



ESTUDIO DE LA ALINEACIÓN ROTACIONAL DEL MIEMBRO INFERIOR: UNA ACTUALIZACIÓN PARA EL RADIÓLOGO

Joan Carles Vilanova Busquets¹
Cristina Vilanova Badosa²
Ivan García Duitama²
Jesús Ares Vidal²
Joan Carles Monllau García²
Albert Solano López²



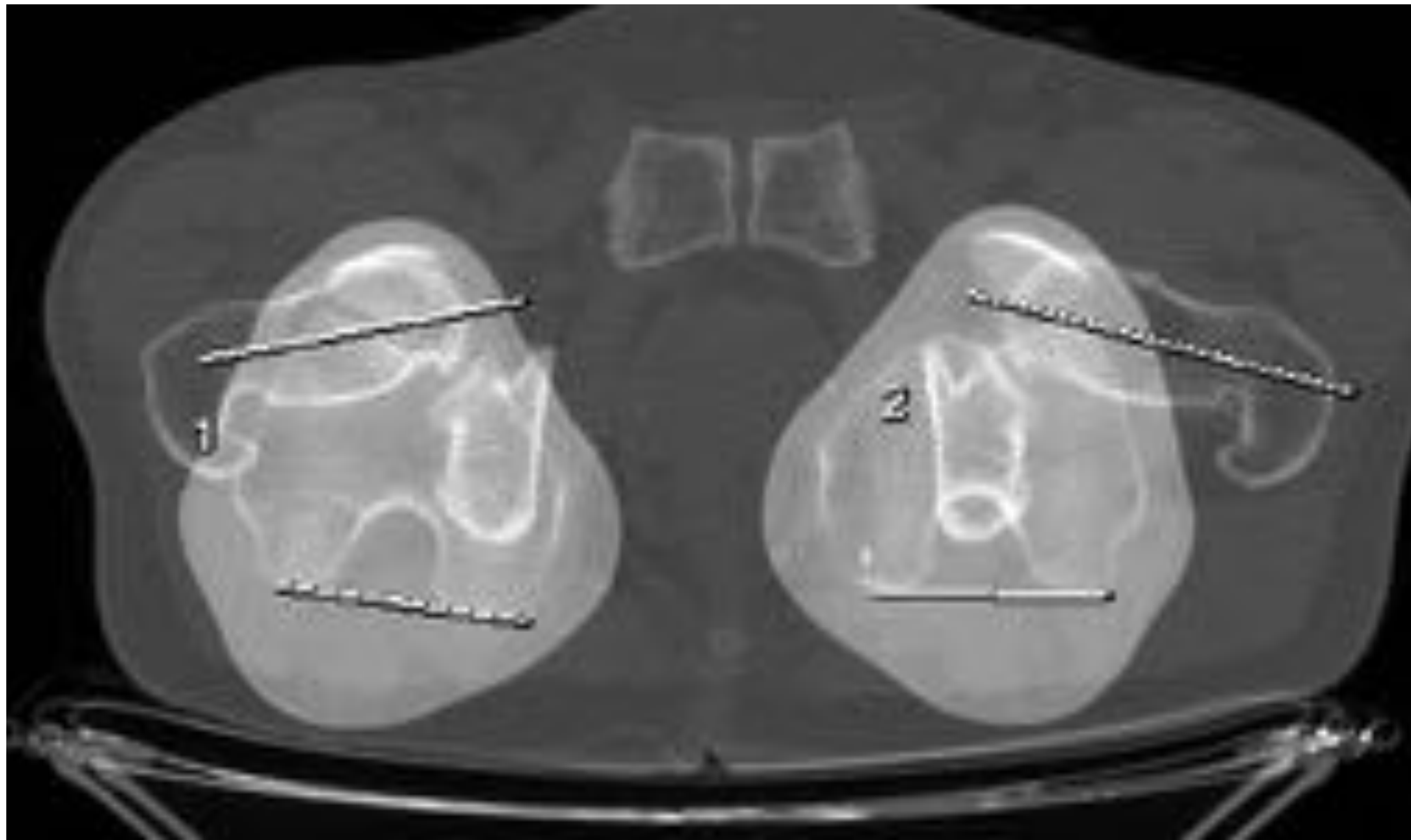
- 1. Clínica Girona - IDI, Girona, España*
- 2. Hospital del Mar, Barcelona, España*

OBJETIVO DOCENTE

- Definir y diferenciar la versión y la torsión femoral.
- Evaluar los diferentes ejes femorales y de la rodilla y su importancia en la medición de la anteversión femoral.
- Definir cómo la anteversión femoral se calcula en diversas modalidades radiológicas con un énfasis especial en la TC.
- Describir la importancia clínica de la anteversión femoral y su impacto en el campo de la Radiología .

REVISIÓN DEL TEMA

El **ángulo de anteversión femoral (AAF)** se define como el ángulo entre una línea imaginaria transversal que une el plano condíleo posterior del margen distal del fémur y una línea imaginaria transversal que pasa por el centro de la cabeza y del cuello femoral. (Fabry et al, 1973) (1)



Los valores normales del ángulo de anteversión femoral tanto en niños como en adultos presentan una gran variabilidad en la literatura (2) que puede ser explicada tanto por las diferentes técnicas de imagen utilizadas en su estudio como en las diferencias poblacionales entre los diferentes estudios.

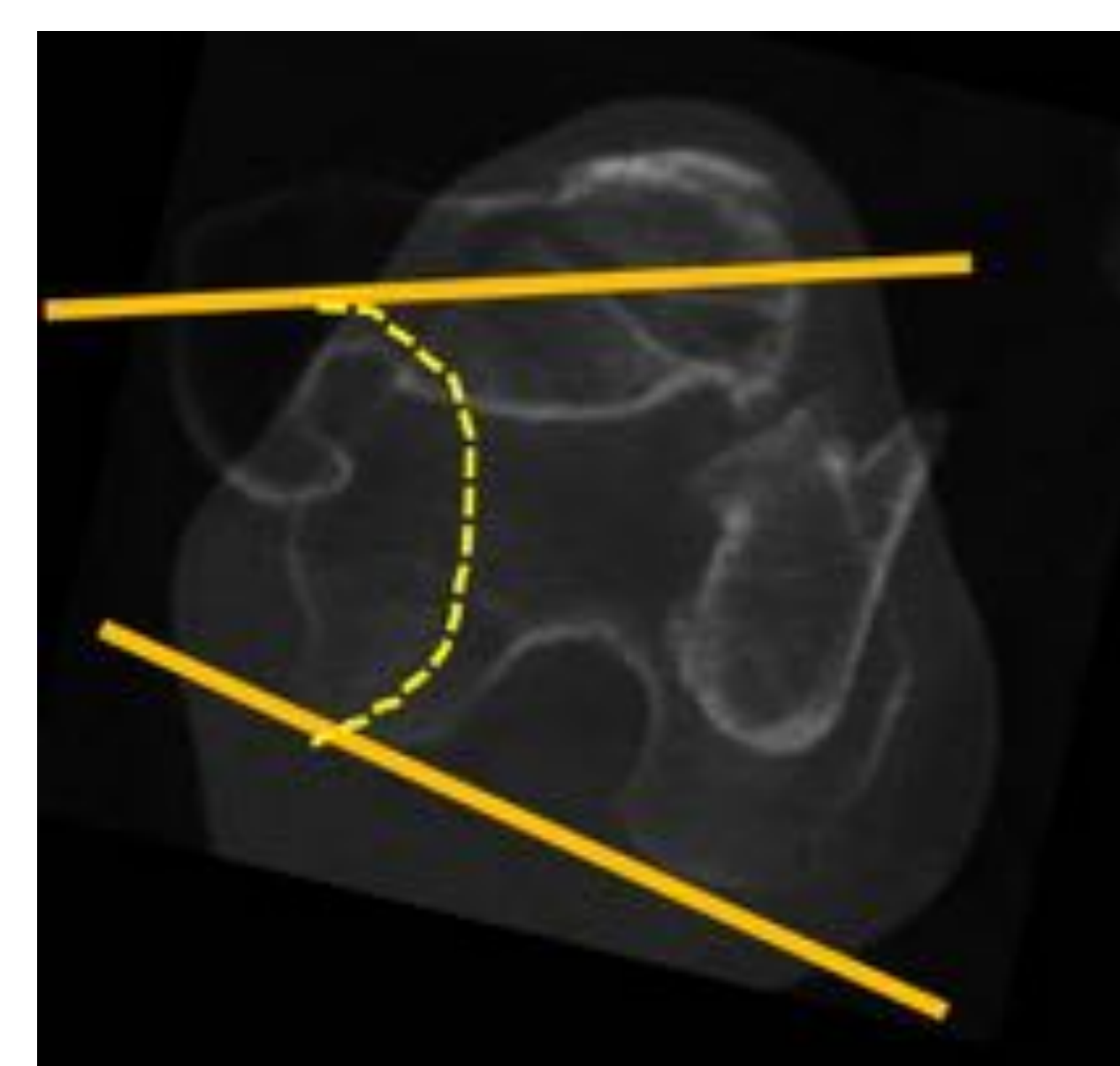
El valor de la anteversión femoral depende de numerosos factores interrelacionados entre sí, siendo los más importantes los factores genéticos, las fuerzas mecánicas, y la posición intrauterina del feto.

En adultos se acepta que los valores normales oscilan entre 8 y 15 grados, no obstante existe una variabilidad amplia en población sana y no son extraños valores superiores a los 30° en pacientes sin patología asociada(3)..

Se observa una disminución en el valor del ángulo de anteversión femoral desde el nacimiento, hasta la edad adulta.

Los valores medios son los siguientes:

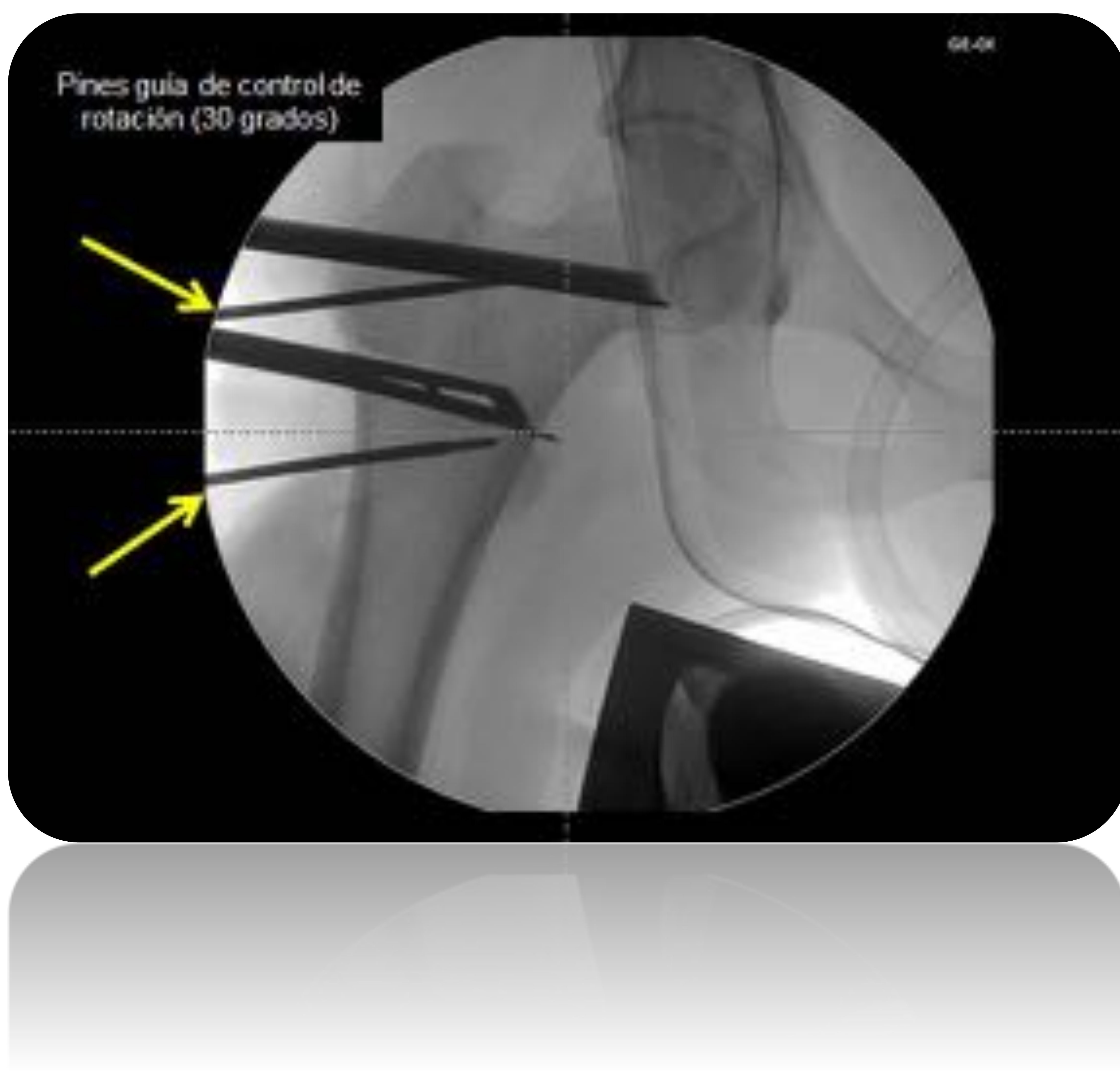
- * 31 grados al nacer.
- * 26 grados a los 5 años de edad.
- * 21 grados a los 9 años de edad.
- * 15 grados a los 16 años de edad.



