

# Interrelación del ángulo de anteversión con el eje fémoro tibial. Estudio radiológico

*Dr. Antonio Oller Asensio*

*Profesor titular de la Escuela Universitaria de Podología. Master en Ciencias Experimentales Biomédicas.*

*Eva Oller Arcas*

*Médico residente de medicina familiar y comunitaria.*

*Javier Oller Arcas*

*Podólogo. Técnico Especialista en Diagnóstico por la Imagen*

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es definir, desarrollar, diagnosticar y protocolizar el estudio, la exploración del ángulo de anteversión femoral y la interrelación que existe con cierta frecuencia en las alteraciones del ángulo céntrico diafisario, el eje fémoro tibial en valgo o en varo, la rotación interna o externa femoral, y los mecanismos de la marcha. Desarrollar el método diagnóstico, el pronóstico según la clínica que presenta el paciente. En la actualidad existen diferentes pruebas diagnósticas, estudios informatizados, y estudios por la imagen.

## Palabras clave

Ángulo de anteversión, ángulo de antetorsión, eje fémoro tibial en valgo, eje fémoro tibial en varo, coxa valga, coxa vara, rotación interna femoral, orientación trabecular, radiología simple, TAC, RMN.

---

El estudio de la anatomía, de la dinámica, la biomecánica, la patomecánica, la morfología, el proceso fisiológico y la biomecánica, nos permite percibir cómo actúan las fuerzas internas y externas sobre estas estructuras rotacionales fémoro tibiales.

Por ello no basamos en la biomecánica clínica para el estudio de las patologías del aparato locomotor y sus tratamientos, a través del conocimiento de los tejidos de las articulaciones y de los movimientos de la dinámica de la marcha.

## **Antecedentes históricos**

El estudio del gesto deportivo, la diferente literatura artística, así como el deporte, han potenciado el estudio y análisis de la actitud y del movimiento.

La representación artística y el análisis de los movimientos del gesto deportivo ha requerido una fuente de información y conocimiento. Para ello se solicitaban unos importantes conocimientos de la anatomía superficial del cuerpo humano.

Braune y Fisher inician en 1891 un estudio tridimensional

de la marcha humana (con fotografías simultáneas con cuatro cámaras), determinando el centro de gravedad y el momento de inercia de los cuerpos. El arduo análisis de las imágenes, que costó 7 años de trabajo, se realiza en la actualidad mediante métodos informáticos en horas o incluso en minutos.

Unos años antes, el anatomista von Meyer (1867) había estudiado las trabéculas óseas de muchos huesos y analizado sus trayectorias, en especial las de la parte proximal del fémur. Coincidió con Kart Culmann (1821- 1881), matemático de Zurich, que había diseñado un nuevo modelo de grúa mecánica (básicamente se sigue utilizando), quien, al ver la descripción de las trabéculas del fémur, exclamó: ¡Pero si ésta es mi grúa!" (figura 1). Se trata de un discreto, pero claro ejemplo de que la naturaleza tiene resueltos muchos problemas mecánicos que todavía nos preocupan o que tenemos que resolver.

Wolf (1892), siguiendo a Meyer y Culman, observa que la organización del hueso esponjoso sigue las trayectorias de las principales fuerzas de compresión o tracción que sufre normalmente el hueso y sugiere que cualquier modificación

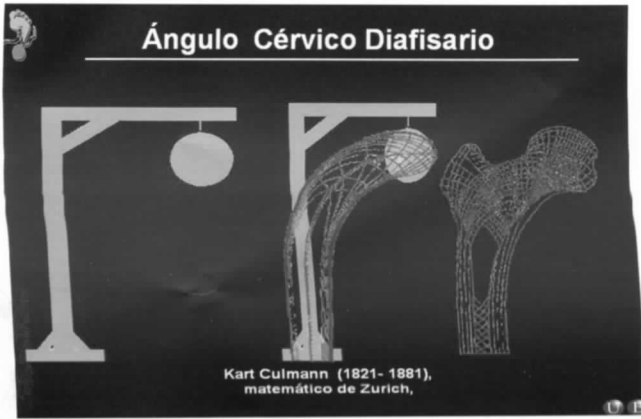


Fig. 1.- A) Modelo de grúa mecánica de Kart Culmann; B) Organización de las trabéculas óseas y el hueso esponjoso, que sigue las trayectorias de las principales fuerzas de compresión o tracción.



Fig. 2.- Ángulo cérvico diafisario.



Fig. 3.- A1) Orientación de las trabéculas según la variabilidad del ángulo Cérvico diafisario. A2) ángulo cérvico diafisario normal, o coxa normal. B) coxa Vara y C) coxa valga. D) morfología de la cortical ósea según la angulación de coxa valga o vara.

