los 20° a los 30°, con un margen de variación por características individuales de más/menos 10° de más.

Inversamente, la extensión de la tibiotarsiana aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna, mientras que el pie tiende a colocarse en prolongación de la pierna. A este movimiento también se le llama flexión plantar, no siendo, como todos sabemos, la denominación más correcta ya que la flexión es aquella que corresponde siempre a un movimiento de aproximación de los segmentos del miembro hacia el tronco. Su ángulo es obtuso y su amplitud va desde los 30° a los 50°, con un margen de variaciones individuales de unos más/menos 20°, o sea mayor que la flexión. Recordemos una vez más que es más amplio el movimiento de extensión que el de flexión, diferencia atribuida al choque de la cara anterior del astrágalo con la mortaja tibio/peroneal.

En estos dos movimientos no sólo interviene la tibiotarsiana sino que además tienen su protagonismo la musculatura corta plantar, no menos importante en aumentar los grados, tanto en la extensión como en la flexión.

Sobre el eje vertical Y

El pie realiza movimientos alrededor del eje vertical de la pierna, el cual los efectúa en el plano horizontal, y son los de llevar la punta del pie hacia adentro o sea hacia el plano simétrico del cuerpo. Es el movimiento de aducción, cuando la punta del pie se aleja hacia afuera separado del mencionado plano de simetría (Fig. 2).

Los grados atribuibles a ambos movimientos de aducción (abducción), son s/Rova de 35° a 45° pudiendo llegar hasta los 90°, ejecutados sólo con el pie, o sea sin que hayan imbricadas rotaciones internas (externas) de la pierna, comprometiendo a cadera o tibia como en el caso de profesionales de la danza clásica, gimnastas.

Sobre el eje longitudinal Z

Alrededor de su eje horizontal, longitudinal, el pie gira de tal forma que las plantas se orientan hacia adentro como si se mirasen. Este movimiento se define como **supinación**. Inversamente cuando las plantas se orientan hacia afuera estamos refiriéndonos al movimiento de pronación. Los gra-



Fig. 2

dos de supinación 52° son más amplios que los de pronación que varían de 25° a 30° (Biesalski y Mayer).

Los movimientos comentados sobre los ejes Y y Z es por todos ya sabido que no son en realidad acciones puras ya que las articulaciones del pie no permiten que así sean por su estructuración anatómica, de tal manera que un movimiento en uno de los planos involucra inexorablemente a los otros planos (Fig. 3).

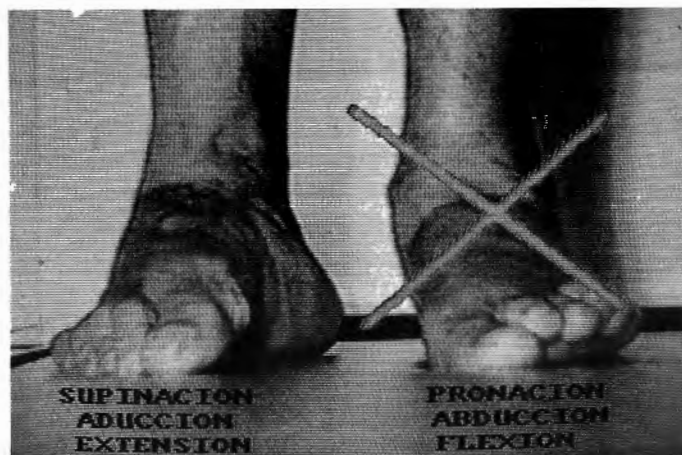


Fig. 3

Ejemplo: La aducción se acompaña de supinación y una discreta extensión. La abducción va acompañada de una pronación y una discreta flexión.

Es por tanto, y salvo acciones compensatorias del todo anormales, que una aducción no podrá nunca asociarse a una pronación y viceversa, una abducción no podrá jamás ir unida a una supinación; estos antagonismos son una prueba más de tantas que nos demuestra que el ser humano raya casi en la perfección, a pesar de su fragilidad, dentro del vasto y sofisticado mundo cibernético.