Los valores del ángulo de anteversión femoral tienden a la simetría entre el lado derecho y el izquierdo.(4).

Los términos " **anteversión femoral** " y " **torsión femoral** " a menudo son usados de manera intercambiable en la literatura ortopédica, aunque representan entidades distintas desde un punto de vista anatómico. Mientras que la versión se refiere a la inclinación anterior del cuello femoral, la torsión describe la rotación del eje femoral (5).

La versión total femoral está compuesta de la versión del cuello femoral más la torsión del eje femoral, es por ello que la rotación axial en el cuello y el eje del fémur no pueden ser usadas por separado para predecir la versión total femoral. Dado que no existe consenso en el nivel anatómico de la corrección quirúrgica para todos los pacientes, puede resultar beneficioso en los pacientes en los cuales se plantea la posibilidad de una osteotomía correctora, conocer la contribución por separado de la versión y de la torsión para así poder aplicar un tratamiento más eficaz.(6)



Pese a presentar un número creciente de detractores, especialmente en el campo de la Radiología, se sigue aceptando que la regla oro en la obtención del **ángulo de la anteversión femoral** es la medición sobre hueso seco de acuerdo al **método de Kingley- Olmsted(7)**.

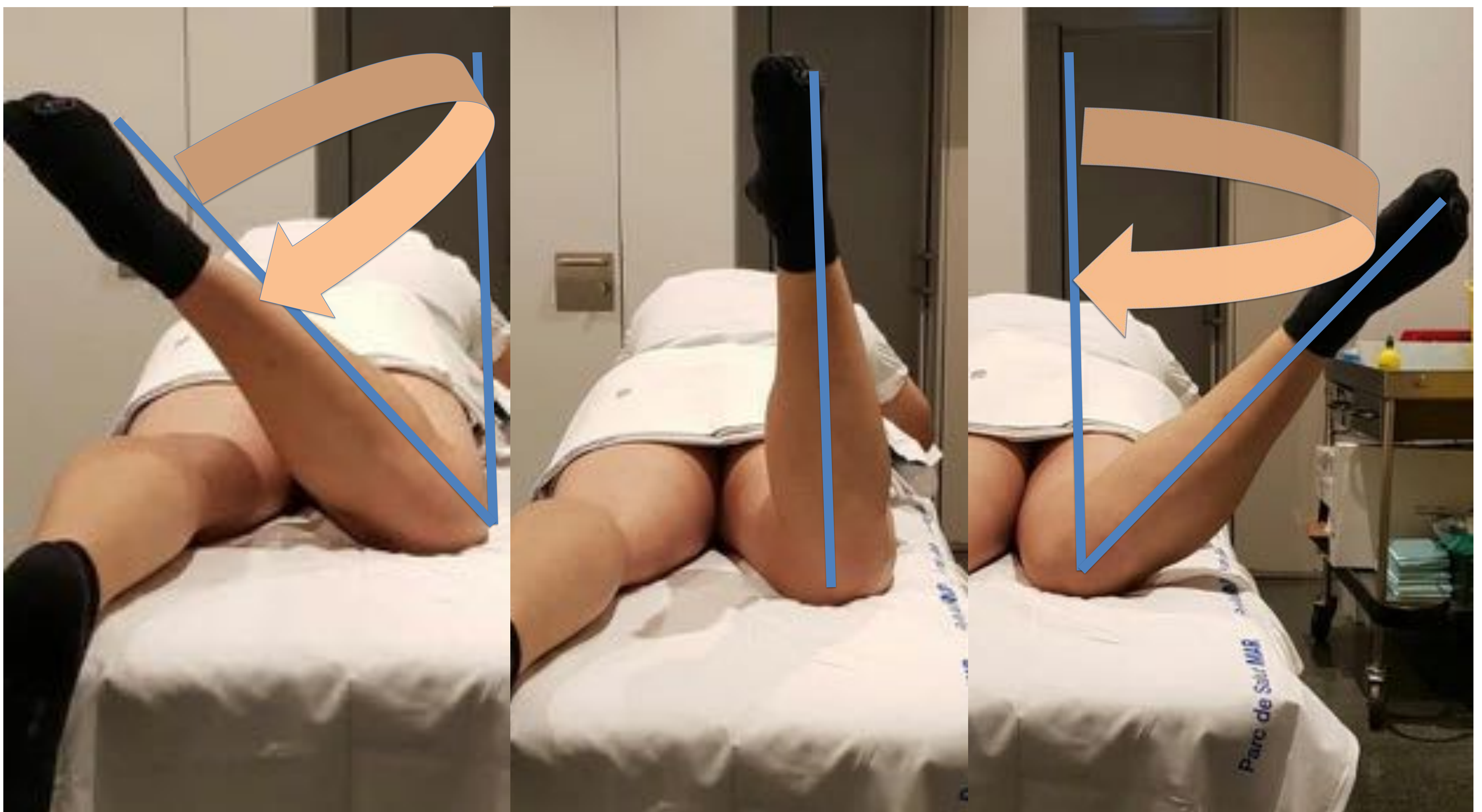
DETERMINACIÓN CLÍNICA E IMPORTANCIA DEL ÁNGULO DE ANTEVERSION FEMORAL

Existe una clara relación entre el movimiento de rotación de la cadera y el ángulo de anteversión femoral. Es por esta razón que los métodos clínicos para valorar una posible alteración en la anteversión femoral se basan en valorar la rotación interna y externa de la cadera. Dicho método pese a no ser muy preciso permite una estimación global de la anteversión femoral y tan solo aquellos pacientes cuyo trastorno plantee la opción quirúrgica serán sometidos a técnicas radiológicas.

Este test clínico debe ser evaluado no obstante con cautela ya que por ejemplo no puede ser aplicado a menores de tres años a partir de esta edad se considera que si existe una relación entre la rotación interna de la cadera y el ángulo de anteversión femoral.

De nuevo existen diferentes métodos para valorar clínicamente la anteversión femoral, en función de la posición del paciente en la camilla, siendo el más reconocido y aceptado el de Ruwe (8) que estima un error mínimo en relación a la regla oro de 4 grados.