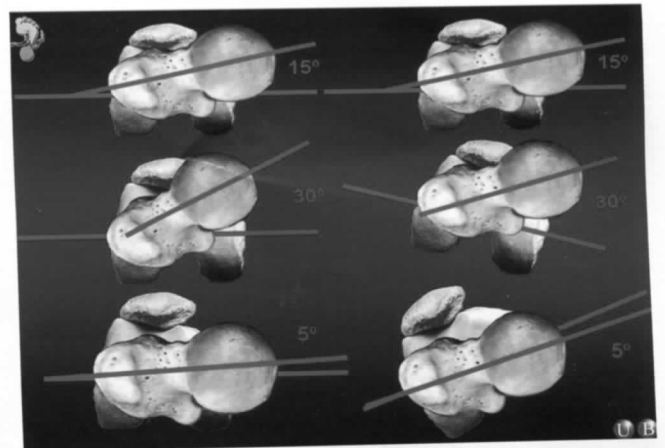


Fig. 4.- Orientación del ángulo de anteversión. A) 15° cadera normal, sin alteraciones de la marcha. B) ángulo de anteversión aumentado, cadera que favorece la marcha en intraversión y el eje fémoro tibial en valgo. C) ángulo de anteversión disminuido, cadera que favorece la marcha en extraversión y el eje fémoro tibial en varo. Las imágenes de la izquierda, son imágenes estáticas, y las de la derecha, son en dinámica.

de las presiones que recibe el hueso comporta una reorientación de sus trabéculas según aquellas orientaciones de la presión soportada.

Pauwels (1885-1980) marca un punto de inflexión entrando de lleno en los aspectos clínicos de la biomecánica del aparato locomotor y deja una extensa obra. Demuestra que, a través de la adaptación funcional, el aparato locomotor del hombre está construido con el mínimo material y la máxima resistencia a las sobrecargas.

En 1935 enuncia que las fracturas del cuello del fémur, consideradas incurables, se deben a cambios de las fuerzas de cizallamiento y de las fuerzas de compresión, para lograr la consolidación de la fractura, basándose en un esquema mecánico de balanza de fuerzas.

Interpreta que la artrosis es el colapso del equilibrio fisiológico entre las presiones sobre el cartílago articular y la resistencia de éste.

Pauwels aparece como el fundador de la biomecánica moderna que abarca el estudio de las cargas mecánicas sobre el tejido vivo, las repuestas biológicas a estas presiones y la modificación de estas fuerzas para que tengan efectos terapéuticos.

“El análisis formal y cuantitativo de las relaciones entre la estructura y la función de los tejidos vivos y la aplicación de los resultados en el ser humano sano y enfermo”.

### Estudio radiológico de anteversión femoral

La deformidad rotacional de las extremidades inferiores es un desorden esquelético frecuente de gran importancia, y es causa de alteración de la marcha.

La anteversión femoral corresponde a la inclinación anterior de la cabeza femoral con respecto al eje bicondíleo fe-

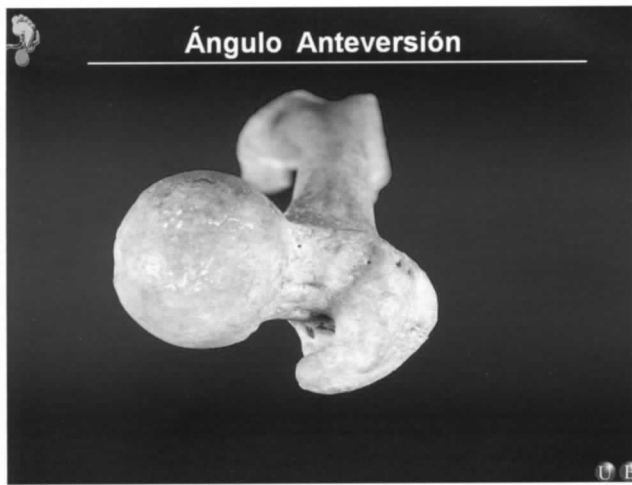


Fig. 5.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsión. Vista próximo-distal, observando el apoyo de los cóndilos posteriores femorales, se puede ver la orientación del eje cerval.

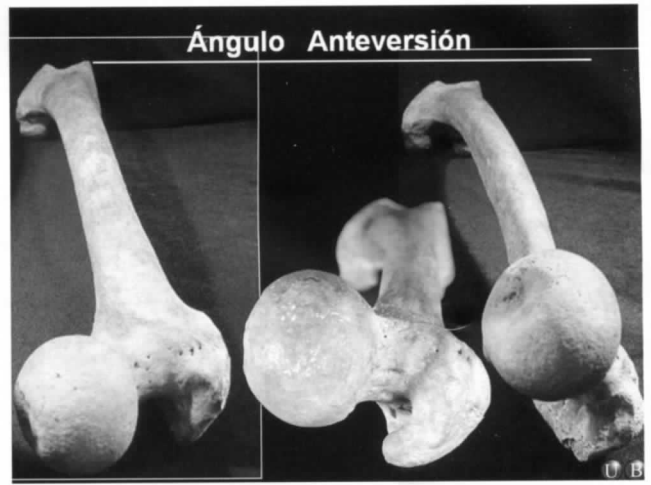


Fig. 6.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsión. Vista próximo-distal, observando el apoyo de los cóndilos posteriores femorales se puede ver la orientación del eje cerval. A) Cadera anteversa, disminuida. B) cadera normal y C) cadera retroversa o aumentada.

