

DESCIFRANDO LA DISFUNCIÓN PATELO-FEMORAL: ENFOQUE PRÁCTICO Y NUEVAS CLAVES RADIOLOGICAS

S Herranz Cabarcos ¹ , JF Sallaberry Vega ² , JJ Porro Balga ³ , F Mena Brito ⁴

J de Miguel Criado ⁵ , S Robledo Gil ⁶ , B Sastre Borregón ⁷ , C Rodriguez Robles ⁸

¹Hospital del Henares, Coslada, Madrid (España) / Unidad Central de Radiodiagnóstico

1. Introducción

- ✓ La disfunción patelo-femoral es una **causa frecuente de dolor** anterior de rodilla y de predisposición a **luxación rotuliana**, aguda o recidivante.
 - ✓ La masificación de la práctica deportiva ha **aumentado la incidencia** de esta entidad en pacientes con factores predisponentes.
 - ✓ Un **diagnóstico precoz** es clave para evitar **lesiones osteocondrales y artrosis precoz**.
-

1. Introducción

- ✓ **Tradicionalmente**, la evaluación de esta entidad se ha centrado en estudiar la relación entre la rótula y la tróclea durante los primeros grados de flexión de la rodilla.



Nuevos estudios han demostrado que un **abordaje global** del miembro inferior proporciona información esencial para entender esta patología y realizar un correcto abordaje terapéutico.

2. Fisiopatología

- La articulación patelo – femoral es **íntrínsecamente inestable**.
- **Momento crítico** biomecánica: primeros grados de flexión de la rodilla “*tracking rotuliano*”
 - ✓ Rótula debe centrarse en la tróclea y se produce el valgo máximo del aparato extensor.
 - ✓ El correcto posicionamiento depende de **cuatro factores**



- Alineamiento MMII
- Geometría ósea
- Estabilizadores estáticos
- Estabilizadores dinámicos

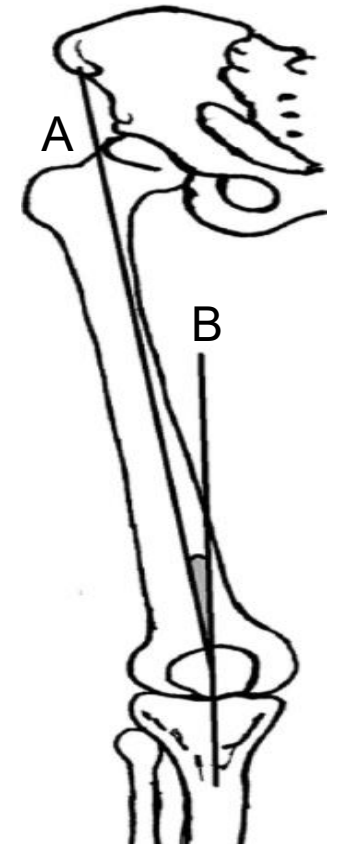


Un desbalance de alguno de estos factores origina alteraciones de la articulación patelo-femoral.

2. Fisiopatología

2. 1 Alineamiento del MMII

- Mayor capacidad de rotación externa a nivel de la rodilla por disposición de ligamentos cruzados.
- Importante valorar relación rotacional fémur-tibia, se pueden utilizar :
 - ✓ Ángulo de anteversión femoral (AVF)
 - ✓ Torsión tibial externa (TTE)
- Para estimar el valgo del aparato extensor: **ángulo Q**
 - ✓ Determina de forma directa la fuerza luxante hacia lateral del cuádriceps sobre la rótula y de forma indirecta la lateralización de la tuberosidad tibial anterior (TTA).
 - ✓ Valor normal: 10-15°.
 - ✓ Ángulo Q aumentado traduce mayor estrés sobre ligamentos mediales.



Ángulo Q. Se obtiene entre línea desde espina ilíaca anteriorsuperior al centro de la rótula (A) y línea entre centro de la rótula y tuberosidad tibial anterior (B).

2. Fisiopatología

2. 2 Geometría ósea

Rótula

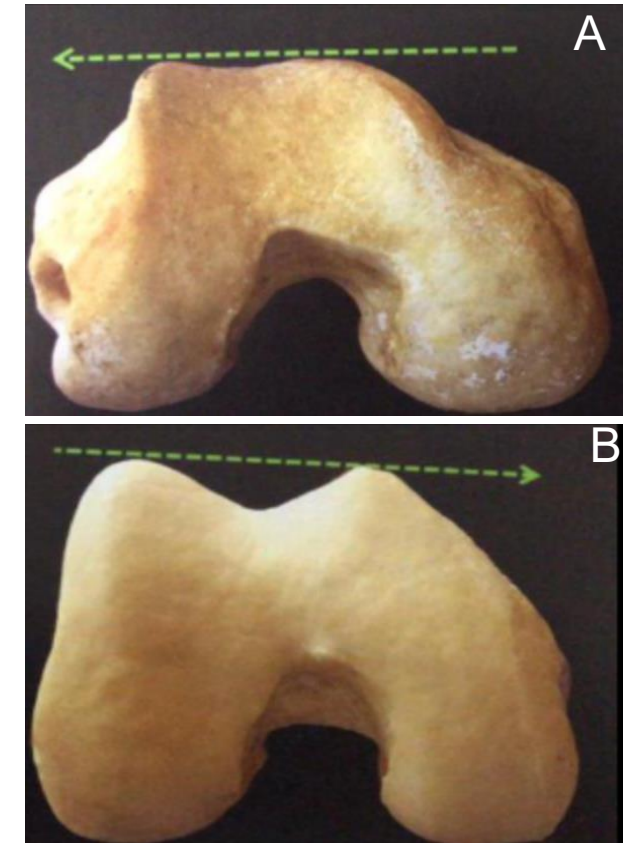
- Hueso sesamoideo más grande del cuerpo. Forma de triángulo invertido.
 - Su función es mejorar la eficacia del cuádriceps al aumentar el brazo de palanca del aparato extensor.
 - Valorar dos parámetros clave:
 - *Posición:*
 - La rótula alta está presente en un 30-50% de las inestabilidades objetivas.
 - Tendón patelar anormalmente largo: conflicto en la entrada de la rótula en la tróclea y tensión precoz del retináculo lateral que puede ocasionar subluxación precoz.
 - *Morfología*
 - *Wiberg* (1941) clasificó la rótula en cuatro tipos basándose en la morfología de la faceta interna.
 - El tipo III es el que más se asocia con luxación rotuliana.
-

2. Fisiopatología

2. 2 Geometría ósea

Tróclea femoral

- Tiene una carilla lateral más larga y alta que la medial, fundamental para el adecuado centrado de la rótula en la tróclea.
- Estudios antropológicos han demostrado que la morfología troclear característica es esencial para permitir la bipedestación.
 - El fémur humano presenta una desviación en valgo de aproximadamente 11° .
 - La morfología troclear asimétrica permite compensar este valgo y así evitar la luxación patelar.

