

Proyecto de investigación

# **ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LAS DISFUNCIONES OSTEOPÁTICAS MÁS FRECUENTES EN EL PIE Y RODILLA**

Presentado en la Escuela de Osteopatía de Barcelona en Barcelona, el 10 de. Enero de  
201

## **AGRADECIMIENTOS:**

Debo dedicar todos mis más sinceros agradecimientos sobre todo a mi familia y en particular a Enaitz y Hegoi que han tenido que dejar de disfrutar de su aita durante muchas horas por la realización de este trabajo. A ellos y a mi mujer por ser pacientes en la espera gracias.

## **RESUMEN.**

### **Introducción:**

Varios son los autores que han intentado reflexionar sobre la importancia que tiene las disfunciones del pie y la rodilla y la posibilidad que estas provoquen lesiones ascendentes. Algunos de ellos llegan a demostrar cómo estas alteraciones pueden modificar nuestro centro de gravedad y por tanto alterar nuestra dinámica y estática corporal.

### **Objetivos:**

Determinar cuáles puedan ser aquellas disfunciones en pie y rodilla más frecuentes que alteren tanto la dinámica como la estática corporal. Encontrar autores que expliquen la influencia de las estructuras del pie en posibles disfunciones ascendentes.

### **Material y métodos:**

El diseño corresponde a una revisión bibliográfica. En ella se realizará una búsqueda por la literatura existente ya sea en libros de texto, revistas digitales y artículos científicos. Esta búsqueda se realizará en las bases de datos existentes en internet: PubMed, Cochrane, PedRo, Elsevier, Google books, Google académico.

En todas estas bases de datos se busca desde el inicio hasta el 26/02/2012. Los términos de búsqueda fueron en castellano pie, rodilla, tibioperoneoastragalina . En inglés foot, knee, talus, scaphoid.

### **Conclusiones:**

Los autores consultados opinan que el pie y la rodilla son estructuras a tener muy en cuenta, cuando valoramos a un paciente con lesiones a niveles más altos por la importancia que tienen en la dinámica y en la estática.

## **SUMMARY.**

### **Introduction:**

There are several authors who have tried to reflect on the importance of the dysfunctions of the foot and knee, and the possibility that these lesions cause upward. Some of them come to show how these alterations can modify our center of gravity and therefore alter our dynamic and static body.

### **objectives:**

Determine which may be those on foot and knee dysfunction frequently altering how much the dynamic body statics. Find authors to explain the influence of the possible foot structures in ascending dysfunctions.

### **Methods:**

The design corresponds to a literature review. It will search for the literature either in textbooks, electronic journals and scientific articles. This search will take place in the existing databases on the Internet: PubMed, Cochrane, Peter, Elsevier, Google Books, Google Scholar. In all these databases were searched from inception to 26/02/2012. Search terms were in Castilian foot, knee, tibioperoneoastragalina. In English foot, knee, talus, scaphoid.

### **Conclusions:**

The consulted authors say that the foot and knee structures are to bear in mind, when we value a patient with injuries to levels higher by the importance of the dynamic and static.

## ÍNDICE

Título

Agradecimientos

Resumen.....pág. 3

Summary.....pág. 4

Introducción.....pág. 6

Marco teórico.....pág. 8

    La pierna y el pie.....pág. 8

    La articulación del tobillo y el retropié.....pág. 11

    Pie plano.....pág. 31

    El antepie.....pág. 31

    La rodilla.....pág. 34

    La articulación femorotibial.....pág.35

    Los meniscos.....pág. 47

    Ligamentos de la rodilla.....pág. 57

    La articulación femorrotuliana.....pág. 68

Material y métodos.....pág. 75

Conclusión.....pág. 76

Bibliografía.....pág. 81

## **Introducción:**

Existe una relación entre disfunciones en pie y rodilla con alteraciones a distancia, los autores lo basan en la importancia que tienen tanto el pie cómo la rodilla en nuestra base de sustentación y por lo tanto en las posibles alteraciones que esto puede provocar a nuestro centro de gravedad<sup>1 2 3 4 5 6 7</sup>.

Desde el punto de vista *estático*, la postura es la posición relativa del cuerpo en el espacio donde se encuentra; o de las diferentes partes del cuerpo en relación con la gravedad; manteniéndose en equilibrio cuando la vertical del centro de gravedad cae en la base de sustentación. Podríamos decir que cualquier alteración en estructuras que están relacionadas con la base de sustentación cómo puede ser el caso del pie o la rodilla, provocan cambios en el centro de gravedad<sup>1 2 3 4 5 6 7</sup>.

Desde el punto de vista *dinámico*, la postura es el control minucioso de la actividad neuromuscular para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación que se lleva a cabo mediante la coordinación de varios elementos: la información sensitiva de diferentes receptores (propioceptivos, visuales, auditivos...), de la actividad muscular, del movimiento articular, las reacciones posturales provenientes de la planta del pie (sistema ascendente) y finalmente un sistema descendente de reflejos que también actúan sobre el tono postural y que está sometido a dos necesidades: mantener la verticalidad y la horizontalidad de la mirada. Por lo tanto para la dinámica un buen engranaje de las articulaciones que componen el pie y la rodilla como de las estructuras que las componen harán que los elementos amortiguadores en la marcha disipen antes esta energía y no afecten a estructuras más lejanas<sup>6 8 9</sup>.

Los pies por su ubicación son los pilares que hacen que el resto del cuerpo se encuentre en armonía y confort.

Por esto mismo la posible disfunción de algunos de sus elementos hace que este equilibrio se pierda y aparezca la fatiga. Esto provocará que otros segmentos pierdan esta armonía y entren en disfunción <sup>1</sup>.

W. A. Kuchera explica lo fácil que es entender el cómo las disfunciones de la extremidad inferior pueden llegar a producir dolor en piernas, pero él expone que lo difícil de entender es cómo el dolor de piernas puede ser producido por una disfunción de las estructuras que no están ubicadas en la extremidad inferior. Estas fuentes lejanas de dolor en la pierna se producen a través de conexiones funcionales, miofascial, vasculares y neuronales (somáticas y simpáticas) <sup>2</sup>.

Asimismo L. Busquet analiza cómo una disfunción en el pie puede ir provocando alteraciones y cambios a través de las cadenas musculares. Él describe cadenas lesionales ascendentes. Aquí estaría sobretodo centrada nuestra búsqueda en esta revisión bibliográfica, aunque este autor también explica cadenas lesionales descendentes que llegarían a provocar lesiones en la extremidad inferior<sup>1</sup>.

Con todo esto lo que quiero llegar a exponer es la relevancia que tiene el hecho de descubrir las disfunciones más frecuentes en pie y rodilla porque no solo podríamos pensar en buscarles un resultado local y eliminar todos esos problemas tan importantes que existen en la actualidad como pueden ser las patologías degenerativas de la rodilla <sup>8 9 10 11</sup>, o las de la articulación subastragalina del pie <sup>12</sup>, sino quizás poder mejora todas aquellas otras lesiones que aparezcan a nivel de la cadera o lumbar.

## **MARCO TEÓRICO:**

### **1.- LA PIERNA Y EL PIE:**

Según Chaitow L.<sup>6</sup> la pierna está compuesta por la tibia, el peroné y los músculos extrínsecos que actúan sobre el pie. Este último está formado por 26 huesos (7 tarsianos, 5 metatarsianos y 14 falángicos) todo esto componen 25 articulaciones.

Las más significativas de la mecánica podal son la talocrural (tobillo), la subastragalina (talocalcánea), la tarsal transversa (taloescaloidea y calcáneocuboidea), las metatarso falángicas, las interfalángicas. Por otra parte, la articulación compuesta astragalocalcaneoescaloidea tiene un importante papel en la dirección de las fuerzas portadoras de peso aplicadas al astrágalo, tanto hacia el talón como hacia el antepié. La integridad funcional del sistema del pie denominad bóveda plantar o arco depende de la integridad de cada una de estas articulaciones, que a su vez es dependiente de un sistema de arco funcional.

#### **LA PIERNA**

La tibia, el segundo hueso del cuerpo en cuanto a longitud, y su acompañante el peroné, están verticalmente orientados y se articulan en sus extremos tanto superior como inferior. Si bien el peroné no se articula por sí mismo en la rodilla, posee sin embargo una articulación proximal con la tibia en la superficie inferior de la proyección externa de ésta. En la articulación del tobillo ambos huesos están incluidos, formando sus extremos distales una mortaja que recibe la cabeza del astrágalo. Los dos huesos de la pierna se conectan asimismo durante todo su trayecto por la membrana interósea, una vaina fibrosa firme que refuerza la sindesmosis tibioperonea, ofrece una amplia superficie para las fijaciones musculares y separa los compartimientos anterior y posterior de la pierna.

La tibia proximal presenta en la superficie inferior de su proyección externa una superficie peronea que mira hacia distal y posteroexterno, donde recibe la cabeza del peroné.

Ésta es la articulación tibioperonea proximal. Si bien esta articulación no brinda un grado importante de movimiento, sus disfunciones son considerables en relación con la evaluación del tobillo, dado el potencial impacto que puede ejercer sobre la articulación tibioperonea distal.

La diáfisis triangular de la tibia presenta las caras interna, externa y posterior, cuyos bordes ofrecen una definición bastante aguda. La cara interna es inmediatamente reconocible como espinilla, en tanto el borde interóseo constituye el sitio de fijación de la membrana interósea. Cuando se compara con el extremo proximal de la tibia, el extremo distal, donde el maléolo interno se proyecta en sentido inferointerno, se observa rotado hacia fuera (torsión tibial) aproximadamente 30°, y significativamente más entre los africanos<sup>13</sup>. La superficie distal, que se articula con el astrágalo, es cóncava en sentido sagital y convexa transversalmente, continuándose con la superficie articular maleolar. El maléolo interno se halla por delante y proximal al maléolo externo. Diversos ligamentos y la cápsula articular se fijan a él.

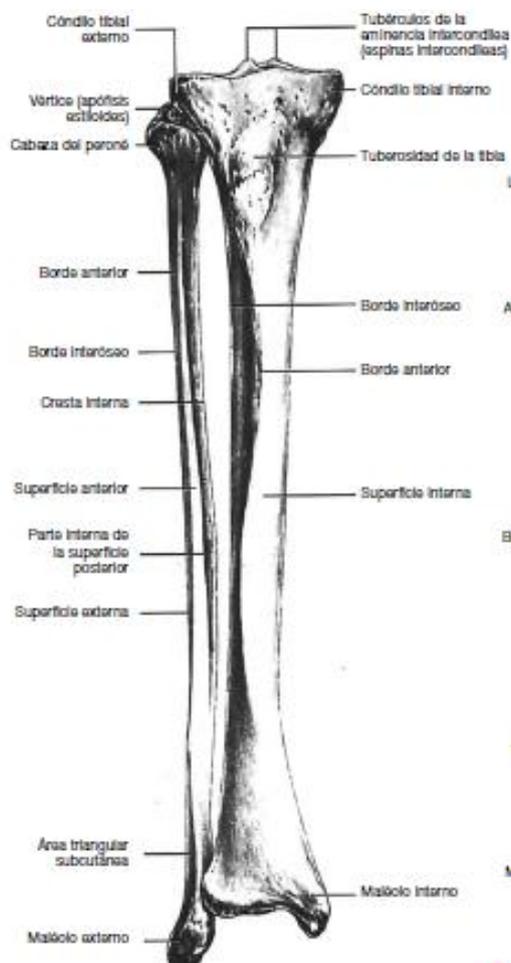
El peroné presenta una cabeza proximal, una diáfisis larga y fina y una proyección distal, el maléolo externo. La cabeza muestra una faceta redonda que se articula con la tibia. Al igual que ésta, el peroné presenta tres bordes y tres caras. Su extremo distal se articula con la superficie astragalina externa.

Las articulaciones tibioperoneas tanto proximal como distal son estabilizadas por los ligamentos tibioperoneos anterior y posterior. Por otra parte, el extremo distal también posee un ligamento transversal inferior y el ligamento interóseo tibioperoneo crural, que brinda sostén a la articulación distal, tal como hace la membrana interósea.

## La articulación tibioperonea proximal

La articulación tibioperonea proximal es una articulación sinovial que no se halla en conexión directa con la articulación de la rodilla. Cuando la rodilla se flexiona, esta articulación toma parte en la rotación de la pierna, permitiendo un pequeño grado de abducción y aducción suplementarias del peroné<sup>14</sup> o, como lo denominan<sup>15</sup> „deslizamiento anteroexterno y posterointerno de la cabeza del peroné.

Greenman<sup>16</sup> explicó que la conducta de la cabeza del peroné está muy influida por el músculo bíceps femoral que se fija a ella, lo cual sugiere que cualquier disfunción de la articulación tibioperonea requiere la evaluación de dicho músculo en



cuanto a su longitud, su fuerza y la localización de la disfunción (puntos gatillo). Schiowitz<sup>17</sup> señala que «cuando se evalúa o trata una disfunción de la cabeza del peroné [el fisioterapeuta] debe examinar en profundidad también la articulación distal, en el tobillo». Kuchera y Goodridge<sup>15</sup> indican que «la articulación tibioperonea\_distal es una sindesmosis que permite al peroné moverse lateralmente respecto a la tibia para acomodar la amplitud aumentada del astrágalo, presente durante la dorsiflexión. La dorsiflexión restringida del tobillo justifica el examen y el tratamiento de esta sindesmosis.

## **LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO Y EL RETROPIÉ**

La articulación del tobillo, la más congruente del organismo, está compuesta por los maléolos de la tibia y el peroné, la superficie distal de la tibia y el cuerpo del astrágalo. La tibia coloca el peso sobre la cabeza del astrágalo, en tanto el peroné tiene muy poca responsabilidad sobre la carga del peso, siendo inferior al 10% del peso que pasa por el fémur el que transmite a través del peroné<sup>18</sup>.

El componente tibioperoneo aporta tres facetas que en conjunto forman una superficie casi continuamente cóncava, recordando una mortaja ajustable (similar a una llave de ajuste). Levangie y Norkin<sup>18</sup> observan:

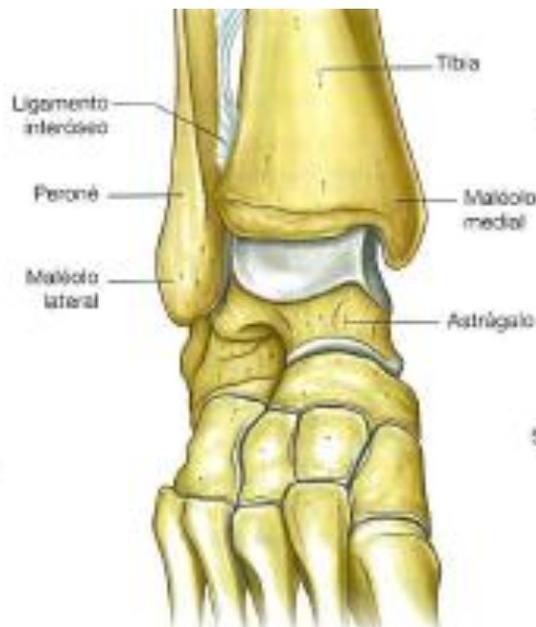
La mortaja ajustable es más compleja que una fija, ya que combina las funciones de movilidad y estabilidad. La mortaja del tobillo es ajustable, siendo las articulaciones tibioperoneas proximal y distal las que permiten y controlan las modificaciones en ella.

La parte proximal de la cabeza astragalina es una estructura con forma de cuña, más amplia por delante que por atrás, mantenida en un arco (mortaja) creado por los maléolos interno (tibial) y externo (peroneo). Aproximadamente un tercio de la cara interna del astrágalo está destinado al maléolo tibial, en tanto su cara externa se

dedica por entero al maléolo peroneo, situado más atrás que el tibial. El eje relativamente oblicuo entre los maléolos produce una «desviación de los dedos del pie hacia fuera (de aproximadamente 15º) del pie libre en dorsiflexión, y desviación hacia dentro en flexión plantar».

La tibia se apoya en la superficie troclear proximal del astrágalo. Éste proyecta un largo cuello que finaliza en una cabeza distal redondeada, para su articulación con el hueso navicular, una faceta para cada uno de los maléolos y tres articulaciones con el calcáneo .

El astrágalo no posee fijaciones musculares directas, de modo que su estructura ligamentaria es significativa . Sus movimientos son influidos por la acción muscular sobre los huesos que se encuentran por arriba y por debajo de él<sup>16</sup> .Debido a la presencia de los fuertes ligamentos del tobillo, la forma de la concavidad crural y la longitud del maléolo externo sobre el astrágalo, la luxación de la articulación es extremadamente improbable, a menos que acompañe a una fractura.



La mortaja del tobillo (también denominada articulación talocrural, tibioastragalina o talotibioperonea) está diseñada de manera que soporte fuerzas enormes. La *Anatomía de Gray*<sup>19</sup> describe que:

Las fuerzas compresivas transmitidas a través de la articulación durante la marcha alcanzan cinco veces el peso corporal, mientras que las fuerzas de desplazamiento tangenciales, que son resultantes de fuerzas musculares de rotación interna y fuerzas inerciales de rotación externa, en asociación con el movimiento del cuerpo sobre el pie, pueden alcanzar un 80% del peso corporal.

La *Anatomía de Gray*<sup>19</sup> describe la articulación del tobillo como sigue:

La articulación es aproximadamente monoaxial. El extremo inferior de la tibia y su maléolo interno, junto con el maléolo externo peróneo y el ligamento tibioperoneo transversal, forman un profundo receso para el cuerpo del astrágalo... Si bien parece un gozne simple, usualmente mencionado como «monoaxial», su eje de rotación es dinámico, variando durante las flexiones dorsal y plantar.

Durante la dorsiflexión, el peroné y la tibia se separan entre sí para acomodarse a las superficies anteriores más amplias de la cabeza astragalina. La posición cerrada de esta articulación es la dorsiflexión completa, en la que ella es más congruente y los ligamentos están tensos.

Se considera usualmente que la línea articular se encuentra en el borde anterior del extremo distal de la tibia. Se puede palpar si los tendones superficiales están relajados. Junto con estos tendones se hallará una variedad de estructuras, que se enumeran aquí en relación con los maléolos.

Por delante de los maléolos, sobre el dorso de la articulación tibioperoneoastragalina (talocrural):

- Tibial anterior.
- Extensor largo del dedo gordo.
- Peroneo anterior (tercer peroneo).
- Vasos tibiales anteriores.
- Nervio peroneo profundo (tibial anterior).
- Extensor largo común de los dedos del pie.