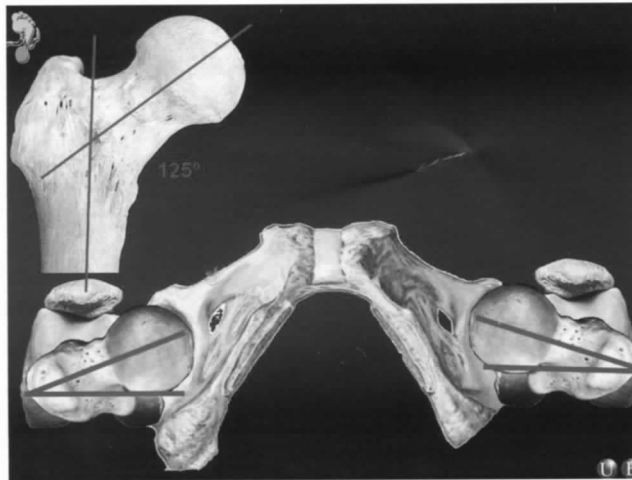


Fig. 7.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsión. A) Vista en el plano frontal, ángulo cerval diafisario de  $125^\circ$ , normal. B) Cadera en el plano transverso, ángulo de unos  $15^\circ$ , cadera normal. El tipo de marcha normolínea.

moral. El cuello femoral está normalmente en anteversión respecto al plano bicondilar femoral, en un ángulo estimado de  $35-50^\circ$  al nacer; este ángulo disminuye progresivamente con la edad hasta alcanzar un valor cercano a los  $15^\circ$  en el adulto.

El estímulo de la bipedestación, de la posición estática, de la dinámica y por el desarrollo normal de las estructuras musculares y el reforzamiento de la cápsula articular, que disminuyen gradualmente la anteversión.

La persistencia de una anteversión femoral aumentada (torsión femoral interna) disminuye el rango de rotación externa en extensión y obliga al niño a caminar con los pies en rotación interna.

Clínicamente se sospecha examinando la marcha del niño, donde se hace evidente una rotación interna femoral, de uno o de ambos pies; además, el borde anterior de una o ambas rótulas está orientado en un estrabismo convergente.

Generalmente suele ser bilateral y en ocasiones asimétrica, puede ocurrir de forma aislada, por una coxa vara o en rela-

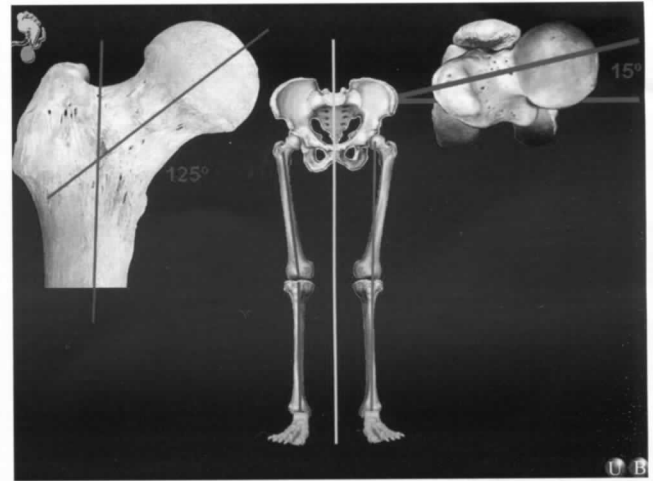


Fig. 8.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsión. A) Vista en el plano frontal, ángulo cerval diafisario de  $125^\circ$ , normal. B) Cadera en el plano transverso, ángulo de unos  $15^\circ$ , cadera normal. Eje fémoro tibial  $175+2.5^\circ$  El tipo de marcha normolínea. Línea verde: Eje mecánico. Línea roja: Eje fémoro tibial. Línea amarilla: Eje de gravedad

ción a una displasia, también puede ser debido a una osteocondritis o la mal llamada enfermedad de Legg-Perthes. Este aumento de la anteversión femoral puede ser especialmente marcado por la posición bípeda, por un trastorno del eje fémoro-tibial en la estática o por una posición bípeda específica.

Un ángulo de anteversión disminuido se asocia en mayor frecuencia a una coxa valga o a la epifisiolisis. Tanto un aumento como una disminución en el ángulo de anteversión femoral favorecen el desarrollo precoz de osteoartritis.