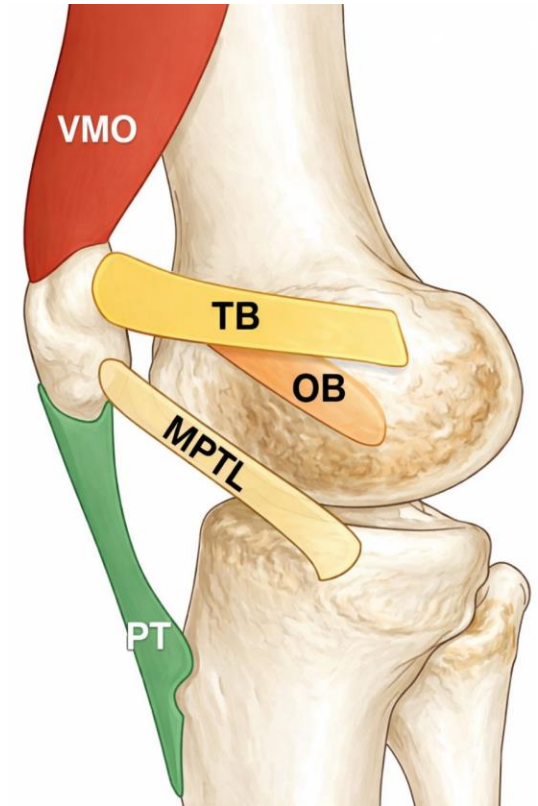


J Sandfrisson. Chimpanzee lessons from our sister species. Cambridge University 2020.

2. Fisiopatología

2.3 Estabilizadores estáticos

- El complejo medial evita el desplazamiento lateral de la rótula durante los primeros grados de flexión.
- Su componente más importante es **el ligamento patelo-femoral medial (LPFM)**
 - Formado por dos bandas, transversa y oblicua.
 - Tracciona de la rótula hacia medial restringiendo el 50% de su desplazamiento lateral en los primeros 30° de flexión.
 - No es posible evaluarlo por imagen
- Otras estructuras mediales importantes son: *ligamento patelo-tibial medial*, *ligamento patelo-meniscal medial* y *la cápsula articular*.
- Todas estas estructuras mediales de la rodilla conforman el retináculo medial.

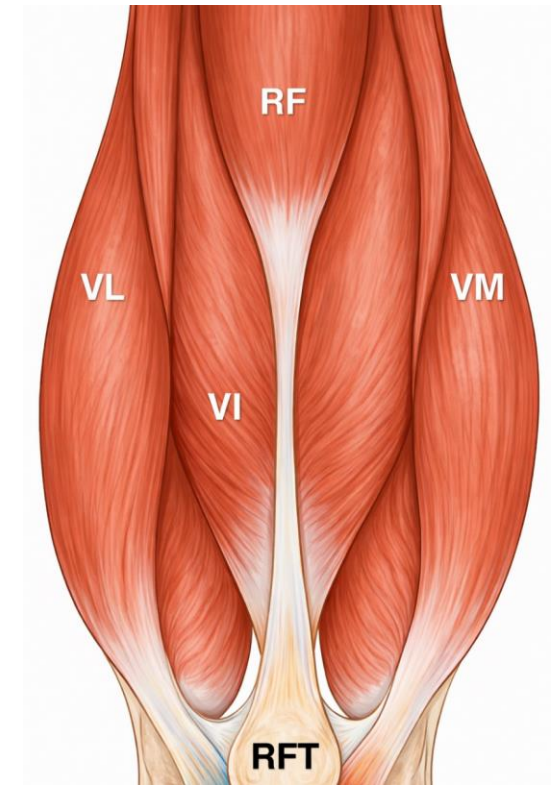


Representación esquemática de los estabilizadores estáticos. El ligamento patelofemoral medial (MPTL) con sus dos componentes, la banda oblicua (OB) y la transversa (TB).

2. Fisiopatología

2.4 Estabilizadores dinámicos

- El músculo cuádriceps actúa como palanca del aparato extensor y reduce la fricción con el fémur.
- El componente más importante es **el músculo vasto medial**
 - Formado por dos porciones: vasto medial oblicuo y vasto medial largo.
 - Limita el desplazamiento lateral de la rótula
- Factor medible indirecto de la correcta contracción del cuádriceps: *báscula rotuliana*



Representación esquemática de la anatomía del músculo cuádriceps.
Formado por cuatro vientres musculares, vasto medial (VM), vasto lateral (VL), vasto intermedio (VI) y recto femoral (RF)

3. Cuadro clínico

Disfunción

- Término **global**.
- Implica distintas patologías que afectan a la articulación patelo – femoral, con o sin luxación.
- Secundario a factores anatómicos / biomecánicos / musculares.



Inestabilidad

- Implica **luxación rotuliana**
- **Se subdivide** en *aguda* (traumática) y *crónica/recidivante* (por mecanismos de baja energía en pacientes con factores de riesgo)

3. Cuadro clínico

3.1 Inestabilidad patelofemoral aguda

- Mujeres jóvenes activas. 50 % bilateral.
- 2º causa más frecuente de hemartros.
- **Mecanismo post- traumático:** torsión del miembro inferior con la rodilla extendida y el pie en rotación externa.
- Frecuentemente la rótula se reduce espontáneamente con la contracción del cuádriceps.
- 40-50% riesgo de recurrencia tras primer episodio.
- Tratamiento conservador

3.2 Inestabilidad patelofemoral crónica

- Inicio niñez / adolescencia
- Al inicio predomina la inestabilidad y posteriormente el dolor articular por desgaste y artrosis precoz.
- Etiología multifactorial: alteraciones óseas y de los tejidos blandos.
- Tratamiento quirúrgico para corregir la causa predisponente.