Por detrás del maléolo interno:

- Tibial posterior.
- Flexor largo común de los dedos del pie (flexor tibial de los dedos).
- Flexor largo propio del dedo gordo.
- Vasos tibiales posteriores.
- Nervio tibial.

Por detrás del maléolo externo (en un surco):

- Peroneos largo y corto.

El aporte de sangre arterial a la articulación proviene de las ramas maleolares de las arterias tibial anterior y peronea. La inervación de la articulación tiene lugar a través del nervio peroneo profundo (tibial anterior).

### **Los ligamentos del tobillo**

Los huesos que constituyen el arco crural (la parte distal de la tibia y los maléolos interno y externo) están conectados al astrágalo por la cápsula articular y poderosos ligamentos a saber:

- Deltoideo (interno, medial).
- Peroneoastragalino anterior.
- Peroneoastragalino posterior.
- Calcaneoperoneo.

### ***Ligamento deltoideo (interno, medial)***

Este ligamento poderoso localizado internamente es de forma triangular, con sus inserciones superiores en el vértice y en los bordes anterior y posterior del maléolo interno. Por abajo posee diversas fibras y fijaciones.

.

### ***Ligamento peroneoastragalino anterior***

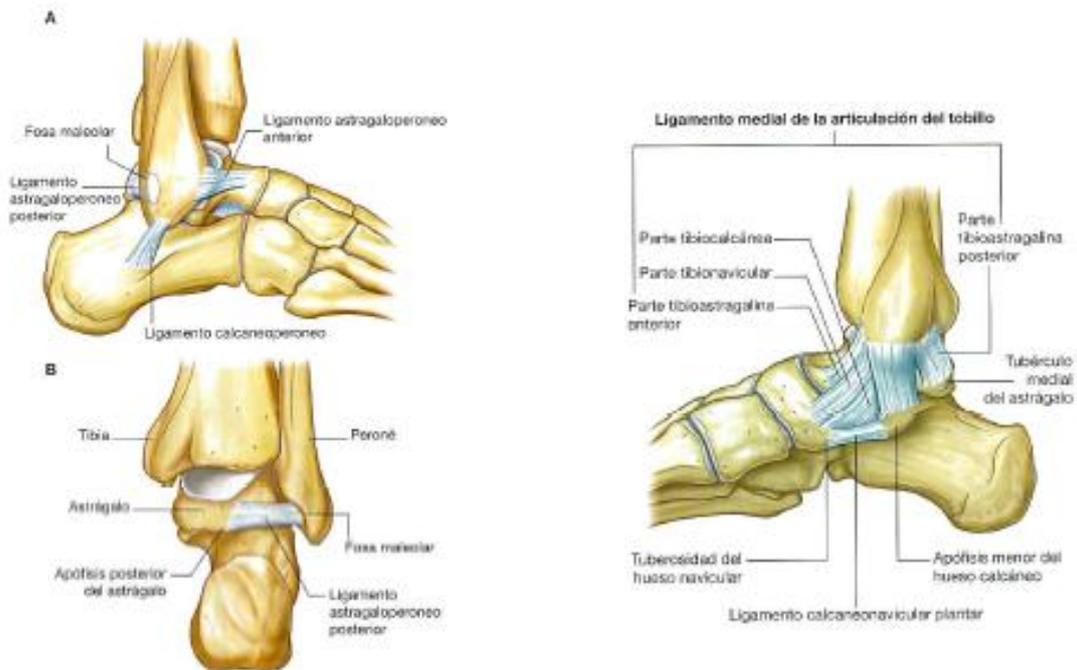
Este ligamento se fija al borde anterior del maléolo externo (peroneo), desde donde corre en sentidos inferior, anterior e interno para fijarse a la faceta articular externa del astrágalo y la cara externa de su cuello.

### ***Ligamento peroneoastragalino posterior***

Se fija a la cara inferior del maléolo externo, desde donde corre de forma prácticamente horizontal hasta el tubérculo externo de la apófisis astragalina posterior. Una “banda fibrosa” lo conecta con el maléolo interno.

### ***Ligamento calcaneoperoneo***

Se trata de «un cordón largo que corre en sentido inferior desde una depresión anterior al vértice del maléolo peróneo hasta un tubérculo en la superficie calcánea externa, siendo cruzado por los tendones de los peroneos largo y corto.



### Movimientos de la articulación del tobillo

Según Kuchera y Goodridge<sup>15</sup> la articulación del tobillo está constituida en verdad por dos articulaciones, que deben considerarse conjuntamente como una unidad funcional: la articulación talocrural (tibioperoneoastragalina, mortaja del tobillo) y la articulación subastragalina (subtalar, talocalcánea). Inman<sup>20</sup>, demostró que durante el ciclo de la marcha, cuando recae peso sobre el pie hay una «visible rotación medial de la tibia, mayor que la que puede atribuirse al solo movimiento de la articulación talocrural». Inman definió que la rotación tibial aumentada es resultado de una «eversión calcánea relativa alrededor del eje subtalar». Al progresar la fase estática, la tibia rota externamente (lateralmente) al mismo tiempo que tiene lugar la inversión del calcáneo, nuevamente sobre el eje subtalar.

Los movimientos de la articulación del tobillo son los siguientes:

- *Flexión plantar* (50º), producida por el sóleo y el gastrocnemio, auxiliados por el plantar, peroneos largo y corto, tibial posterior, flexor largo común de los dedos y flexor largo propio del dedo mayor.
- *Dorsiflexión* (20º), producida en su mayor parte por el tibial anterior, el extensor largo común de los dedos del pie y el peroneo anterior, auxiliados por el extensor largo propio del dedo gordo<sup>17 21</sup>.
- *Movimientos menores accesorios* de deslizamiento anterior con la flexión plantar y de deslizamiento posterior con la dorsiflexión<sup>15</sup>.
- La *Anatomía de Gray*<sup>19</sup> explica que «la dorsiflexión y la flexión plantar son incrementadas por movimientos intertarsales, añadiendo aproximadamente 10º a la primera y 20º a la segunda».
- Por otra parte, Kuchera y Goodridge<sup>15</sup> señalan que la flexión plantar es acompañada por aducción y supinación del pie y que la cabeza del peroné proximal se desliza en sentidos posterior e inferior en tanto el astrágalo se desliza hacia delante, colocando la porción estrecha del astrágalo en la mortaja del tobillo, una posición menos estable.
- Durante la flexión plantar, «se permiten pequeños grados de deslizamiento de lado a lado, rotación, abducción y aducción.
- La estabilidad durante la posición de pie simétrica requiere la acción continua del sóleo, que aumenta durante la inclinación hacia delante (a menudo con participación del gastrocnemio) y disminuye con la inclinación hacia atrás. Si un movimiento en dirección posterior lleva el centro de gravedad detrás de los ejes transversales de las articulaciones del tobillo, los flexores plantares se relajan y los dorsiflexores se contraen (*Anatomía de Gray*, 1995).

### ***Estabilidad en dorsiflexión***

La dorsiflexión es la posición cerrada, con máxima congruencia y tensión ligamentaria; desde esta posición se ejercen todos los grandes movimientos impulsores de la marcha, la carrera y el salto. Los maléolos abrazan al astrágalo; incluso en relajación no puede haber un movimiento lateral apreciable sin estiramiento de la sindesmosis tibioperonea inferior y ligera inclinación del peroné.

Durante la dorsiflexión, la porción más amplia del astrágalo se ha deslizado hacia atrás dentro del abrazo maleolar, y es esta estabilidad la que se utiliza cuando se procede al vendaje de los esguinces de tobillo, que usualmente refuerzan la dorsiflexión.

La articulación tibioperonea distal es una sindesmosis (una articulación fibrosa en la que superficies opuestas relativamente distantes están unidas por ligamentos), lo que permite la acomodación del astrágalo, de forma de cuña, cuando separa la tibia del peroné durante la dorsiflexión del pie. Por tal razón, la restricción de la dorsiflexión del tobillo justifica el examen y el tratamiento de esta sindesmosis.

### **La articulación subastragalina (subtalar)**

La articulación subastragalina es compuesta, estando formada por la articulación del astrágalo con el calcáneo en tres superficies. La mayor de éstas se encuentra posterior al seno del tarso, en tanto las facetas anterior y media son anteriores a él. Estas superficies son divididas además en componentes independientes, anterior y posterior, por el ligamento interóseo astrágalo-calcáneo,



que cursa oblicuo entre ellas, separándolas en dos compartimientos. La porción posterior posee su propia cavidad sinovial, en tanto las superficies articulares anterior y media comparten otra. Estas tres superficies articulares son grupalmente denominadas articulación talocalcánea, aunque es útil considerar los dos diferentes componentes de la articulación por separado. A fin de distinguirlos, el componente posterior puede recibir el nombre de articulación subastragalina propiamente dicha o articulación subastragalina posterior, y el componente anterior, el de articulación astragalocalcaneonavicular (ACN).

Al describir colectivamente estas superficies, escribe Cailliet (1997):

Gran parte de la inversión y la eversión del pie tiene lugar en esta articulación. Todo el cuerpo y parte de la cabeza astragalina descansan sobre los dos tercios anteriores del calcáneo, que se divide en tres áreas: 1) el tercio posterior, en forma de montura; 2) el tercio anterior, que presenta una superficie horizontal, y 3) el tercio intermedio, que produce un plano inclinado entre las otras dos áreas.

El calcáneo es el hueso más grande del tarso, fijándose los músculos de la pantorrilla a su superficie posterior saliente. Además de las tres articulaciones con el astrágalo, su superficie anterior ofrece un área convexa para la articulación con el cuboides. Las superficies lisas contrastan con las restantes superficies rugosas del calcáneo, donde se fijan numerosos músculos y ligamentos. El sustentáculo del astrágalo proyecta hacia la cara interna del pie; por atrás esta apófisis menor presenta la faceta media que se articula con el astrágalo, con lo que forma parte de la articulación TCE.

La superficie articular posterior con forma de montura (convexa) del calcáneo recibe la superficie astragalina cóncava. Las superficies articulares media y anterior incluyen las superficies calcáneas astragalina convexa y calcánea cóncava, con lo que

constituyen lo contrario de la articulación posterior. Puesto que la articulación talocalcánea está compuesta por varias articulaciones que se encuentran en diferentes planos, esta configuración única permite el movimiento simultáneo en diversas direcciones <sup>22</sup>. El movimiento triplanar alrededor de un solo eje articular y la carga de peso funcional en esta articulación son de importancia crítica para moderar las fuerzas rotacionales impuestas por el peso del cuerpo, mientras mantienen contacto con el pie por medio de la superficie de sostén <sup>18</sup>.

Si bien la articulación subtalar [talocalcánea] está compuesta por tres articulaciones, las superficies convexas y cóncavas alternantes limitan la movilidad potencial de la articulación. Cuando el astrágalo se mueve sobre la posterior del calcáneo, la superficie articular del astrágalo se deslizaría en la misma dirección en que se trasladan los huesos (la superficie cóncava se mueve sobre una superficie convexa estable). Sin embargo, en las articulaciones media y anterior las superficies astragalinas se deslizarían en una dirección opuesta al movimiento óseo (la superficie convexa se mueve sobre una superficie cóncava estable). Por consiguiente, el movimiento del astrágalo consiste en un giro complejo (un movimiento atornillante) que puede continuar sólo hasta que las superficies posterior y las superficies anterior y media ya no puedan acomodar movimientos simultáneos y opuestos. La base es un movimiento triplanar del astrágalo alrededor de un único eje articular oblicuo. La articulación subtalar [talocalcánea] es en consecuencia una articulación monoaxial con 1° de libertad: supinación/pronación.

### ***Cápsula y ligamentos de la articulación subastragalina***

Los huesos de la articulación subastragalina propiamente dicha están conectados por una cápsula fibrosa y los ligamentos externo, interno, interóseo talocalcáneo y cervical.

- La *cápsula fibrosa* envuelve la articulación, fijándose a sus márgenes articulares mediante fibras cortas. La membrana sinovial de la articulación está separada de las de otras articulaciones tarsales .
- *Ligamento astragalocalcáneo lateral*. Desciende oblicuamente por atrás, desde la apófisis astragalina externa hasta la superficie calcánea externa. Se fija en sentido anterosuperior al ligamento calcaneoperoneo.
- *Ligamento astragalocalcáneo medial*. Une el tubérculo astragalino interno a la superficie posterior de la apófisis menor del calcáneo y la superficie interna adyacente del calcáneo. Sus fibras se continúan con el ligamento interno (deltoideo).
- *Ligamento astragalocalcáneo interóseo*. Desciende en sentidos oblicuo y externo desde el surco del astrágalo hasta el surco del calcáneo.
- *Ligamento cervical*. Se fija a la superficie calcánea superior y asciende por el lado interno hasta un tubérculo inferolateral en el cuello astragalino.

Entre las articulaciones posterior y media se halla un profundo surco que forma el túnel tarsiano, de orientación oblicua. El extremo más grande de este túnel, el seno del tarso, se encuentra inmediatamente anterior al maléolo externo, en tanto es más pequeño y emerge entre el maléolo interno y la apófisis menor del calcáneo (resalte del calcáneo que se proyecta medialmente). Dentro del túnel reside el ligamento interóseo talocalcáneo, que divide la articulación subtalar de la TCE.

La articulación subastragalina ha sido descrita como absorbedora de choque porque en coordinación con las articulaciones intertarsales determina la distribución de las fuerzas en el esqueleto y tejidos blandos del pie.

El astrágalo es un hueso inusual dado que no posee inserciones musculares y en vista de su papel de distribuidor de cargas en todo el pie y asimismo debido a que está enteramente cubierto por superficie articulares e inserciones ligamentarias <sup>23</sup>.

Su movimiento más importante es un movimiento de balanceo del astrágalo sobre el calcáneo, enteramente independiente de la acción muscular voluntaria. Es este movimiento el que absorbe todos los esfuerzos y tensiones producidos para despegar del suelo los dedos de los pies, ahorrando al tobillo traumatismos tanto al despegar los dedos como al tomar contacto el talón con el suelo, en la función normal de la marcha y cuando se infringen tensiones anormales a la articulación del tobillo. Si no existiera el movimiento de balanceo involuntario en la articulación subastragalina, las luxaciones por fractura serían muy comunes.

Entre calcáneo y astrágalo existen las articulaciones anteriores y otra posterior, como se describió antes. No obstante, la articulación subastragalina está constituida solamente por la articulación posterior, con su propia cápsula articular. Las articulaciones anteriores entre astrágalo y calcáneo se consideran parte de la articulación ACN, un punto de vista que tiene su mérito y que se expondrá más adelante en este capítulo. Como se mencionó en otro lugar, respecto a los movimientos del pie tiene valor considerar estas articulaciones de forma individual y también grupalmente.

Los principales movimientos de la articulación subastragalina son:

- Abducción calcánea (valgo), que produce eversión del pie (con participación de los peroneos largo y corto).
- Aducción (varo), que produce inversión del pie en relación con el astrágalo (con participación de los tibiales anterior y posterior).

Vale la pena recordar que estos movimientos no pueden ocurrir de forma aislada, sino que son obligatorios unos movimientos simultáneos en los tres planos del espacio.

Los términos utilizados para describir estos movimientos son confusos , dada la falta de consenso al respecto; sin embargo, no importa cuál sea la expresión empleada, mueven el pie simultáneamente en sus ejes vertical, horizontal y longitudinal. Al elevarse la cara interna del pie simultáneamente, se producen aducción y flexión plantar. Cuando está elevada la cara externa del pie, simultáneamente se producen abducción y dorsiflexión. Estos movimientos no pueden tener lugar aislados, sino que son siempre triaxiales.

Kuchera y Goodridge<sup>15</sup> describen la acción de la articulación como «una bisagra mitrada», en la que los movimientos del calcáneo inducen la rotación de la tibia.

La inversión del calcáneo produce la rotación externa de la tibia, y el astrágalo se desliza en sentido posteroexterno sobre el calcáneo. La eversión del calcáneo produce la rotación medial de la tibia y el deslizamiento en sentido anterointerno del astrágalo sobre el calcáneo.

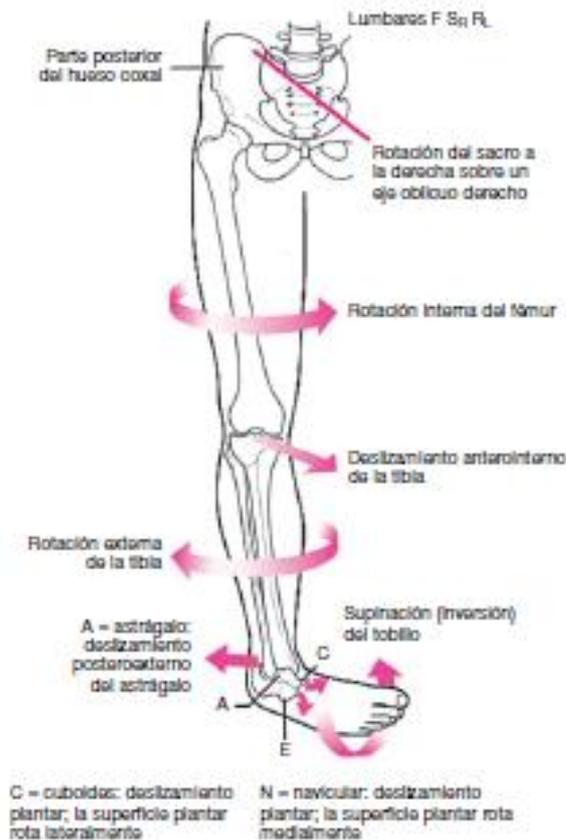
Levangie y Norkin<sup>18</sup> señalan:

El movimiento subastragalino es más complejo que el de la articulación del tobillo; los componentes motores subtalares *no pueden actuar –y no actúan– de modo independiente*. Los movimientos tienen lugar simultáneamente cuando el calcáneo (o el astrágalo) giran en sus tres superficies articulares. Si bien algunos de los componentes motores pueden observarse más fácilmente que otros, los movimientos *siempre tienen lugar al mismo tiempo* .

## Esguinces de tobillo

La flexión plantar es la posición en que es más probable que ocurran los esguinces de tobillo. Schiowitz <sup>17</sup> informa que «el esguince de tobillo más frecuente es una inversión,

usualmente causada por una combinación de flexión plantar, rotación interna e inversión. Los ligamentos laterales sostienen el impacto inicial». La *Anatomía de Gray*<sup>19</sup> aclara los mecanismos del esguince de tobillo.