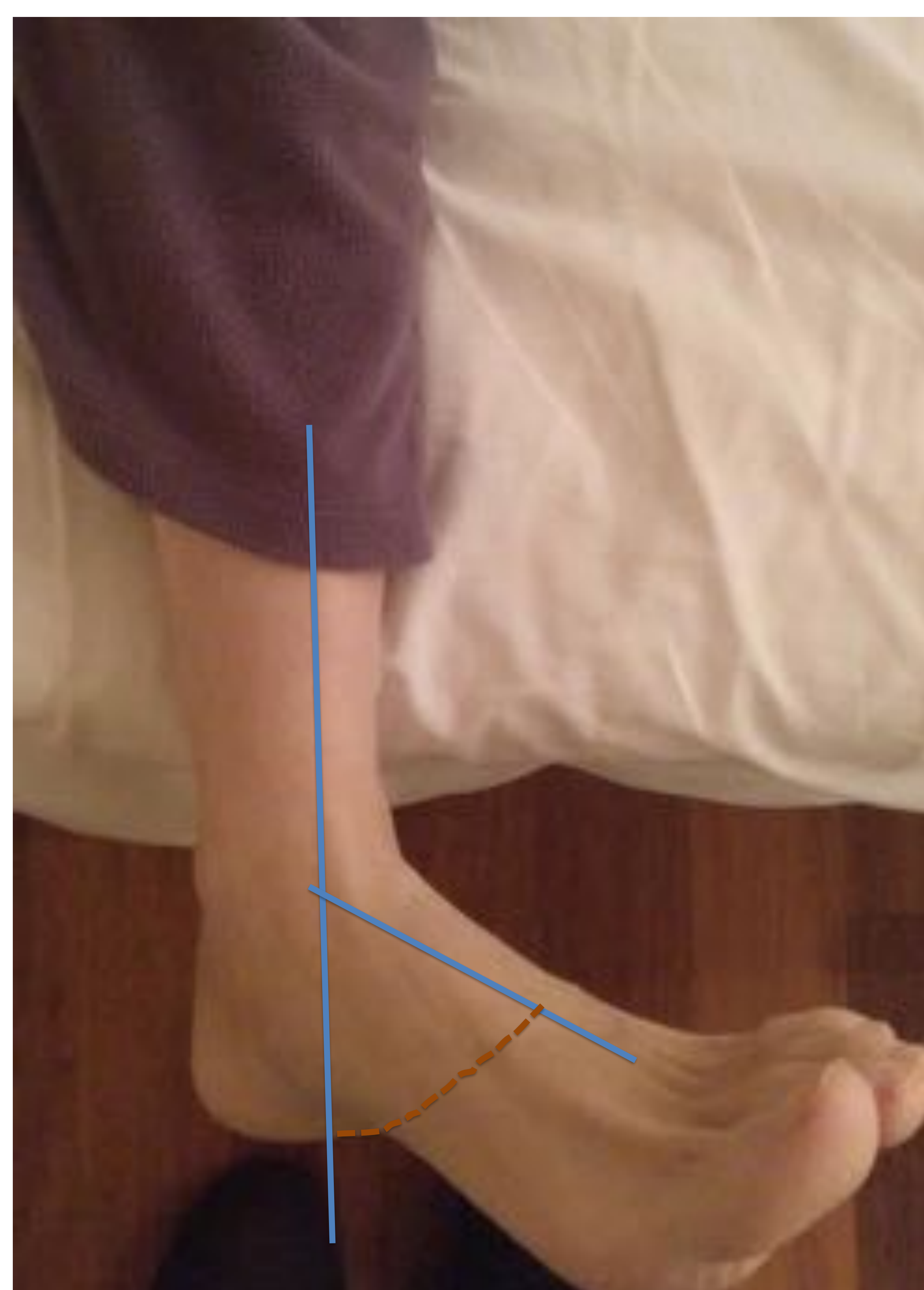
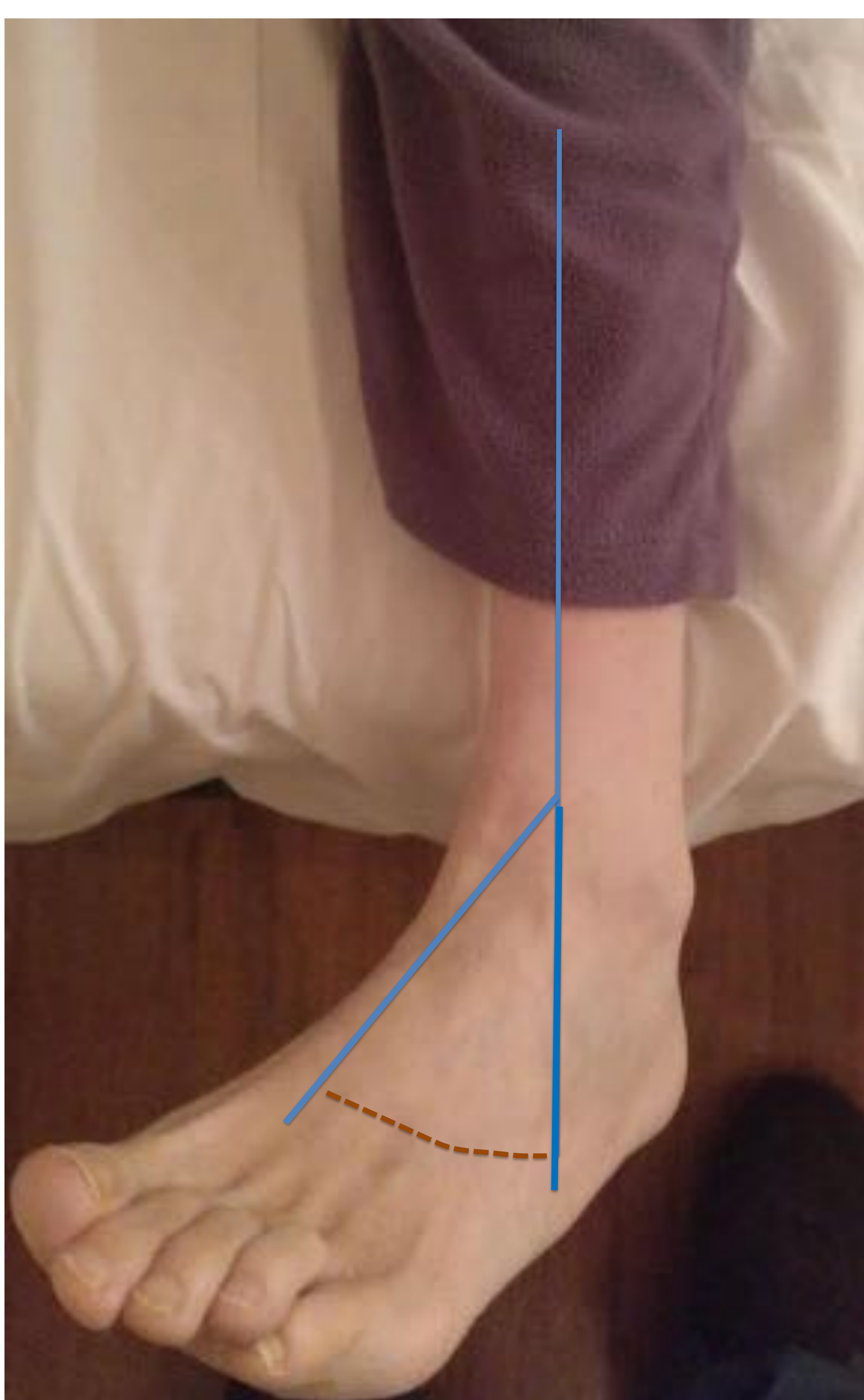
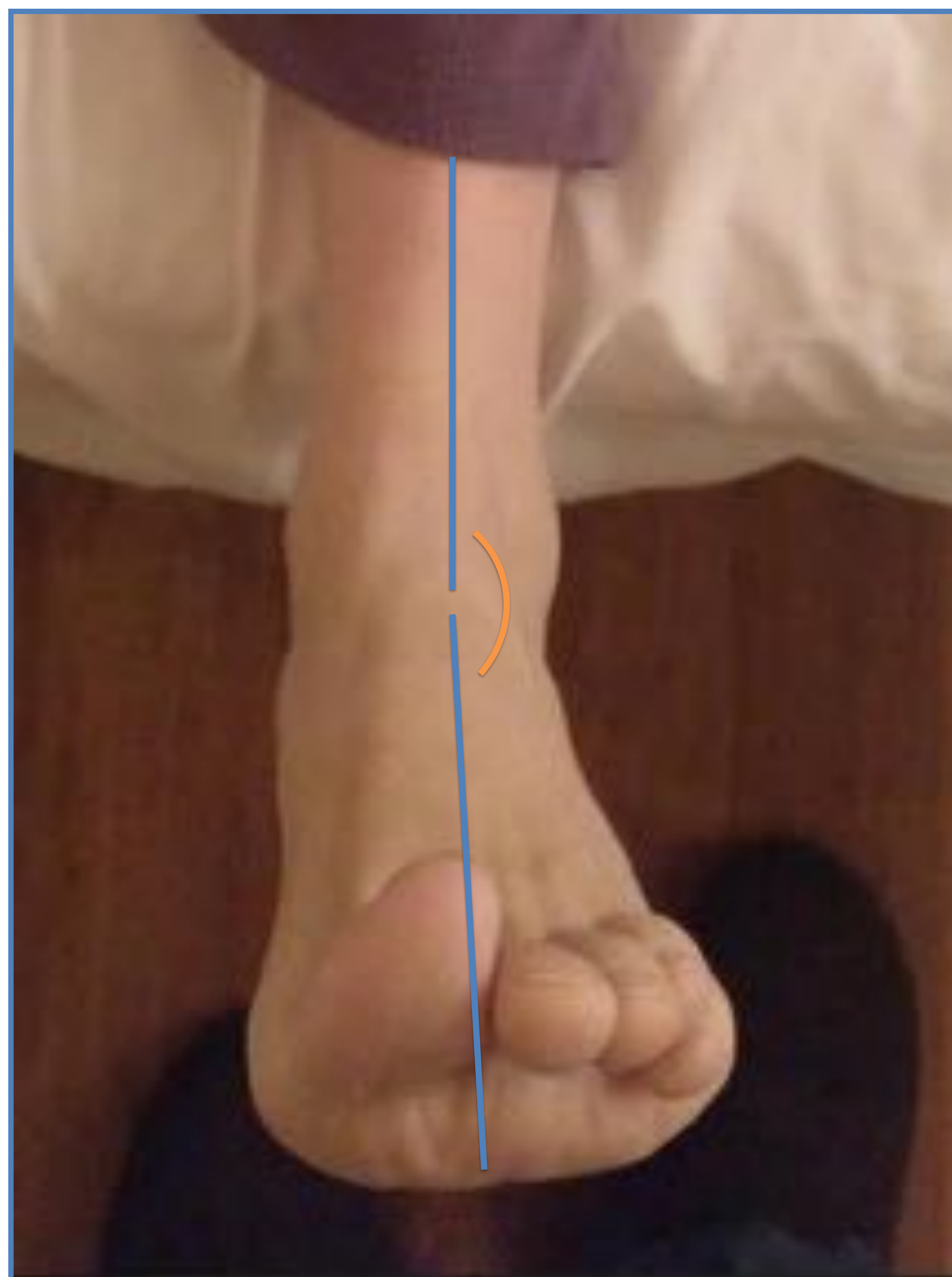
En general se estima que un aumento significativo en la rotación interna de la cadera se asocia a un aumento en la anteversión femoral.



En un estudio de correlación entre rotación pasiva de la cadera y anteversión femoral realizado por Kozic et al (9) los voluntarios fueron colocados en decúbito dorsal sobre la cama, con los miembros inferiores extendidos; la medición en este caso se realizó con un goniómetro situado en la planta del pie.

Staheli por el contrario realizó el estudio colocando al paciente en el decúbito ventral con la rodilla a 90 grados de flexión y el goniómetro situado en el margen posterior de la pantorrilla del paciente. (10).

Tonnis y Heinecke (11) examinaron a 152 pacientes adultos y de nuevo encontraron que la rotación de cadera estaba relacionada con el ángulo de anteversión femoral. Los pacientes con mayor rotación lateral que medial asociaban signos morfológicos de retroversión femoral mientras que aquellos con un aumento significativo de la torsión medial versus la lateral asociaban un aumento de la versión femoral.

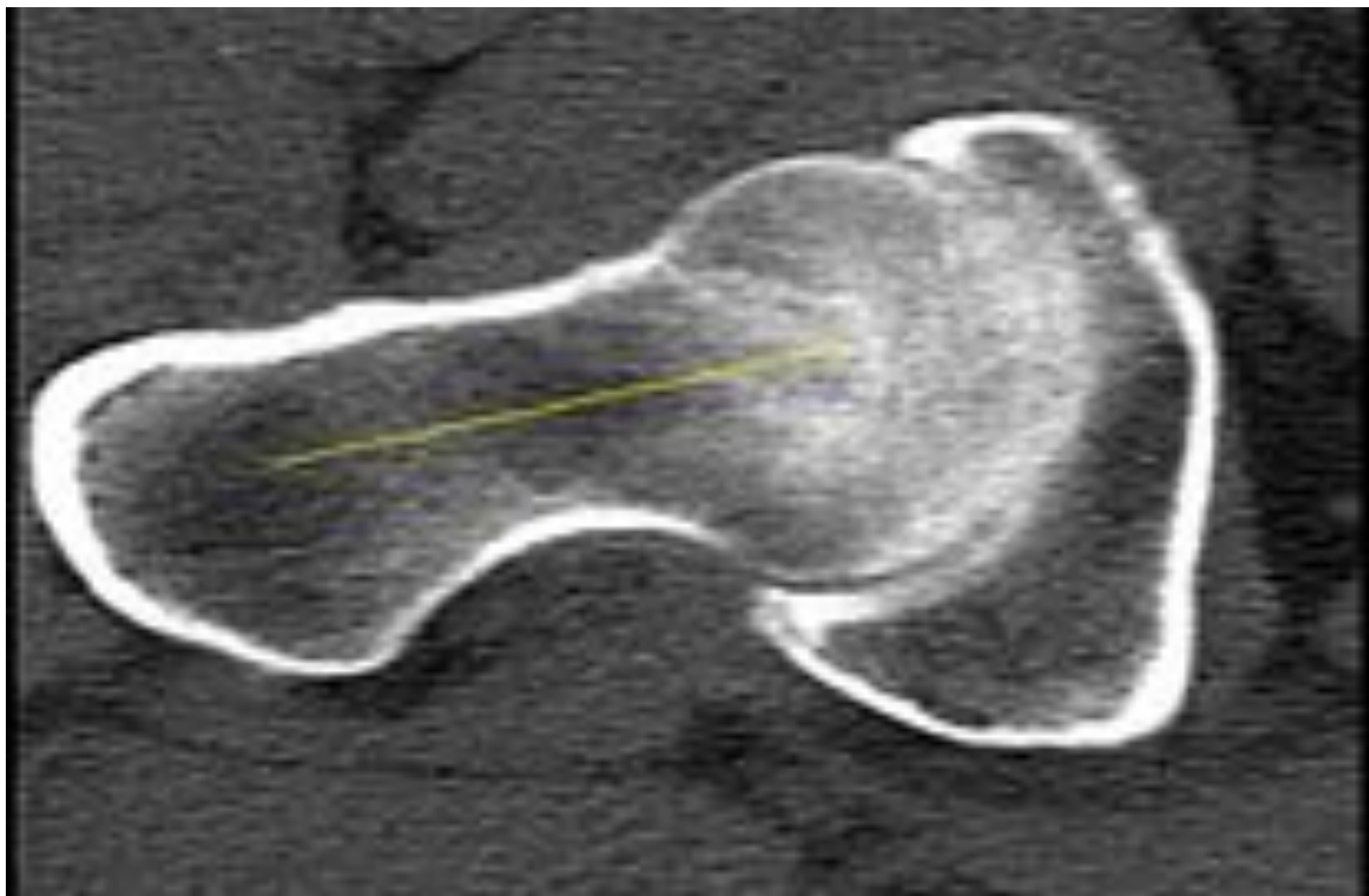


LA CONTRIBUCION DE LOS DIFERENTES SEGMENTOS DEL FEMUR A LA TORSION FEMORAL TOTAL.