4. Aproximación diagnóstica por imagen.

4.1 Radiografía simple

- Primera prueba de imagen a realizar.
- Útil para evaluar **morfología y displasia troclear**. También para detectar **fracturas** en luxaciones agudas.



AP



Lateral



Axial

4. Aproximación diagnóstica por imagen.

4.2 TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA

- **Valoración pre-quirúrgica**
- Permite realizar mediciones exactas y superposición de imágenes.
- Realización según “**Protocolo de Lyon**”
 - Adquirir imágenes de ambas rodillas en extensión, flexión de 15 ° y extensión durante contracción del cuádriceps.
 - Pies en posición neutra separados 3-5mm.
 - Medidas
 - Rodilla:
 - Extensión: *TA-GT, ángulo troclear y tilt patelar*
 - 15 ° flexión: *altura rótula*
 - Extensión durante contracción del cuádriceps: *tilt patelar*
 - Miembro inferior completo:
 - *Rotación y torsión fémoro - tibial*

4. Aproximación diagnóstica por imagen.

4.3 RESONANCIA MAGNÉTICA

- Se evita exposición a radiación ionizante.
 - Permite evaluar tejidos blandos: retináculos, tendón patelar y cuadricipital, músculo cuádriceps, ligamento patelo-femoral y cápsula articular.
 - Presencia de fracturas o lesiones osteocondrales.
 - Valorar grado de daño del cartílago articular.
 - Se recomienda realizar protocolo de ambas rodillas con cortes de 3mm de grosor. Para valoración del hueso se recomienda añadir secuencia axial potenciada en T1.
-

5. Factores anatómicos

- Ampliamente demostrada la asociación de cuatro factores anatómicos con la inestabilidad patelo-femoral:
 1. Displasia troclear
 2. Tilt patelar
 3. Rótula alta
 4. Aumento de la distancia surco troclear – tubérculo tibial anterior



El hallazgo de factores anatómicos debe ser interpretado **siempre** en correlación con antecedentes clínicos y exploración física.

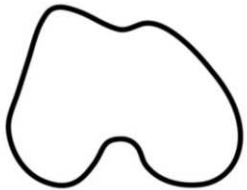
5. Factores anatómicos

5.1 Displasia troclear

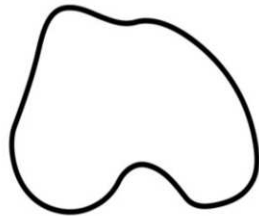
- Constituye el principal factor de riesgo para inestabilidad patelo-femoral, presente en el 85% de los casos.
 - Superficie troclear anormalmente plana, lo que provoca incapacidad para articularse con la tróclea durante los primeros grados de flexión.
 - Clasificación de David Dejour (1998) basada en TC y RM, distingue cuatro tipos de tróclea femoral:
 - Tipo A: forma troclear normal con surco levemente aplanado.
 - Tipo B: tróclea aplanada con espolón supratroclear / bump.
 - Tipo C: asimetría facetaria. Vertiente lateral más alta y vertiente medial hipoplásica, conformando el “signo del doble contorno” en plano sagital.
 - Tipo D: tipo C + articulación vertical de vertientes (“patrón de acantilado”) + espolón supratroclear.
-

5. Factores anatómicos

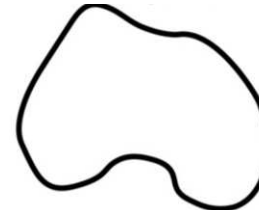
5.1 Displasia troclear



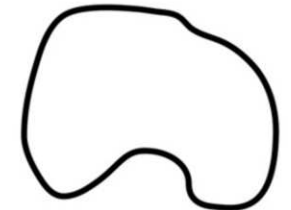
Tipo A



Tipo B



Tipo C



Tipo D

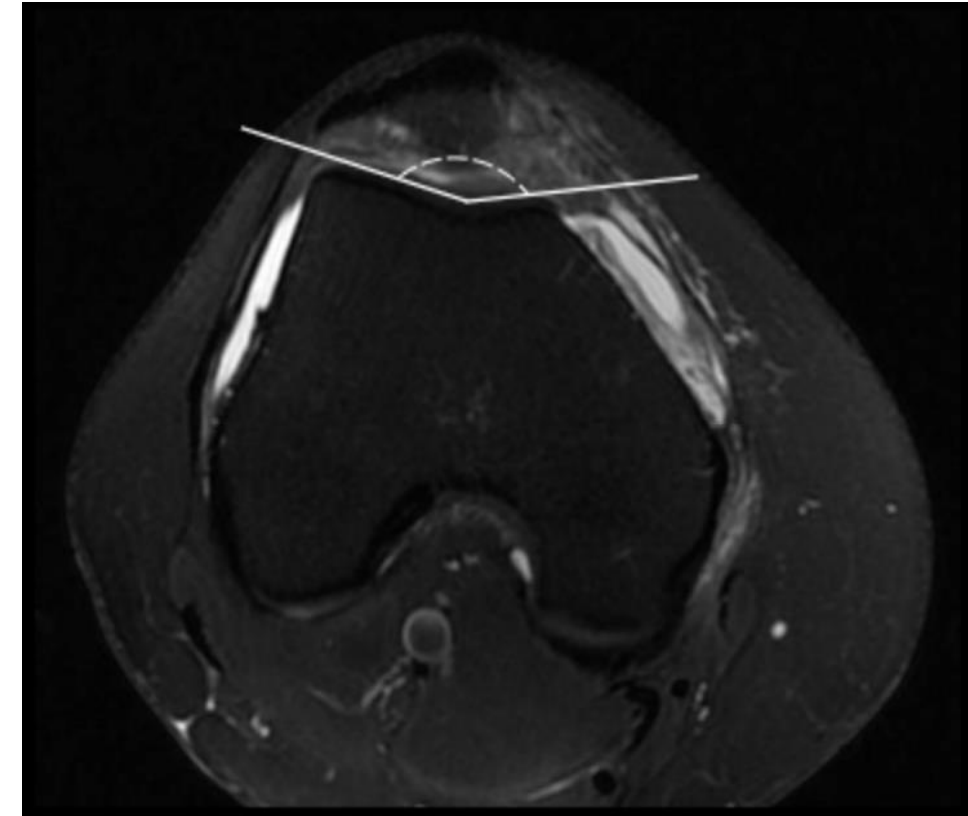
5. Factores anatómicos

5.1 Displasia troclear

- Existen numerosas determinaciones cuantitativas de la displasia troclear.