## EL MEDIOPIÉ

El pie puede dividirse en tres segmentos funcionales: la parte posterior (retropié: calcáneo y astrágalo), el pie medio (mediopie: navicular, cuboides y los tres cuneiformes) y el pie anterior (antepié: 5 metatarsianos, 14

falanges y 2 sesamoideos). Estos segmentos interactúan para crear múltiples posibilidades motoras. La articulación talocrural (del tobillo) y la articulación subastragalina, que constituyen el tobillo y el retropié, ya se han descrito. Los complejos componentes de la articulación astragalocalcaneonavicular (ACN) se consideran independientemente de la articulación tarsal transversa, una articulación compuesta por las articulaciones astragalonavicular y calcaneocuboidea. Se agregan a la elaborada estructura del pie las articulaciones tarsometatarsianas y las interfalángicas, grupalmente conocidas como antepié .

La articulación transversa del tarso, también conocida como articulación mediotarsiana, divide la parte posterior del pie del mediopie . Esta articulación

compuesta en forma de «S» es uno de los dos sitios habituales de amputación del pie. Si bien la articulación astragalonavicular se considera parte de la articulación tarsiana transversa, también es útil considerarla parte de una articulación compuesta más compleja, multiaxial, conocida como articulación astragalocalcaneonavicular (ACN).

### **Articulación astragalocalcaneonavicular (ACN)**

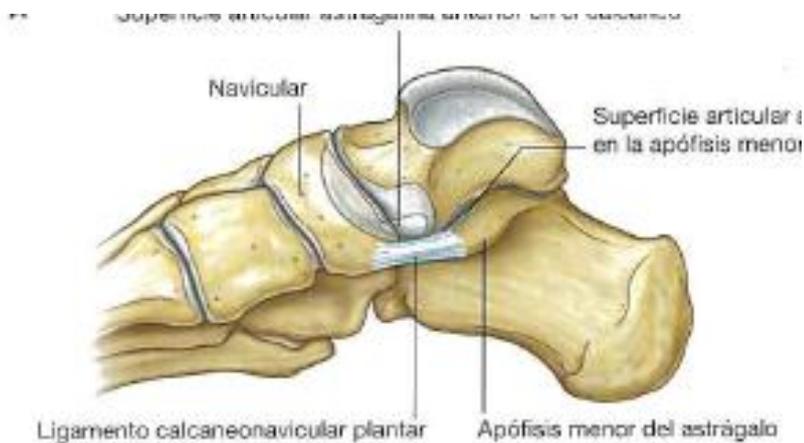
La articulación taloescafoidea constituye la parte más anterior de una articulación más compleja, la astragalocalcaneonavicular (ACN) . Al igual que la articulación subtalar, se trata de una articulación triplanar que produce movimientos simultáneos en los ejes longitudinal, vertical y horizontal (supinación/pronación, inversión/eversión). Dado que la articulación ACN es compuesta, con diversas superficies articulares en diferentes planos, todo movimiento producido por el astrágalo ocasiona el movimiento obligatorio de cada una de estas superficies.

Levangie y Norkin <sup>17</sup>, que describen la articulación ACN como clave para el funcionamiento del pie.

La articulación astragalonavicular está formada proximalmente por la porción anterior de la cápsula del astrágalo y distalmente por el navicular posterior, cóncavo. La cabeza astragalina, por su parte, también se articula por abajo con las superficies articulares anterior y medial del calcáneo y el ligamento calcaneonavicular plantar resorte, que cubre la brecha entre el calcáneo y el navicular por debajo de la cabeza astragalina. En consecuencia, podemos considerar la ACN como una articulación esferoidea en la que la gran convexidad de la cabeza astragalina es recibida por una gran bandeja formada por la concavidad del navicular, las concavidades de las superficies articulares calcáneas anterior e interna, el ligamento calcaneonavicular plantar, el ligamento deltoideo en la cara interna y los ligamentos bifurcados en la cara externa.

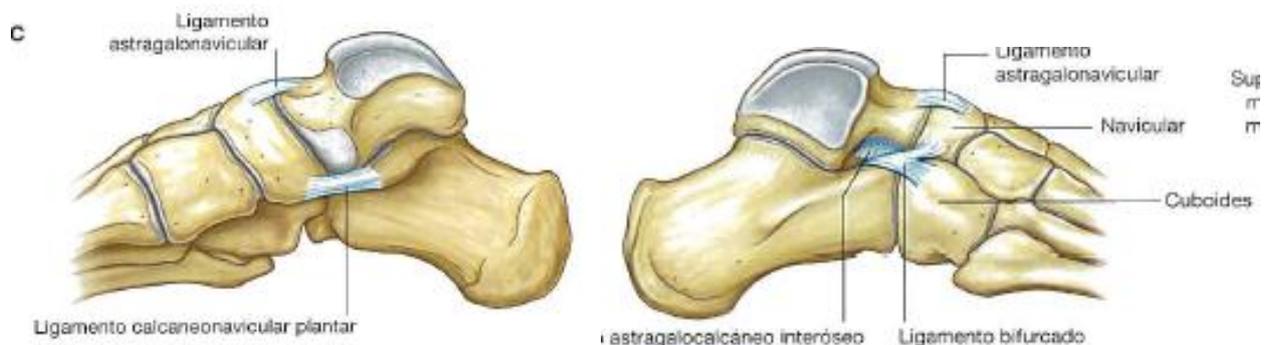
Todo esto está incluido en una sola cápsula, de aquí la descripción de este complejo como una «articulación».

La cápsula articular de la TCE es reforzada por el sostén ligamentario proveniente de la porción superointerna del ligamento calcaneonavicular cubierto por cartílago (formando un lazo para la cabeza del astrágalo que se articula con él), el ligamento calcaneonavicular inferior, los ligamentos laterales medial y lateral, las estructuras retinaculares extensoras inferiores, el ligamento cervical y los ligamentos astragalocalcaneo dorsal e interóseos. Por otra parte, obtiene sostén de ligamentos relacionados asociados con la articulación calcaneocuboidea adyacente.



### Articulación transversa del tarso

Las articulaciones astragalonavicular y calcaneocuboidea forman juntas la articulación compuesta transversa del tarso, una articulación en forma de «S» que divide el retropié del mediopié. Aumenta así la amplitud del movimiento del antepié en rotación triaxial (supinación/ pronación), por deslizamiento simultáneo de las articulaciones astragalonavicular y calcaneocuboidea. Cuando se eleva (supina, invierte) el borde interno del pie, la cabeza del astrágalo rota sobre el navicular, mientras el cuboides se desliza hacia abajo sobre el calcáneo en un movimiento opuesto. Este movimiento tarsal transverso se añade a las amplitudes del movimiento



que tienen lugar en supinación/ pronación como resultado del movimiento subtalar, permitiendo que el antepié permanezca plano sobre el suelo mientras el retropié se encuentra en varo o valgo.

Una importante función de esta articulación es permitir que la rotación tibial sea absorbida por el retropié, sin que estas fuerzas desestabilizantes se trasladen hacia el antepié, una respuesta que es de importancia crítica para la estabilidad del pie que camina. También es cierto lo contrario, en particular cuando el terreno es irregular. Es decir, si el antepié debe ajustarse a una superficie rocosa la articulación tarsal transversa absorbe la rotación del antepié, reduciendo la traslación de estas fuerzas al retropié y, en consecuencia, a través de la articulación del tobillo hacia pierna, rodilla y cadera.

#### ***Articulación astragalonavicular***

En el extremo distal del cuello astragalino, que protruye hacia delante, hay una superficie articular convexa que se articula con la superficie proximal cóncava del hueso escafoides. La superficie astragalina más amplia permite un deslizamiento significativo, que produce supinación/pronación cuando el astrágalo se mueve sobre el hueso navicular, relativamente fijo. En la superficie distal del navicular se observan tres superficies cóncavas que se articulan con los tres huesos cuneiformes. El peso es transferido a través del astrágalo al navicular, que a su vez lo transfiere a los tres cuneiformes.

#### ***Articulación calcaneonavicular***

Externamente a la articulación astragalonavicular se encuentra la articulación calcaneocuboidea, en la que el cuboide queda efectivamente interpuesto entre el

calcáneo, proximal, y los cuarto y quinto metatarsianos, distales. El peroneo largo cruza el cuboides en un surco en la superficie plantar. En la superficie interna del cuboides hay una faceta oval para el cuneiforme externo y usualmente otra (en la superficie interna proximal) para la 3a cuña (lateral) navicular, formando los dos una superficie continua separada por un reborde vertical suave. Proximalmente el cuboides y el calcáneo forman una superficie articular concavoconvexa compleja dispuesta en sentido oblicuo. Debido a la forma única de esta articulación, el movimiento en ella es más limitado que en la articulación astragalonavicular

sus movimientos son:

Las superficies articulares tanto del calcáneo como del cuboides son complejas, siendo en ambas dimensiones recíprocamente cóncavas/convexas. Esta forma recíproca hace que el movimiento disponible en la articulación calcaneocuboidea sea más restringido que el de la articulación astragalonavicular de tipo esferoidal; el calcáneo, al moverse en la articulación subastragalina en la carga de peso, debe satisfacer las conflictivas demandas artrocinemáticas de las superficies en forma de montura, siendo el resultado un movimiento de discreta rotación. Los ejes longitudinal y oblicuo proporcionan juntos una amplitud de supinación/ pronación igual a un tercio de la amplitud disponible en la articulación ACN.

La articulación ACN y la articulación transversa del tarso se unen mecánicamente por la articulación astragalonavicular, que comparten. Todo movimiento subtalar, y por consiguiente el de la articulación ACN, debe incluir el movimiento de la articulación taloescafoidea. Puesto que este último es interdependiente con el movimiento calcaneocuboideo, el movimiento subastragalino/de la articulación ACN comprenderá toda la articulación tarsiana transversa. Cuando en la articulación ACN se produce la supinación, su vínculo con la articulación tarsiana transversa porta la calcaneocuboidea con ella por vía de la articulación astragalonavicular.

La supinación completa produce en las articulaciones ACN y transversa del tarso una posición trabada y cerrada, en tanto que la pronación causa que ambas articulaciones estén abiertas y móviles.

### **Articulaciones tarsometatarsianas (TMT)**

Las articulaciones tarsometatarsianas (TMT), compuestas por la articulación de la superficie distal de los tres cuneiformes y el cuboides con las bases de los cinco metatarsianos, presentan una movilidad variada (el menos móvil es el 2º metatarsiano) y comparten algunas cápsulas (el 2º con el 3º y el 4º con el 5º).

En la columna interna, el navicular se articula con los tres huesos cuneiformes, con forma de cuña, que a su vez lo hacen con los tres primeros metatarsianos. Hacia la cara externa, el cuboides se articula directamente con los dos últimos metatarsianos. Los huesos cuneiformes forman conjuntamente un arco transversal. Por otra parte, los cuneiformes interno y externo se proyectan distalmente más allá del intermedio, que forma un receso para la base del segundo metatarsiano y lo estabiliza frente al movimiento.

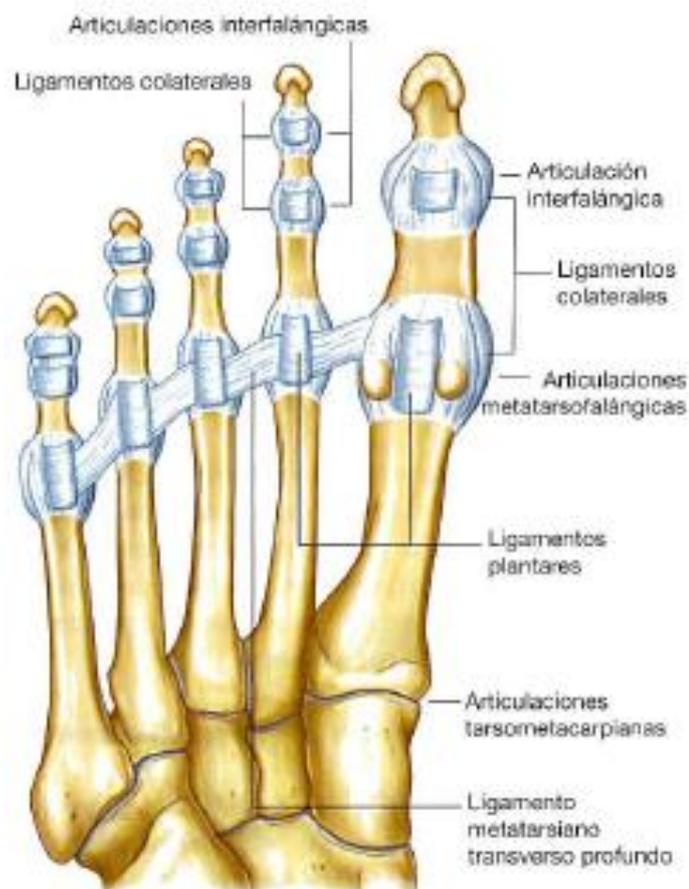
Las superficies articulares en contacto con los metatarsianos permiten entre ellos un pequeño movimiento. La estabilidad es reforzada por numerosos ligamentos, incluyendo el ligamento metatarsiano transversal profundo, que ayuda a prevenir la luxación.

La función de las articulaciones TMT consiste en continuar los movimientos de la articulación tarsiana transversal cuando sea necesario, mientras mantienen el contacto del antepié con el suelo.

Mientras el movimiento de la articulación tarsiana transversal sea adecuado para compensar la posición del retropié, el movimiento de las articulaciones TMT no es

necesario. En cambio, cuando el retropié es inadecuado para brindar una compensación plena, las articulaciones TMT pueden rotar para proporcionar un mayor ajuste de posición del antepié.

Cuando el retropié portador de peso se mueve según los patrones de inversión y eversión, el mediopié y el antepié se mueven en dirección opuesta para contrarrotar el antepié, para mantener contacto plantar. Esta compensación ocurre usualmente primero en la articulación transversa del tarso y, si es necesario, mediante una mayor compensación en las articulaciones TMT, incluyendo dorsiflexión y flexión plantar variables de los dedos del pie. Así por ejemplo, si se invierte (se supina) el calcáneo, el antepié debe producir una pronación relativa para mantener el contacto con el suelo, ya que de otra manera la cara interna se elevaría, provocando inestabilidad. La mayor parte de la pronación del antepié tendrá lugar en la articulación transversa del tarso; sin embargo, si el movimiento del calcáneo es extremo, las articulaciones



tarsometatarsianas también deben compensar, lo que puede incluir dorsiflexión y flexión plantar y movimientos rotacionales de los dedos alrededor del segundo, lo que

se conoce comúnmente como torsión supinadora . Esta rotación alrededor del segundo dedo aumentará o disminuirá la curvatura del arco anterior . La configuración del antepié variará según la superficie a la cual el pie se esté ajustando.

### **Pie plano**

Se conoce como pie plano la pérdida del arco longitudinal medial. El pie plano puede ser flexible o rígido. Desde el punto de vista mecánico puede ocurrir debido a hiperpronación o por eversión aumentada de la articulación subastragalina. Esto conduce a que el calcáneo se sitúe en valgo y rotación externa en relación con el astrágalo. Es más notorio en la región del mediopié; allí, el hundimiento asociado de éste puede deberse a la subluxación dorsal del navicular sobre el astrágalo<sup>24</sup>.

La incidencia del pie plano es en los adultos de aproximadamente un 20%, siendo en su mayoría del tipo flexible. El pie plano no necesariamente genera incomodidad, en tanto no haya contractura del tendón calcáneo. En cambio, el pie plano relacionado con contractura del tendón calcáneo puede limitar la función y producir molestias durante la marcha. La contractura del tendón de Aquiles se asocia con desviación externa de éste al cargar peso.

Las evidencias sugieren que el pie plano protege contra las fracturas tensionales de los metatarsianos; los pies ofrecen poca absorción del choque en comparación con la zona lumbar, lo cual determina una mayor incidencia del dolor en ella. En contraste, un pie cavo (arco elevado) puede brindar en verdad cierta protección ante el dolor de la zona lumbar relacionado con la tensión<sup>25</sup>.

### **EL ANTEPIÉ**

Las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas (IF) del pie son idénticas a las halladas en la mano . Cada articulación MTF está compuesta por una cabeza

metatarsiana convexa que se articula con una concavidad falángica poco profunda, lo que permite la flexión, la extensión (considerablemente mayor) y cierta abducción y aducción.

La longitud de los metatarsianos sigue un diseño inusual, siendo el más largo el 2º, seguido por el 3º, el 1º, el 4º y el 5º. Esta estructura dispone globalmente el grupo de las articulaciones en un eje oblicuo. Como grupo, las articulaciones MTF permiten un movimiento en gozne del pie sobre esta línea oblicua (la bisagra metatarsiana) cuando el talón se eleva desde la superficie de sostén por contracción activa de los flexores plantares. Cuando estos músculos se contraen, contribuyen a la supinación, lo que crea una traba del retropié y el mediopié. La palanca rígida resultante rota alrededor de la bisagra metatarsiana (el eje MTF) cuando los dedos se estabilizan contra la superficie de apoyo.

Si el peso corporal pasase hacia delante a través del pie y éste se elevara alrededor de un eje MTF coronal, la cabeza del primer metatarsiano y el largo segundo metatarsiano recibirían un peso excesivo. Estos dos dedos requerirían asimismo una amplitud del movimiento desproporcionadamente grande. La oblicuidad de la bisagra metatarsiana desvía el peso en sentido externo, reduciendo a un mínimo la gran carga sobre los primeros dos dedos.

Las falanges son articulaciones trocleares limitadas a flexión y extensión, siendo considerable la flexión y poca la extensión. Estos movimientos son acompañados por una ligera rotación asociada .

Los dedos, si bien son capaces de aferrar, son utilizados principalmente para equilibrar dinámicamente el peso corporal sobrepuesto al pasar por ellos . La estructura de los dedos de los pies es muy similar a la estructura de los de las manos, pero su diseño funcional está ajustado a presionar contra la superficie de apoyo durante la marcha, más que a asir.

### **Huesos sesamoideos de la extremidad inferior**

Con frecuencia se encuentran en el miembro inferior huesos y cartílagos sesamoideos no articulares, así como bolsas . Los músculos de la extremidad inferior en que comúnmente se encuentran estos huesos diminutos son:

- Peroneo largo, en el hueso cuboides.
- Tibial anterior, en la 1a cuña.
- Tendón del tibial posterior en el lado interno de la cabeza astragalina.
- Porción externa del gastrocnemio, por detrás del cóndilo femoral externo.
- Tendón del psoas mayor, en su contacto con el hueso ilíaco.
- Tendón del glúteo mayor en el trocánter mayor.
- Tendones desviados por los maléolos.