En resumen, las articulaciones que permiten los movi-

mientos al pie en los tres ejes X, Y y Z, son los responsables de dos funciones importantísimas:

1. La orientación del pie con respecto a los demás ejes.
2. La modificación de la bóveda plantar para que el pie se adapte a las diferentes irregularidades del terreno, creándose así un sistema servo-amortiguador efectivo que palie los efectos del choque que transmite la pierna hasta el pie, elasticando y facilitando cada paso al individuo.

MOVIMIENTO HELICOIDAL (Fig. 4)

Es el movimiento que realiza un cuerpo al girar sobre sí mismo y a la vez desplazarse longitudinalmente siguiendo su propio eje de rotación.

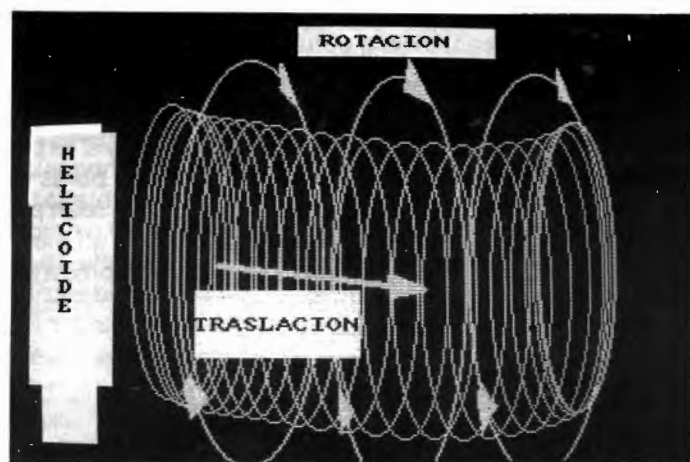


Fig. 4

El movimiento de P se descompone en un movimiento de rotación (B) y traslación (A) dando como resultado una trayectoria en forma de «muelle».

Científicamente hablando, esta es la explicación que se le atribuye a un movimiento helicoidal en «movimiento», porque si no lo hay, entonces debemos hablar de hélice o helicoide; cuando digo movimiento me refiero a un desplazamiento sobre el propio eje de rotación o sea, hacia adelante o hacia atrás. Quede claro para no herir susceptibilidades que helicoidal quiere ser un sinónimo de hélice/helicoide, a fin de entender mejor la propia actuación del pie como dicho elemento.

Si miramos y manipulamos un pie de ensayo y nos vamos adentrando (como si de un puzzle se tratara) en sus intrincadas formas con encajes, salientes, rebordes, frinales, etc., vemos que hay un hecho evidente que no se trata de una articulación, un ligamento o un músculo, el responsable de adaptar y orientar un determinado movimiento, sino de un sistema funcional indisociable, un verdadero complejo articulado, con un sentido de libertad alrededor de un eje (Henke).

Comparemos por un momento dos elementos mecánicos que permitan el movimiento, un pie y un cojinete. Los dos

son componentes accesorios pero comprometidos para acciones de mayor envergadura, la traslación en el caso del pie o poder generar energía en el caso del cojinete. Si orientamos en una misma dirección el eje de rotación del cojinete y el eje longitudinal del pie, descubrimos una analogía entre ambas piezas mecánicas. Si observamos la diapositiva, podemos establecer una asociación entre el estator del cojinete y el retropié y entre el rotor del cojinete como antepié. Sin embargo, esta asociación es arbitraria, pues el antepié realizará en determinadas ocasiones la función de estator y viceversa. Por ejemplo: un pie en condiciones normales, donde los movimientos de pronosupinación son correctos, actúa como rotor el antepié y estator el retropié, pero este mismo pie en escalada de descenso, cambiarían sus papeles porque se invierte el proceso de apoyo (Fig. 5).