5.1.1. Ángulo del surco troclear

- Medida más importante para diagnosticar displasia.
- Ángulo formado entre las facetas medial y lateral.
- Valor $> 145^\circ$ es compatible con displasia.
- **Selección de corte:** corte axial más superior con cartílago troclear (las líneas deben trazarse sobre cartílago articular)



5. Factores anatómicos

5.1 Displasia troclear

- Existen numerosas determinaciones cuantitativas de la displasia troclear.

5.1.2. Asimetría de las facetas

- Ratio de la longitud de la faceta medial respecto a la lateral.
- Resultado < 40 % es indicativo de displasia con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 96%.
- Selección de corte:** axial 3cm por encima de la interlínea articular tibio-femoral. Cartílago articular debe estar incluido.



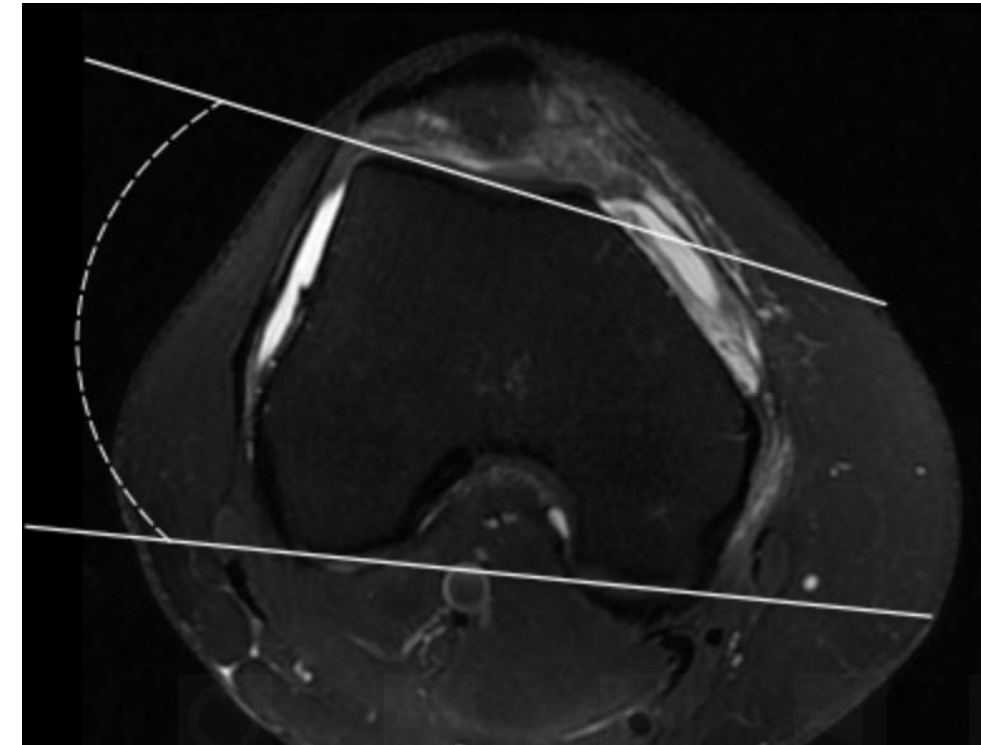
5. Factores anatómicos

5.1 Displasia troclear

- Existen numerosas determinaciones cuantitativas de la displasia troclear.

5.1.3. Ángulo de inclinación lateral troclear

- Ángulo formado entre la tangente que conecta los dos aspectos posteriores de los cóndilos femorales y la tangente a la faceta troclear lateral.
- Valor $< 11^\circ$ es indicativo de displasia con una sensibilidad del 93% y una especificidad del 87%.
- Selección de corte:** axial más superior con cartílago troclear (líneas trazadas en hueso subcondral)



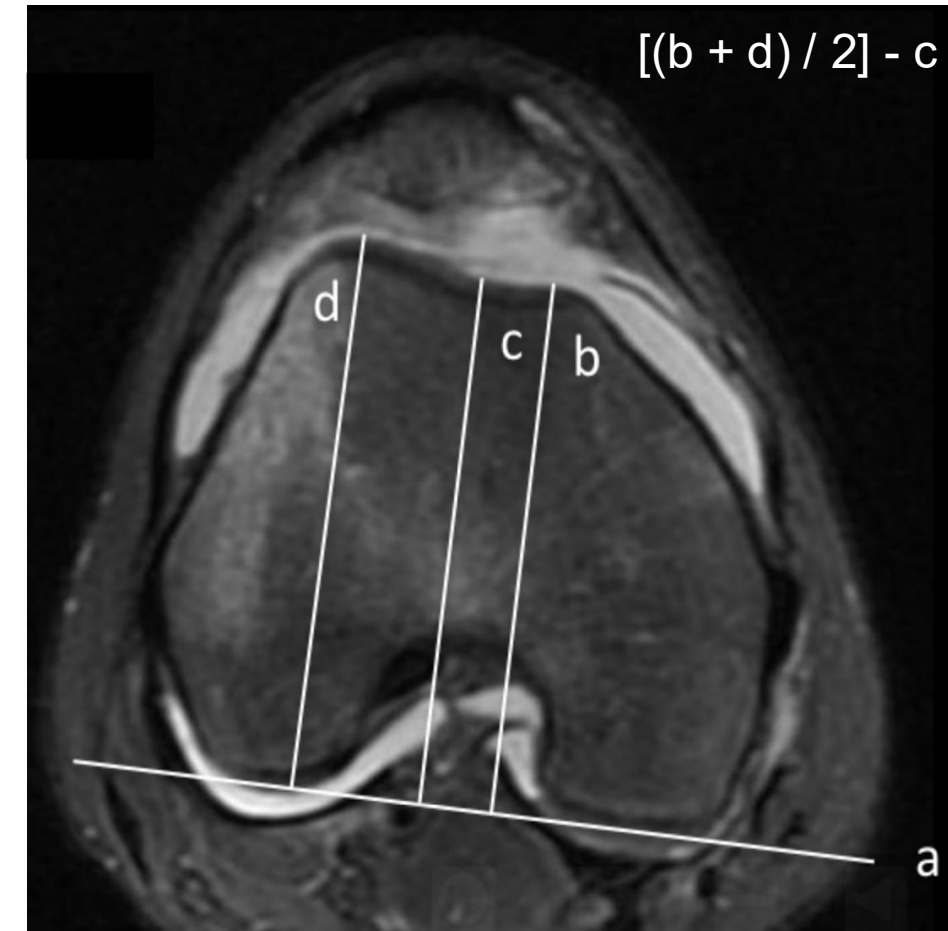
5. Factores anatómicos

5.1 Displasia troclear

- Existen numerosas determinaciones cuantitativas de la displasia troclear.