## LA RODILLA

La rodilla, articulación intermedia de la extremidad inferior, está formada en realidad por dos articulaciones, la femorotibial y la femorrotuliana, siendo la primera de ellas el componente portador del peso, y la segunda, un reductor de la fricción del tendón del cuádriceps sobre los cóndilos femorales que actúa como polea anatómica excéntrica . La articulación de la rodilla aporta gran estabilidad en extensión completa, cuando está sometida a diversas tensiones resultantes del peso corporal y la longitud de los brazos de palanca implicados, así como también gran movilidad, esencial en la carrera o la marcha en un terreno desnivelado, lo cual se logra sólo mediante un cierto grado de flexión. La rodilla resuelve este problema mediante dispositivos mecánicos altamente ingeniosos, pero el pequeño grado de entrelazamiento de las superficies primordial para una gran movilidad la expone a luxaciones y esguinces.

La rodilla no está bien protegida por grasa o masa muscular, lo que la hace relativamente sensible a los traumatismos. Por otra parte, con frecuencia se halla sujeta a una tensión máxima (localizada en la intersección de dos largas palancas), siendo probablemente la más vulnerable de todas las estructuras del cuerpo a las lesiones de tejidos blandos, con el dolor y el deterioro concomitante. La rodilla es inestable durante la flexión, lo cual hace que sus ligamentos y meniscos sean más sensibles a la lesión; no obstante, las fracturas de las superficies articulares y las roturas de los ligamentos son más probables durante las lesiones en extensión . Debido a sus contornos y rasgos fácilmente palpables, el proceso diagnóstico de la rodilla, de ser necesario combinado con potenciales exámenes artroscópicos, es por fortuna mucho más fácil que el de muchas otras articulaciones del organismo .

La articulación femorotibial es la primera que se describe en este capítulo, seguida por la articulación femorrotuliana, cuya función es claramente diferente. Las exposiciones de este capítulo comienzan desde el interior, con las superficies óseas, y

progresar hacia fuera, a través de meniscos, ligamentos, cápsula articular y, finalmente, elementos musculares. La articulación tibioperonea proximal, funcionalmente relacionada con la articulación del tobillo, no está incluida en la cápsula articular de la rodilla.

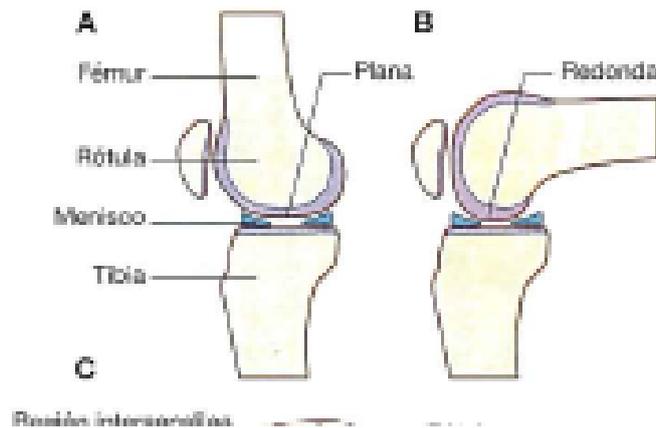
## **LA ARTICULACIÓN FEMOROTIBIAL**

La articulación femorotibial, la más grande y complicada articulación del cuerpo, es un tipo especial de articulación troclear (en polea, en bisagra). En tanto que las articulaciones trocleares sólo permiten normalmente un plano de movimiento, este trocogínglimo permite la flexión y la extensión de la articulación, producida por una combinación de rodamiento y deslizamiento; en posición flexionada también permite un grado pequeño de rotación. Dado que debe realizar dicho movimiento mientras porta asimismo el peso del cuerpo (en ocasiones bastante más de cinco sextos del peso corporal total), parecería que la estabilidad de esta articulación fuese un rasgo primario, cuando de hecho el diseño de la articulación engendra por sí mismo una inestabilidad relativa<sup>23</sup>.

Puesto que la tibia y el peroné descienden verticalmente desde las rodillas, la oblicuidad femoral aproxima los pies, colocándolos en la posición de pie o durante la marcha bajo la línea del peso corporal. La estrechez de esta base reduce la estabilidad pero facilita el movimiento, aumentando su velocidad y uniformidad. La oblicuidad femoral varía pero es mayor en las mujeres, debido a la amplitud pélvica relativamente superior y a que los fémures son más cortos.

Es interesante que pese a esta oblicuidad, en la rodilla normal el peso corporal es uniformemente distribuido a los cóndilos femorales interno (medial) y externo (lateral). El posicionamiento femoral anormal, que da por resultado posiciones de la rodilla en valgo o varo, puede alterar en grado importante esta distribución del peso, así como afectar la posición de los pies y la mecánica tanto de la rodilla como del pie.

La incongruencia de los cóndilos femorales convexos y los cóndilos tibiales cóncavos es significativa, tanto que se requiere la interposición de meniscos para lograr cierto grado de estabilidad. Con todo, son principalmente los componentes ligamentarios y musculares los que sostienen esta articulación. Debido a que la comprensión de las características óseas y cartilagosas es complicada pero esencial, éstas merecen una exposición detallada<sup>18</sup>.



## El fémur

El fémur es el hueso más largo y fuerte del cuerpo humano, siendo evidente su fortaleza debido a su peso y su incontestable potencia, dada la robustez de sus músculos. Está compuesto por:

- En el extremo proximal, una cabeza, proyectada desde un corto cuello para encontrarse con el acetábulo.
- Una diáfisis casi cilíndrica. Presenta tres caras (anterior, externa e interna) con sus bordes, se inclina hacia adelante y muestra cierto grado de torsión alrededor de su eje anatómico vertical. Este eje anatómico cursa hacia abajo y adentro en ángulo oblicuo, llegando a la tibia, de orientación vertical, cuando la articulación de la rodilla presenta un ángulo valgo normal de 5° - 10°.

- En el extremo distal dos cóndilos separados por una escotadura o fosa intercondílea; el cóndilo interno se extiende más distalmente y es más largo que el externo.

Dado que las fuerzas portadoras de peso siguen un eje mecánico más que anatómico, la angulación femoral ayuda a colocar los cóndilos bajo la cabeza del fémur, de manera que en una extremidad inferior en posición normal la línea de portación de peso pasa por el centro de la articulación de la rodilla (entre las tuberosidades condíleas) y luego por el centro de la diáfisis.

Si bien la angulación femoral parecería imponer mayor peso a los cóndilos externos que a los internos, éste no es el caso. Puesto que la línea de carga de peso (fuerza de reacción contra el suelo) sigue los ejes mecánicos, más que los anatómicos, en la posición estática bilateral las tensiones de la carga de peso sobre la articulación de la rodilla se distribuyen por igual entre los cóndilos internos y externos, sin fuerzas de desplazamiento horizontales concomitantes.

Sin embargo, observan que en la posición estática unilateral, o una vez que se han introducido fuerzas dinámicas en la articulación, puede ocurrir la desviación de la distribución normal de las fuerzas.

La diáfisis femoral presenta<sup>23</sup>:

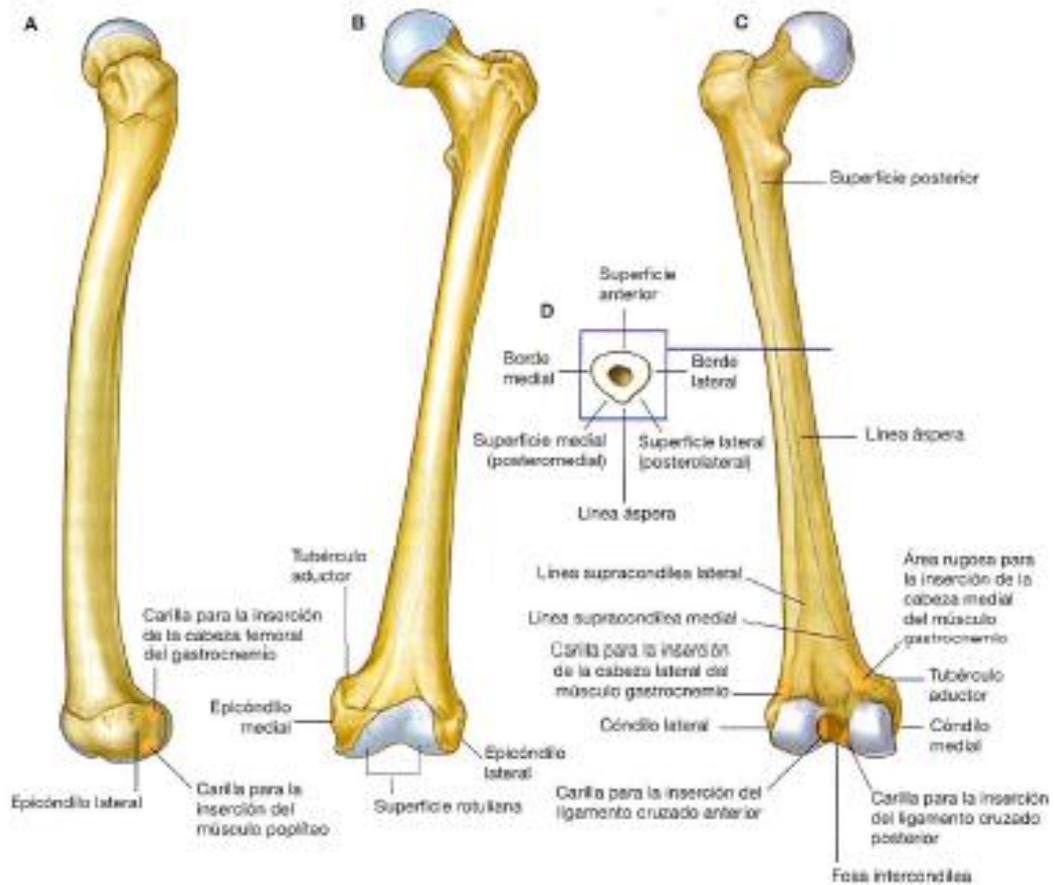
- Una cara anterior, suave y ligeramente convexa.
- Una cara lateral (posteroexterna), cuyo límite posterior es la línea áspera, que se presenta como una cresta con bordes externo e interno, que divergen proximalmente (para formar la tuberosidad glútea) y distalmente hacia los cóndilos, para formar las líneas supracondíleas interna y externa.

- Una cara medial (posterointerna), cuyo borde posterior también está constituido por la línea áspera.

La diáfisis femoral está sumergida en una envoltura muscular. En las que se observan las inserciones siguientes:

- El vasto intermedio se fija por delante y lateralmente sobre sus tres cuartos superiores.
- El tensor de la sinovial de la rodilla se fija en la cara anterior, inmediatamente distal a la finalización del crural.
- La cara anterior más distal está cubierta por una bolsa suprarrotuliana.
- La cara medial, exenta de fijaciones, es cubierta por el vasto interno.
- En la cara anterior proximal puede verse una pequeña fijación de los vastos externo e interno.
- En el trocánter mayor se fijan los glúteos menor y mediano, el piriforme y los restantes rotadores profundos de la cadera.
- En el trocánter menor la única inserción es la del psoas ilíaco, extendiéndose el ilíaco a una corta distancia más allá de la diáfisis en sentido descendente.
- El glúteo mayor se fija posteriormente a la tuberosidad glútea, que se continúa con la línea áspera.

- Esta última proporciona fijaciones para el grupo de los aductores, el vasto interno, el vasto externo y la porción corta del bíceps femoral, así como el tabique (*septum*) intermuscular.
- Distalmente, en la cara posterolateral del fémur, se fijan el gastrocnemio, el plantar delgado y el poplíteo, así como el aductor mayor, que a su vez se fija al tubérculo de los aductores.



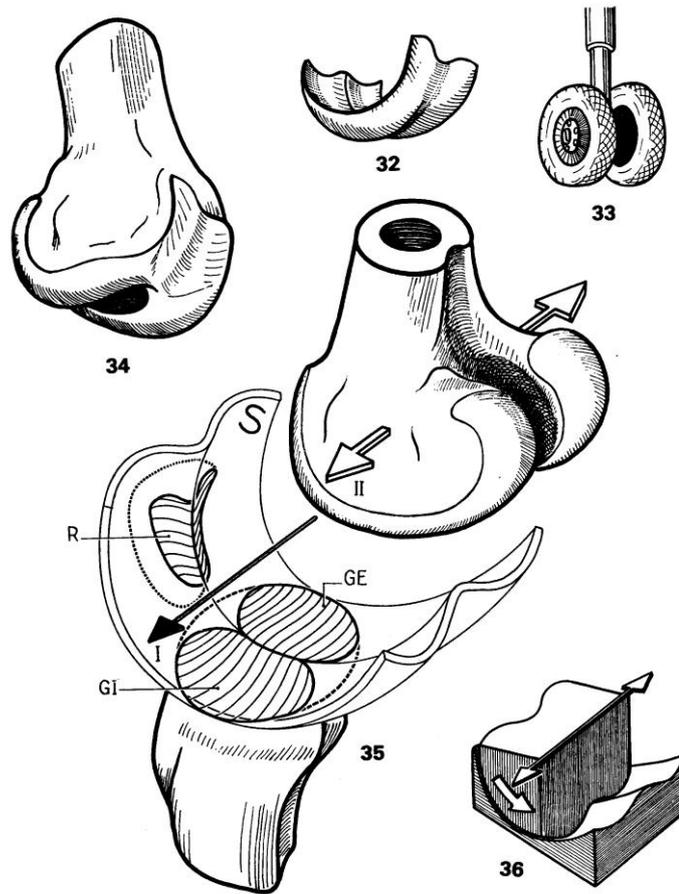
### ***Los cóndilos femorales***

El extremo distal del fémur está diseñado para la transmisión de peso a la tibia mediante dos formidables cóndilos. Estos son convexos en los planos tanto frontal como sagital y se hallan limitados en toda su longitud por un surco en forma de montura que los une por delante (surco patelar o rotuliano) y los separa por atrás (escotadura o fosa intercondílea). Anteriormente, estos cóndilos se fusionan con la diáfisis, unidos por la superficie patelar y continuados por ésta .

Es posible comparar los cóndilos femorales interno (medial) y externo (lateral), que divergen en sentidos distal y posterior. Ambos cóndilos femorales están cubiertos por cartílago articular.

- El cóndilo interno es de ancho uniforme, en tanto el externo es más estrecho en el dorso que al frente.
- El cóndilo interno se extiende más distalmente, oponiéndose a la posición oblicua de la diáfisis femoral, lo cual coloca los cóndilos en el mismo plano horizontal pese a sus diferentes tamaños.
- Ambos cóndilos están y sólo ligeramente curvados, casi por igual, en el plano transversal alrededor de un eje sagital.
- En el plano sagital la curvatura aumenta posteriormente, produciendo hacia atrás un radio menor; esto coloca los puntos medios de la curva en una línea espiralada, dando por resultado no uno sino innumerables ejes transversales, lo cual permite la típica flexión de la articulación de la rodilla, consistente en los movimientos de rodamiento y deslizamiento .

- Una curvatura vertical adicional en el cóndilo interno (vista desde abajo) permite un movimiento rotatorio durante la flexión.
- La superficie articular del cóndilo femoral externo (excluyendo la superficie rotuliana) es más corta que la del cóndilo femoral interno.
- Proximalmente respecto al cóndilo interno se encuentra el epicóndilo interno, que recibe el ligamento lateral interno (medial, tibial); en su borde superior, el aductor mayor se fija a la tuberosidad correspondiente.
- El ligamento lateral externo (lateral, peroneo) se fija al epicóndilo externo (por arriba del cóndilo externo); la porción externa del gastrocnemio se fija hacia atrás y superior a éste.



### ***Fosa intercondílea***

Los dos cóndilos se hallan separados distalmente por la fosa intercondílea, un importante surco entre ambos cóndilos. Esta fosa es limitada anteriormente por el borde distal de la superficie rotuliana y posteriormente por la línea intercondílea, que la separa de la superficie poplítea del fémur. El ligamento capsular, el ligamento poplíteo oblicuo y la plica sinovial infrarrotuliana se fijan todos a la línea intercondílea, en la superficie posterior del fémur. La fosa intercondílea se encuentra dentro de la cápsula articular, pero debido a la estructura de la membrana sinovial es en gran parte extrasinovial y extraarticular, como los ligamentos cruzados que se presentan en esta región .

- En la superficie medial del cóndilo externo, que constituye la pared externa de la fosa, se halla el suave punto de fijación proximal del ligamento cruzado anterior.
- En la superficie externa del cóndilo interno, que constituye la pared interna de la fosa, se halla el suave punto de fijación proximal del ligamento cruzado posterior.

La superficie poplítea del fémur es un espacio triangular delimitado por las líneas supracondíleas interna y externa y, distalmente, por la línea intercondílea (borde la fosa intercondílea). Respecto a la región poplítea:

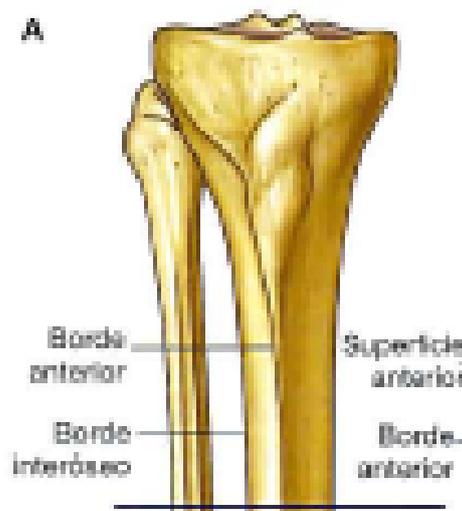
- La porción medial del gastrocnemio se fija un poco por arriba del cóndilo interno.
- Varias arterias se encuentran cercanas, entre ellas la arteria poplítea, que se arquea sobre el cóndilo y se ramifica a partir de la arteria articular superior interna de la rodilla.
- El plantar se fija a la superficie distal de la línea supracondílea externa, separando la arteria articular externa del hueso.
- La línea supracondílea interna proporciona la fijación para el vasto interno y el tendón del aductor mayor. La línea es atravesada por vasos femorales que ingresan en la fosa poplítea desde el conducto del aductor.
- Esta área triangular constituye la mitad superior de la «fosa poplítea», la cual tiene forma de rombo, una región que requiere precaución durante la palpación debido a que allí cursan estructuras neurovasculares relativamente expuestas.

