

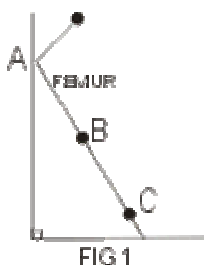
## FISIOPATOLOGIA DE LA ALTERACION ESTRUCTURAL EN LAS RODILLAS

### FISIOPATOLOGIA DE LA ALTERACION ESTRUCTURAL EN LAS RODILLAS

Al abordar el problema de la etiología de la patología de las rodillas debemos tener en cuenta que las rodillas son elementos que forman parte de un sistema y que en ningún caso debemos considerarlas aisladas de la estructura a la que pertenecen. Es por este motivo que antes de estudiar el problema vamos a hacer una serie de consideraciones previas; en primer lugar una somera descripción de la anatomía del sistema articular y locomotor, en segundo lugar veremos dos alteraciones de la estructura esquelética en las extremidades inferiores que inciden patológicamente en las rodillas y las causas más frecuentes de estas alteraciones. Por último veremos de que manera las alteraciones de la estructura esquelética provocan la patología de las rodillas, y cómo debemos tratar dicha patología.

#### Descripción física de la estructura e inclinación de las extremidades inferiores sobre el plano horizontal

Las extremidades inferiores, unidas a la cadera por la articulación coxofemoral, tienen capacidad suficiente, en un momento determinado, para alcanzar en sus desplazamientos distintos grados de angulación en los cuatro planos. Dicho grado de angulación, en condiciones normales, se halla en el espacio con una inclinación sobre el plano horizontal de  $177^\circ$ , y están alineados y concatenados los segmentos formados por pelvis, fémur, tibia-peroné, y pie (Fig. 1). La estructura fémur-pelvis presenta ángulos iguales en ambos lados y se fundamenta mediante la extremidad inferior sobre el pie. El pie recibe el peso del cuerpo que desliza a través de la extremidad inferior y gravita en el tercio interno del calcáneo, su equilibrio es regulado por el Sistema Nervioso Central (S.N.C). Dicho sistema rige asimismo otra estructura equilibrada bajo la acción estática de las fuerzas aplicadas que actúa de brazo de palanca y que está constituida por el sustentáculo tali, los ligamentos deltoideos interno y externo del pie y los ligamentos interno y externo de la rodilla.



#### La rodilla

La rodilla es la articulación que une el muslo con la pierna. Está formada por los cóndilos del fémur y las cavidades de la meseta tibial. En el interior de la articulación rodeada por una cápsula se encuentran entre ambas partes articulares dos meniscos conjuntivos falciformes, uno externo y uno interno, firmemente unidos a la tibia mediante haces conjuntivos, con dos caras lisas que se apoyan sobre la superficie articular correspondiente al fémur y a la tibia. En el interior de la articulación de la rodilla se encuentran los ligamentos cruzados en forma de X conexiados entre sí y envueltos por la membrana sinovial y con la pared posterior de la cápsula articular formada por tejido conjuntivo laxo y de grasa. La cápsula articular de la rodilla está reforzada en ambos lados por los ligamentos laterales interno y externo manteniendo el equilibrio, y por la cara posterior por el ligamento poplíteo oblicuo, ofreciendo en la cara anterior el tendón del músculo cuadríceps juntamente con la rótula o el ligamento

rotuliano.

De la cavidad articular emerge regularmente una bolsa tubular, la vaina del tendón del músculo poplíteo que, pasando por un surco existente en el menisco externo, sigue por el mismo lado del tendón de origen el citado músculo hasta llegar a la bolsa poplíteo. Ésta se encuentra situada entre la cara poplíteo de la tibia y el músculo del mismo nombre pudiendo extenderse hasta la articulación peroneotibial superior y establecer comunicación con ella. La vaina del tendón se abre, por encima del menisco externo, en la cavidad articular mediante un pequeño ojal situado entre el menisco y el tendón del músculo poplíteo; presenta además otro orificio de comunicación situado distalmente respecto al menisco. Por delante de la rótula existen tres bolsas serosas: la prerrotuliana subcutánea, situada en el tejido conjuntivo subcutáneo por delante de la fascia lata, o aponeurosis del músculos, la bolsa prerrotuliana