### “Eje” fémoro-tibial

Es el ángulo formado por el eje anatómico del fémur y el eje anatómico de la tibia. El eje anatómico del fémur es una línea recta que pasa longitudinalmente por el centro de la diá-

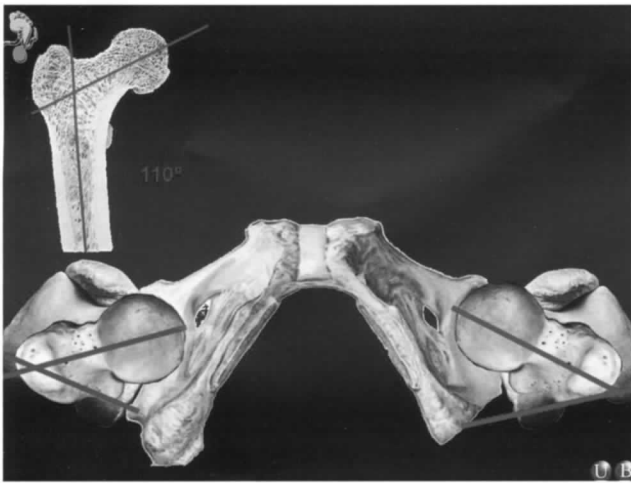


Fig. 9.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsi3n. A) Vista en el plano frontal, ángulo cérvico diafisario de menos de 125°, coxa vara. B) Cadera en el plano transverso, ángulo mayor de 15°. Eje fémoro tibial en valgo. En rotación interna femoral.

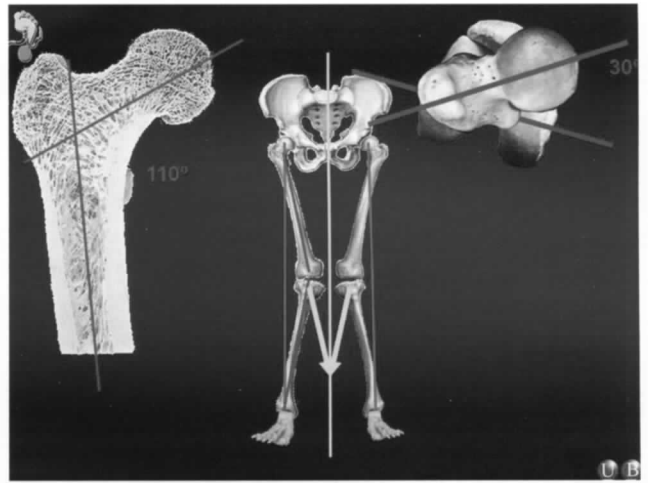


Fig. 10.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsi3n. mayor de 15°. A) Vista en el plano frontal, ángulo cérvico diafisario de menor de 125°, coxa vara. a) Cadera en el plano transverso, ángulo mayor 15°, retroversa. Eje fémoro tibial menor de 175°. Eje fémoro tibial en valgo. El tipo en rotación interna femoral.

fisis femoral.

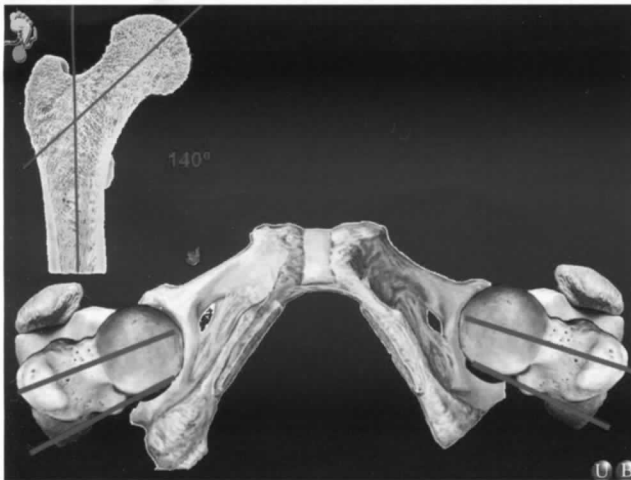


Fig. 11.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsi3n. A) Vista en el plano frontal, ángulo cérvico diafisario mayor de 125°, coxa valga. B) Cadera en el plano transverso, ángulo menor de 15°. Eje fémoro tibial en varo. En rotación externa femoral.

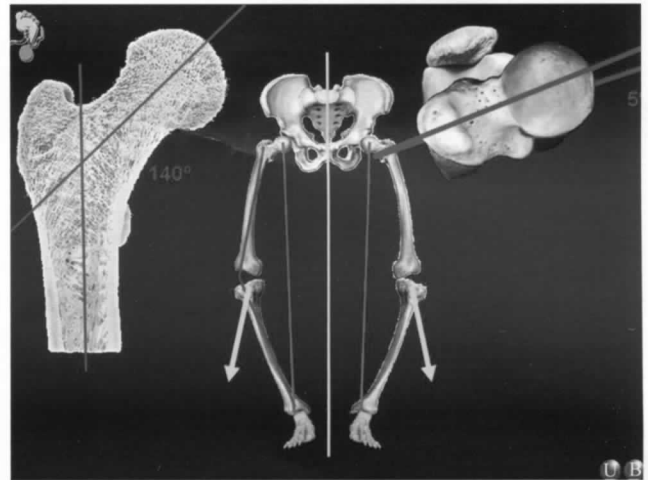


Fig. 12.- Visión del ángulo de anteversión o de antetorsi3n. menor de 15°. A) Vista en el plano frontal, ángulo cérvico diafisario de mayor de 125°, coxa valga. a) Cadera en el plano transverso, ángulo menor 15°. Eje fémoro tibial mayor de 175°. Eje fémoro tibial en varo. El tipo en rotación externa femoral.