## **La tibia proximal**

La tibia, orientada en sentido vertical, es medial respecto al peroné acompañante, y es más fuerte que éste. El extremo proximal de la tibia, la meseta tibial, proporciona una superficie para la articulación con el fémur, permitiendo así la transmisión del peso corporal y de las fuerzas de reacción provenientes del suelo. Cuando ambas fuerzas se transmiten fuertemente, como al saltar desde una posición elevada, la articulación femorotibial y sus componentes internos presentan un mayor riesgo de lesión. Por otra parte, cuando la angulación del fémur y la tibia no es normal (genu valgo, genu varo) se producen en meniscos y cartílagos significativas modificaciones de las presiones de carga .

Existe un alto grado de incongruencia entre los cóndilos femorales convexos y las superficies cóncavas de los cóndilos tibiales, que exige la interposición de estructuras articulares accesorias para dar estabilidad al tiempo que se mantiene la movilidad. Esto se logra hasta cierto grado mediante los meniscos (que se describen después junto con la meseta tibial) y el sostén sustancial de los ligamentos cruzados y laterales de la rodilla. Estos elementos están diseñados para proporcionar un movimiento estable en flexión y extensión, con cierto grado de rotación. Sin embargo, su riesgo de lesión es grande; en particular cuando la rodilla está completamente extendida la carga queda bajo una fuerza de desplazamiento o rotatoria (como cuando el cuerpo rota arriba de su rodilla extendida, con los pies plantados) o cuando la articulación de la rodilla es llevada forzosamente a un movimiento de aducción o abducción (como cuando es impactada desde un costado en un evento deportivo).

Por debajo de la superficie articular de la tibia hay, tanto en sentido medial como lateral, rebordes que se proyectan hacia fuera, ofreciendo el externo una faceta dirigida en sentido distal y lateral para recibir la cabeza peronea. Por delante, cerca del extremo proximal de la tibia, se halla la tuberosidad isquiática, el vértice truncado de un área triangular que se encuentra distal a la cara anterior de las superficies condíleas. Posee una suave porción superior (sobre la cual se sitúa el ligamento rotuliano) y una región distal áspera (en la que se fija el ligamento rotuliano).



### ***La meseta tibial (superficies articulares superiores)***

La superficie articular proximal de la tibia está compuesta por dos masivos cóndilos y una eminencia intercondílea, albergando esta última los tubérculos intercondíleos medial y lateral.

- Durante la flexión de la rodilla, la eminencia intercondílea se desliza en el surco intercondíleo del fémur, transformándose así en un puntal alrededor del cual puede tener lugar la rotación cuando la rodilla se encuentra flexionada.
- En extensión completa, la eminencia queda alojada en la escotadura intercondílea del fémur, rotando la tibia entonces a su alrededor en la fase final de la extensión . Este mecanismo de bloqueo atornillador produce una

rotación automática (terminal) de la articulación de la rodilla que lleva la articulación a una posición cerrada y la «traba» en extensión. La articulación debe ser destrabada antes de que pueda tener lugar la flexión, o la consecuencia será la lesión.

- Frente a la eminencia intercondílea se encuentra el área intercondílea anterior, a la que se fija el ligamento cruzado anterior; por delante de éste se fija el asta anterior del menisco externo. Esta última se fija lateralmente al ligamento cruzado anterior .
- Por detrás de la eminencia se encuentra la inserción del ligamento cruzado posterior, en el área intercondílea posterior. Entre las inserciones de los dos ligamentos cruzados se hallan las inserciones de las astas posteriores de ambos meniscos .
- La superficie articular del cóndilo externo tiene un tamaño igual a la mitad de la del cóndilo interno; el grosor del su cartílago articular llega apenas a un tercio del correspondiente al cóndilo interno.
- Las superficies articulares de la meseta tibial son cóncavas centralmente pero se aplanan hacia la periferia. Los meniscos reposan, uno en cada cóndilo, sobre la porción aplanada de la superficie e incrementan la concavidad de cada cóndilo tibial .
  - Desde una perspectiva frontal, ambos cóndilos tibiales son cóncavos, aunque poco profundos; no obstante, los dos cóndilos difieren en cuanto a su perfil anteroposterior. El cóndilo interno es cóncavo, en tanto el externo es convexo, lo que se agrega a la inestabilidad de la articulación, ya que el cóndilo externo debe montarse y cabalgar sobre esta pendiente durante los movimientos articulares .

En consecuencia, mientras que el cóndilo interno es superiormente bicóncavo, el externo es cóncavo en el plano frontal y convexo en el plano sagital . Como resultado de ello, el cóndilo femoral interno está relativamente estable dentro del cóndilo tibial interno cóncavo, en tanto el cóndilo femoral externo queda inestable, ya que cabalga sobre la superficie convexa del cóndilo tibial externo. Su estabilidad durante los movimientos depende de la integridad del ligamento cruzado anterior.

### **Los meniscos**

Debido al alto grado de incongruencia de la articulación femorotibial se requieren estructuras articulares accesorias para aumentar la estabilidad en tanto sigue siendo posible la movilidad intraarticular. Los cartílagos semilunares o meniscos (esto es, con forma de luna) crean una superficie profundamente excavada que cubre aproximadamente dos tercios de la superficie articular tibial. No sólo incrementan la congruencia de las superficies articulares sino que también sirven como absorbentes de choque, distribuyen fuerzas portadoras de peso y ayudan a reducir la fricción durante el movimiento articular. Hay diferencias estructurales entre ambos meniscos (interno y externo), las que en consecuencia producen diversidad funcional. Por otra parte, los dos tercios mediales de cada menisco y sus aspectos periféricos difieren, lo cual justifica la descripción de las estructuras de cada uno antes de compararlos.

Cada menisco consiste en una estructura anular incompleta compuesta por tejido conectivo, con extensos componentes colágenos. Si bien son similares a discos (que están completos en su parte central), los meniscos están abiertos en el centro. En este caso los meniscos son anillos incompletos cuyos dos extremos se fijan firmemente en la región intercondílea, con lo que cada uno de ellos se abre hacia el centro de la rodilla. Cada estructura, cuya forma recuerda el cuarto creciente lunar, muestra un asta anterior y otra posterior, fijándose los extremos del menisco externo cercanos entre sí para formar un círculo casi completo (en forma de O), en tanto el menisco

interno, al presentar extremos que se fijan más separadamente, es más similar a una media luna (en forma de C).

Cada menisco es más grueso en su borde externo, lo que les da una forma de cuña con disminución hacia el centro y proporciona la concavidad para su cóndilo tibial. El aporte sanguíneo ingresa únicamente por la periferia del menisco, a través de una tortuosa ruta que permite irrigar ampliamente:

- en el lactante, todo el menisco;
- en el adulto, sólo el tercio externo del menisco, en tanto los tercios medio e interno son avasculares;
- en personas de más de 50 años de edad, sólo la periferia del cuerpo meniscal.

El aporte sanguíneo a los meniscos es sustancial; las terminaciones nerviosas libres transportan la información nociceptiva, en tanto los mecanorreceptores están constituidos por corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Paccini y órganos tendinosos de Golgi.

El patrón de inervación meniscal indica que los meniscos son una fuente de información acerca de la posición de la articulación, la dirección y la velocidad del movimiento y la deformación de los tejidos .

La mecánica articular disfuncional, las lesiones ligamentarias y las modificaciones artríticas, por ejemplo, pueden interrumpir gravemente la función propioceptiva de las rodillas .

Las fibras de colágeno de cada menisco están estructuradas en dos direcciones:

- Los dos tercios mediales comprenden haces de colágeno organizados en forma radial, delimitados por haces colágenos más delgados, paralelos a la superficie. Ello sugiere una función de manejo de la compresión biomecánica.
- El tercio periférico comprende haces mayores estructurados circunferencialmente, lo que indica una función de manejo de la tensión biomecánica.
- Las fibras circunferenciales periféricas están fuertemente ancladas al hueso intercondíleo, evitando así el desplazamiento meniscal hacia fuera.

Los meniscos, con forma de cuña, ofrecen así tres superficies: la superficie superior , que se articula con el fémur; la superficie periférica , que tiene forma globalmente cilíndrica y está en contacto con la superficie profunda de la cápsula articular, a la cual se adhiere, y la superficie inferior, que descansa sobre el cóndilo tibial .

Los meniscos se fijan a la superficie profunda de la cápsula; el menisco interno se fija firmemente, en tanto el externo presenta conexiones muy laxas.

- Cada asta se ancla al cóndilo tibial en las fosas intercondíleas anterior y posterior.
- Menisco externo: el asta anterior se fija inmediatamente frente a la tuberculo intercondíleo lateral, en tanto que el asta posterior se fija inmediatamente posterior al mismo tubérculo.
- Menisco interno: el asta anterior se inserta en el ángulo anteromedial de la fosa intercondílea anterior, mientras que el asta posterior se fija en el ángulo posteromedial de la fosa intercondílea posterior.

- El ligamento transverso de la rodilla une las dos astas anteriores y se fija asimismo a la rótula. Esta conexión se encuentra en aproximadamente el 60% de las articulaciones de rodilla, estando ausente en el resto .
- Las fibras meniscorrotulianas corren desde los bordes laterales de la rótula hasta los bordes laterales de cada menisco.
- El ligamento colateral interno (tibial) (LCI) se fija al borde interno del menisco interno.
- El ligamento colateral externo (peroneo) (LCE) está separado del menisco correspondiente por el tendón del poplíteo (Pop), que a su vez se fija (10) en el borde posterior del menisco externo (ME).
- El tendón del semimembranoso se fija por una expansión fibrosa al borde posterior del menisco interno (MI).
- El ligamento meniscofemoral (fibras del ligamento cruzado posterior) se inserta en el asta posterior del menisco externo . Unas pocas fibras del ligamento cruzado anterior se insertan también en el asta anterior del menisco interno.

Los dos meniscos difieren entre sí no sólo en cuanto a su forma sino también respecto a su movilidad. Durante los movimientos de flexión, extensión y rotación tibiales, ambos meniscos siguen los desplazamientos de los cóndilos femorales. Debido a sus inserciones laxas, el menisco externo rota con mayor libertad alrededor de sus fijaciones centrales y es menos proclive al atrapamiento mecánico. El menisco interno, en cambio, está más firmemente fijado y muestra sólo la mitad del movimiento del

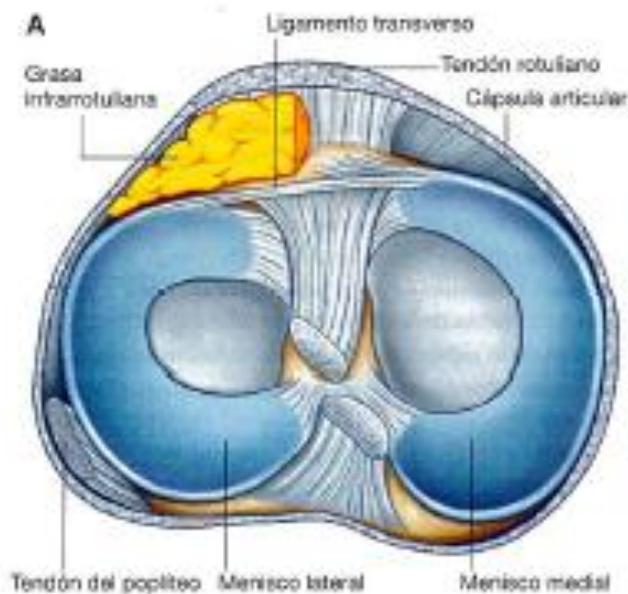
menisco externo, por lo que se lesiona con mayor frecuencia durante los movimientos de la rodilla .

La capacidad para resistir las fuerzas tanto de compresión como de tensión es particularmente importante en la articulación de la rodilla.

Los meniscos de la rodilla son importantes para la distribución y absorción de las grandes fuerzas que atraviesan la articulación de la rodilla. Si bien en la dinámica de la articulación de la rodilla durante la marcha normal las fuerzas compresivas pueden alcanzar de ordinario 2 ó 3 veces el peso corporal , y 5 ó 6 veces el peso corporal en actividades tales como correr y subir escaleras, los meniscos absorben del 40% a 60% de la carga impuesta . Si se quitan los meniscos, la magnitud de la carga promedio por unidad de superficie del cartílago articular casi se duplica en el fémur y es 6 ó 7 veces mayor en el cóndilo tibial . Cinco grados de genu varo (ángulo femorotibial medial de 175º) incrementarán las fuerzas en un 50% .

La capacidad de resistencia de los meniscos a estas fuerzas se reduce con la edad.

Los meniscos probablemente ayuden a la lubricación, faciliten la combinación de deslizamiento, rodamiento y torsión y amortigüen la flexión y la extensión extremas y se vuelvan a formar (a partir de tejido vascular periférico) incluso después de la escisión completa. Antes de este nuevo desarrollo, la articulación de la rodilla no muestra inestabilidad, pero, si se somete a un ejercicio violento continuado, la historia subsiguiente indica que el cartílago articular sufre lesión permanente, quizá debido a una lubricación ineficaz.



### Cápsula fibrosa y membrana sinovial

La cápsula fibrosa es compleja y también lo es la cubierta sinovial. Muchas de las bolsas se continúan con la cápsula articular, siendo invaginaciones de la sinovial y capaces de llenarse o vaciarse según necesidad, haciéndolo de hecho en respuesta a presiones aplicadas a ellas durante la flexión y la extensión.

- Las fibras posteriores verticales se fijan proximalmente a los bordes posteriores de los cóndilos femorales y la fosa intercondílea; distalmente a los bordes posteriores de los cóndilos tibiales y la región intercondílea, y proximalmente a cada lado junto con las inserciones del gastrocnemio, reforzadas centralmente por el ligamento poplíteo oblicuo (derivado del tendón del semimembranoso), que las engrosan.
- Las fibras capsulares internas se fijan a los cóndilos femorales y tibiales, donde se fusionan con el ligamento lateral interno (tibial).

- Las fibras capsulares externas se fijan al fémur por arriba del poplíteo y siguen su tendón hasta el cóndilo tibial y la cabeza del peroné. Se interrumpen donde emerge el poplíteo. Una prolongación del tracto iliotibial rellena el espacio que se encuentra entre los ligamentos poplíteo oblicuo y lateral externo (peroneo), cubriendo parcialmente este último.
- Por delante, la cápsula se fusiona con expansiones de los vastos interno y externo, que se fijan a los bordes de la rótula y el ligamento rotuliano, desde donde las fibras se extienden posteriormente a los ligamentos laterales y los cóndilos tibiales. Se forman así los retináculos patelares interno y externo, siendo incrementado el externo por el tracto iliotibial. La ausencia de cápsula proximalmente a la rótula permite la continuidad entre la bolsa suprarrotuliana y la articulación.
- La cápsula se fija internamente a los rebordes meniscales, lo que brinda a éstos una conexión con la tibia a través de cortos ligamentos coronarios.

Respecto a la membrana sinovial, La intrincada capa fibrosa de la cápsula de la articulación de la rodilla es sobrepasada por su cubierta sinovial, la más extensa y abarcativa del organismo. Describen minuciosamente la membrana sinovial envolvente, observando sus adherencias a la capa fibrosa de la cápsula, salvo posteriormente, donde la membrana sinovial se invagina hacia delante siguiendo el contorno de la escotadura intercondílea femoral. Se adhiere a los lados y la porción anterior de los ligamentos cruzados anterior y posterior, transformándose en estos, en tanto está contenida dentro de la cápsula articular de la rodilla, quedando excluida del manguito sinovial.

La membrana sinovial de la rodilla es la más extensa y compleja del cuerpo. En el borde rotuliano proximal forma una gran bolsa suprarrotuliana entre el cuádriceps crural y la porción inferior de la diáfisis femoral. En la práctica se trata de una

extensión de la cavidad articular, sostenida por el tensor de la sinovial de la rodilla, fijado a ella. A lo largo de la rótula, la membrana se extiende por debajo de la aponeurosis de los vastos, más extensamente bajo la del interno. Distalmente respecto a la rótula, la membrana sinovial está separada del ligamento patelar por la almohadilla grasa infrarrotuliana, una cubierta proyectada por la membrana dentro de la articulación en forma de dos flecos, o plicas alares... A los lados de la articulación, la membrana sinovial desciende desde el fémur, cubriendo la cápsula hasta los meniscos, cuyas superficies carecen de cubierta sinovial.

Existen muchas variaciones en cuanto a tamaño, forma y frecuencia de las plicas; en consecuencia, las descripciones varían entre los diversos autores. La plica superior era denominada por lo menos mediante cuatro nombres diferentes y la plica medial recibía 19 términos diferentes, entre otros banda intraarticular medial, ligamento alar, pliegue semilunar, plataforma medial y menisco rotuliano. Las plicas sinoviales, en caso de existir, están generalmente compuestas por tejido conectivo laxo, flexible y elástico que fácilmente pasa una y otra vez sobre los cóndilos femorales al flexionarse y extenderse la rodilla . Ocasionalmente las plicas pueden irritarse e inflamarse, lo que produce dolor, derrame y modificaciones de la estructura y la función articulares .

## **Bolsas**

En la región de la rodilla hay numerosas bolsas, algunas de las cuales se continúan con la cápsula articular. Las más importantes son:

Anteriormente:

- La bolsa subcutánea prerrotuliana, entre la parte inferior de la rótula y la piel, permite el movimiento de la piel sobre la rótula durante la flexión y la extensión.
- La bolsa infrarrotuliana, entre la tibia y el ligamento rotuliano, reduce la fricción entre estas dos superficies.
- La bolsa subcutánea infrarrotuliana, entre la porción distal de la tuberosidad tibial y la piel, puede irritarse si se amasa o por traumatismo directo.
- La bolsa suprarrotuliana, entre el fémur y el cuádriceps crural, se continúa con la cápsula articular. Lateralmente hay pequeñas bolsas:
  - Entre el ligamento colateral externo y el tendón del bíceps femoral.
  - Entre el ligamento colateral externo y el tendón del poplíteo.
  - Entre el tendón del poplíteo y el cóndilo femoral externo, usualmente como extensión de la articulación.