subfacial situada por detrás de la fascia lata, entre ésta y la expansión tendinosa del músculo cuádriceps femoral y la bolsa prerrotuliana subaponeurótica que se encuentra entre el tendón del cuádriceps y la cara anterior de la rótula. En la mayoría de los casos existen las tres bolsas prerrotulianas citadas y muchas veces se encuentran todas, o únicamente dos de ellas, en comunicación entre sí. Pero nunca comunican con la cavidad articular. La bolsa infrarrotuliana profunda está situada entre la superficie dorsal del ligamento rotuliano y la cara anterior de la tibia; se encuentra separada de la cavidad articular mediante una masa adiposa y sólo en contados casos comunica con ella. La cavidad articular está casi siempre en conexión con la bolsa subcuadrípital; a menudo se comunica también con la bolsa externa del semimembranoso o con la del gemelo interno, formaciones de cuya unión se origina la bolsa común de los gemelos y del semimembranoso.

El pie

Esta parte del cuerpo humano tiene un esqueleto formado por 26 huesos pequeños reunidos en tres grupos:

- Tarso (en la parte posterior) compuesto por siete huesos dispuestos en dos filas (astrágalo, calcáneo, cuboideos, escafoideos y tres cuneiformes).
- Metatarso (en la parte media) formado por cinco bastoncillos óseos que corresponden a los cinco dedos.
- Falanges digitales, hay catorce. El primer dedo tiene dos falanges, los otros cuatro tienen tres cada uno.

El tarso y el metatarso actúan como dos pilares entre los que está anclada con sus diferentes arcos, en un plano inclinado transverso del 7% de desnivel, la bóveda plantar, de morfología parabólica, función elástica y sustentadora del peso del cuerpo, en perfecto alineamiento con toda la extremidad inferior. Regulada ésta por los ligamentos deltoideos interno y externo del pie, e interno y externo de la rodilla, responsables del equilibrio de la estructura de la extremidad inferior. El pie junto con la extremidad inferior forman un ángulo recto, en el sentido de la marcha, cuando el individuo está en bipedestación.

Patologías físico-estructurales en las extremidades inferiores.

Alteración de la estructura esquelética en las extremidades inferiores.

La estructura hasta ahora descrita toma distintas formas cuando uno de sus componentes altera los principios del equilibrio estático. La alteración generalmente está producida por un pie valgo o por un pie varo; ambos tipos de pie generan patologías similares pero de etiología diferente.

### *Pie valgo: signos, síntomas, diagnóstico*

*El pie valgo es aquel que orienta la cara plantar hacia el borde externo del pie, anomalía muy frecuente en la población infantil.*

*El niño, en su evolución natural, en una primera fase gatea, en una segunda fase intenta sostenerse de pie y por último deambula con marcha insegura. Son hechos debidos a la inmadurez del Sistema Nervioso Central (S.N.C.). Si el S.N.C. está inmaduro, al gravitar el peso del cuerpo en el tercio interno sobre el calcáneo, el brazo de palanca representado por el sustentáculo tali que lo equilibra, no tiene fuerza suficiente de sostén y pierde su función con derrumbe del tarso, lateralizando el pie y hundiendo la bóveda plantar.*

*En el niño, el pie valgo es una anomalía que no pocas veces remite por sí sola si se dan las condiciones normales en las funciones de sus componentes. En caso de retraso por inmadurez del S.N.C., exceso de peso, etc, el niño puede aquejar molestias en el tarso del pie que elude con la posición de pies en puntillas puesto que en esta posición el tarso queda alineado con la extremidad. De esta manera evita la presión de la gravedad y, con ella, el dolor que se produce en el tarso cuando tiene que elevarse con el peso del cuerpo en la cadencia del paso, utilizando una estructura deformada e impotente, hasta alcanzar la alineación con la extremidad inferior. Esta posición, de puntillas, disminuye, además, la superficie de sustentación del pie provocando la dilatación o hipertrofia del antepie y la retracción del tríceps sural (tendón de Aquiles).*