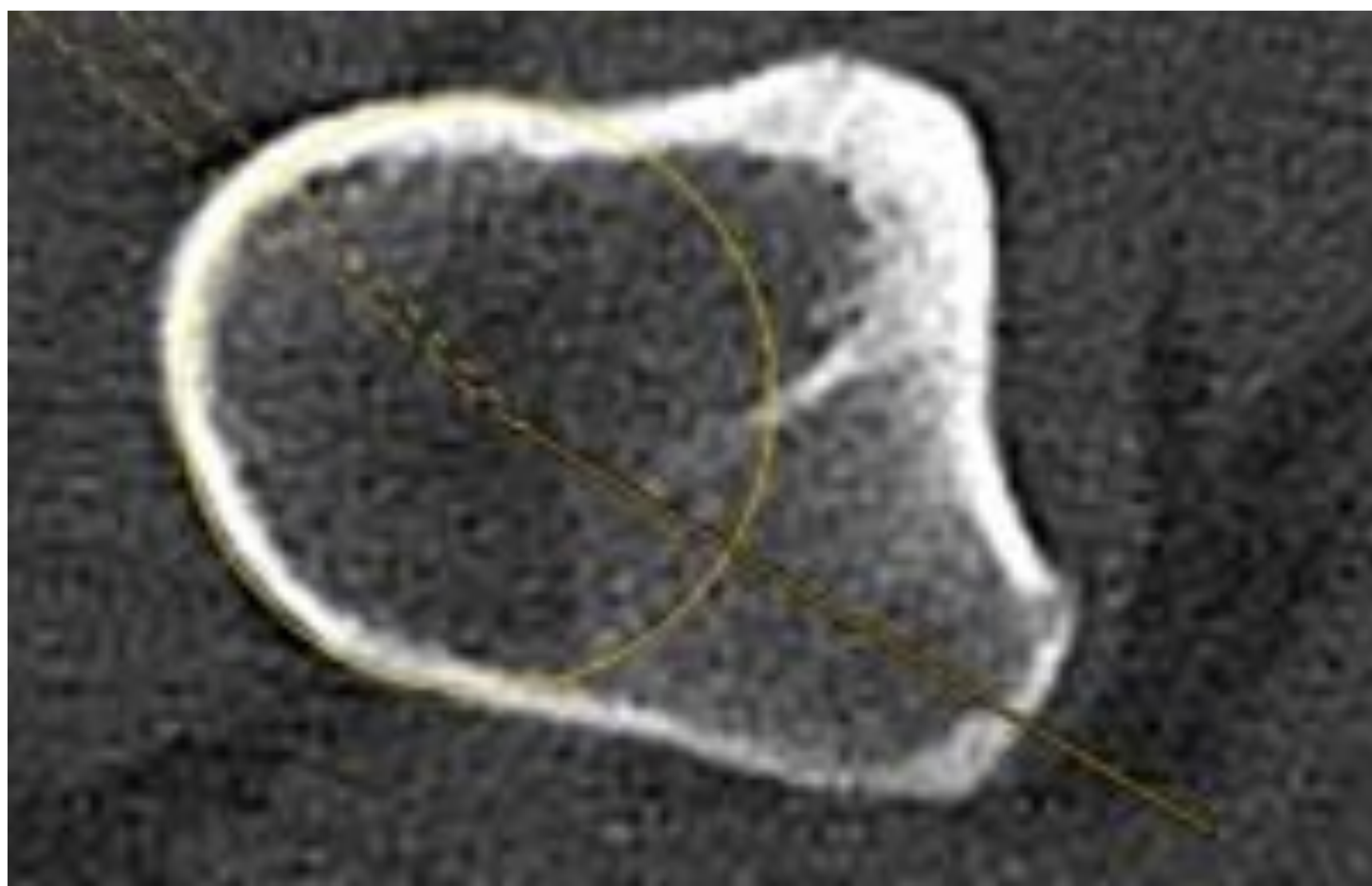
Fabry en 1973 estableció la definición por todos aceptada del ángulo de anteversión femoral y lo definió como el ángulo que se establece entre dos líneas imaginarias; una trazada a nivel bicondíleo posterior y una segunda línea que unía la cabeza y el cuello femoral. Fabry asumió que la torsión del cuello femoral contribuía de una forma casi exclusiva a la torsión femoral total.

Otros autores matizan que aunque la contribución del cuello es importante deben ser valorados al menos otros tres segmentos. El método más aceptado en la medición de la torsión femoral global es el de Seitlinger (14) el cual definió cuatro líneas.

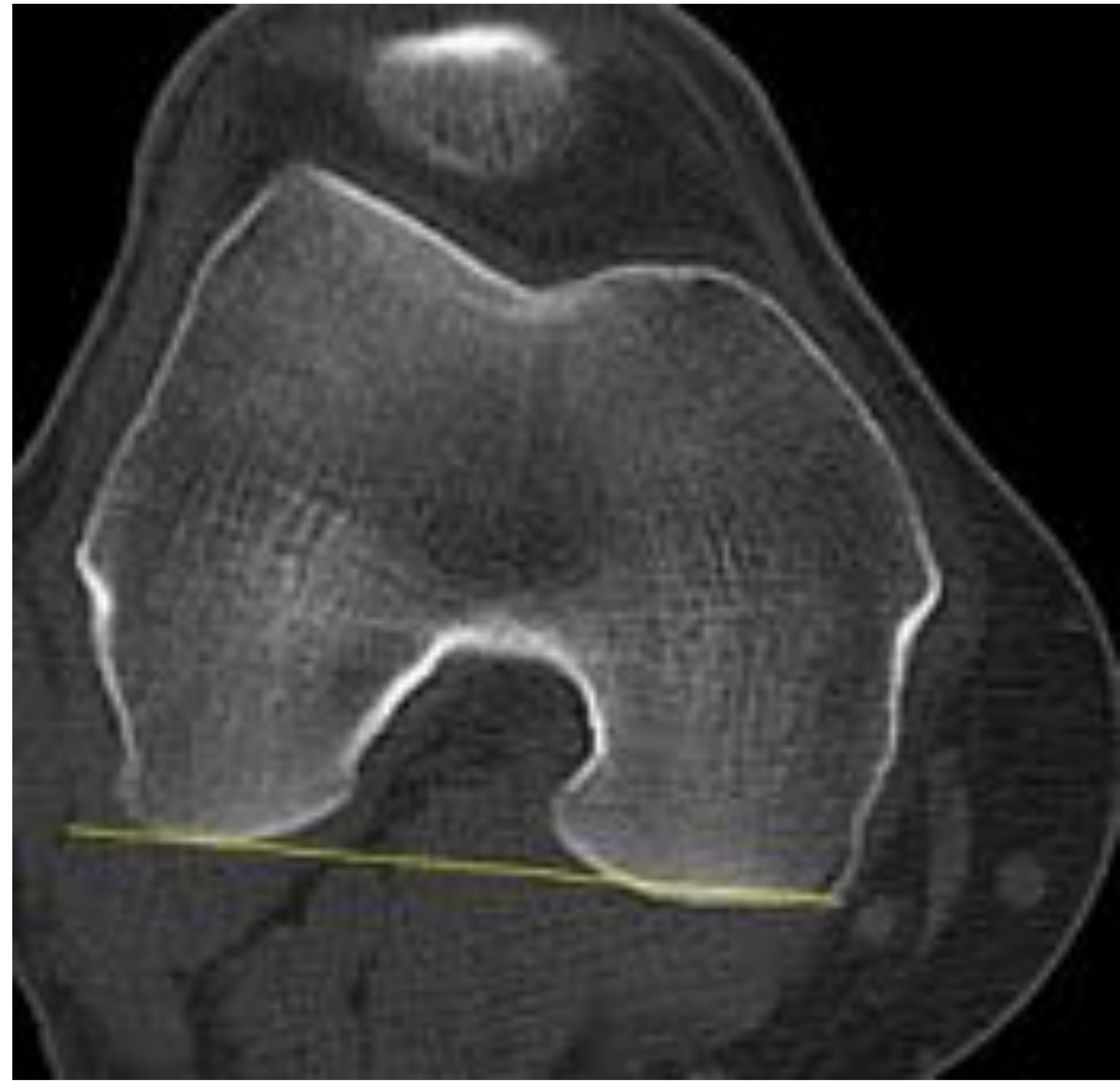
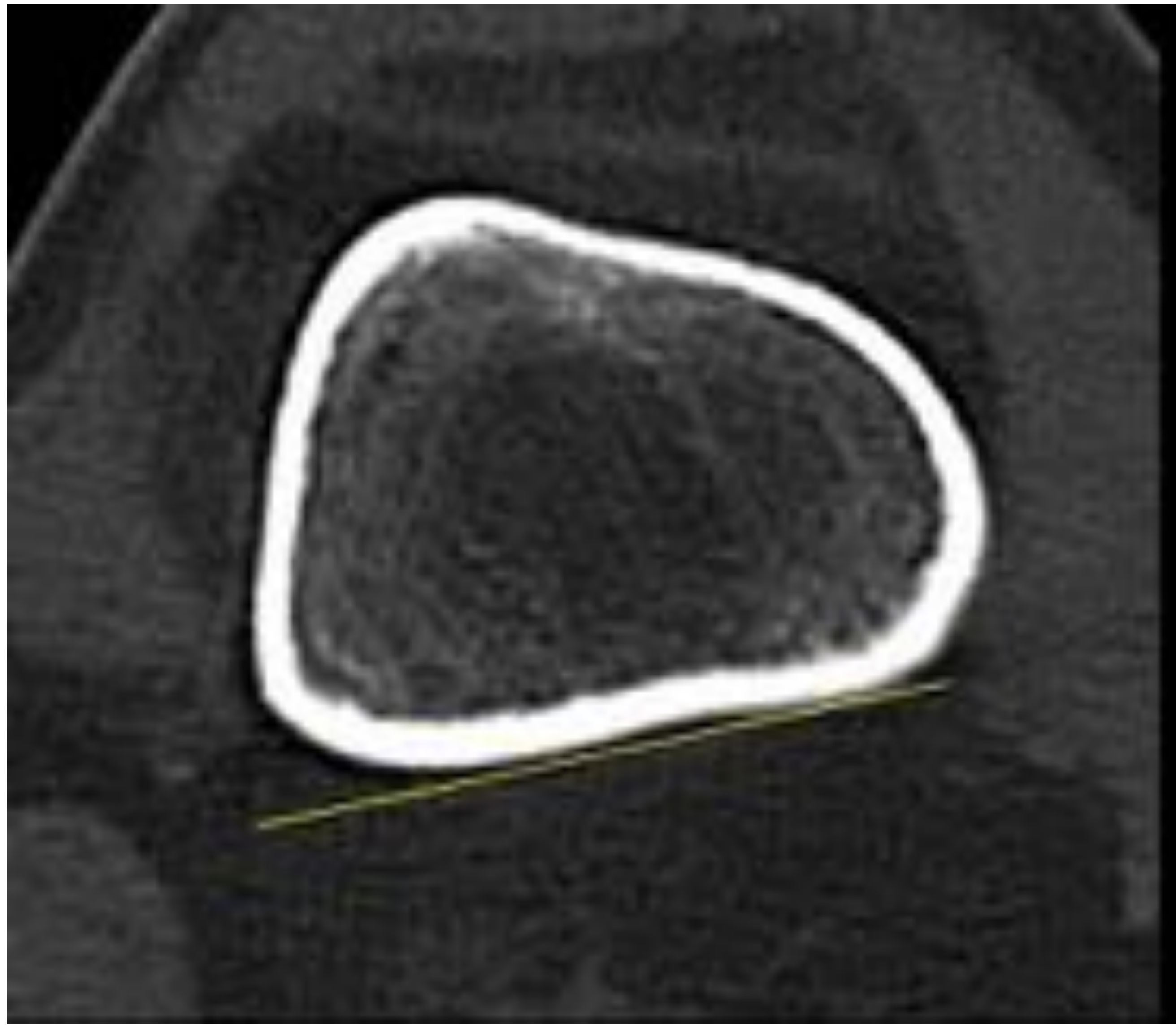
La primera línea se extiende del centro del cuello femoral al centro de la cabeza femoral y se conoce como (FN