Medialmente:

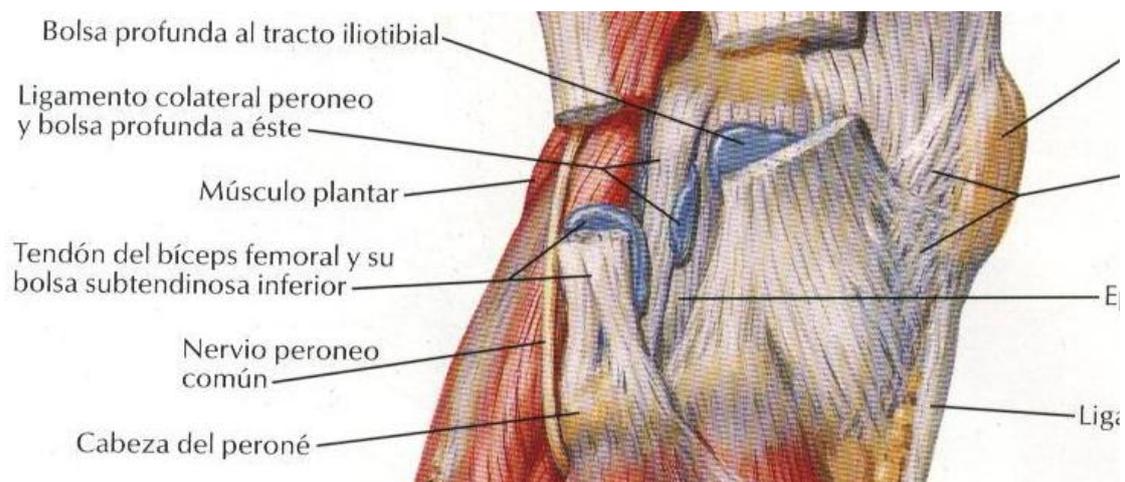
- Entre la porción interna del gastrocnemio y la cápsula fibrosa.
- Entre el ligamento colateral interno y los tendones de sartorio, grácil y semitendinoso.

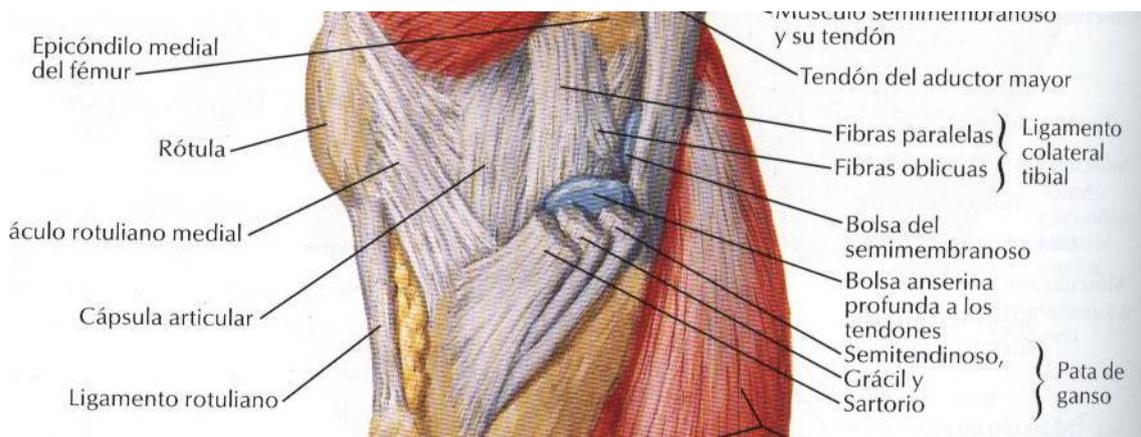
- Diversas bolsas profundas respecto del ligamento lateral interno, entre la cápsula, en fémur, el menisco interno, la tibia o el tendón del semimembranoso.
- Entre el tendón del semimembranoso y el cóndilo tibial interno.

En relación con las bolsas que se comunican con la cápsula articular, se observan:

El líquido sinovial lubricante contenido en la articulación de la rodilla se mueve de receso en receso durante la flexión y la extensión de la rodilla, lubricando las superficies articulares. En la extensión, la parte posterior de la cápsula y los ligamentos posteriores están tensos, y el gastrocnemio y las bolsas subpoplíteas, comprimidos. Esto desvía el líquido sinovial hacia delante

. En flexión, la bolsa suprarrotuliana es comprimida anteriormente por tensión en las estructuras anteriores y el líquido es forzado hacia atrás . Cuando la articulación se encuentra en posición de semiflexión, el líquido sinovial se halla bajo el menor grado de tensión. Cuando hay exceso de líquido en la cavidad articular, debido a lesión o enfermedad, la posición semiflexionada de la rodilla ayuda a aliviar la tensión en la cápsula y, por consiguiente, a reducir el dolor.



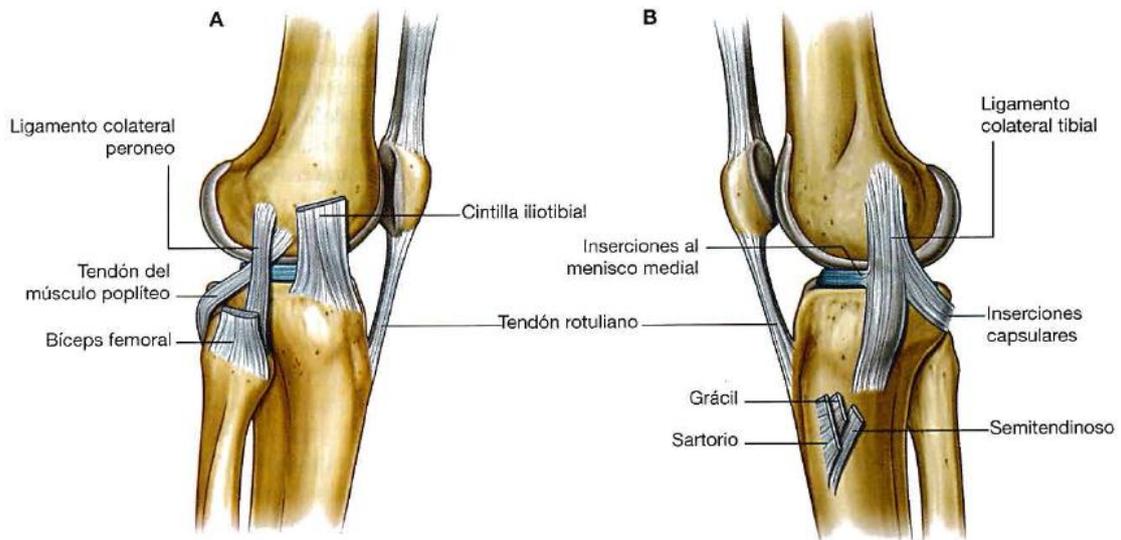


### Ligamentos de la articulación de la rodilla

La salud de los ligamentos y de la cápsula de la rodilla es de importancia crítica, no sólo para mantener la estabilidad y la integridad, sino asimismo para la movilidad de la articulación de la rodilla . Los diversos ligamentos tienen papeles de notable importancia en la prevención de la extensión excesiva de la rodilla, el control de las tensiones en las rodillas en varo y valgo, la prevención del desplazamiento excesivo hacia delante y atrás y de la rotación interna y externa de la tibia debajo del fémur, así como de la modulación de diversas combinaciones de desplazamiento y rotación, conocidas grupalmente como estabilización rotatoria . Los ligamentos más importantes de la rodilla son:

- Ligamento rotuliano .
- Ligamentos cruzados anterior y posterior.
- Ligamentos colaterales interno (tibial) y externo (peroneo).
- Ligamentos poplíteos oblicuo y arqueado.

- Ligamento transverso .
- Ligamentos meniscofemorales.



### ***Ligamentos cruzados***

Los ligamentos cruzados anterior y posterior son estructuras muy poderosas que se cruzan entre sí al correr hacia delante y atrás desde sus inserciones tibiales hasta las femorales. Si bien están localizados centralmente dentro de la cápsula articular, se encuentran fuera de la membrana sinovial, que se invagina alrededor de ellos hasta su superficie anterior. Se considera que estos dos ligamentos son en gran parte responsables de asegurar estabilidad a la rodilla y que cuando están dañados contribuyen a un deterioro y una discapacidad importantes. Sin embargo, es interesante la observación se han comunicado varios casos de ausencia congénita de ligamentos cruzados, con un funcionamiento aparentemente normal de la rodilla lo cual lleva a preguntarse por qué la alteración traumática de los LCA causa tal discapacidad.

Puede evitarse mucha confusión acerca de estos dos ligamentos una vez que se ha comprendido que se llaman así por la localización de sus inserciones tibiales; en otras palabras, el ligamento cruzado anterior (LCA) se fija a la superficie anterior de la meseta tibial, y el ligamento cruzado posterior (LCP), a su superficie posterior. Tomando la tibia como base, es fácil recordar que el LCA impide un excesivo desplazamiento anterior de la tibia, en tanto el LCP impide el exceso de desplazamiento posterior. Sin embargo, en ocasiones se leen descripciones de un movimiento excesivo del fémur sobre la tibia fijada, que también es un movimiento refrenado por estos ligamentos. Recordando la relación entre la tibia y el fémur cuando éste es movido hacia delante, es más fácil entender qué ligamento impide el movimiento y es en consecuencia más vulnerable a la lesión en ese caso en particular. Es decir, cuando el fémur se mueve hacia delante sobre la tibia, la tibia queda relacionada con él por detrás, por lo que es el ligamento posterior el que controlará dicho movimiento.

Ambos ligamentos cruzados están compuestos por colágeno de tipo I, separado por fibrillas de colágeno de tipo III, así como por abundantes fibroblastos. Cada ligamento contiene una zona fibrocartilaginosa (cartílago de tipo II) con células condrocíticas, avascular en ambos ligamentos.

Las tensiones de desplazamiento y compresivas se consideran un estímulo para el desarrollo de zonas fibrocartilaginosas con tejido conectivo denso; en el LCA, estas tensiones pueden desarrollarse cuando el ligamento impacta sobre el reborde anterior de la fosa intercondílea, en el momento en que la rodilla está en completa extensión. En el LCP las tensiones compresivas y de desplazamiento pueden ser el resultado de la torsión de los haces de fibras en el tercio medio del ligamento .

En consecuencia, el desuso prolongado de la articulación de la rodilla puede debilitar estos ligamentos. El fracaso tiene lugar más rápidamente después de una inmovilización importante, cuando los ligamentos no son repetidamente estirados hasta sus límites fisiológicos .

Además de restringir el desplazamiento tibial excesivo, estos dos ligamentos también limitan la rotación exagerada de la tibia sobre el fémur y, en pequeño grado, las tensiones en valgo y varo impuestas a la articulación de la rodilla. Por otra parte, cuando se colocan bajo tensión, cada ligamento, dada la angulación de su fijación, causa rotación de la tibia, por lo que tiene un importante papel en los movimientos articulares funcionales.

**Ligamento cruzado anterior.** El LCA se fija medialmente a la zona intercondílea anterior de la tibia y se fusiona parcialmente con el asta anterior del menisco externo . Ascende en sentido superior y posteroexterno para fijarse a la superficie posterointerna del cóndilo femoral externo, tras retorcerse sobre sí mismo durante su trayecto, siendo en general sobre todo anteroexterno al cruzado posterior .

Se considera que el LCA constituye la principal restricción para impedir la traslación excesiva de la tibia hacia delante, bajo los cóndilos femorales. Los detalles referidos al funcionamiento de sus diversas bandas cuando se colocan bajo diferentes grados de flexión se hallan más allá del espectro de este texto; pero es interesante destacar que la banda posteroexterna controla la hiperextensión excesiva de la rodilla, en tanto la banda anterointerna está más comprometida en caso de flexión de la rodilla, aun cuando la tensión se mantiene en una proporción de fibras en todas las posiciones . Es probable que el LCA haga también contribuciones menores a la restricción de las tensiones en varo y valgo.

Respecto al papel del LCA durante la rotación tibial:

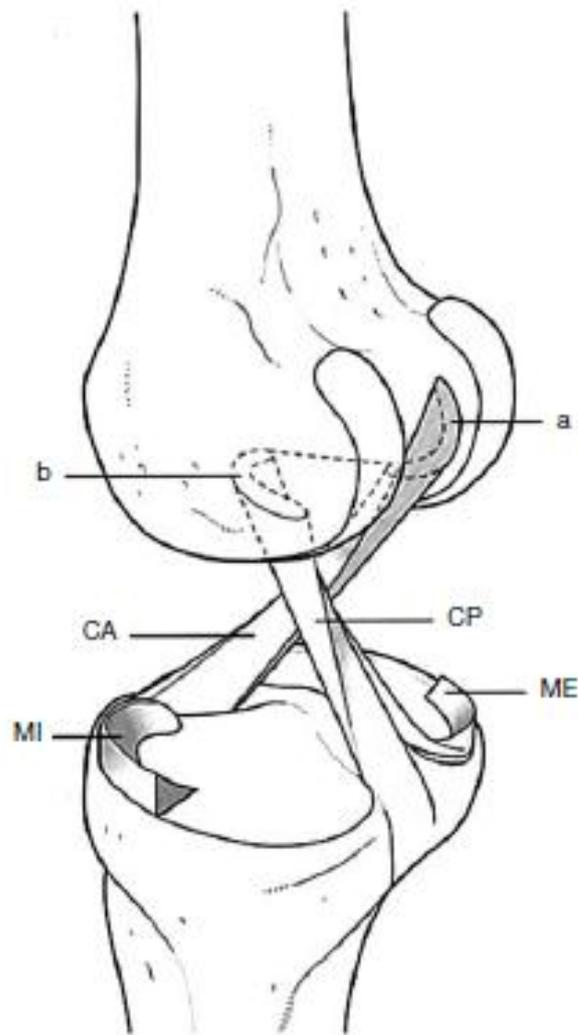
Ambos ligamentos parecen tener un papel en la producción y el control de la rotación tibial. El LCA parece enrollarse alrededor del LCP en la rotación medial de la tibia, controlando así la rotación medial excesiva . La tensión del LCA producida por una fuerza de traslación anterior sobre la tibia creará una rotación medial concomitante de la tibia. Sin considerar el efecto rotatorio del LCA sobre la tibia, la lesión de este ligamento parece tener lugar con la mayor frecuencia cuando la rodilla

está flexionada y la tibia rotada en cualquier dirección. En la flexión con rotación medial, el LCA es tensado al enrollarse alrededor del LCP. En la flexión con rotación lateral, el LCA es tensado cuando se estira sobre el cóndilo femoral externo. Cuando se intenta determinar si ha habido un desgarro del LCA, la presencia de inestabilidad tanto anterointerna como anteroexterna constituye el principal factor diagnóstico.

**Ligamento cruzado posterior.** Las fibras más fuertes, menos oblicuas y algo más cortas del LCP se fijan al área intercondílea posterior y al asta posterior del menisco externo, fusionándose con la parte posterior de la cápsula y subiendo en sentido anterointerno hasta la superficie externa del cóndilo femoral interno . Es dos veces más fuerte que el LCA, lo que determina una frecuencia menor de lesiones.

El LCP se considera la principal restricción para impedir la traslación posterior exagerada de la tibia por debajo de los cóndilos femorales. Puede dividirse también en varias bandas, pero de igual modo se puede ser considerar que comprende múltiples fibras de diferentes longitudes, con una elevada sensibilidad de proximal a distal ante los cambios de longitud basados en las inserciones femorales. Es probable que el LCP haga también pequeñas contribuciones a la restricción de las tensiones en varo y valgo. Como estabilizador de la rodilla, está tenso cuando la tibia portadora de peso se extiende, restringiendo la hiperextensión de la articulación.

Al igual que el LCA, el LCP desempeña un papel en la restricción y realización de la rotación tibial. En otras palabras, cuando se instalan fuerzas de traslación posteriores sobre la tibia y el LCP se pone en tensión, se produce una consistente rotación externa concomitante de la tibia (rotación medial del fémur). La tensión en el LCP bajo extensión de la rodilla puede operar creando la rotación lateral de la tibia, de importancia fundamental para trabar la rodilla y estabilizarla. Este mecanismo bloqueante de atornillamiento da por resultado una rotación automática (terminal) de la articulación de la rodilla, lo que lleva la articulación a una posición de traba y la bloquea en extensión, por lo que no admite una mayor rotación.



### ***Ligamentos colaterales y capsulares***

Los ligamentos colaterales y capsulares de la rodilla refuerzan la membrana fibrosa, más bien delgada, de la cápsula articular. Los ligamentos colaterales son de sustancial importancia, dado que no sólo restringen las fuerzas en varo y valgo en la articulación de la rodilla, sino que también estabilizan ésta guiándola durante sus movimientos. Por consiguiente, los ligamentos colaterales, de modo similar a los ligamentos cruzados ya descritos, son importantes para facilitar movimientos funcionales de la articulación de la rodilla, así como para su estabilización.

**Ligamento colateral interno (tibial) (LCI).** Esta banda ancha y plana en la superficie interna de la articulación se extiende desde el epicóndilo femoral interno, descendiendo en declive anteriormente hasta el borde interno y la superficie posterointerna del tallo tibial. Algunas fibras se fusionan con la cápsula articular, en tanto otras se extienden internamente para fusionarse con el menisco interno, lo que produce menor movilidad de este menisco que del externo. Está separado por bolsas de los tendones del sartorio, el grácil y el semitendinoso, que lo cruzan, y cubre la parte anterior del tendón del semimembranoso. Por detrás se fusiona con el dorso de la cápsula y se fija al cóndilo tibial interno.

La función principal y obvia del LCI consiste en resistir las tensiones en valgo en la articulación de la rodilla, en particular cuando ésta se encuentra extendida. No obstante, Puede tener un papel más importante en resistir las tensiones en valgo en la rodilla ligeramente flexionada, en tanto otras estructuras contribuyen menos. Destacan asimismo que el LCI hace «una contribución mayor a la amplitud del movimiento (AM) de toda la articulación de la rodilla, controlando la rotación lateral de la tibia combinada con el desplazamiento tibial anterior o posterior» y que el LCI aporta a la restricción cuando el desplazamiento anterior de la tibia no es adecuadamente impedido por el LCA.

#### **Ligamento colateral externo (peroneo) (LCE).**

El LCE se fija al epicóndilo femoral externo, proximal al surco poplíteo, desde donde corre hasta la cabeza peronea, por delante de su vértice. El tendón del bíceps femoral se superpone y se fusiona con él, mientras que por debajo yacen el tendón del poplíteo y los vasos y el nervio articulares inferiores externos.

Este ligamento resiste diversas tensiones y limita la rotación lateral de la tibia. De igual modo que su contraparte interna, tiene un papel en la resistencia al desplazamiento excesivo de la tibia, en este caso el desplazamiento posterior

cuando se combina con rotación lateral. No se fija al menisco externo, que por tanto permanece más libre para moverse junto con los cóndilos, lo que determina lesiones menos frecuentes que en el menisco interno.