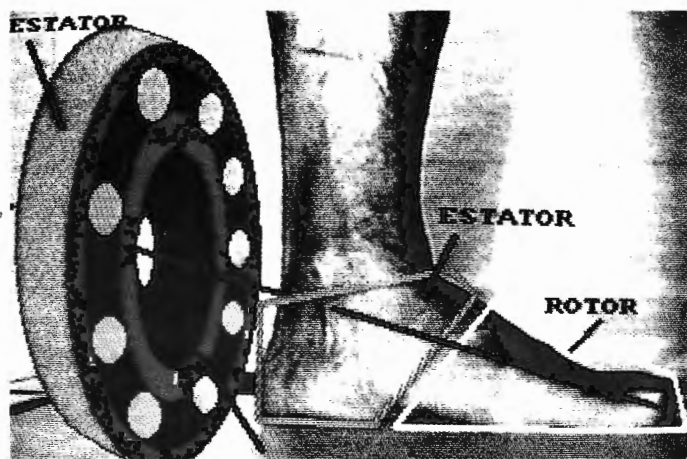


Fig. 5

La articulación subastragalina

Las 2 superficies, astragalina y calcánea, forman parte anatómica de una más amplia que completa con la cara posterior del escafoides.

La articulación mediotarsiana

La interlínea astragaloescafoidea cóncava hacia atrás (constituiría la parte interna) y la interlínea calcaneocuboides. Discretamente cóncava hacia adelante (constituiría la parte externa) de modo y manera que desde una visión superior, estas interlíneas (valga la redundancia) forman una S itálica (Chopart). Podríamos decir que llegamos al meridiano que dividiría en dos bloques fundamentales a la pirámide articular donde si el «yin» es importante, el «yan» aún lo es más, su complementariedad se basa en oponerse al movimiento (si es necesario) o potenciarlo (si le es requerido).

Articulación tarsometatarsiana

Es la interlínea Lisfranch donde, por una parte las tres cuñas (por dentro), el cuboides (por fuera) y las bases de los cinco metas forman esta articulación.

Función y resultados: Básicamente son los de **eversión** compuesta por abducción, pronación y flexión y la **inversión** compuesta por abducción, supinación y extensión.

Hablemos de la inversión: La supinación viene dada por una elevación del escafoides, un descenso del cuboides, al mismo tiempo que el antepié se dirige hacia adelante y adentro; girando alrededor de un eje anteroposterior que lo hace trabajar en elongación y torsión, logrando que la planta del pie mire hacia adentro por descenso del arco externo y/o elevación del interno.

Mientras que en la eversión: La pronación es la consecuencia del descenso del escafoides y abducción del cuboides, asimismo la parte anterior del pie es dirigida hacia adelante y hacia fuera, girando también sobre sí mismo, haciendo que la planta del pie mire hacia fuera, elevando el arco externo por descenso del interno.

Por otra parte, los movimientos en sentido vertical y longitudinal de las articulaciones intercuneales y la oblicuidad de la interlínea de Lisfranch, contribuye en la flexo-extensión de los metatarsos como Henke. Los movimientos de inversión/eversión.

El eje de flexo-extensión de los metatarsianos externos o sea, 1.º y 5.º que además son los dotados de mayor movilidad, no es perpendicular a su eje longitudinal, sino oblicuos. Por tanto, el desplazamiento no lo hacen en un plano sagital sino sobre una superficie cónica, o sea, cuando se desplazan lo hacen al mismo tiempo, en sentido lateral hacia el eje del pie (2.ª meta) (Fig. 6).