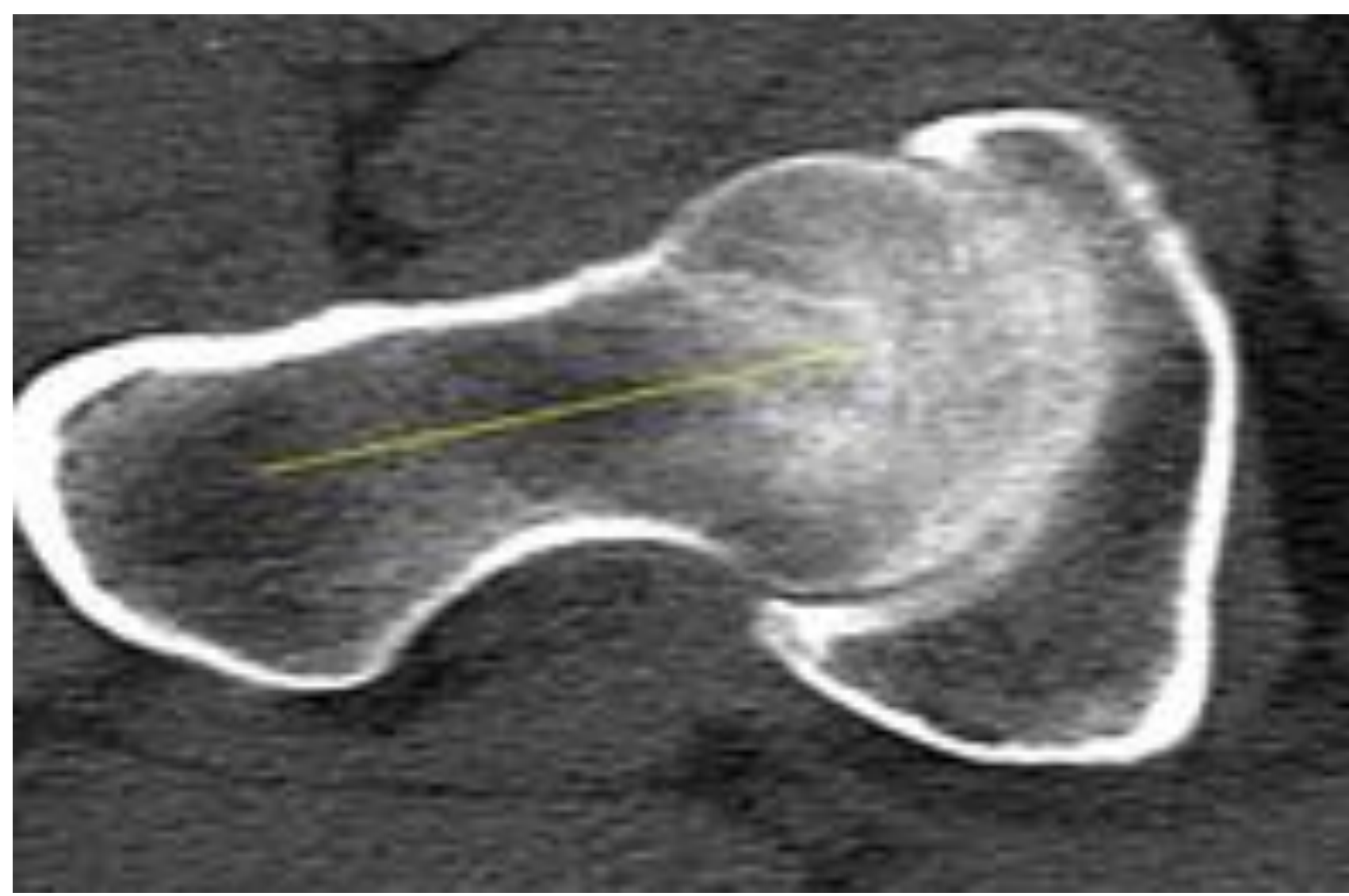
Una segunda línea fue dibujada desde el punto medio del trocánter menor (LT) y el centro del fémur. El centro del fémur fue definido como el punto medio de un círculo que cabe en el eje femoral.



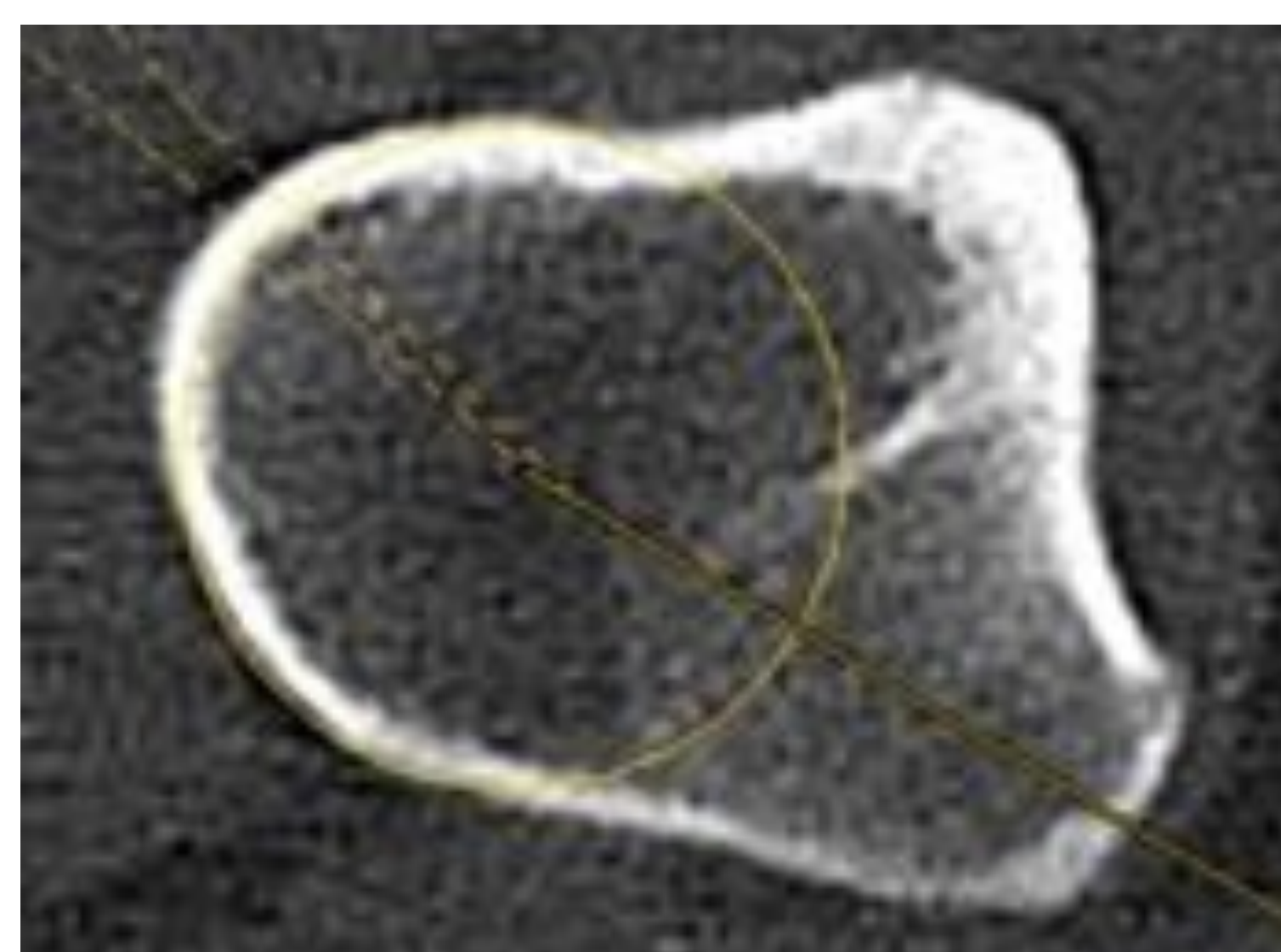
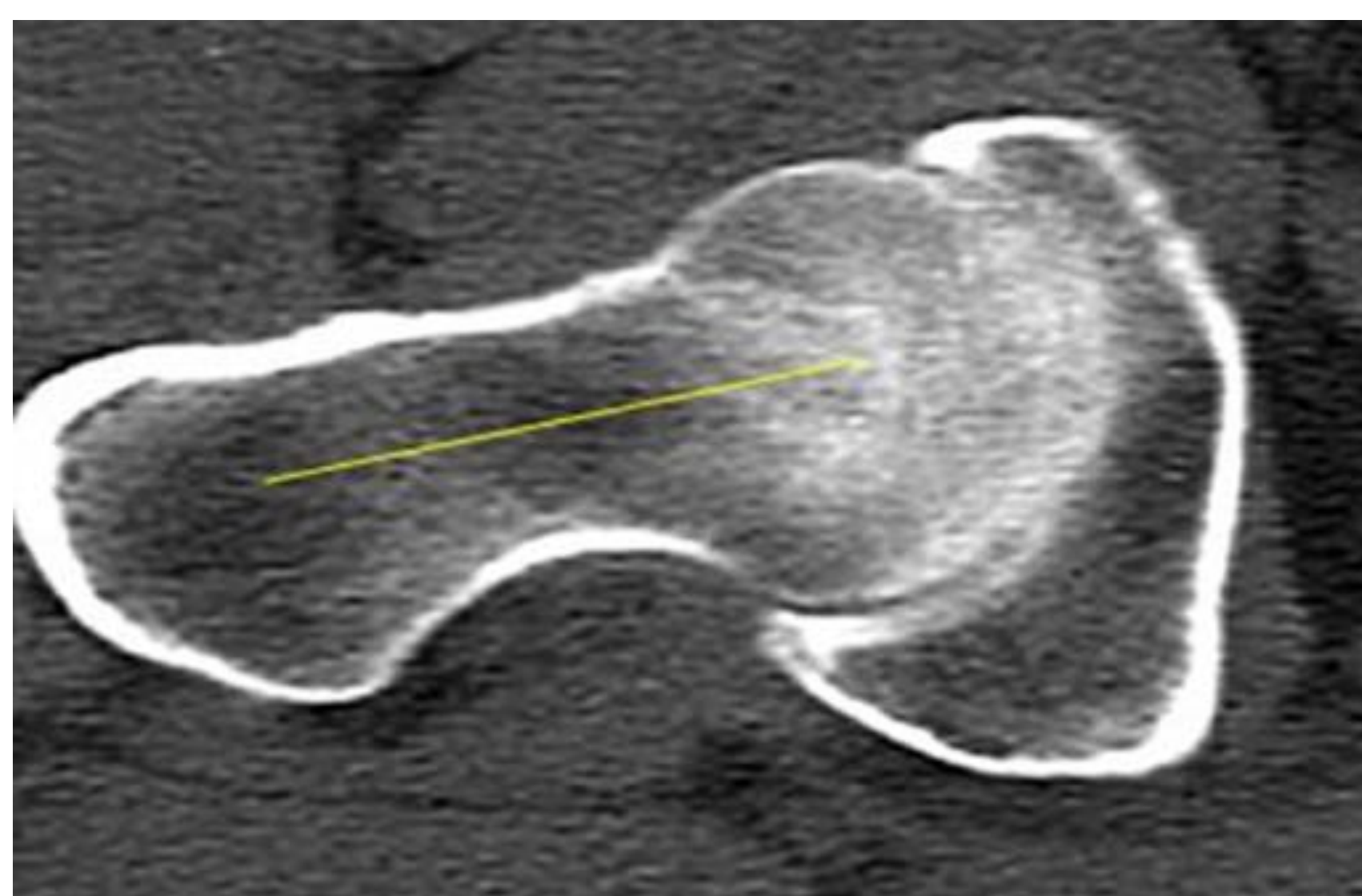
Una tercera línea era la tangente dibujada al aspecto posterior del fémur distal (DF) justo por encima de la inserción del gastrocnemius, y una cuarta línea era la tangente dibujada al margen condíleo posterior de acuerdo a la definición de Fabry (PCs)