El eje anatómico de la tibia es la recta que pasa longitudinalmente por el centro de la diáfisis tibial desde el centro de la articulación de la rodilla hasta el cuello del astrágalo (Kapandji 2001).

El ángulo entre los ejes femoral y tibial, también llamado "eje" anatómico o "eje" de Mikuliz, es en sus valores normales de  $175^\circ \pm 2,5^\circ$  en valgo (se dirige hacia el eje medio del cuerpo), aunque subsisten variaciones fisiológicas dependiendo de la edad, del sexo, y de alteraciones patológicas individuales. Cuando el ángulo de los ejes fémoro-tibiales se invierten hasta valores de  $-175^\circ \pm 2,5^\circ$  aparece el eje fémoro-tibial en varo (que se dirige en sentido contrario al eje medio del cuerpo).

A lo largo de la vida debe señalarse que en los niños hasta los dos años y medio suele darse un ángulo mayor del eje fémoro-tibial en varo. Después de esa edad este ángulo se va modificando de modo que se suele invertir formándose un eje fémoro-tibial en valgo.

Aproximadamente entre los 7 y los 9 años, el ángulo tiende a "normalizarse" por cuanto se acerca a los valores considerados normales en el estado adulto, alcanzándose valores de  $175^\circ \pm 2,5^\circ$ . Si persiste el aumento del ángulo del eje fémoro-tibial en valgo o en varo después de los 9 años de edad, podremos asumir que el paciente, dado el exceso en la angulación del eje fémoro-tibial, será muy posiblemente un candidato a sufrir con posterioridad artralgiás, gonalgias y coxalgias, y frecuentemente candidato a ser sometido a tratamientos quirúrgicos reparadores.

### Eje mecánico fémoro-tibial

Es el formado por el eje mecánico femoral y el eje mecánico tibial.

El eje mecánico femoral es aquel que pasa por el centro de la cabeza femoral hasta el cuello del astrágalo. Definimos

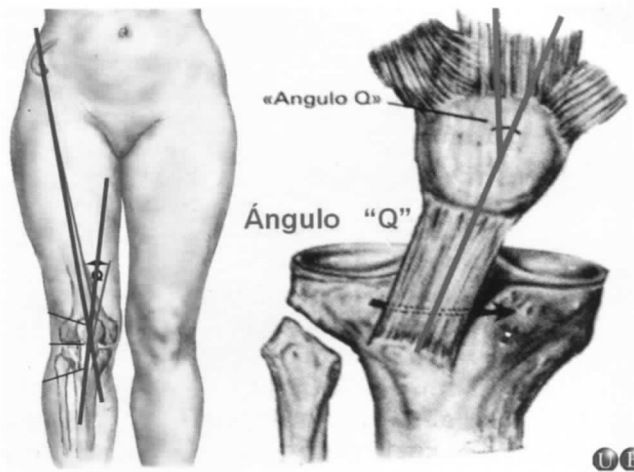


Fig. 13.- Medición del ángulo "Q". Valores normales del ángulo Q en el género masculino de 15° y en el género femenino de 17°.



Fig. 15.- Placa de Radiológica realizada en el aparato de la RMN. En esta imagen se puede realizar la biometría del ángulo cérvico diafisario.

la normalidad como aquella situación en la cual el eje mecánico de la tibia pasa por la articulación de la rodilla y el cuello del astrágalo.

Las situaciones en las que este parámetro presenta valores patológicos se pueden definir como: eje fémoro-tibial en valgo: que se daría cuando el ángulo formado por el eje fémoro-tibial, es inferior a los 172,5°.

En esta situación el eje mecánico pasa vertical y externamente por los cóndilos femorales. La rótula tiende al estrabismo convergente (se dirigen hacia el eje medio del cuerpo). El extremo opuesto vendría definido por el eje fémoro-tibial en varo en el cual el ángulo formado por el eje fémoro-tibial se invierte y se hace inferior a -177,5°. El eje mecánico pasa, en estas circunstancias, vertical e internamente por los cóndilos femorales. Las rótulas tienden al es-

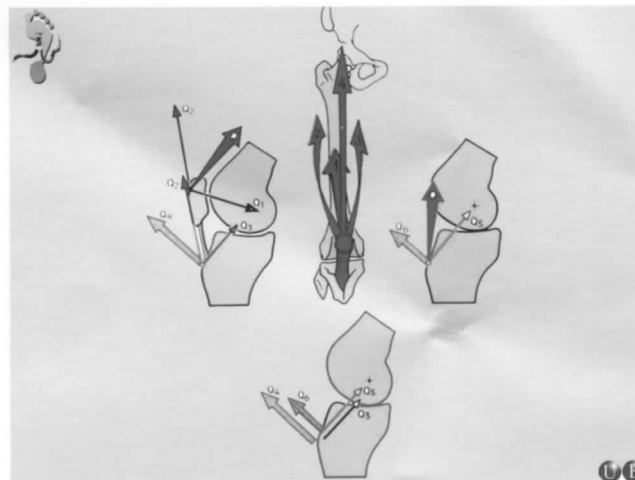


Fig. 14.- Biomecánica del tendón rotuliano. En una extremidad de 175+ 2,5° la rótula se desliza centrada sobre los cóndilos femorales.