5.1.4. Profundidad del surco troclear

- Se traza una línea que une el aspecto posterior de ambos cóndilos femorales (a). Se traza la perpendicular al punto más alto del cóndilo femoral medial y lateral (b,d) y la perpendicular al punto más alto del surco troclear.
- Valor < 3 mm es indicativo de displasia femoral con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 96%.
- Selección de corte:** axial 3 cm por encima de la interlinea articular tibio-femoral, cartílago debe estar incluido.



5. Factores anatómicos

5.2 Patela

5.2.1 Altura

- Una rótula alta asocia un tendón patelar anormalmente largo. El grado de flexión tiene que ser mucho mayor para que la rótula encaje en la tróclea.

Índice Caton-Deschamps: relación entre el punto mas inferior de la superficie articular de la rótula hasta la meseta tibial antero superior (a) y la superficie articular de la rótula (b).

Índice Insall-Salvati: longitud del tendón rotuliano, medido desde el vértice de la patela hasta sh inserción en la tuberosidad tibial anterior (c), entre la longitud cráneo-caudal de la rótula (d).



En ambos un ratio > 1.2 es compatible con patela alta



5. Factores anatómicos

5.2 Patela

5.2.2 Morfología

- **Clasificación de Wiberg:** se distinguen cuatro tipos según la morfología de la faceta interna.
 - Tipo 1: carillas medial y lateral de tamaño parecido, ambas con suave concavidad.
 - Tipo 2: la faceta interna es de menor tamaño y de forma plana o ligeramente convexa.
 - Tipo 3: faceta interna muy reducida y convexa, casi vertical.
 - Tipo 4: forma de “gorra de cazador”. Ausencia de cresta medial.



Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3

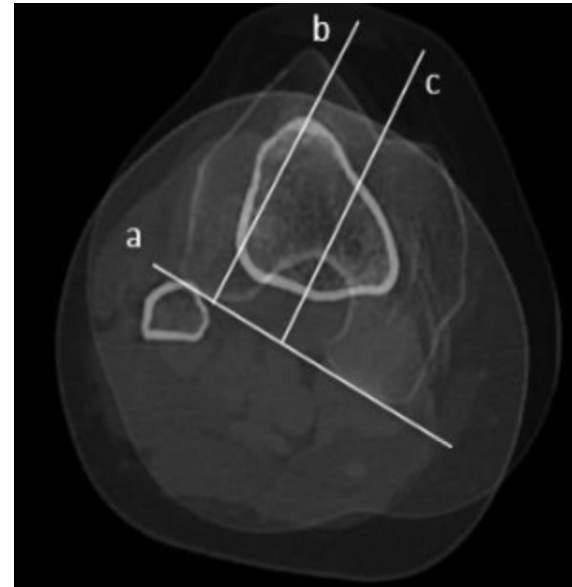
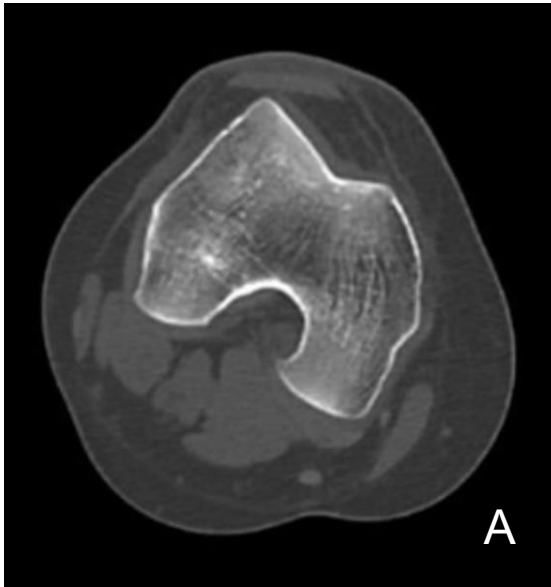


Tipo 4

5. Factores anatómicos

5.3 Distancia surco troclear – tubérculo tibial anterior (TA-GT)

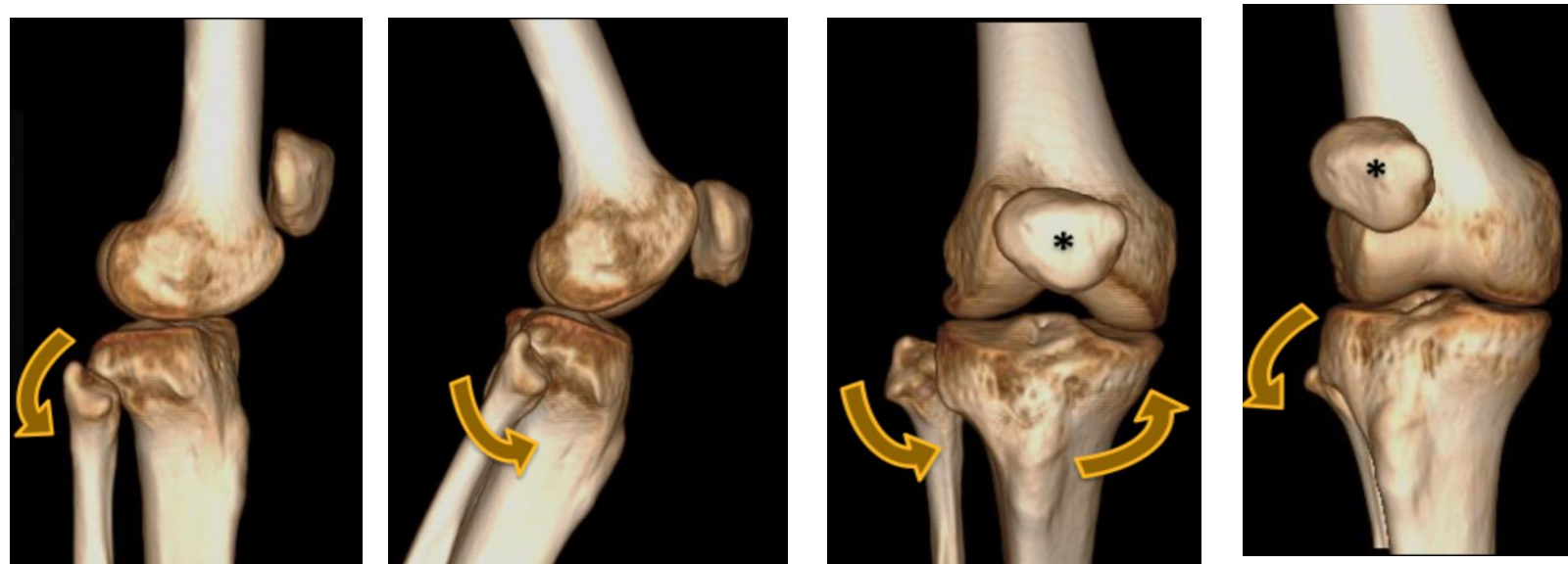
- Determina el valgo del aparato extensor.
- La posición del tubérculo tibial es crucial para contrarrestar la fuerza inferolateral que recae sobre la patela durante la flexión.
- Se calcula con superposición de cortes axiales en extensión en TC o RM, realizados a distintos niveles
- La distancia normal es $< 20\text{mm}$.