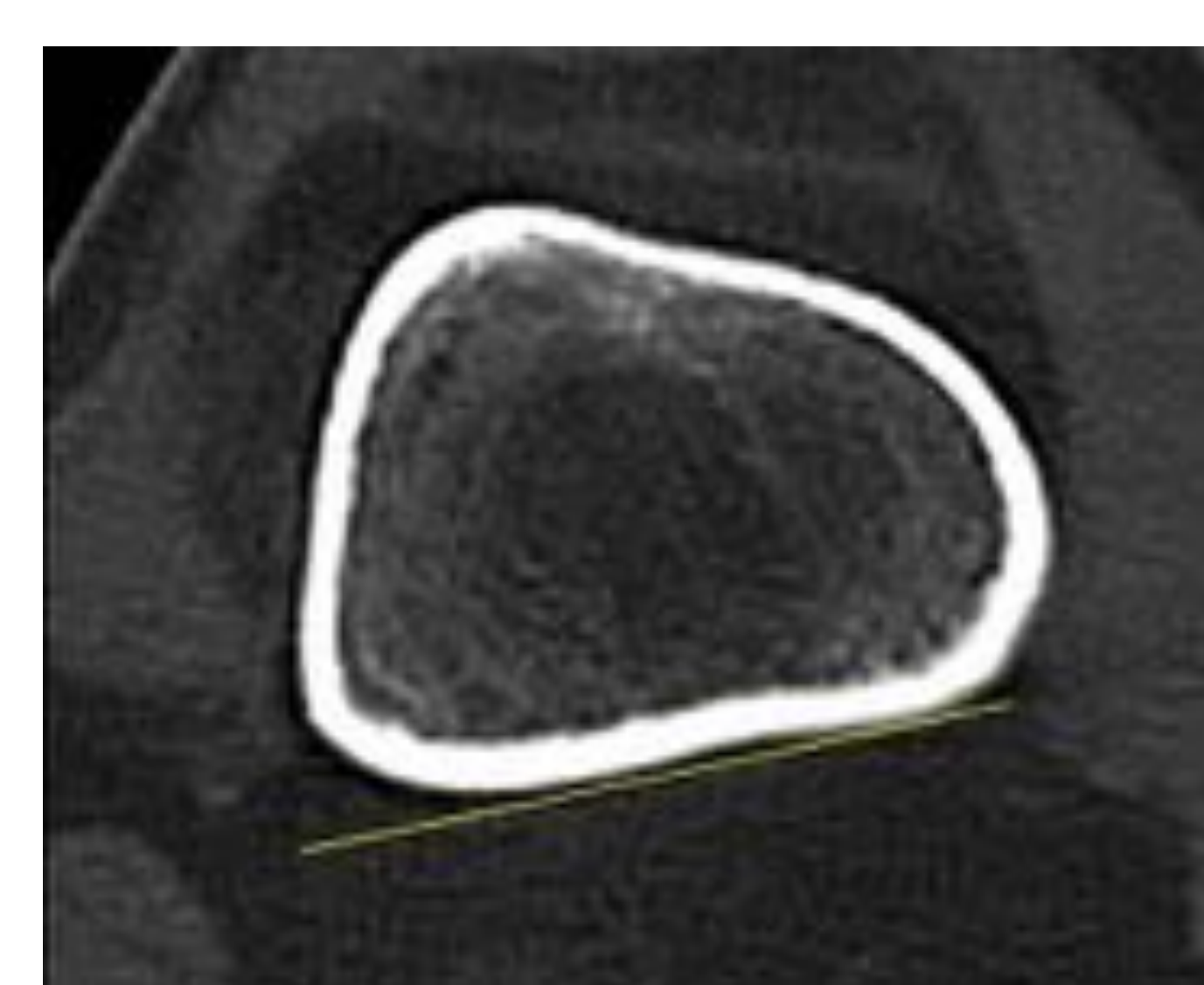
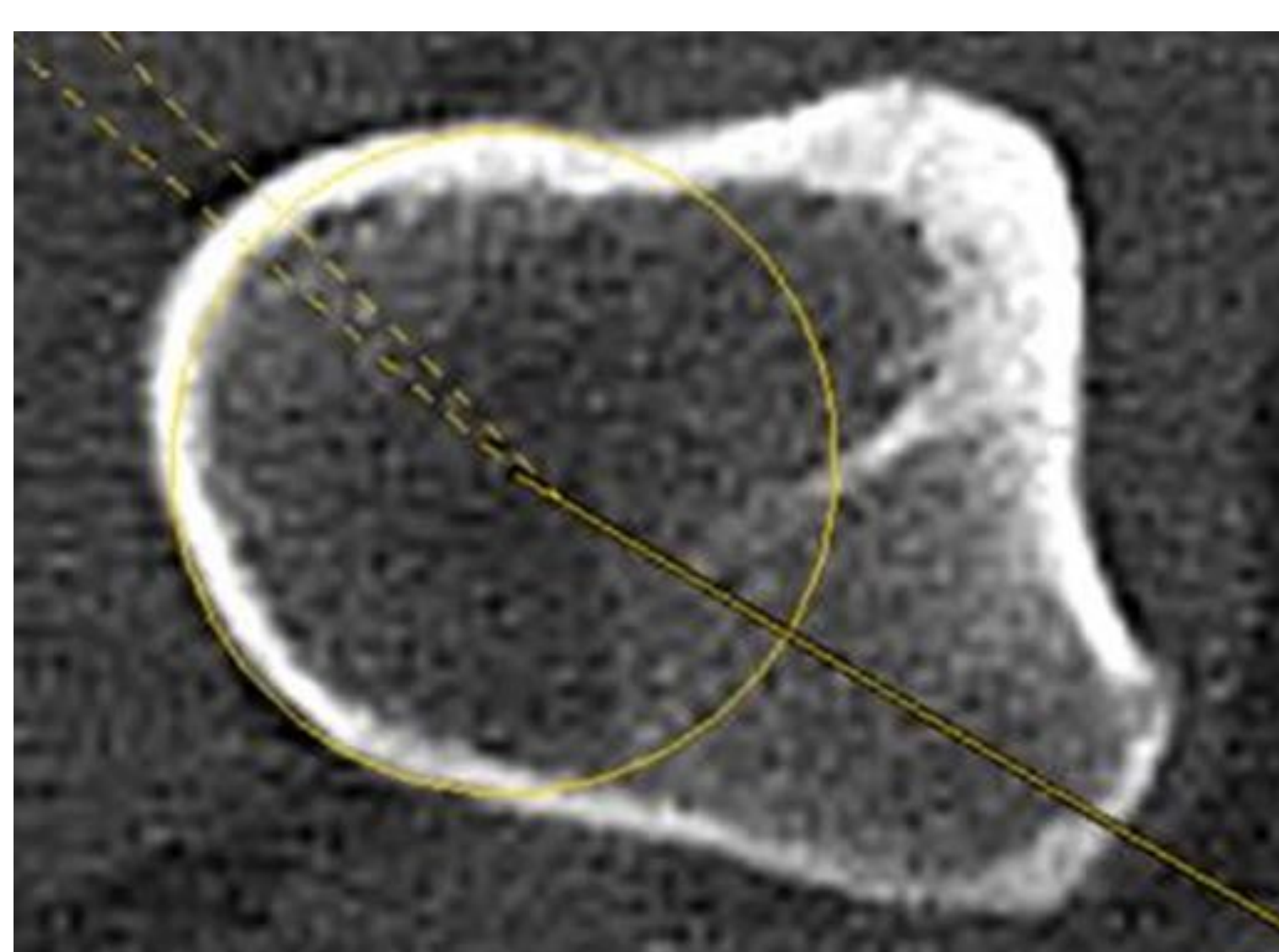
Dichas líneas generan los siguientes ángulos.



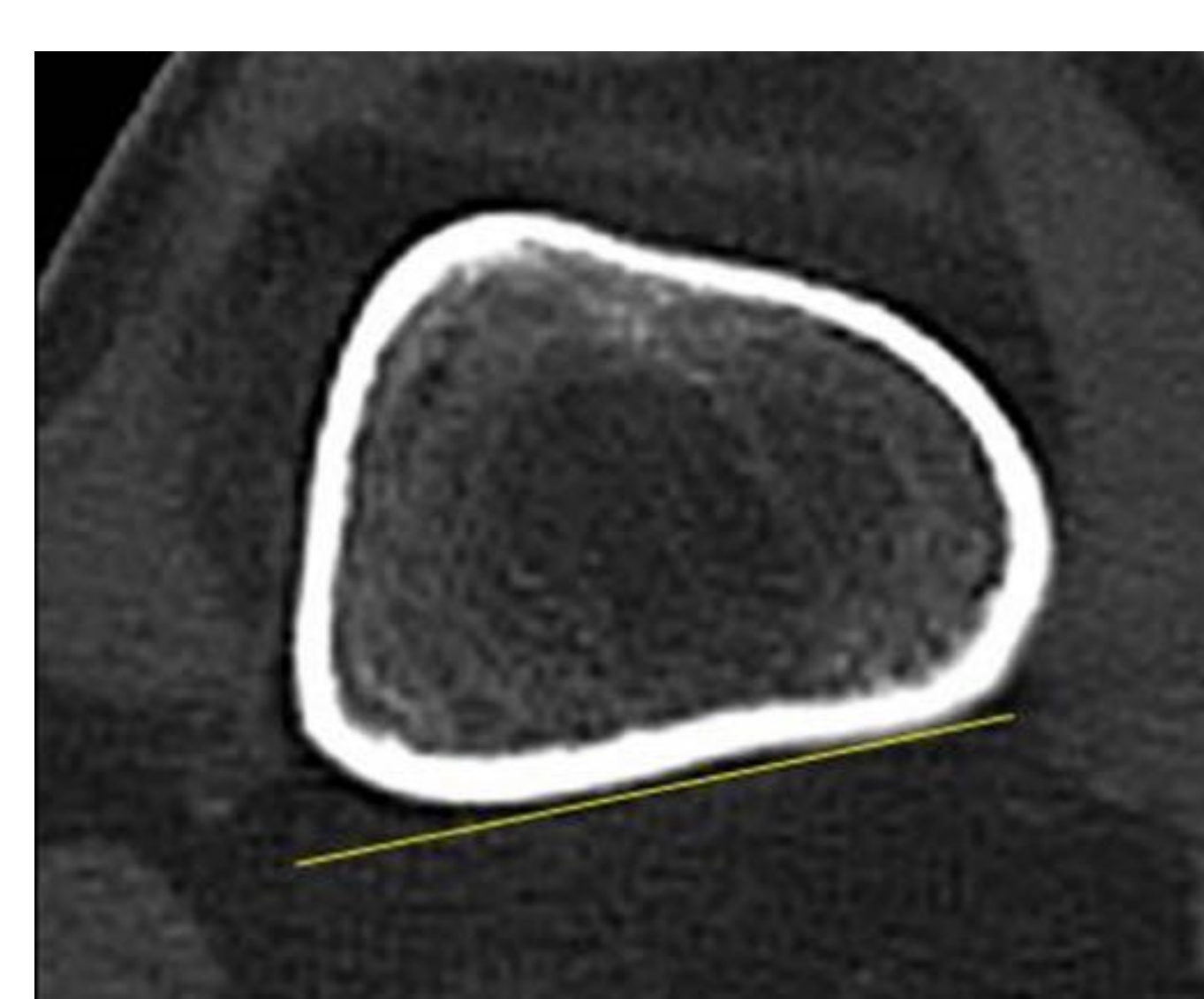
La torsión femoral global entre FN y PCs.