En el eje fémoro tibial en valgo se puede producir un síndrome fémoro patelar en el cóndilo externo. Y en un eje fémoro patelar en varo, se puede producir el síndrome fémoro patelar interno, si continua el proceso se puede producir una osteocondritis o osteoartrosis fémoro patelar.



Fig. 16.- Placa de Radiología realizada en posición de decúbito supino, observamos la variabilidad anatómica del ángulo cérvico diafisario:

- A) Placa superior, ángulo cérvico diafisario, con parámetros de normalidad
- B) Placa inferior izquierda, coxa vara asimétrica.
- C) Placa inferior izquierda, coxa valga

trabismo divergente (se dirigen en sentido contrario al eje medio del cuerpo).

### Eje de gravedad

Es aquel que pasa verticalmente por el centro de gravedad del cuerpo humano, dividiendo en dos mitades simétricas, cabeza, raquis, sínfisis púbica, proyectándose en el centro de ambos maleolos internos y dirigiéndose hacia el centro de la tierra.

### Ángulo "Q"

Es el ángulo que forma el aparato extensor de la rodilla, y lo constituyen los tendones cuadriceps y rotuliano.



Fig. 17.- A) La telemetría de la izquierda eje fémoro tibial en varo. b) la telemetría del centro eje fémoro tibial, normo-líneo. c) la telemetría de la derecha eje fémoro tibial valgo

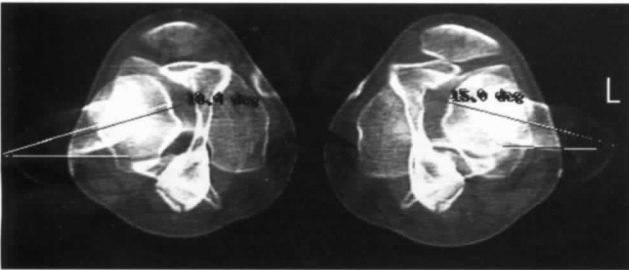


Fig. 19.-A) Tac. Imagen superpuesta, de forma automática te permite estudiar el tac. Se puede hacer un análisis rotacional y cuantificar los grados del ángulo de anteversión, así como comparar la simetría rotacional y rotuliana.

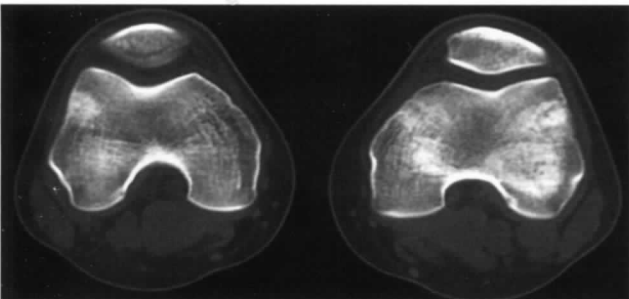


Fig. 21.- Tac. Estudio del desfiladero fémoro patelar. Se hace para el estudio de las hiperpresiones rotulianas, condropatías fémoro patelares y biomecánica rotuliana

En el género masculino es aproximadamente de  $15^\circ$  y en el género femenino es de  $17^\circ$ , si es mayor de  $20^\circ$  se considera patológico, se mide siempre en bipedestación y en Supino para compararlo pero no es valorativo.

Para su medición con goniómetro tomamos como puntos de referencia; rama fija Espina Ilíaca Antero Superior, fulcro en centro de la rotula y rama móvil en el tendón rotuliano de la tuberosidad tibial.

Este ángulo se utiliza para el diagnóstico de la patología fémoro patelar. Destaca el mecanismo articular rotuliano y la identificación de las relaciones entre factores estructurales y lesiones deportivas. Las mujeres tienen valores más grandes del ángulo que los hombres, y la razón para esta diferencia radica en su base pelviana. Así, una pelvis más ancha, la rotación externa de la tibia y las deformaciones en varo-valgo de la rodilla afectan y modifican el ángulo.

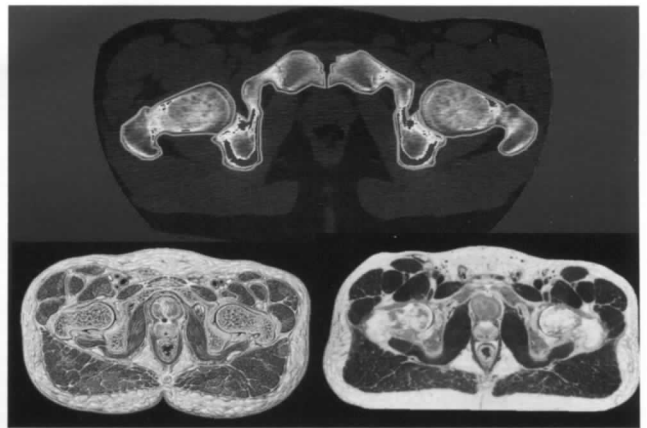


Fig. 18.-A) Tac. Imagen superior. Corte transverso de la pelvis, abarcando ambos cuellos femorales, en este plano se puede medir el ángulo de anteversión del cuello femoral. B) Imagen inferior izquierda, la misma imagen del libro de anatomía de Sobotta. C) Imagen del hombre visible. «The Human Visible»