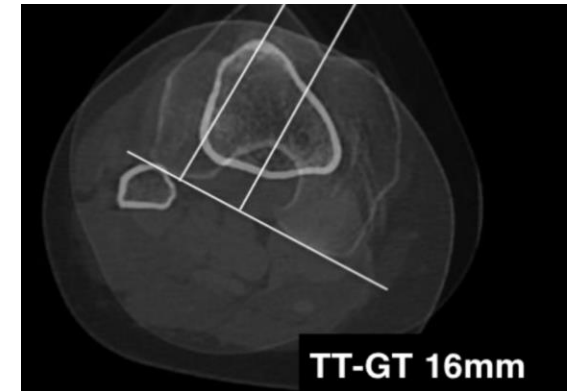
- Primer corte en tróclea proximal (A), donde la vertiente lateral es dos tercios de la medial ("Arco romano").
- Segundo corte (B): a través de tuberosidad tibial anterior.
- Se trazan dos líneas paralelas, una a través del punto más profundo del surco troclear y otra a través del centro de la tuberosidad tibial anterior. Ambas son proyectadas sobre una línea tangencial que pasa por los cóndilos femorales posteriores.

5. Factores anatómicos

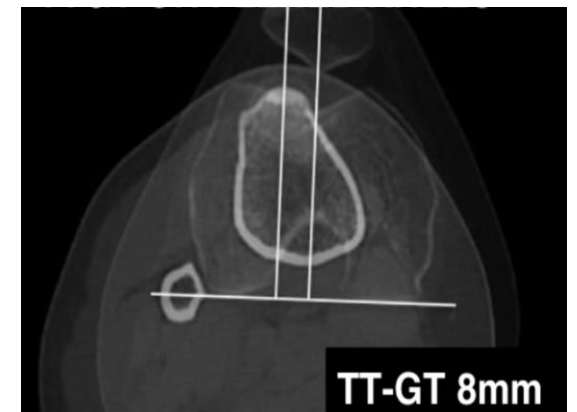
- TA-GT debe ser realizado siempre según protocolo estandarizado (**rodillas extendidas**) para evitar errores de medición.



Durante la flexión de la rodilla se produce una rotación interna de la tibia y el peroné con compromiso de la rótula, reduciéndose la distancia TA-GT.



Extensión

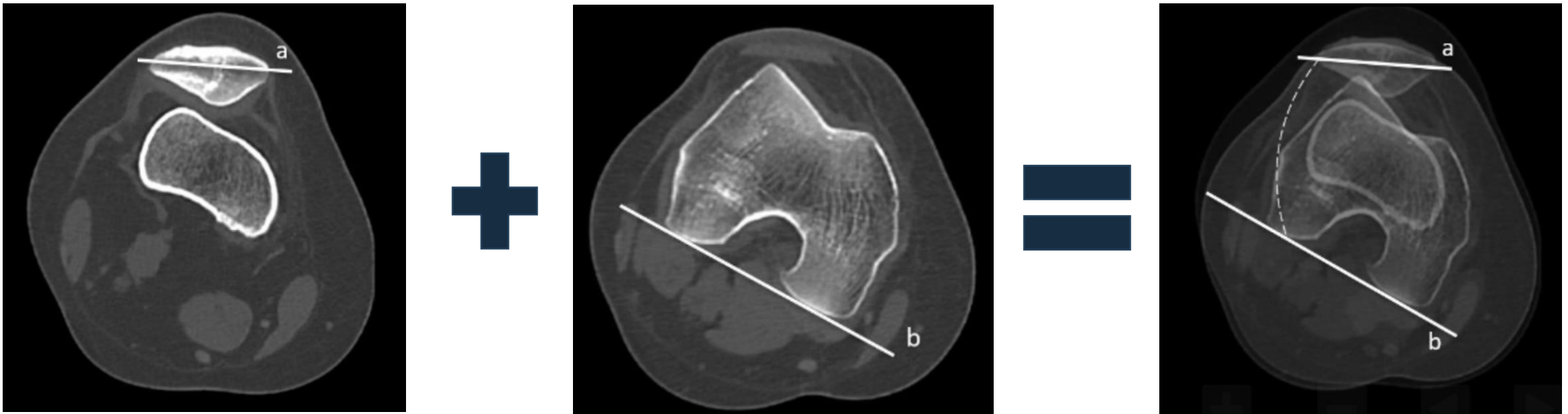


Flexión

5. Factores anatómicos

5.4 Relación rótula – tróclea: *tilt patelar*

- Indica la inclinación lateral de la rótula y se relaciona con disfunción femoro-patelar.
- Ángulo formado entre la línea trazada en el eje transverso de la rótula (A) y la línea bicondílea posterior (B).
- La manera más exacta de medirlo es con TC, con las rodillas extendidas
- Valor normal: $< 20^\circ$



6. Más allá de lo clásico

- La evaluación de todo el eje mecánico axial del miembro inferior es fundamental en el estudio de la disfunción patelo - femoral.