### ***Ligamentos poplíteos***

**Ligamento poplíteo oblicuo.** El tendón del semimembranoso se expande para formar el ligamento poplíteo oblicuo, que parcialmente se fusiona con la cápsula, desde donde se dirige por fuera a la línea intercondílea y el cóndilo femoral externo. Refuerza la superficie posterointerna de la cápsula articular.

### **Ligamento poplíteo arqueado.**

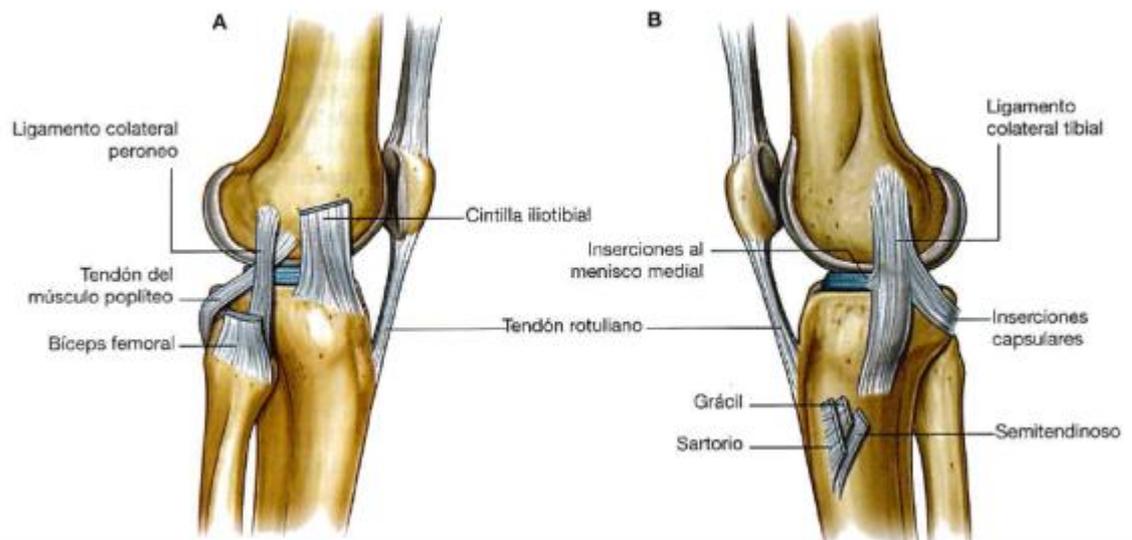
El ligamento poplíteo arqueado refuerza la superficie posterointerna de la cápsula articular.

Es una masa de fibras capsulares en forma de Y con un tallo fijado a la cabeza peronea; su extremidad posterior se arquea internamente sobre el tendón emergente del poplíteo, en el borde posterior del área intercondílea tibial; la extremidad anterior, a veces ausente, se extiende al epicóndilo femoral externo, conectándose con la porción externa del gastrocnemio; en muchas ocasiones se denomina ligamento externo corto de la rodilla.

### ***Ligamentos meniscefemorales***

Los ligamentos meniscefemorales anterior y posterior se extienden desde el asta posterior del menisco externo hasta su fijación en el cóndilo femoral interno. Su presencia es variable en apariencia operan concertadamente junto con el músculo poplíteo para mantener la estabilidad (haciendo que el menisco externo sea congruente con los cóndilos femorales externos). Cuando el fémur rota externamente,

estos ligamentos asisten al poplíteo para tironear del menisco en sentido posteroexterno a fin de evitar el atrapamiento.



### ***Tracto iliotibial***

El tracto iliotibial (TI) es un refuerzo fibroso de la fascia lata del muslo, en el que la tensión proximal proviene principalmente de los músculos tensor de la fascia lata y el glúteomayor. La banda IT se fija a la tuberosidad externa de la tibia, el cóndilo femoral externo y la línea áspera del fémur. Las fibras tendinosas de la porción anterior del tensor de la fascia lata (un músculo que contribuye a la banda IT) también se fusionan en el retináculo patelar externo y la fascia profunda de la extremidad inferior. Si bien la banda no es realmente un ligamento, en la rodilla se la considera una estructura articular pasiva que sirve para estabilizar la rodilla, dado que la contracción de los músculos que contribuyen a su formación no producen movimiento de ella a nivel de la rodilla. El TI parece ser consistentemente tenso, sin relación con la posición de las articulaciones de la cadera o la rodilla, aun cuando cae por delante del eje de la articulación de la rodilla en extensión y por detrás del eje en flexión.

## **Relaciones**

Respecto a las estructuras que cubren la articulación, hay que mencionar las siguientes relaciones musculares y neurovasculares:

Por delante se encuentran el tendón del cuádriceps crural y, fijado a las superficies no articulares de la rótula, la continuación del tendón, el ligamento rotuliano y las expansiones tendinosas de los vastos interno y externo, extendiéndose sobre las superficies anterointerna y anteroexterna de la cápsula, respectivamente, como retináculos rotulianos. A nivel posterointerno se encuentran el sartorio y el tendón del grácil a lo largo de su borde posterior; ambos cruzan la articulación en su descenso. A nivel posteroexterno se hallan el tendón del bíceps e internamente respecto a él el nervio peroneo común, en contacto con la cápsula, separándola del poplíteo. Por atrás, la arteria poplíteo y ganglios linfáticos relacionados se encuentran sobre el ligamento poplíteo oblicuo, con la vena poplíteo posteromedial o medial y el nervio tibial posterior a ambos. El nervio y los vasos son cubiertos por ambas porciones del gastrocnemio y externamente por el plantar. Alrededor de los vasos, el gastrocnemio hace contacto con las cápsulas; internamente respecto a su porción interna se encuentra el semimembranoso, entre la cápsula y el semitendinoso.

## **Movimientos de la articulación de la rodilla**

Los movimientos de la articulación de la rodilla se limitan a flexión/extensión, con cierta rotación axial. Además de estos movimientos funcionales de la articulación son posibles los desplazamientos anterior y posterior de la tibia sobre el fémur y cierta abducción y aducción de la tibia, pero en general no se consideran parte de la función de la articulación sino, antes bien, parte del coste del tremendo compromiso entre movilidad y estabilidad. Los movimientos de este tipo son probablemente resultado de la incongruencia articular y/o de la elasticidad o laxitud de los elementos ligamentarios.

La posición de referencia a partir de la cual puede medirse la amplitud del movimiento de la articulación de la rodilla es establecida por el eje del miembro inferior alineado con el eje del muslo, lo que usualmente se denomina posición de completa extensión. Se consideran normales las amplitudes de movimiento de la rodilla mencionadas a continuación, utilizando esta posición de referencia como punto de partida .

La flexión es el movimiento de la cara posterior de la extremidad inferior hacia la cara posterior del muslo desde la posición de referencia, a partir de la cual se puede lograr (si simultáneamente se extiende la cadera) aproximadamente 120° de flexión activa pura (un poco más si se sobrepasa el límite), 140° si la cadera está flexionada y hasta 160° si la rodilla es flexionada pasivamente (el talón tocando las nalgas).

En la posición de referencia, la extremidad inferior está completamente extendida, haciendo que la extensión activa sea de 0°. Sin embargo, es posible alcanzar 5° - 10° de extensión pasiva (algunas veces erróneamente llamada «hiperextensión»). La extensión relativa lleva la rodilla hacia la posición de referencia desde cualquier posición de flexión.

La rotación axial de la articulación de la rodilla es máxima cuando la rodilla está en flexión de 90°. Es importante que el paciente se encuentre en una posición que al mismo tiempo impida la rotación de cadera, por ejemplo sentado sobre la camilla con las piernas colgando a 90° sobre el borde de ésta.

En esta posición de flexión, la amplitud normal de rotación medial activa de la tibia es de alrededor de 30°, siendo la rotación lateral de aproximadamente 40°. La rotación pasiva añade 5° en rotación medial y hasta 10° en rotación lateral

.

El contraste entre lo que se observa como flexión y extensión simples de la rodilla y lo que en verdad ocurre internamente, a saber, una compleja coordinación de numerosos subsistemas dentro de la rodilla, es simplemente asombroso. Los

movimientos son tan complejos como el diseño mismo de la articulación: cada una de las estructuras previamente descritas desempeña un papel intrincado en los movimientos funcionales de la rodilla.

## **LA ARTICULACIÓN FEMORORROTULIANA**

El papel de la rótula, el hueso sesamoideo más grande del organismo, es proteger el tendón del cuádriceps de la fricción contra el fémur y actuar como polea anatómica excéntrica cuando este pequeño hueso y su tendón acompañante se deslizan hacia arriba y abajo por la superficie rotuliana del fémur y la escotadura intercondílea. Es por medio de la forma y el movimiento de la rótula que la fuerza oblicua externa de los músculos cuadrícipales se transforma en una fuerza vertical .

### **Superficie rotuliana del fémur**

El borde proximal de la superficie rotuliana del fémur corre en sentidos distal y medial, separado de las superficies tibiales por dos tímidos surcos atravesados por los cóndilos en sentido oblicuo. El surco externo corre lateralmente y algo hacia delante, descansando sobre el borde anterior del menisco externo cuando la rodilla está extendida por completo. El surco interno se apoya en el borde anterior del menisco interno durante la extensión completa. La superficie rotuliana continúa hacia atrás, hasta la porción lateral del cóndilo interno, como una zona semilunar que se articula con la faceta vertical interna de la rótula en flexión completa .

La superficie articular es una zona amplia, igual a una U invertida, destinada a la rótula arriba y la tibia (abajo). La superficie patelar se extiende por delante sobre ambos cóndilos, siendo más grande la superficie externa; es transversalmente cóncava y verticalmente convexa, acanalada para la superficie rotuliana posterior. La superficie

tibial es dividida por la fosa intercondílea, pero por delante se continúa con la superficie rotuliana...

En otro lugar expresa al respecto que la superficie articular de la rótula se adapta a la superficie femoral con un borde casi vertical, dividiendo la superficie articular de la rótula en las grandes áreas externa e interna.

## **Rótula**

La rótula se encuentra dentro del tendón del cuádriceps crural, anterior a la articulación de la rodilla. Su forma es plana, triangular y curva. En posición de pie, el vértice distal de la rótula se encuentra ligeramente proximal al nivel de la articulación de la rodilla. La superficie articular de la rótula es mucho más pequeña que la femoral; su superficie de contacto varía considerablemente durante sus movimientos debido al hecho de que es la articulación menos congruente del cuerpo .

El borde superior grueso de la rótula permite la inserción del cuádriceps crural (recto anterior y vasto intermedio). Los bordes interno y externo proporcionan respectivamente inserciones para los tendones de los vastos interno y externo (conocidas como retináculos rotulianos interno y externo). El retináculo externo también posee inserciones provenientes del tracto iliotibial.

La superficie anterior convexa permite el paso de los vasos sanguíneos y está separada de la piel por una bolsa prerrotuliana, y además está cubierta por fibras del tendón del cuádriceps. Éstas se unen luego distalmente con fibras superficiales del ligamento rotuliano, con mayor precisión, una continuación del tendón del cuádriceps.

La superficie articular posterior oval de la rótula es suave y está cruzada por un reborde vertical que divide el área articular patelar en dos facetas, interna y externa

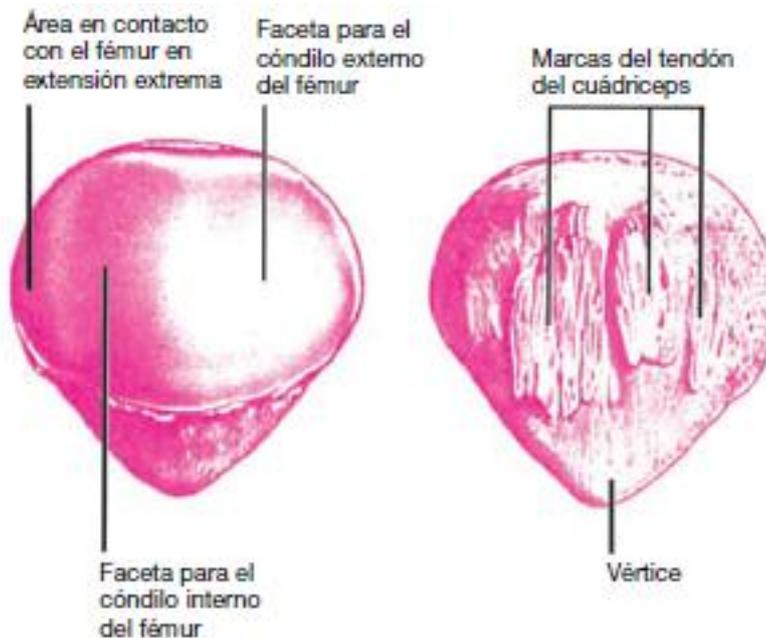
(ésta más grande). Aproximadamente un 30% de las rótulas presentan asimismo una segunda cresta vertical que separa la faceta interna de una tercera faceta «impar», el borde interno extremo de la rótula que entra en contacto con el cóndilo femoral interno en flexión extrema. Estas facetas, así como los rebordes, están bien cubiertos por cartílago articular. El ligamento patelar se fija distalmente a un vértice rugoso; una almohadilla infrarrotuliana grasa cubre el área entre el vértice rugoso y la superficie articular.

La superficie distal de la rótula es el punto de inserción del ligamento rotuliano. El ligamento proviene del tendón del cuádriceps crural, que continúa desde la rótula para fijarse a la porción superior de la tuberosidad tibial. Se fusiona con la cápsula fibrosa en los retináculos interno y externo. El ligamento está separado de la membrana sinovial por una almohadilla grasa y de la tibia por una bolsa.

La articulación es irrigada por:

- las ramas geniculares descendentes de la arteria femoral
- las ramas articulares superior, media e inferior de la arteria poplítea,
- las ramas recurrentes anterior y posterior de la arteria tibial anterior,
- la arteria peronea circunfleja,

- la rama descendente de la arteria femoral circunfleja externa.



### ***Movimientos rotulianos***

La rótula es capaz de efectuar diversos movimientos debidos principalmente a su pequeña superficie articular (en comparación con la superficie femoral asociada), su falta de congruencia y las diversas direcciones de la tensión proveniente de las fibras del cuádriceps. Cuando la rodilla está completamente extendida, la rótula queda suspendida frente al fémur, con contacto pobre o nulo entre las superficies articulares. Al flexionarse la articulación femorotibial, la rótula se asienta entre los cóndilos femorales y se desliza bajando por el fémur (flexión patelar), finalizando en flexión completa al presentar su superficie articular hacia arriba (mirando hacia el extremo distal del fémur). Durante este curso de deslizamiento distal puede haber una inclinación patelar en sentidos medial o lateral (rotación alrededor de un eje vertical) , dependiendo de la forma de los cóndilos femorales, a la que debe adecuarse en su curso. La rótula también puede desviarse en sentido medial o lateral, creando más arrastre en las facetas articulares correspondientes. Cuando la tibia rota en sentidos medial o lateral, también la rótula puede exhibir rotación medial y lateral sobre un eje

anterior/posterior, siendo tironeada hacia la rotación por la tibia por vía del ligamento rotuliano .

El fracaso de la rótula en deslizarse, inclinarse, rotar o desviarse apropiadamente puede producir restricción de la amplitud del movimiento de la articulación de la rodilla, inestabilidad de la articulación femororrotuliana o a dolor causado por la erosión de las superficies femororrotulianas.

Una fuerza que contribuye enormemente a llevar la rótula fuera de su trayecto normal, con lo que produce presiones excesivas sobre aspectos particulares de las superficies facetarias, es la acción desequilibrada de los músculos cuadrícipitales. El alineamiento del cuádriceps al arrastrar la rótula a través de los cóndilos femorales se denomina ángulo Q. Cuando éste es exagerado, el vasto interno oblicuo es responsable del alineamiento horizontal de la rótula, impidiéndole ser llevada en sentido externo. El resultado último de la debilidad de esta porción del cuádriceps o de la hipertrofia del vasto externo, en particular en presencia de un ángulo Q elevado, es obviamente un recorrido patelar desequilibrado.

### **Papel de la articulación tibioperonea proximal en los esguinces de tobillo**

Kuchera y Goodridge<sup>15</sup> sugieren que en los casos de esguince recurrente del tobillo debe efectuarse el examen de la disfunción de la cabeza del peroné, «ya que en caso de traumatismo puede no tener lugar el movimiento fisiológico recíproco» (entre las articulaciones tibioperoneas distal y proximal).

Greenman<sup>16</sup> , al dedicarse al problema del esguince recurrente del tobillo, manifiesta que es de difícil tratamiento y que «los hallazgos estructurales diagnósticos

muestran constantemente en esta población la disfunción de la articulación tibioperonea proximal y restricciones en dorsiflexión del astrágalo en la articulación astragalotibial». Greenman observa además que son signos habituales la pérdida del juego articular subtalar, la pronación del cuboides y la debilidad de los músculos peroneos y el tibial anterior.

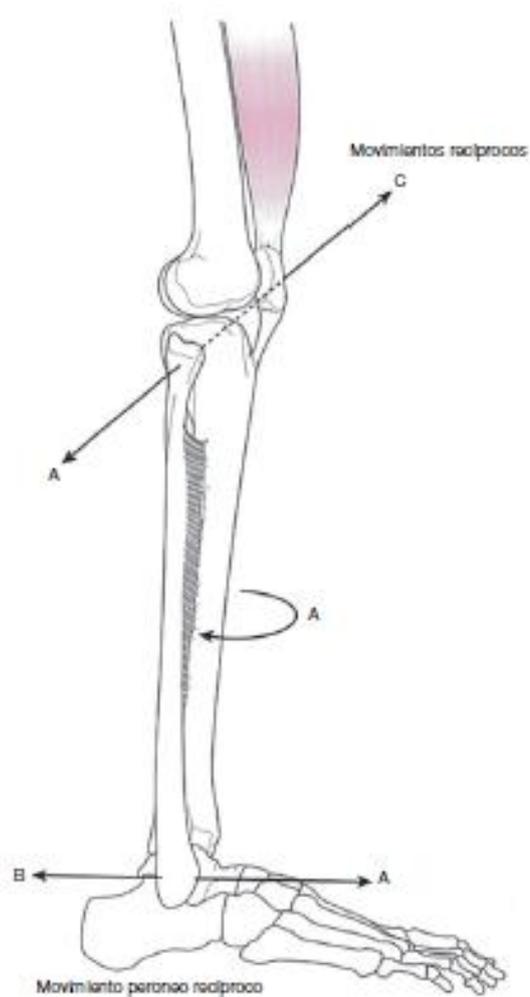
- En los casos que presentan esguince de la articulación del tobillo en pronación, «la articulación taloperonea distal se desliza hacia atrás, y la cabeza del peroné, hacia delante».
- En los casos que presentan esguince de la articulación del tobillo en supinación, «a menudo se halla que el extremo distal del peroné está adelantado, y la cabeza del peroné, retrasada » (Kuchera y Goodridge<sup>15</sup>).