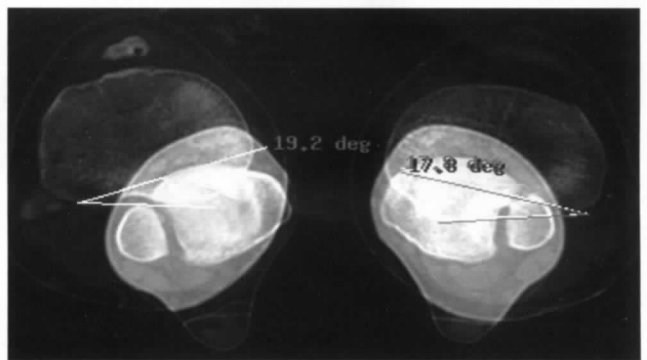


Fig. 20.- Tac. Imagen superpuesta de la meseta tibial y el eje transmalleolar o bimaleolar tibial, y cuantificar los grados de torsión tibial y la asimetría del eje transmalleolar

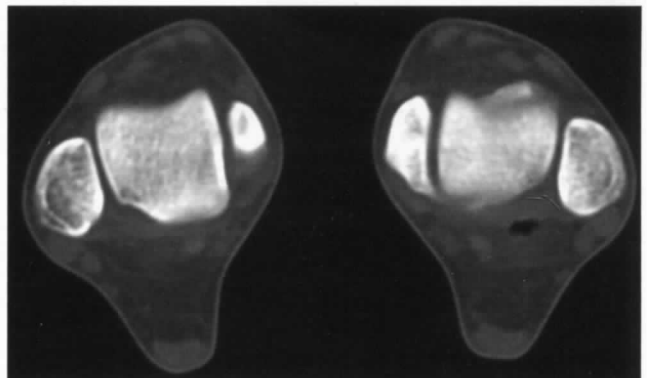


Fig. 22.- Tac. Estudio del eje transmalleolar o bimaleolar. Se puede hacer la biometría de la rotación del eje bimaleolar

Los deportistas que practican fútbol o taekwondo con frecuencia sufren lesiones en sus rodillas. Existe una correlación positiva entre el síndrome doloroso fémoro-rotuliano y la alineación de la flexión del tendón rotuliano con los valores del ángulo Q.

Entre los factores que incrementan dicho ángulo se encuentran el eje fémoro tibial en valgo y el eje fémoro tibial en varo, anomalías en la forma de la rótula, el grosor del li-



Fig. 23.-

- A). Radiofotopodograma.  
 B). Tac transmaleolar.  
 C) Tac bicondíleo  
 D) Tac ángulo de anteversión

gamento lateral, la torsión tibial externa y la inestabilidad fémoro-rotuliana.

### **Estudio radiológico y rotacional de las extremidades inferiores**

#### **Posición del paciente**

El estudio del paciente siempre que sea posible ha de ser en posición bípeda, con rotación interna de los pies de 15° grados.

#### **Telemetría o telerradiografía de extremidades inferiores**

Estas placas radiográficas se realizan a una distancia focoplaca de dos metros. Estas placas se solicitan para diagnosticar las disimetrías podopélvicas. También para la biometría del eje fémoro tibial. Mediante goniometría se pueden cuantificar los grados de normalidad, valguismo y varismo de las extremidades inferiores.

#### **Exploración del ángulo de anteversión o antetorsión**

El estudio radiológico del ángulo de anteversión, se realiza en el TAC (Tomografía axial computarizada) o bien en la RMN (Resonancia magnética nuclear), para ello el paciente se ha de situar en posición de decúbito supino, y con las extremidades en rotación interna de unos 15°.

Una vez situada la línea pélvica se hacen los primeros cortes axiales de 5 en 5 mm. A nivel del cuello femoral (debe vi-

sualizarse el cuello con las corticales paralelas, para poder trazar la línea central al cuello femoral paralela a ambas corticales)

Tac donde se ha realizado un corte a nivel de ambas articulaciones coxo-femorales,

- a) abarcando el cuello femoral,
- b) un segundo corte sobre la articulación de la rodilla, se trazan unas líneas en el centro del cuello cervical y otra centrada en los cóndilos femorales, y mediante un goniómetro se mide el ángulo de ante versión.
- c) En este corte tomográfico se puede observar la asimetría divergente de la rótula derecha.

### **Estudio radiológico del polígono de sustentación bipodal**

Para éste estudio se han realizado unas proyecciones radiológicas y tomográficas.