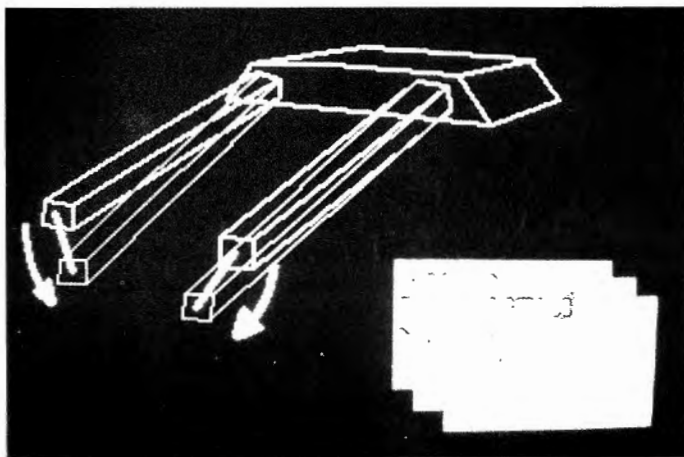


Fig. 6

BARRERA OSTEOARTICULAR DE INICIACION DEL MOVIMIENTO

En la superficie menor de la cara inferior del cuello y cabeza del astrágalo se halla una carilla donde descansa la superficie anterior del calcáneo estas dos superficies, calcáneo y astrágalo, forman parte anatómica de una articulación más amplia que contiene además la **cara posterior del escafoides** que junto a la cabeza del astrágalo formará la

parte interna de la interlínea de Chopart o medio tarsiana, estamos hablando de artrodias.

La superficie calcánea forma parte de otra esférica, hueca, que comprende además la superficie posterior del escafoides y la cara superior del ligamento glenoideo que se extiende entre las dos con el ligamento deltoideo y la cápsula, se forma una cavidad de recepción esférica para la cabeza del astrágalo, donde se encuentran unas carillas cuya mayor parte articular corresponde al escafoides. Entre esta superficie y la carilla calcánea se encuentra un campo triangular que corresponde al ligamento glenoideo.

La perfecta cohesión que ha de soportar esfuerzos considerables como una carrera o un salto corren a cargo de ligamentos potentes y cortos en longitud. El ligamento calcaneoastragalino interóseo o valla interósea ocupa el seno del tarso; son láminas rectangulares y fuertes con dos fascículos, el anterior y el posterior, uniendo como su propio nombre indica el astrágalo con el calcáneo anterior y posteriormente. Asimismo astrágalo y calcáneo también les unen otros dos ligamentos menos importantes: el ligamento calcaneoastragalino externo y el posterior.

En la articulación mediotarsiana el cuboides y el escafoides se constituyen mediante la línea astragaloescafoidea y la interlínea calcaneocuboidea. La superficie anterior del calcáneo tiene una forma en sentido transversal, cóncava en su parte superior y convexa en su parte inferior. La superficie cuboidea la complementa de forma inversa; la cabeza astragalina esférica se adentra y acopla en la carilla de recepción esférica del escafoides.

Son cinco los ligamentos que mantienen a esta articulación:

- El **ligamento glenoideo** o calcaneoescafoideo inferior, importante desde mi punto de vista ya que es un puntal fundamental en el mantenimiento de la bóveda plantar, su elongación o debilitamiento provoca valgos importantes.

- El **ligamento astragaloescafoideo superior** uniendo las caras dorsales del cuello del astrágalo y el escafoides.

- El **ligamento de Chopart** - «Y» lo forman dos fascículos el interno o calcaneoescafoideo externo y el fascículo externo o calcaneocuboideo interno.

- El **ligamento calcaneocuboideo dorsal y el plantar** es este ligamento plantar por sus características importante sostén de la bóveda podálica plantar.

- La **articulación escafo-cuboidecuneal** la constituyen carillas y ligamentos interóseos, entre la 1.ª y la 2.ª cuña y entre la 2.ª y la 3.ª.

- La **articulación tarsometatarsal** o Lisfranch que como he comentado anteriormente la constituye por una parte las tres cuñas por dentro y el cuboides por fuera y por otro lado los cinco metatarsos. De estas series de artrodias es significativo el enclavamiento de la base del segundo metatarsiano en la mortaja de las tres cuñas formada por la carilla externa de la 1.ª cuña, la anterior de la 2.ª cuña y la interna de la 3.ª.

A distinguir el ligamento de Lisfranch que une la 1.ª cuña con la cara interna de la base del 2.ª metatarsiano, asimismo existe un sistema ligamentoso por fuera de la articulación entrecruzando fibras entre los diferentes elementos constituyentes.

Consolidándose su solidez mediante numerosos ligamentos que se extienden desde las bases de cada meta hasta los huesos del tarso que le correspondan y a la vez hacia los metas vecinos.