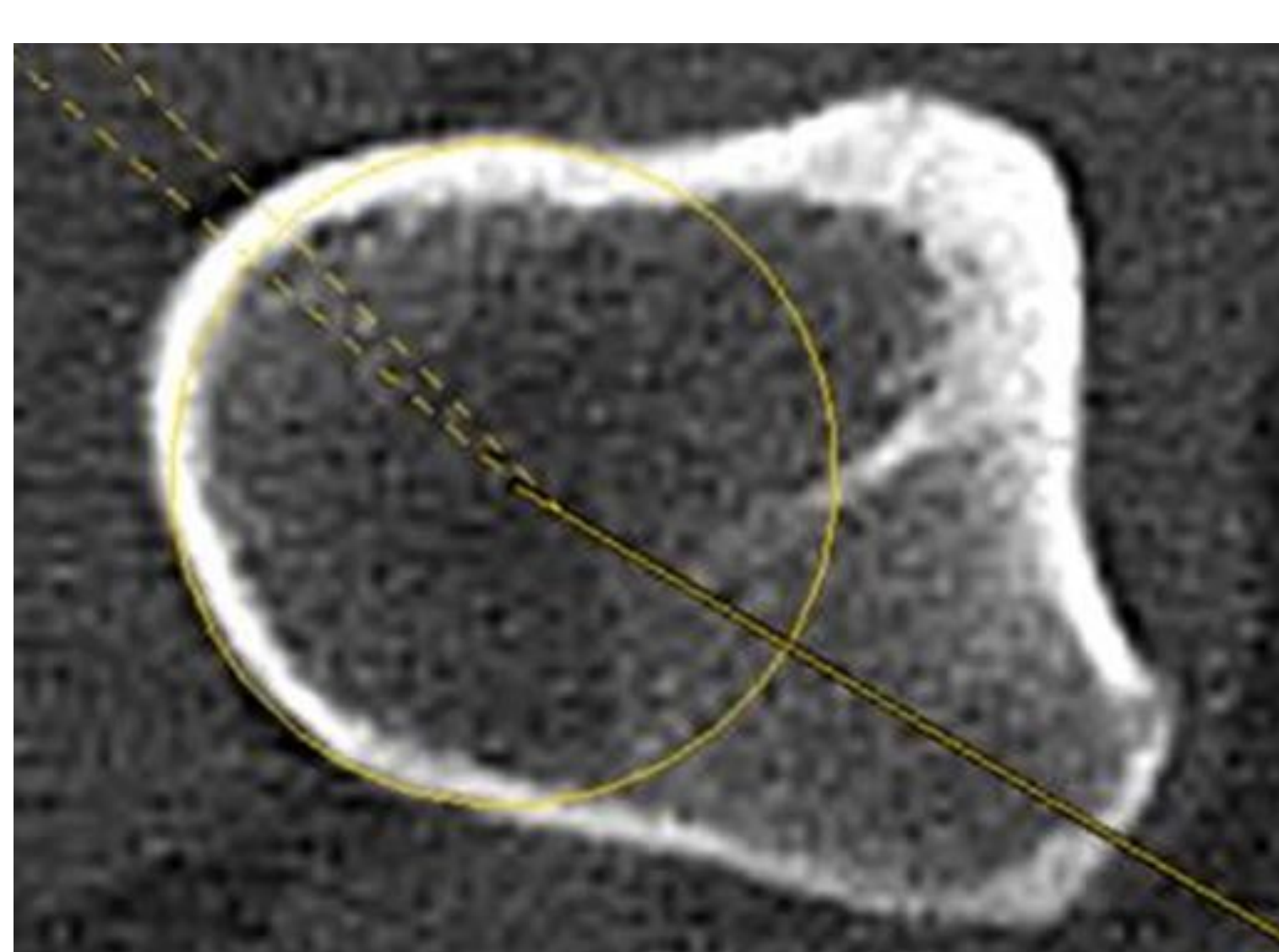
La torsión del cuello femoral entre FN y LT.



La torsión femoral media entre LT y DF.



La torsión femoral distal entre DF y PCs.



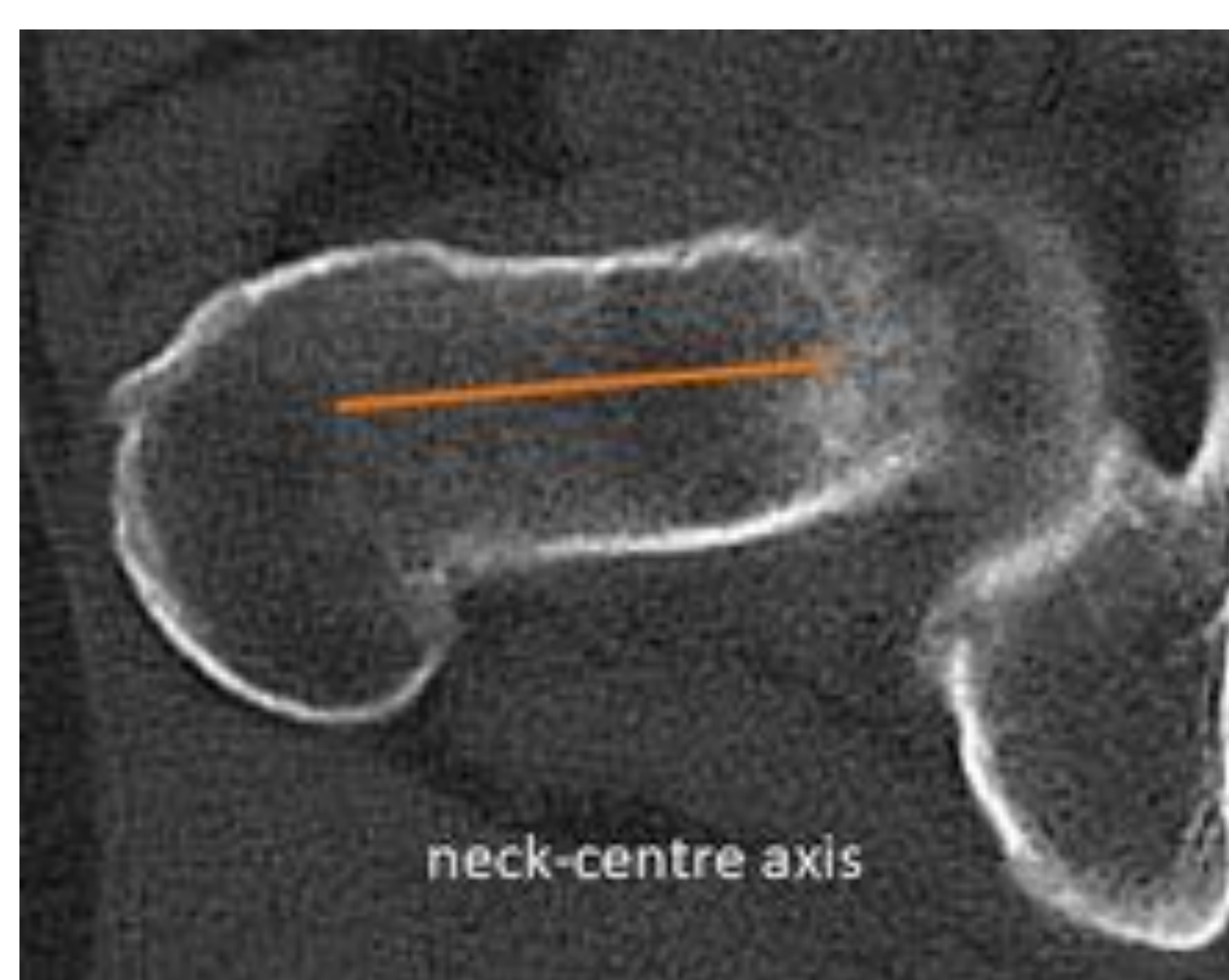
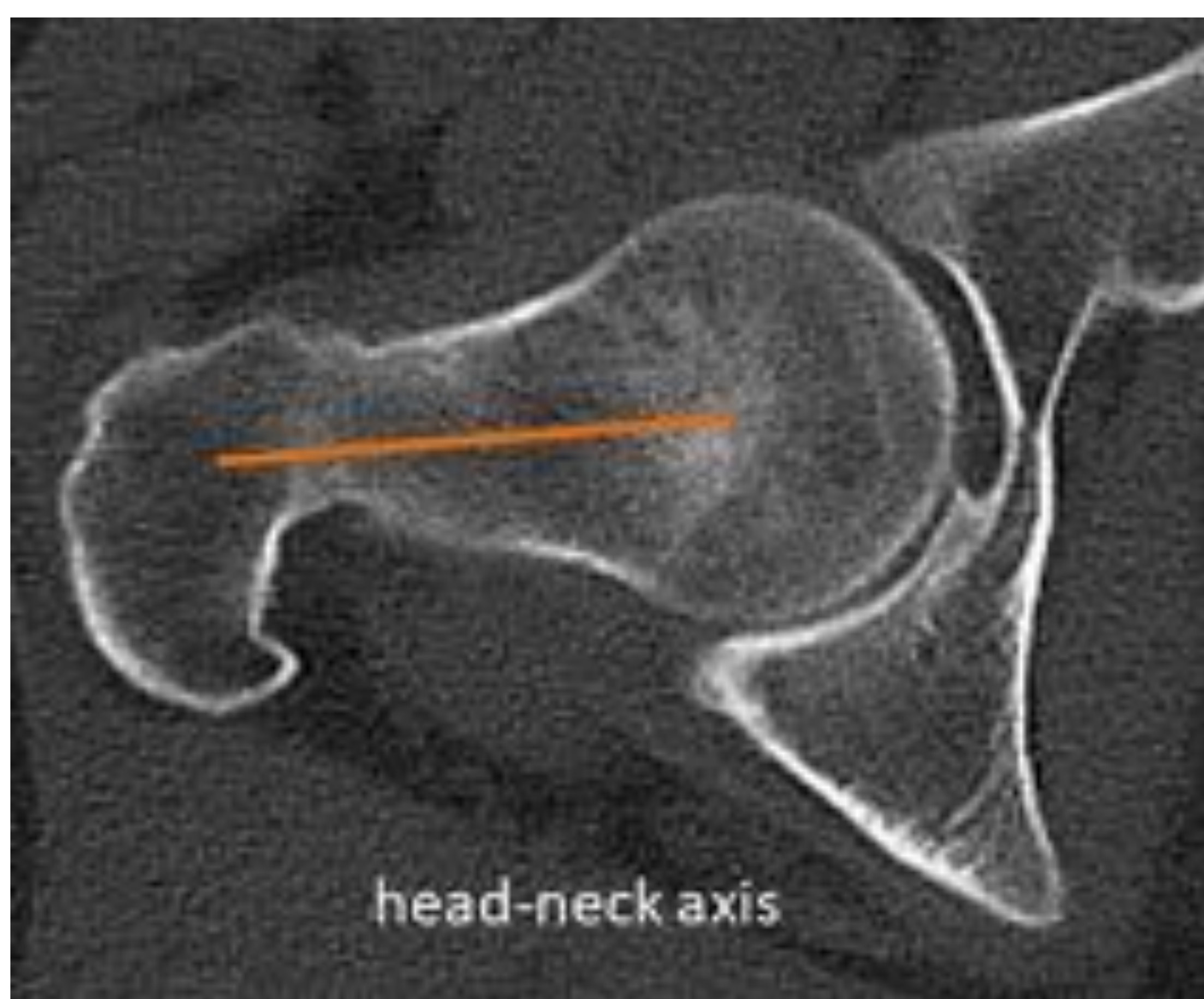
La torsión del eje femoral entre LT y PCs

DEFINICION DEL EJE DEL CUELLO FEMORAL Y DEL EJE DE LA RODILLA EN LA MEDICIÓN RADIOLOGICA DE LA ANTEVERSION FEMORAL

Se han definido dos ejes del cuello femoral.