- a) Radio-foto-podograma.
- b) Corte tomográfico del eje transmaleolar o bi-maleolar
- c) Corte tomográfico bicondíleo.
- d) Corte tomográfico de ángulo de anteversión.
- e) En parámetros de normalidad el eje transmaleolar, el eje bicondíleo debe formar un ángulo de 15°
- f). El eje bicondíleo y el eje del ángulo de anteversión debe formar un ángulo de 15°.
- g). El eje bicondíleo y el eje del ángulo de anteversión deben de ser paralelos.

## Bibliografía

- DINAMARCA V. Y COLS. - Estudio radiológico de anteversión femoral. Departamento de Radiología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Rev Chil Radiol. Págs. 102-104.2001; 7:
- DUFOUR M. - La anatomía más funcional tomo 1 miembro inferior. Barcelona Ed. Masson, 2003.
- FICK R. - Handbuch des anatomie und mechanik . Alemania Iéna Gelenk 1911
- INMAN SAUNDERS, Y EBERHART, H. D. 1953. - Los mecanismos de la marcha normal y patológica. Madrid, Baltimore Ed. 2000 .
- JERNIGAN, JOSEPH «The Human Visible» en 1993
- KAPANDJI AL. - Fisiología articular. Miembro inferior. 5º edición Médica Madrid. Panamericana, 2001
- KENDALL FP, KENDALL E, GEISE P. - Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. Madrid. 4º de. Marban, 2000.
- MCMINN , HUTCHINGS R. - Gran atlas de anatomía humana. 2º edición Barcelona Ed. Océano / centrum, 1991.
- MUÑOZ GUTIERREZ J. Atlas de mediciones radiográficas en ortopedia y traumatología. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 1999
- NETTER, FRANK H. - Sistema músculo esqueléticos: Trastornos del desarrollo. Barcelona. Masson, 2001
- OLLER ASENSIO A. - Influencia del pie en el sistema rotacional del eje fémoro-tibial. Madrid. Revista Española de Podología 2ª Época / Vol VI nº 8 Págs. 418-431 Noviembre-Diciembre 1.995
- OLLER ASENSIO A. - Interrelación de la escoliosis con la extremidad inferior, Asimetría, Heterometría, Dismetría. Madrid. Revista del Colegio de Podólogos de la Comunidad de Madrid 3ª Época Vol. I Nº 6 2º Trimestre Págs. 9 – 16 1999 .
- OLLER ASENSIO A. Tipómetros para biometrías. Madrid. Revista del Colegio de Podólogos de la Comunidad de Madrid 3ª Época Vol. I Nº 1 1er Trimestre Págs. 3 – 7 1998
- POMÉS J Y TOMÁS X. - Protocolos de TC en músculo – esquelético. Barcelona. Hospital Clínic i Provincial de Barcelona Mayo 2002
- POSEL P, SCHULTE E. “SOBOTTA MINI. - Esquemas de anatomía. Madrid Ed. Marban cop. 2000
- PUTZ R. Y PABST R.- Atlas de anatomía humana Sobotta, tomo 2. Madrid Editorial médica Panamericana, 21 edición., 2000
- VILADOT R., COHI O., CLAVELL S. - Ortesis y prótesis del aparato locomotor 2.1. Extremidad inferior. Barcelona Masson 1.994
- VILLANUEVA MALDONADO AUTORES JESÚS A, MENA BERNAL ESCOBAR Mª ENCARNACIÓN. CD. de Anatomía total de la Universidad de Sevilla 7/11/2002,
- WEIR J. - Atlas de Anatomía Humana. Madrid Ed Mosby 2005

## Iconografía

- Figuras 1. Versiones modificadas por los autores.
- Figuras 2. Villanueva Maldonado, Jesús A, Mena Bernal, y montaje de los autores.
- Figuras 3. Villanueva Maldonado, Jesús A, Mena Bernal, Posel P, Schulte E. “Sobotta Mini y montaje de los autores.
- Figuras 4, Versiones modificadas por los autores.
- Figuras 5, 6. Villanueva Maldonado, Jesús A, Mena Bernal.
- Figuras 7,8. Villanueva Maldonado, Jesús A, Mena Bernal y montaje de los autores.
- Figuras 9,10,11 y 12. Posel P, Schulte E. “Sobotta Mini y
- Figuras 13. Netter, Frank H.
- Figuras 14. Kapandji Al. - Fisiología articular. Miembro inferior modificada por los autores.
- Figuras 15, 16, 17 y 18. Radiología Clínica
- Figuras 18. Posel P, Schulte E. “Sobotta Mini y Jernigan, Joseph
- Figuras 19,20, 21, 22. Radiología Clínica
- Figuras 23. Radiología Clínica y montaje de los autores.

# Pies Secos

## CREMA REGENERADORA

50 ml - CN: 154434.6

### ¿PIES SECOS Y ÁSPEROS?

### Hidrata y Repara

Alto poder regenerante.  
Evita la fricción en el calzado.  
Indicado para pies secos y talones agrietados.  
Fórmula enriquecida a base de lipoaminoácidos de trigo y manteca de Karité, permite restablecer el pH fisiológico.



Venta en Farmacias y Parafarmacias  
[www.asepia.com](http://www.asepia.com)



Nº1  
EN FRANCIA

# AKILEINE “Tus pies en Buenas manos”