BIOMECANICA DE CHOPART

Chopart, analíticamente, permite realizar desplazamientos y movimientos relativos de los huesos del tarso, en función de sus características anatómicas y posicionales, así como por la posición ligamentosa; **sobre una proyección radiológica estática de eversión (abducción-pronación) a la inversión (aducción-supinación)**, con el astrágalo inmóvil se inicia un giro de 25 grados del escafoides hacia adentro, a su vez el cuboides también gira 18 grados escondiéndose debajo del calcáneo, el cual se desliza hacia adentro y hacia debajo del astrágalo con un giro de 20 grados (visión frontal). El escafoides gira y se desliza sobre el astrágalo 5 grados; el cuboides gira angulando igual y se desliza hacia adentro respecto al calcáneo y escafoides, el calcáneo avanza y gira 5 grados bajo el astrágalo (visión desde la vertical) estas rotaciones son efectuadas en el sentido de la aducción mientras que las anteriores lo hacen en la supinación.

En una proyección lateralizada el escafoides se inicia un deslizamiento bajo la cabeza del astrágalo girando 45 grados sobre sí mismo tendiendo a mirar hacia abajo, el cuboides es también deslizado hacia abajo con relación al astrágalo y el calcáneo, simultáneamente el cuboides gira unos 12 ó 15 grados y finalmente el calcáneo avanza gravitando sobre el astrágalo y girando en sentido de la extensión.

Los movimientos los estudiamos en función a la supuesta disposición de un eje X-X' oblicuo hacia arriba y abajo, de dentro a fuera e inclinado sobre la vertical de 40 a 45 grados, esta línea hipotética permite los desplazamientos del escafoides y cuboides en sentido vertical y lateral. El escafoides se desplaza sobre la cabeza del astrágalo gracias a la tracción del T.P. cuyo tendón se fija en el escafoides a nivel del tubérculo, ese movimiento lo hace hacia adentro y abajo. A su vez, el escafoides arrastra al cuboides traccionando los ligamentos escafocuboideos, ese arrastra al calcáneo que se pone por delante bajo el astrágalo; el seno del tarso queda en máxima abertura, tensándose el ligamento interóseo quedando al descubierto el Tálamo interiormente. El resultado es un movimiento de inversión, es decir, supinación, aducción.

Cuando se inicia la eversión lo promueve el peroneo L.C. que se inserta en el apófisis estiloides del quinto metatarsiano, tirando del cuboides hacia afuera; éste arrastra al escafoides, descubriendo parte de la cabeza del astrágalo, también el calcáneo se introduce hacia atrás por debajo del astrágalo, se cierra el seno del tarso y se descubre parte del Tálamo.

Siento bombardear de esta manera con datos extremadamente áridos, la integridad subliminal de todos, pero es necesario, a fin de establecer componentes comparativos que nos justifique la patología que nos ocupa determinando dónde y cómo se establece la disfunción del movimiento.

Antepié supinado

¿A qué tipología de pie lo clasificamos y denominamos supinado? A todo aquel que se nos presenta con la planta mirando al otro pie. Y el caso de tratarse del antepié lo conceptuamos como antepié supinado o antepié varo. Obviamente con el paciente en descarga o sea tendido cómodamente en la camilla exploratoria; todos sabemos que la morfología de un pie normal presenta una discreta flexión plantar con una extensión y una supinación moderada, aunque esta actitud una vez manipulada debe obedecer a unos patrones de motilidad, los cuales cumplan con las expectativas que a este conjunto cinético se le requieran. Cuando exploramos lo hacemos con una metodología propia pero a la vez estricta y científica pues de estas acciones obtendremos las respuestas que nos darán en mucho con la clave de la posible patología que aqueje al individuo.

Este hipotético paciente que presenta pies en supinación, al bloquear la articulación subastragalina, la supinación obedece a la manipulación, no la pronación que queda fija materialmente sin posibilidad alguna de reducción manual. Si no liberamos la presión estabilizadora del retropié, en ese momento, la pronación se ejecuta con todo el pie —por tanto, faltando al principio helicoidal de sus componentes—, los cuales pueden y deben por su anatomorfología moverse en uno y otro sentido, a fin de facilitar la perfecta adaptación a cualquier terreno, por irregular que este fuera.