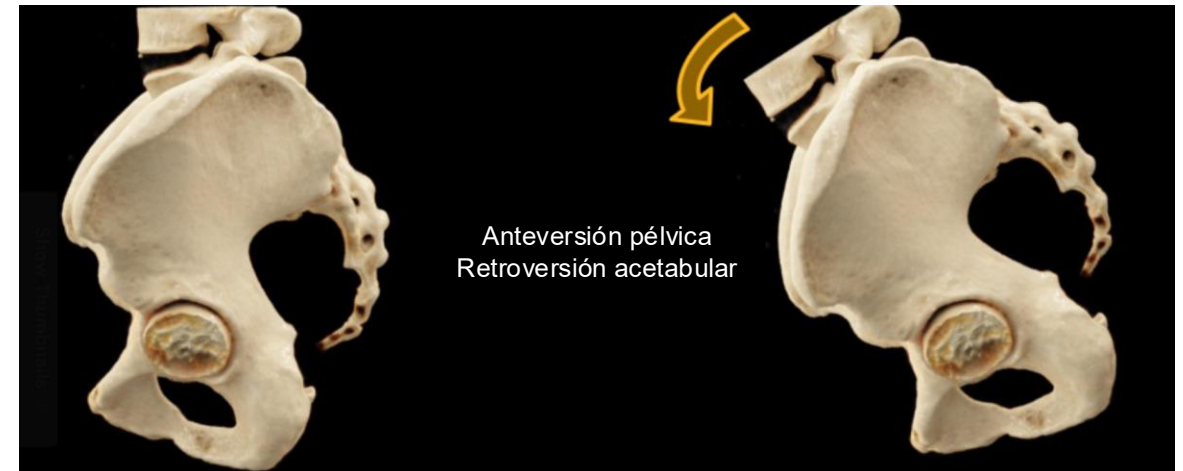
Otros factores que influyen en la disfunción patelo-femoral son

- Anteversión pélvica
 - Rotación femoral interna
 - Torsión tibial y femoral
 - Desviación en valgo
 - Recurvatum
 - Rotación femorotibial
 - Potencia muscular
- Nuevos procedimientos quirúrgicos de corrección de las anomalías rotacionales axiales han demostrado ser beneficiosas en casos severos, como las osteotomías femoro-tibiales con reconstrucción del ligamento patelofemoral medial, permitiendo la corrección de la anomalía rotacional y la desviación axial del miembro inferior.
-

6. Más allá de lo clásico

6.1 Anteversión pélvica

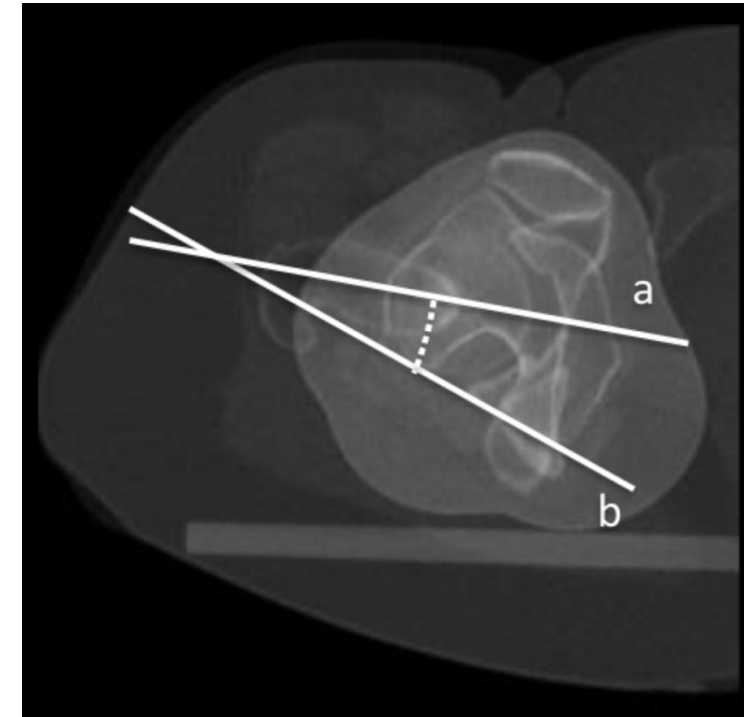
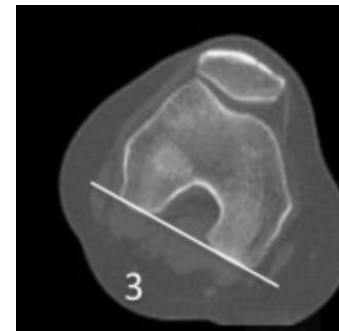
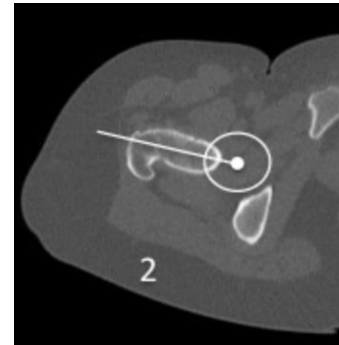
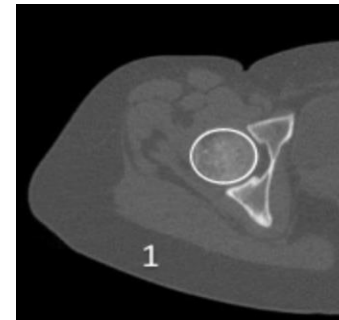
- La anteversión pélvica causa una retroversión acetabular y secundariamente una rotación interna del fémur.
- La rotación interna del fémur aumenta la fuerza de tracción del cuádriceps sobre el tendón patelar y secundariamente el ángulo Q.