*Si por razones ponderales o inmadurez del S.N.C. el pie valgo no se ha corregido, su lateralidad es inminente y hace que se lateralice la extremidad, doblándose por la rodilla, presentando ésta un genu varo (piernas arqueadas) y con un ángulo pelvis-fémur más abierto de lo normal. La anomalía es totalmente corregible en un espacio de tiempo relativamente corto volviendo las rodillas a su estado normal. Cuando se retrasa el proceso natural de recuperación del pie valgo (proceso natural de alineación del tarso con la extremidad y elevación de la bóveda plantar), obtendremos la corrección del valguismo elevando la bóveda plantar para lo cual recurriremos a la ayuda de la ortopedia, a la ligera tonificación de los tegumentos ligamentosos, musculares y nerviosos de la zona y al uso de un calzado inocuo al pie.*

*En resumen, el pie valgo lateraliza el tarso y hunde la bóveda plantar que toma contacto con el plano horizontal del suelo en el que se encuentra el calcáneo, pieza fundamental en la que se apoyan y de la que parten los distintos arcos abovedados que constituye la estructura del pie. La corrección del pie valgo la obtendremos elevando la bóveda plantar a su estado natural de bóveda en equilibrio y alineando el tarso con la extremidad inferior, devolviendo de esta manera al pie su función y estado de equilibrio.*

### *Pie varo: signos y síntomas*

*Los pies varos son aquellos que orientan la cara plantar hacia el plano sagital del cuerpo apoyando en el suelo el borde externo y la cabeza de los últimos metatarsianos. El pie varo adopta esta posición debido a la retracción del ligamento deltoideo interno a causa de la alteración funcional del equilibrio entre el ligamento externo y el interno. El pie varo lateraliza la extremidad inferior y el grado de angulación del fémur con la tibia y el peroné. La extremidad se lateraliza en genu valgo llegando a veces a tocarse las rodillas; es el llamado "beso de las rodillas". (i) El pie varo es exactamente lo contrario del pie valgo. También se le denomina pie torcido o zambo si su deformación es muy acusada. La clínica que presenta el pie varo es similar a la del pie valgo, pero con la diferencia que la agresión causal es ajena o externa al pie. El pie, desde el tarso hasta los dedos es recto, y esto se comprueba inscribiendo cualquier pie normal, no deformado, en un triángulo isósceles, pudiendo comprobar que la bisectriz del pie y la del triángulo son coincidentes.*

*El calzado actual presenta, independientemente de la moda, es decir, del diseño, tamaño, color o material con que haya sido fabricado, una característica común: la forma falciforme de la suela. La disposición de la suela curva conforma una cavidad u horma, que obliga al pie a ocupar un espacio en forma de coma, con lo que su anatomía queda alterada y deformada. Esta discrepancia entre el continente, el calzado, y el contenido, el pie, es la responsable del varismo. Así, la causa principal de la deformidad del pie en varo, que afecta a gran número de la población adulta, reside en el calzado, siendo la suela curva del zapato el agente causal de esta deformidad. (ii)*

#### *Importancia del calzado*

*El origen criptogénico de la curvatura del zapato y de la suela, la aceptación acrítica de esta característica común a todo el calzado, junto a la falta de rigor en la búsqueda de explicaciones racionales, ha hecho posible, que llegara hasta nuestros días una patología evitable disfrazada de múltiples etiologías.*

*Sería conveniente informar a la industria del calzado de la necesidad de fabricar zapatos que se ajusten a la anatomía y función de los pies, que no los lesionen ni deformen; de la necesidad de que el calzado sea inocuo. Calzado inocuo es aquel que no produce daño ni altera el equilibrio del pie.*