Esta ruptura inicial en la movilización también se constata en el momento de apoyo estático bipodal donde observamos la pronación exagerada del pie con una aparente subluxación de la articulación astragaloescafoidea y un valgismo de Helbing más o menos acusado, a veces más virtual que real. Obviamente hay un descenso de la parábola plantar interna, hiperextensión del primer meta/dedo y rotación. Pero se da una circunstancia, yo diría crucial, que hace patente la diferenciación de un posible diagnóstico, la huella de presión estática, con una hiperfunción de los metas externos como reclamo por la desmesurada acción del binomio intensidad/tiempo a que están siendo sometidos (Fig. 7).

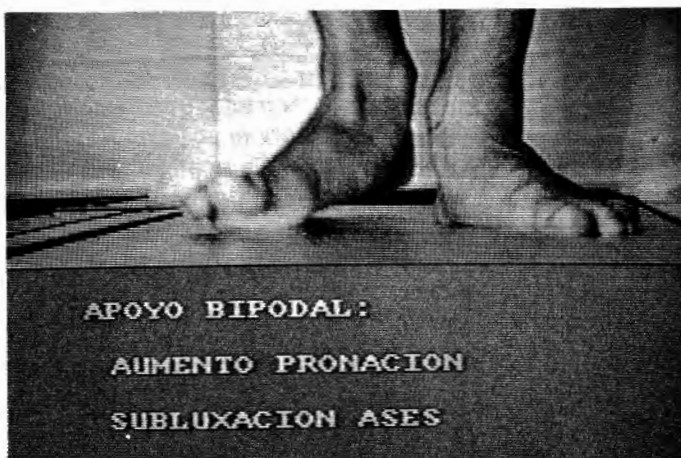


Fig. 7

Anatómicamente sus estructuras han sido modificadas, no en cuanto a su disposición sino en su orientación, las facetas articulares sufren una reorganización, cambiando o restringiendo su funcionalidad con aspecto sinartrosico hacia la pronación; el astrágalo en su inclinación sobre la cara externa, discordando en exceso, arrastra hacia la supinación al calcáneo. Al mismo tiempo el escafoides se ve empujado materialmente hacia afuera y arriba por la presión sufrida contra la cabeza del astrágalo que se orienta hacia el cuboides, la primera cuña se superpone y eleva su arista latero externa aumentando su presión sobre la base del segundo meta, el cual se ve arrastrado en «camp de vent» variando el ángulo pierna/pie (segundo meta/dedo); el seno del tarso se abre y el cuboides desciende al mismo tiempo que empuja la base del quinto metatarsiano —haciéndose más patente el relieve del apófisis estiloides— confiriendo una discreta convexidad al borde exterior del pie.

Patobiomecánica

El porcentaje de tiempo que ocupa el primer contacto de talón con respecto a toda la acción del paso es del 0% al 15%, siendo el extensor de los dedos, el tibial anterior, extensor propio del primer dedo, tibial posterior, soleo y flexor común de los dedos los músculos responsables de esta primera fase, siendo los primeros que contraen enérgicamente el pie el tibial anterior, el extensor común y el propio a fin de evitar el impacto de choque contra el suelo. Esta retención es vital si tenemos en cuenta que en cada contacto de talón cargamos el 120% del peso del cuerpo. El gran protagonista es el tibial anterior, cuyo origen distal se halla en la tuberosidad antero-externa tibial y su inserción proximal en la cara plantar borde interno de la primera cuña y en la base del primer metatarsiano.