6. Más allá de lo clásico

6.2 Torsión femoral

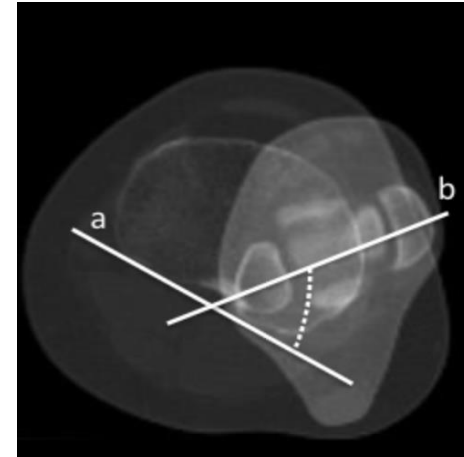
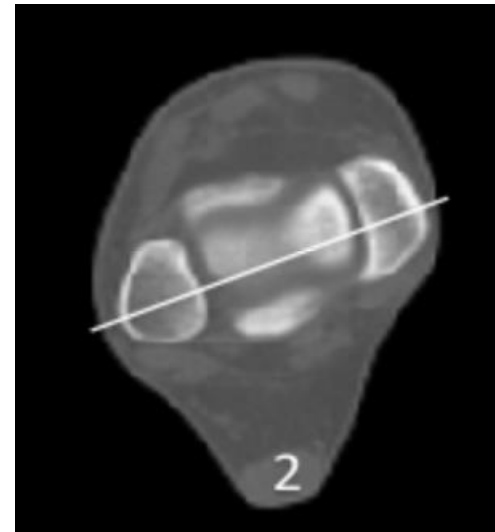
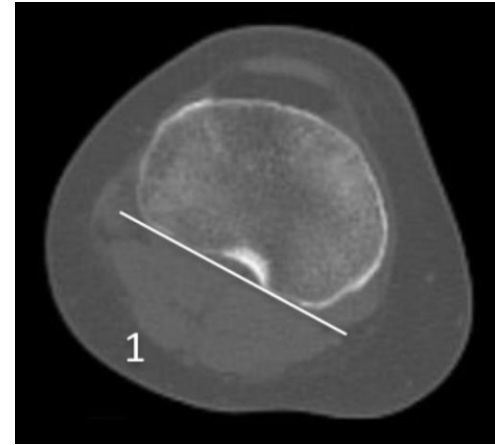
- Aumenta el ángulo Q por la rotación interna del fémur y el desplazamiento del eje del cuádriceps hacia medial.
- Se obtiene superponiendo tres cortes axiales:
 1. A la altura del borde inferior de la cabeza femoral
 2. A la altura del cuello femoral
 3. Línea bicondílea posterior
- Se traza una línea que conecte centro y cuello de cabeza femoral (1,2) y se mide el ángulo respecto a la línea bicondílea posterior (3).
- Valor normal: 7-24 °



6. Más allá de lo clásico

6.3. Torsión tibial

- Relacionada con la rotación externa de la tibia, que aumenta el ángulo Q al desplazar el tubérculo tibial hacia lateral.
- Se obtiene superponiendo dos cortes axiales:
 1. Posterior a epífisis tibial proximal
 2. Altura de eje bimaleolar (entre centro de pilón tibial y centro de incisura fibular).
- Valor normal: 21-38°



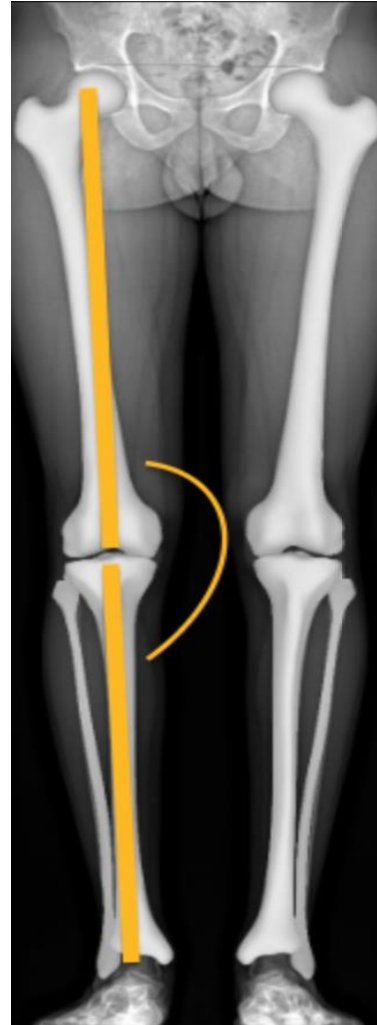
6. Más allá de lo clásico

6.3. Eje mecánico axial

- Para la valoración el eje mecánico axial los **estudios en carga** son fundamentales.

Influencia sobre la disfunción patelo-femoral

- Cambios en el eje mecánico axial alteran el ángulo Q y las fuerzas de tracción lateral de la rótula.
- ¿Cómo se valora ?
 - El eje mecánico axial se puede valorar en el plano frontal o sagital, permitiendo el diagnóstico de la desviación en varo/valgo así como la flexión o recurvatum.
 - El eje mecánico axial es la línea desde el centro de la articulación proximal hasta el centro de la articulación distal.



Eje mecánico axial

6. Más allá de lo clásico

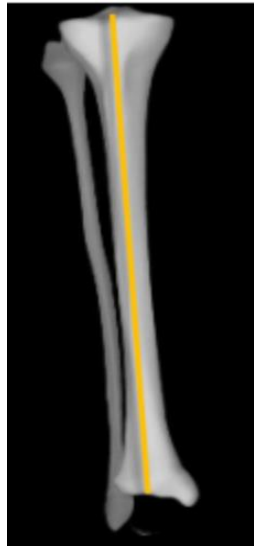
6.3. Eje mecánico axial

Varo / Valgo

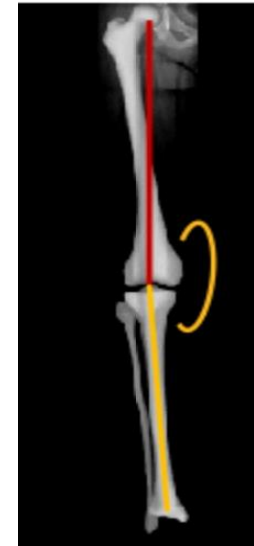
- **Eje mecánico axial del fémur:** línea desde el centro de la cabeza femoral hasta la línea escotadura intercondílea. (A)
- **Eje mecánico de la tibia:** línea desde el centro de la espina tibial hasta el centro del techo tibial del tobillo. (B)
- **Eje mecánico axial del MI:** ángulo entre el eje axial del fémur y la tibia. (N 1.2 +/- 2cm) (C)



A



B



C

7. CONCLUSIÓN

- La patología de la articulación patelo-femoral es **multifactorial**, tiene distintas formas de presentación clínica y es motivo frecuente de consulta en los servicios de Traumatología.
 - El estudio por imagen incluye la combinación de diferentes medidas y herramientas diagnósticas.
 - El abordaje diagnóstico debe de ir **más allá de las clásicas medidas de la rodilla**, incluyendo la valoración de la pelvis y de todo el eje mecánico del miembro inferior.
 - Una **evaluación global** de la pelvis y el miembro inferior mejora la precisión diagnóstica y la planificación quirúrgica en casos complejos.
-