*¿Qué características debe presentar el calzado para que sea inocuo?*

*El calzado debe ser de horma recta, de suela dura y flexible de material de cuero, goma o crepé, y de corte de cuero. La longitud del calzado debe ser la misma que la del pie medido cuando recibe la carga, y la anchura la misma del pie medido por la planta y en carga. Debe ir atado al empeine en el espacio comprendido entre la tibia y el escafoides. Otra característica de gran importancia es el tacón. Un calzado inocuo no debe tener tacón, puesto que, al elevar la parte posterior del pie, el tacón produce un plano inclinado desequilibrador del sistema. El plano inclinado que produce el tacón altera la funcionalidad del tríceps sural (pantorrilla) pues lo retrae en la medida de la Si apoyamos los pies en un plano horizontal, éstos forman un ángulo recto con respecto al cuerpo. Si alteramos el plano horizontal con un tacón, el ángulo resultante será un ángulo obtuso que hará variar los centros gravitatorios del esqueleto formando una curva lumbar de compensación llamada lordosis y otra dorsal llamada cifosis. Esta lordocifosis aumentará su deformación en la medida que aumente el tacón.*

#### *Razones en contra del tacón de Thomas*

*Una terapia que se aplica frecuentemente al pie valgo es el tacón de Thomas. El tacón de Thomas consiste en prolongar el tacón por el lado interno del calzado lo que le da mayor superficie que en el borde externo, convirtiéndose con el uso en un plano inclinado transverso. No pocas veces ya en la fabricación del calzado se aplica más superficie y altura al borde interno que al externo.*

*El tacón de Thomas no interviene en la reconstrucción de los diferentes arcos articulares que conforman la estructura del pie ni devuelve a éste su estado de bóveda en equilibrio, ni armonizan los distintos arcos plantares y la función de la parábola abovedada que describen. Vamos a suponer un niño que pese 30 kg. Al cual calzamos con un tacón de Thomas, demos 10 cm.<sup>2</sup> de valor a la parte interna, prolongada del tacón y 6 cm.<sup>2</sup> a la parte externa.*

*Tenemos que según la ley de las presiones:*

$$P = F/S$$

Y esta dimensión debe ser medida en Newtons o Kilopondios.

Por lo tanto

$P = 30/10 = 3Kp/cm.^2$  en el lado interno

$P = 30/6 = 5Kp/cm.^2$  en el lado externo

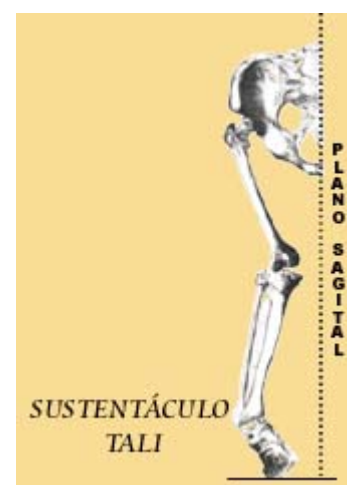
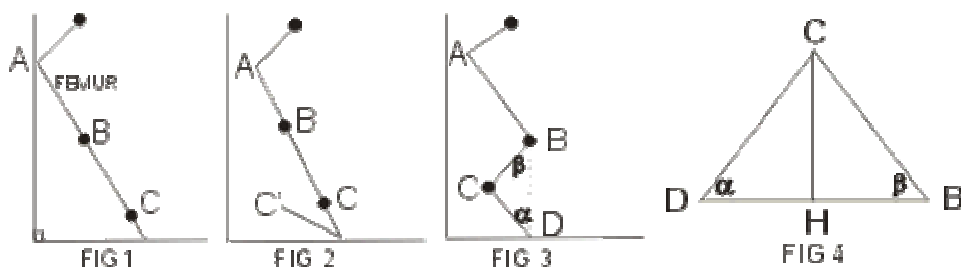
De donde se deduce que el desgaste del tacón en el borde externo será mayor al tener menor superficie y mayor presión en el borde externo, convirtiéndose el tacón, con el uso, en un plano inclinado transverso que hace que la masa del pie deslice sobre él (doblándose el pie por la articulación de la mortaja) y orientando la cara plantar hacia el plano sagital del cuerpo, apoyando el borde externo en el suelo que lo convierte en un pie varo, consiguiendo la alteración del plano horizontal que se convierte en inclinado transverso, el cual favorece el deslizamiento del pie por el empuje de la gravedad sobre él. Esta situación provoca cierta inestabilidad que se pretende corregir con suelas rígidas en el calzado, contrafuertes de igual consistencia y excesivamente largos, convirtiendo el zapato en una estructura sin flexibilidad limitando el movimiento y con resultados sumamente lesivos al pie.