Tan pronto como el pie toca el suelo, es el tibial posterior quien asume el papel de estabilizador lateral, durante este momento en apoyo unipodal la pierna no queda en vertical sobre el astrágalo sino que se forma un ángulo de aproximadamente 10 grados, por la posición de inestabilidad de la tibia (pie normal). Por tanto en el antepié supinado el ángulo se verá modificado (Fig. 8) obligando al tibial posterior a aumentar su actividad muscular isotónica, o sea, su contracción dinámica concéntrica, es decir, si el movimiento isotónico es un aumento de la tensión intramuscular acompañado por una variación en la longitud del músculo alargándolo o contrayéndolo y si además es concéntrico la cual cosa nos aclara que se trata de una aproximación de los extremos del músculo con disminución del ángulo. El tibial posterior casi actúa como si existiera una debilidad en él, permitiendo al tobillo esconderse debajo de él, en una pronación exagerada. El origen del tibial posterior lo hallamos en los 2/3 proximales de la cara interna del peroné y cara postero-externa de la tibia, membrana interósea y fascia profunda y su inserción distal mediante un fibroso tendón, en la tuberosidad del escafoides, ramificándose en expansiones fibrosas, las cuales se dirigen a la apófisis menor del calcáneo, a la primera, segunda y tercera cuña, al cuboides y a las bases por la cara plantar del segundo, tercer y cuar-

to metatarsiano. Cuando el pie se apoya plano en el suelo hablamos de un porcentaje del 15% hasta el 40% del tiempo total y son el soleo, gemelos, flexores común y propio así como el tibial posterior (estabilizándolo) los que completan el círculo, una vez anclado el pie en el suelo, el biceps y el soleo actúan como estabilizadores, no del pie sino de la rodilla, manteniendo el pie fijo como elemento estable. Cuando la pierna pasa por la vertical del eje del tobillo, perpendicular al eje longitudinal del pie, las bóvedas tienden a su aplanamiento y a separarse los puntos de apoyo; por tanto supone la contracción del sistema tensor plantar, constituyendo el primer efecto de amortiguador en distensión, la reacción del tibial posterior sigue siendo la anteriormente descrita, los peroneos actúan en disociación potenciando la pronación ya que el borde externo se ve elevado hacia el maleolo peroneal con el ánimo junto al P.L. largo de hacer llegar al suelo el primer radio segmento y estabilizar al pie para el próximo estadio del paso; también como consecuencia de la no funcionalidad a la pronación de este radio, la distancia pie-suelo se ha de salvar simplificando la traslación simultánea desde la quinta cabeza a la primera metatarsal, aumentando el ángulo de Fick en cada paso. El des-

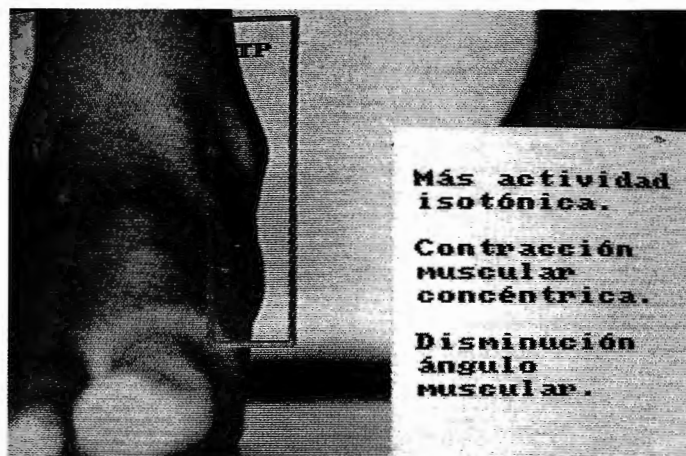


Fig. 8

pegue de talón representa del 40 al 50%, o sea un 10% en todo el proceso y se caracteriza por la acción activa de los músculos flexores plantares que actúan sobre el tobillo. Durante esta acción los dedos permanecen firmemente en contacto con el suelo y el tobillo en posición alta. En esta posición el centro gravitatorio caería demasiado lejos del pie provocando un desequilibrio importante, es por eso que la rodilla se flexiona en este preciso momento con el fin de aminorar dicha acción; tanto el flexor común como el triceps sural tienen en ese momento su protagonismo elevando la parte posterior del pie, también los tensores plantares tienen su importancia a la hora de la constitución del pie en palanca para evitar el aplastamiento del antepié y es el segundo efecto amortiguador en distensión.

Cuando el triceps actúa elevando el retropié, tenemos una pronación del pie y una aducción del astrágalo, lo que obliga al calcáneo a valguizarse y permitir al tendón de aquiles crear adicionalmente un momento o par de fuerzas que favorece a la pronación modificando la funcionalidad original.