### ***Juego articular tibioperoneo proximal***

Lewit<sup>14</sup> explica que el juego articular en la articulación tibioperonea proximal incluye el deslizamiento anteroposterior, así como cierta rotación potencial de la cabeza del peroné sobre la tibia.

- Cuando la tibia y el tobillo son rotados externamente, la cabeza del peroné proximal se eleva y desliza (se traslada) hacia delante, para acomodarse a dicho movimiento (Kuchera y Goodridge<sup>15</sup>).
- De modo similar, cuando la tibia y el tobillo rotan internamente, la cabeza del peroné proximal se deprime y desliza (se traslada) hacia atrás, a fin de acomodarse a ese movimiento.
- Vale la pena notar que cuando la cabeza del peroné se desliza hacia delante hay un movimiento recíproco automático hacia atrás en la porción distal del peroné (maléolo externo), mientras que el

deslizamiento posterior de la cabeza peronea produce un movimiento hacia delante de la porción distal del peroné. Las restricciones en la parte distal del peroné, por consiguiente, pueden ejercer influencia sobre la conducta proximal, y viceversa.



**Figura 14.3.** La rotación externa de la tibia (A) mueve la porción distal del peroné hacia atrás (B), mientras la cabeza del peroné se mueve hacia delante (C). Estos movimientos se invierten en el caso de rotación interna de la tibia (según Ward, 1997).

## **MATERIAL Y MÉTODO**

El diseño corresponde a una revisión bibliográfica. En ella se realizará una búsqueda por la literatura existente ya sea en libros de texto, revistas digitales y artículos científicos. Esta búsqueda se realizará en las bases de datos existentes en internet.

- PubMed
- Cochrane
- PedRo
- Elsevier
- Google books
- Google académico

En todas estas bases de datos se busca desde el inicio hasta el 26/02/2012. Los términos de búsqueda fueron en castellano osteopatía pie, osteopatía rodilla, manipulación pie, manipulación rodilla, patellofemoral, astrágalo, calcáneo, cuboides, escafoides, subastragalina, fíbula , tendinosis pie y rodilla, disfunciones pie y rodilla, condromalacia rotuliana, tendinosis rodilla, meniscopatía rodilla, ligamentos rodilla y rotula . En ingles osteopathic foot, osteopathic knee, manipulation foot, manipulation knee, talus, ankle, lower extremity, scaphoid bone, osteoarthritis knee, tendinosis knee y patella.

Criterios de inclusión: aquellos artículos que contengan las palabras clave y aquellos que se habla sobre la extremidad inferior e incluyan la columna lumbar y pelvis,

Criterios de exclusión: resto de artículos que no contengan las palabras clave descritas y hablen de patología a nivel de columna dorsal y cervical.

## **DISCUSIÓN:**

Después de haber realizado una búsqueda bibliográfica, ya sea en artículos científicos, revistas, libros e internet, sobre las disfunciones más frecuentes en pie y rodilla en osteopatía, tengo que concluir que no he encontrado literatura específica sobre este tema.

Si es verdad que los autores que recogen en sus escritos estas disfunciones, no aclaran cuales son las más frecuentes. Lo que recogen en sus escritos son todas las disfunciones posibles que existen a nivel de las dos regiones a las que me refiero, que pueden ser de estructuras óseas, articulares o partes blandas en general.

Quizás algo que se puede destacar en la bibliografía es la importancia que se le da al pie como estructura global. Las disfunciones de este generan cambios en su dinámica, y esto puede provocar alteraciones a distancia, tanto ascendentes como descendentes.

Después de decir esto y siguiendo los pasos realizados en la introducción. Llego a la conclusión por la que los autores se fijan más en el pie como estructura global que no analítica hueso por hueso. Estos concluyen que las alteraciones en la fase de apoyo dinámica provocan alteraciones en segmentos superiores.

Mcpoil<sup>26</sup> habló de que la principal función de la articulación subastragalina es permitir la rotación de la pierna en el plano transversal durante la fase de apoyo de la marcha. Esto nos indica que cualquier alteración de esta articulación que pueda estar provocada por una disfunción somática entre astrágalo y calcáneo. Provocará alteraciones en la marcha y compensaciones a nivel de toda la extremidad. Este autor también explica como el hecho de aumentar la rotación de la extremidad tanto interna como externamente, cambiará el arco plantar provocando una supinación o una pronación del antepié. Las conclusiones a las que llegó Mcpoil<sup>26</sup> fueron que la disfunción de esta articulación hacen que aparezcan fuerzas de cizallamiento entre el antepié y el retropié provocando entre los síntomas resultantes alteraciones y síntomas a nivel patelar.

Hablan de que en un antepie valgo en la que incluye una posición de flexión plantar del complejo del primer metatarsiano ( cuña, escafoides y metatarso ), tiene más incidencia en la flexión plantar<sup>27</sup>. Unos años más tarde vuelve a ser Mcpoil <sup>28</sup> el que comprueba que esto realmente si será así y añade que esta disfunción sería la que podía provocar tener más posibilidad en sufrir un esguince lateral de tobillo. También comentó de que este hecho del antepie en valgo produce más alteraciones cómo es el síndrome de la banda iliotibial, sesamoiditis y fascitis plantares <sup>29</sup>.

VILADOT<sup>30</sup> Comenta con énfasis sobre el movimiento de rotación que se provoca en el plano transversal. Lo que expresó es que la tibia, el fémur y la pelvis en el momento de la fase de despegue inicia una rotación interna que se prolonga en la fase de oscilación y parte del período de apoyo esto lo que nos hace pensar es que las alteraciones del antepie o retropié en valgo o varo cambiará esta dinámica normal provocando compensaciones sobre las fuerzas de torsión que pueden ser trasladadas a alteraciones de las articulaciones ascendentes cómo puede ser la rodilla, cadera y sacroilíaca.

Por consiguiente hay o debería haber una notoria sincronidad del esfuerzo muscular durante el ciclo de la marcha, que se combina con el papel de las estructuras ligamentarias para dar forma a lazos de sostén para las articulaciones, como la sacroilíaca, las rodillas y los tobillos, así como para actuar cómo reservorios de energía. Dentro de este complejo marco de actividades se presenta un amplio espectro de posibilidades de disfunción en el caso de verse comprometido alguno de los componentes musculares (inhibición, acortamiento, restricción, etc). <sup>31</sup> Muestra cómo cuando el glúteo mayor esta inhibido cada vez que la sacroilíaca se irrita o disfunciona. Cuando el glúteo mayor esta inhibido las consecuencia para la marcha pueden ser catastróficas. La longitud del avance se acorta y los músculos isquiocrurales se utilizan de forma exagerada para compensar la pérdida de la potencia extensora de la cadera. Los músculos isquiocrurales, idealmente no están situados de modo que proporcionen un mecanismo de interrupción de la fuerza; a su vez la sacroilíaca puede hacerse hipermóvil. Cadenas de eventos como estas operan en ambas vías, de manera que, por

razones de una mala mecánica corporal la disfunción de los tejidos blandos podría constituir el punto de inicio de una serie de modificaciones que conducen a la inestabilidad de la sacroilíaca,<sup>31</sup> El deterioro de los músculos enumerados antes en asociación con el proceso de la marcha, entre ellos los otros glúteos, el dorsal ancho, el tensor de la fascia lata, el tibial anterior, el peroneo lateral largo, etc., puede producir alteraciones de largo alcance en las funciones y la estabilidad de la parte baja de la espalda y el miembro inferior, así como en el ciclo de la marcha propiamente dicho.

Vleeming<sup>32</sup> demostraron que cuando el pie se aproxima a tomar contacto con el talón hay un movimiento del peroné hacia abajo, aumentando (por vía del bíceps femoral) la tensión en el ligamento sacrotuberoso, mientras al mismo tiempo descarga el tibial anterior (que se fija al primer metatarsiano y al cuneiforme medial) para efectuar la flexión dorsal del pie en preparación para el contacto del talón. El bíceps femoral, el peroneo lateral largo y el tibial anterior conforman juntos este lazo músculo-tendinoso-fascial longitudinal, que se carga para crear un reservorio de energía que se usará durante la siguiente fase del ciclo de la marcha.

En este caso sobretodo podríamos interpretar, que en los caso de esguince laterales de tobillo en el que se ve aumentada la flexión plantar y la inversión y en la que se produce una disfunción en la articulación tibioperoneastragalina, el ligamento sacrotuberoso aumentaría su tensión y en consecuencia se produciría una disfunción pélvica.

llega a la conclusión de que muchos casos de dolor agudo o crónico de la zona lumbar se relacionan con anomalías de la marcha y que la función del pie tiene parte importante en la mecánica de la marcha, siendo de importancia crítica la dorsiflexión normal de la primera articulación MTF<sup>3</sup>.

Lewit<sup>33</sup> presentó listas de cadenas disfuncionales características asociadas con las fases disfuncionales del ciclo de la marcha. Durante la fase estática la tensión muscular aumentada podría observarse comúnmente en. dedos del pie y flexores plantares, tríceps sural, glúteos, piriforme, elevador del ano, erector de la columna.

Puntos de fijación dolorosos asociados (resultantes de irritación perióstica por tensión-arrastre excesivos de los músculos-tendones que se fijan) podrían observarse en. Calcáneo (aponeurosis plantar, tendón de Aquiles), Cabeza del peroné (bíceps femoral), Tuberosidad isquiática (músculos isquicrurales), Cóccix (glúteo mayor, elevador del ano), Cresta ilíaca (glúteo mediano, erector de la columna lumbar), Trocánter mayor (glúteo mediano, piriforme), Apófisis espinosas de L4 – S1 (erector de la columna). Es probable observar restricciones articulares asociadas en. Articulaciones del mediopié, tobillo, articulación tibioperonea, articulación sacroilíaca, columna lumbar inferior.

Durante la fase oscilatoria y la rotación interna la tensión muscular aumentada podría observarse comúnmente en. Extensores de pies y dedos de los pies, tibial anterior, flexores de la cadera, aductores, recto del abdomen, erector de la columna toracolumbar.

Puntos de fijación dolorosos asociados (resultantes de irritación perióstica por tensión-arrastre excesivos de los músculos-tendones que se fijan) podrían observarse en. Pata de ganso (sartorio, grácil, semitendinoso), rótula (recto anterior, tensor de la fascia lata por vía del tracto iliotibial), sínfisis del pubis, xifoides (recto del abdomen).

Es probable observar restricciones articulares asociadas en. Rodilla, cadera, articulación sacroilíaca, columna lumbar superior, unión toracolumbar, articulación atlantooccipital.

Ricard<sup>34 35</sup> y Viladot <sup>36</sup> señala que es usual que el pie se apoye con el talón ligeramente invertido, sobrecargándose así la cara posterolateral del talón. Si el pie toma contacto con el suelo estando plano, habrá una pronación excesiva (eversión del talón y/o aplanamiento excesivo del arco longitudinal medial).

El resultado será la rotación de la pelvis y de la cadera, junto con la rotación interna de la pierna. Entre los síntomas que podrían asociarse con este patrón podrían enumerarse la fascitis plantar, la disfunción del tibial posterior, el dolor en la región anterior de la rodilla y el dolor lumbar. Entre las posibles causas se cuentan:

Antepié varo, pie posterior varo (varo/valgo subtalar o tibial), *hallux limitus* funcional, eje de la articulación subtalar desviado medialmente, inflexibilidad muscular (pantorrilla y bíceps femoral), *genu varo*, *genu valgo*, posición interna de la pierna, disimetría en la longitud de las piernas (usualmente en la pierna más larga) y trastorno de desequilibrio muscular productor de rotación pélvica<sup>37 38</sup>.

Algunos trastornos asociados:

Dolor en la 1ª articulación metatarsofalángicas, fascitis plantar, síndrome del seno tarsal, disfunción del músculo tibial posterior, dolor en la porción anterior de la rodilla y dolor lumbar.

Para terminar y después de nombrar a todos estos autores y describir las conclusiones sacadas de sus estudios, nos quedaría concluir la enorme importancia del pie cómo elemento para mantener la estabilidad global del cuerpo.

## **Bibliografía**

1. Busquet L. **Las cadenas musculares tomo IV: miembros inferiores**. Cuarta edición. Barcelona: editorial paidotribo; 2001.
2. Kuchera M.I., Kuchera W.A . . . **Osteopathic Principles in Practice Second edition**. Columbus; 1991.
3. Dufour M. Pillu M. **Biomecánica funcional: cabeza, tronco, extremidades**. Barcelona: Masson; 2006.
4. Escuela de osteopatía medina. **Tratado de osteopatía integral tomo 3: extremidades**. Ank s.c. . Madrid. 2001.
5. Parsons J. Marcer N. **Osteopatía: Modelos de diagnóstico, tratamiento y práctica**. Barcelona: Elsevier España, S.L. 2007.
6. Chaitow L. Walter Delany J. **Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares: tomo II extremidades inferiores**. Paidotribo. Barcelona. 2006.
7. Miralles Marero R. C., Puig Cunillera M. . **Biomecánica clínica del aparato locomotor**. Barcelona: Masson; 1998.
8. Conell A.T. **Concepts for assessment and treatment of anterior knee pain related to altered spinal and pelvic biomechanics: A case report**. Manual Therapy 13 (2008) 560–563
9. Todd E Davenport, Kornelia Kulig, Beth E Fisher. **Ankle manual therapy for individuals with postacute ankle sprains: description of a randomized, placebo-controlled clinical trial**. Davenport et al. BMC Complementary and Alternative Medicine. 2010. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/10/59..>
10. Ho-pun-cheung t., Buscayret f. ,Jourdan j-p., Lhernould f. ,wolff d. . **GONALGIAS Y MANIPULACIÓN DEL PERONÉ**. Revue de Médecine Manuelle-Ostéopathie nº 24/Septembre 2008, 4-12.
11. Scott J, Lee H, Barsoum W, van den Bogert AJ. **The effect of tibiofemoral loading on proximal tibiofibular joint motion**. *J. Anat. USA.*(2007)211, pp647–653.

12. Ayub A., Yale S. H., Bibbo C. **Common Foot Disorders**. Clinical Medicine & Research .Volume 3, Number 2: 116-119. 2005. Marshfield Clinic. <http://www.clinmedres.org>.
13. Eckhoff D G, Kramer R C, Watkins J J . **Variation in tibial torsion**. Clinical anatomy 7; 76-79. 1994.
14. Lewit K. **Manipulative therapy in rehabilitation of the locomotor system**. Butterworths, London. 1985.
15. Kuchera M. Goodridge j. **Lower extremity**. American osteopathic association. Foundation for osteopathic medicine. Williams and Wilkins. Baltimore. 1997.
16. Greenman P. **Principios y práctica de la medicina manual**. 2a ed. Madrid: Panamericana; 1998.
17. Schiowitz S. **Diagnosis and treatment of the lower extremity. An osteopathic approach to diagnosis and treatment**, Lippincott. London. 1991.
18. Levangie C. Norkin P. **Joint structure and function: a comprehensive analysis, 3<sup>rd</sup> ed**. F A Davis. Philadelphia. 2001.
19. Drake R. L., Vogl W., Mitchell A. W. . **Gray's anatomy 38 ed**. Churchill Livingstone, New York. Elsevier 1995.
20. Inman V. **Joints of the ankle**. Williams and Wilkins. Baltimore. 1976.
21. Travell J. Simons D. **Myofascial pain and dysfunction: The trigger points manual, vol.2; the lower extremities**. Williams and Wilkins. Baltimore. 1992.
22. Cailliet R. . **Foot and ankle pain 3<sup>rd</sup> edition**. F. A. Davis. Philadelphia. 1997.
23. Kapandji A. I. . **Fisiologia articular; miembro inferior**. 5<sup>a</sup> ed. Panamericana. 1987.
24. Staheli I., Chew D., Corbett M., **The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty two feet in normal childrens and adults**. Journal of bone and joint surgery 69 A; 426-428. 1987.
25. Ogon M. **Does arch height affect impact loading at the lower back level in running?**. Foot and ankle international 20 (4);265. 1999.
26. Mcpoil Jr, Brocato TG, Brocato RS. Pé e tornozelo: **avaliação biomecânica e tratamento**. In: **Fisioterapia na ortopedia e na medicina do esporte**. 2a ed. São Paulo: Gould III; p. 293-321. 1993.

27. Schoenhaus HD, Jay RM. **Cavus deformities: conservative management.** J Am Podiatry Assoc; 70 (5): 235-238. 1980.
28. McPoil TG, Knecht HG, Schuit D. **A Survey of foot types in normal females between the ages 18 to 30 years.** J. Orth Sports Phys Ther . 1988.
- 29 Subotnick sl. **The biomechanics of running. Implications for the prevention of foot injurie.** Sports Medicine; 2(2): 144-153.. 1985
30. Viladot A. **Patología del antepié.** 4ª ed. Barcelona: Springer; 2001.
31. Lee, C. et Al. **Determinants of the center of mass trajectory in human walking and running.** The journal of experimental biology; 201:2935-2944. 1998.
32. Vleeming A, Mooney V, Dorman T, Snijders C, Stoeckart R .**Movement, stability and low back pain. The essential role of the pelvis. 1st edition.** Churchill Livingstone. 1997.
33. Lewit K. . **Manipulative therapy in rehabilitation of the motor system.** 3<sup>rd</sup> edition. Butterworths, London. 1999.
34. Ricard F. **Tobillo-Pie. En: Ricard F. Cuaderno de Estudio nº 4. 2º nivel. Tomo II.** Alcalá deHenares (Madrid): Gráficas Alcorán; 2001:1-102.
35. Ricard F., Sallé J.L. **Tratado de osteopatía.** 3ª ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana: 2003.
36. Viladot A. Núñez-Samper M., Llanos L.F. **Evolución y desarrollo del pie.** Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Ed. Masson; 2000:3-7.
37. Miralles R, Miralles I. **Biomecánica clínica de los tejidos y lar articulaciones del aparato locomotor.** 2ª ed. Barcelona: Masson; 2005:3-14.
38. Alburquerque, F. **Evaluación y análisis de la influencia de la técnica manipulativa bilateral de la descompresión tibioperoneoastragalina en la estática postural.** Diploma de Osteopatía. Escuela de osteopatía de Madrid. Madrid; 2006.