El procedimiento del tacón de Thomas ha demostrado no tener capacidad de elevar el calcáneo a su posición natural, alineando el tarso con la extremidad inferior y por lo tanto no puede intervenir en la reconstrucción de los diferentes arcos articulares que conforman la estructura del pie, por lo cual el pie no recupera su estado normal y función de bóveda en equilibrio.

#### Etiopatogenia de la alteración estructural en las rodillas

Vamos a comprobar en qué grado influye la posición del pie en la desviación de la extremidad inferior, y la desviación de la pierna en la deformación de la rodilla. La alteración del equilibrio de la base, es decir del pie, en valgo o varo hace que se lateralice la parte distal de la pierna obligando a la rodilla a trabajar forzada. Vemos que cuando el pie se posiciona en varo (Fig. 3) la extremidad sufre una desviación en valgo. Consecuencia de la posición del pie, podemos observar que cuando el pie se lateraliza en varo obliga a la parte distal de la tibia y el peroné a seguirle en su recorrido y posición (Fig. 2).

altura del tacón con manifestaciones patológicas. Vamos a analizar la razón:



Ahora bien, ¿cómo sabremos hasta qué punto está alterado el equilibrio de la base, de manera que podemos restablecerlo?

Para estudiar este problema consideramos la estructura formada por tres piezas alineadas unidas en los puntos B y C por dos articulaciones (Fig. 1). Supongamos ahora que el punto C se desplaza hasta la posición C', o sea en varo (Fig. 2). Las piezas dejan de estar alineadas y pasan a formar el triángulo CDB (Fig. 4). El ángulo formado en C del triángulo mencionado en un pie varo (Fig. 3) condiciona y lesiona a todos los músculos y ligamentos que unen el tarso a la tibia y el peroné y a los músculos que se insertan en el tarso y cóndilos femorales, como los gemelos, sobre todo el interno que tiene que alcanzar mayor longitud que el externo por la abertura o separación que se ha producido entre la meseta tibial y el cóndilo femoral interno, debido al genu valgo (Fig. 5).

Si "alfa" es el ángulo formado por DC y DC' entonces, puesto que las piezas son articuladas, el sistema considerado quedará como se observa en la figura 3.

Suponiendo que "beta" es el ángulo formado por el segmento BC y la prolongación del segmento AB, si queremos calcular ahora el valor de "beta" en función de "alfa" nos interesa estudiar el triángulo DCB (Fig. 3) donde:

a = longitud del segmento AB  
 b = longitud del segmento BC  
 c = longitud del segmento CD  
 h = longitud del segmento CH

Sabemos que:

sen "alfa" = h / c  
 sen "beta" = h / b

Por lo tanto: sen "beta" = c . sen "alfa" / b

O sea: "beta" = arc sen (c . sen "alfa" / b)

Esta fórmula nos permite calcular "beta" conociendo "alfa".

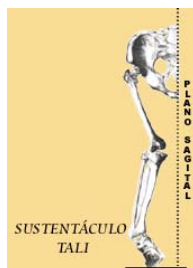
Así podremos conocer el grado de lateralización del pie con lo cual podremos restablecer el equilibrio alterado en su origen, aplicando un tratamiento que incida en la causa y no en la consecuencia.

En la tabla presentamos los valores de "beta" para algunos valores de "alfa" siendo b= 38,2 cm y c=6,7 cm.