También la fase del despegue de los dedos del suelo y del doble apoyo tienen su conexión directa con todo lo expuesto hasta ahora, aunque inciden de forma menos relevante, pero además el tema se haría interminable ya que, como ven ustedes, es tan vasto como apasionante mereciendo ser presentado monográficamente. Sirva todo lo expuesto como prólogo para otros trabajos o ponencias.

Desde mi punto de vista a un antepié supinado o antepié varo le caracteriza, como mínimo, cinco elementos si no anormales, sí cargados de disfuncionalidad, unos físicos, visibles y palpables, otros consecuencia mecánica de los primeros.

1.º Insuficiencia a la pronación

La actitud de supinación en descarga con su imposibilidad a la pronación si se actúa en el retropié, fijándolo; pero si ésta se libera, sí se da el movimiento aunque con más elementos de los que debiera ser resultando no una pronación de antepié, sino una traslación forzada hacia la eversión.

2.º Orientación articulación sub-astragalina

Por las características descritas anteriormente existe una neo-orientación en esta articulación la cual adopta tanto radiológicamente como a la exploración una actitud de rotura-torsional del pie; el eje de la cabeza del astrágalo se desplaza hacia adentro, el eje del retropié se desvía también hacia adentro, mientras que el eje del antepié lo hace hacia afuera formando un ángulo con el precedente. También se hace evidente la subluxación de la articulación A.S.E.S.

3.º Desplazamiento del tibial posterior

El tendón del tibial posterior es el primero de los tres tendones que bordean el maleolo interno, en una visión lateral, estos tendones están fijados a la depresión, ósea gracias a la acción del ligamento anular interno impidiendo, pri-

mero que se dificulten entre sí, segundo permitir que la acción muscular sea la solicitada gracias al tope, relieve, apoyo, etc., que presenta la apófisis maleolar. Pues bien, en el antepié supinado, el tendón del tibial posterior está desplazado discurrendo, no por detrás del maleolo sino por encima de él. Con esta acción queda alterada totalmente su función.

4.º Alteración mecánica de la palanca y descomposición del par de plantar en dorsal

Teniendo en cuenta en un pie normal los puntos de aplicación, resistencia y brazos de potencia, por descomposición vectorial la resultante es una tracción en dirección plantar, mientras que en el antepié supinado han sido trasladados en su recorrido el brazo de potencia y también el punto de apoyo de tracción de este brazo, produciendo otro momento con la consiguiente suma vectorial y resultado opuesto al pretendido; por tanto la nueva dirección será hacia la supinación o sea dorsal.

CUADRO II

Aspectos comparativos morfo-genéticos

	PIE PLANO	PIE VALGO	PIE SUPINADO
Morfología	Aplanamiento de la bóveda plantar interna (sin bostezo A.S.E.S.)	Aplanamiento bóveda plantar interna con bostezo A.S.E.S. medial	Aplanamiento bóveda plantar interna con bostezo A.S.E.S. medial
Motilidad	Insuficiencia en la prono/supinación	Normalidad en la prono/supinación	Insuficiencia en la pronación
Dinámica	Hundimiento total sin recuperación de los arcos plantares	Hundimiento total con detorsión dinámica	Hundimiento total sin detorsión dinámica
Huella	Huella de isquemia total con insuficiencia calcánea	Aducción del eje mayor huella calcáneo	Hiperfunción del borde externo

BIBLIOGRAFIA:

Lelièvre, J.: *Patología del pie.*
 Kapandji, I.A.: *Cuadernos de fisiología articular.*
 Gray, CH., Gross, M.: *Anatomía.*
 Montagne, J., Chevrot, A., Galmiche, J.M.: *Atlas de radiología del pie.*
 Giannestras, J.N.: *Trastornos del pie.*
 Plas, F., Viel, E., Blanc, Y.: *La marcha humana.*
 Fucci, S., Benigm, M.: *Biomecánica del aparato locomotor.*
 Enciclopedia Larousse.