ALFA	BETA

0°	0°
0,5°	0,0877°
1°	0,1754°
1,5°	0,2677°
2°	0,3507°
2,5°	0,4383°
3°	0,5259°
3,5°	0,6351°
4°	0,7012°
4,5°	0,7885°
5°	0,8759°

Por lo tanto, si el pie se encuentra en posición de varo la rodilla se lateralizará hacia el plano sagital del cuerpo, o sea en valgo. La abertura que se forma entre la meseta tibial y el cóndilo femoral debido al genu valgo ya mencionado (Fig. 5) ha deformado la estructura. Los músculos y ligamentos encargados de su función han perdido la capacidad potencial para su trabajo puesto que ha variado la posición y distancia de sus inserciones, lesionando e inflamando la cápsula articular de la rodilla situación que no pocas veces llega a la estenosis u obliteración de los conductos de las bolsas serosas, crepitación articular con la movilidad y gran dificultad, sobretodo en carga, al efectuar la flexión y extensión de la extremidad.



La patología de la cápsula articular de la rodilla presenta distintos grados de lesión, inflamación e impotencia, dependiente del grado de inclinación en varo que tome el pie. El genu valgo también forma entre la pelvis y el fémur un ángulo más agudo de lo normal. Esta situación angular altera la posición y distancia entre sus inserciones que obliga a los distintos músculos y ligamentos a ejecutar un trabajo en condiciones forzadas, con pérdida de su sincronismo y funcionalidad, produciendo situaciones de impotencia al ascenso o descenso de una pendiente, o al subir y bajar escaleras, por el estado turgente y congestivo en el que se hallan todos sus componentes. En estas condiciones la alteración del ángulo fémur-pelvis también condiciona al nervio femorocutáneo (L2 y L3) que contribuye a la inervación de la fascia lata, pero cuya función principal es asegurar la sensibilidad de

la cara externa del muslo. Su lesión se manifiesta por la merálgia parestésica, sensación desagradable de hormigueo o de piel atirantada en la cara externa del muslo.

### Conclusión

Los pies valgos y varos son los causantes de la lateralidad de las extremidades inferiores. A medida que avanza la desviación del pie se hace más difícil la deambulacion y la permanencia en pie de manera prolongada.

El pie valgo tiene su origen en una sobrecarga ponderal o en forzar la deambulacion del niño cuando presenta todavía una inmadurez del S.N.C.

El pie varo tiene su origen en la adaptación a la que el pie se ve forzado al tener que ocupar en el calzado un espacio curvo siendo (el pie) recto. Un alto porcentaje de la población adulta padece de pies varos, presentando estos distintos grados de angulación. Si la desviación angular del pie en varo aumenta, el ángulo que se forma entre el fémur y la tibia (genu valgo) será más agudo y por lo tanto más lesivo, inflamando la cápsula articular de la rodilla que crepitará a la movilidad y que presentará diferentes grados de impotencia respecto a su homóloga, debido a la directa influencia a la variación angular que, en su deformación en varo, experimenta la lateralidad del pie. Podremos prevenir esta patología con un calzado inocuo al pie, tan largo y ancho como éste, de suela dura y flexible, sin tacón, de forma recta y atado al empeine en el espacio comprendido entre la tibia y el escafoides.

El tratamiento siempre será ortopédico. Ortopedia que debe devolver al pie su estado funcional de bóveda en equilibrio. Por lo tanto deben estar reflejadas en ella todas las medidas que por natura tiene el pie y la función sincronizada que corresponde a cada una de sus partes, tonificas mediante ejercicios específicos dirigidos y controlados.

Una vez conseguido el equilibrio estructural del pie mediante ortopedia junto con ejercicios específicos controlados, a veces ayudados con masajes, debemos pensar en el calzado. Pues el calzado y la ortopedia forman juntos un todo concomitante con capacidad suficiente para corregir cualquier alteración mecánica o de la estática del pie, por consiguiente de la extremidad inferior y, por extensión, a toda la estructura esquelética.

### Bibliografía

El Manual Merck de diagnóstico y terapéutica. Nueva York: Harcourt Brace, 1992  
GRISOGONO, Vivian. Lesiones de rodillas. Madrid: Eyras, 1990  
MAURÉ, Francisco. Tratado de podología. Barcelona: Jims, 1996

ortopédico. Ortopedia que debe devolver al pie su estado funcional de bóveda