Una línea a nivel de la porción medial del cuello femoral (neck-centre axis)

Una línea que se extiende desde el centro de la cabeza femoral al centro del cuello femoral (head-neck axis) (12) .



Se han descrito 5 ejes en la rodilla.

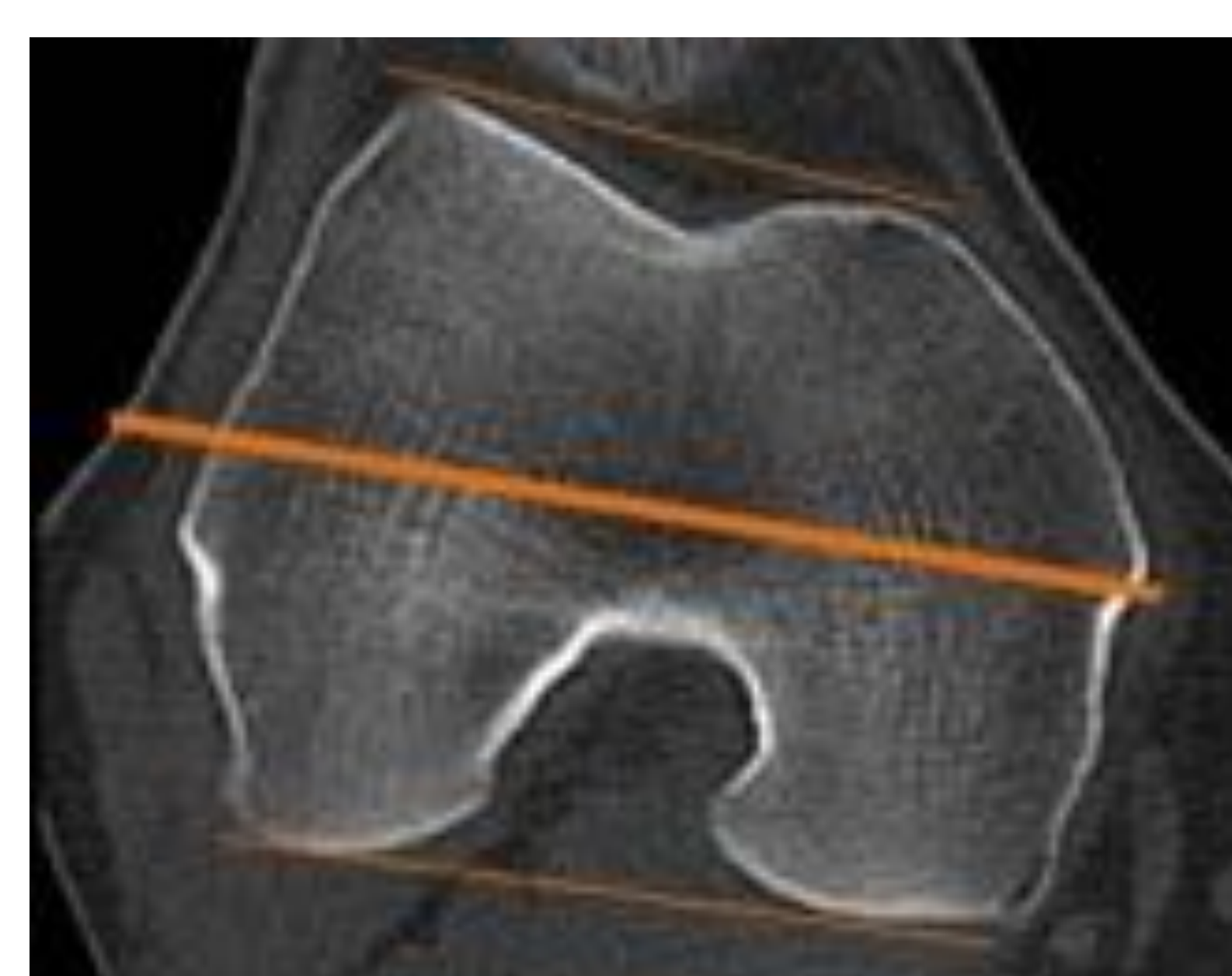
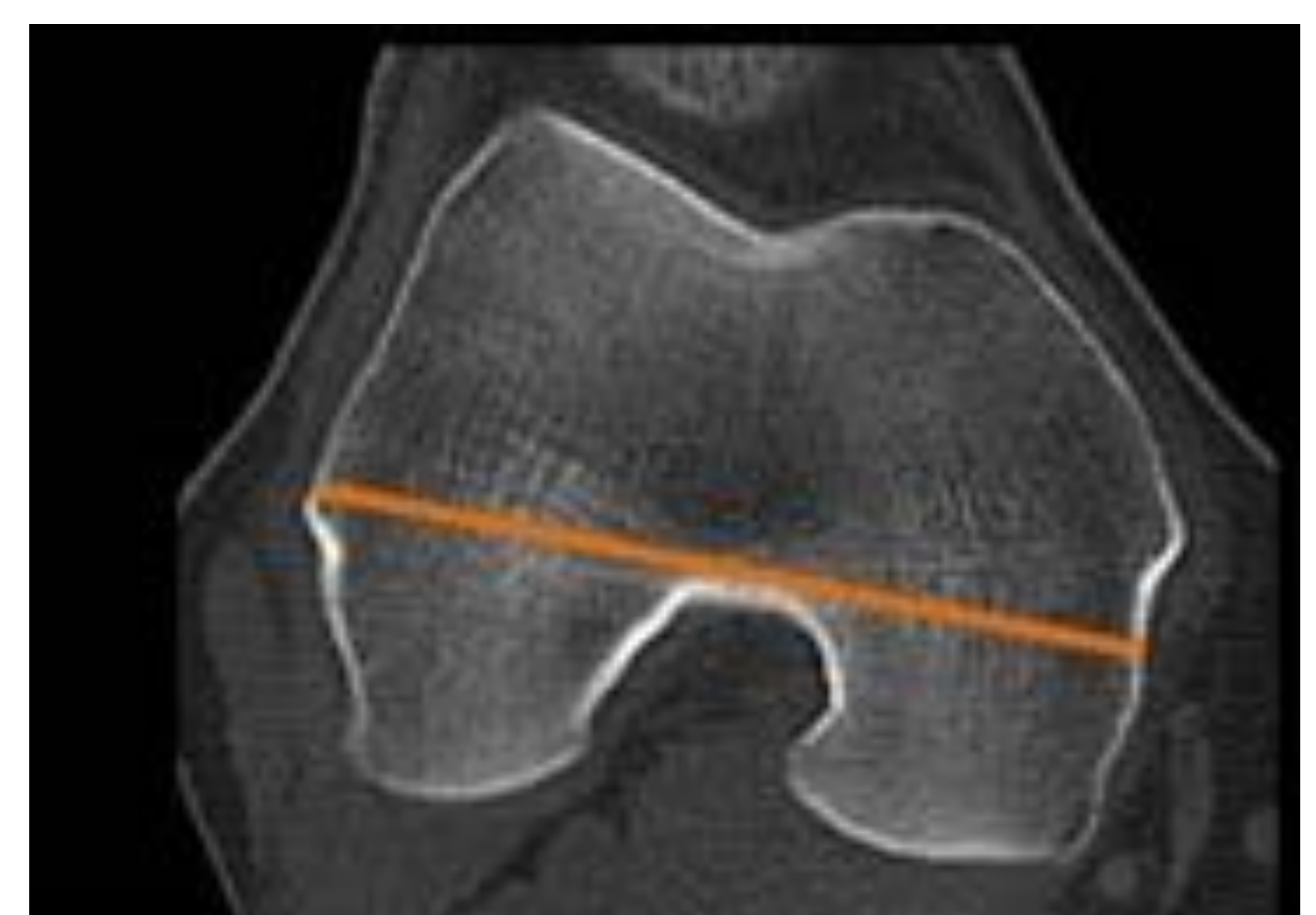
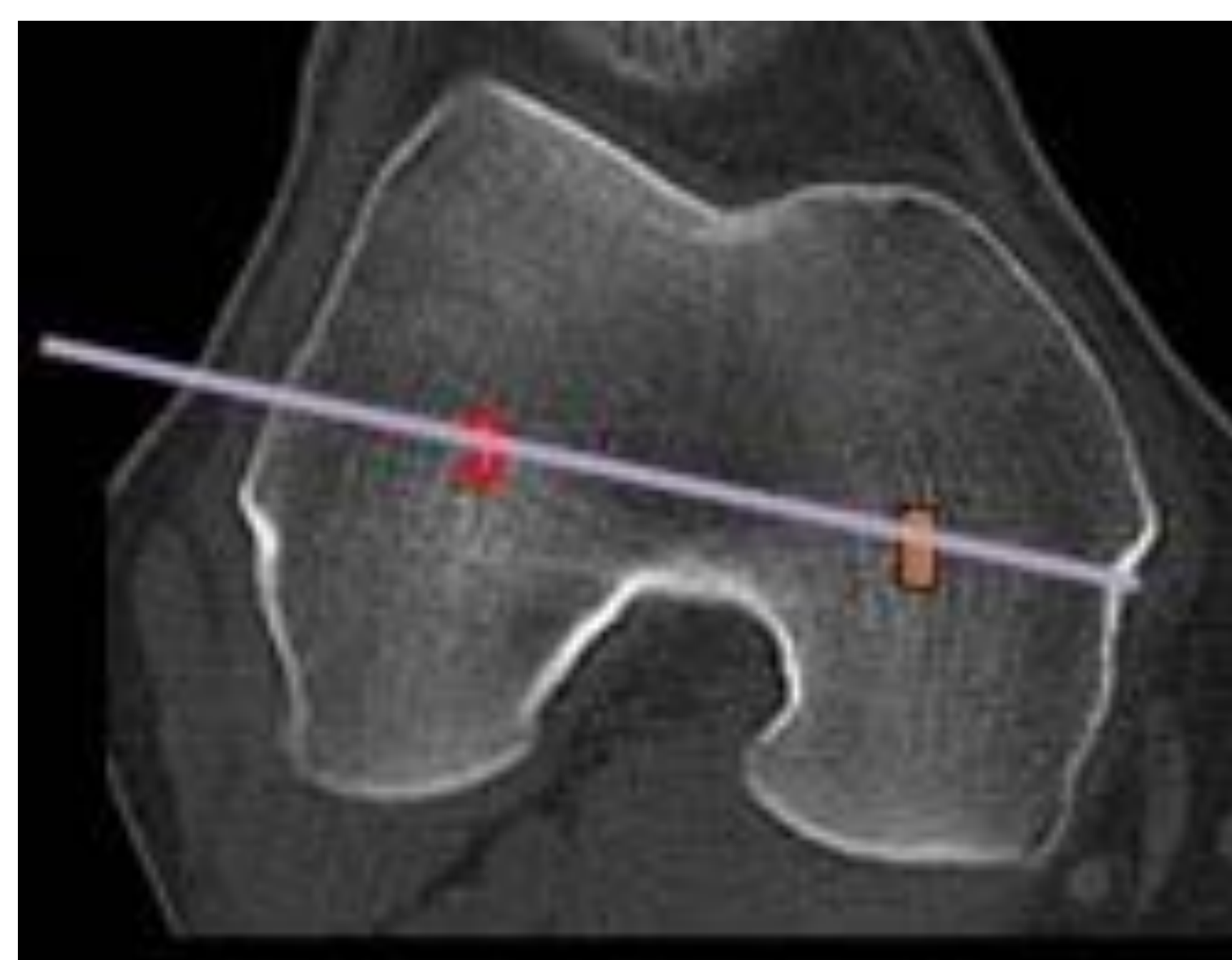
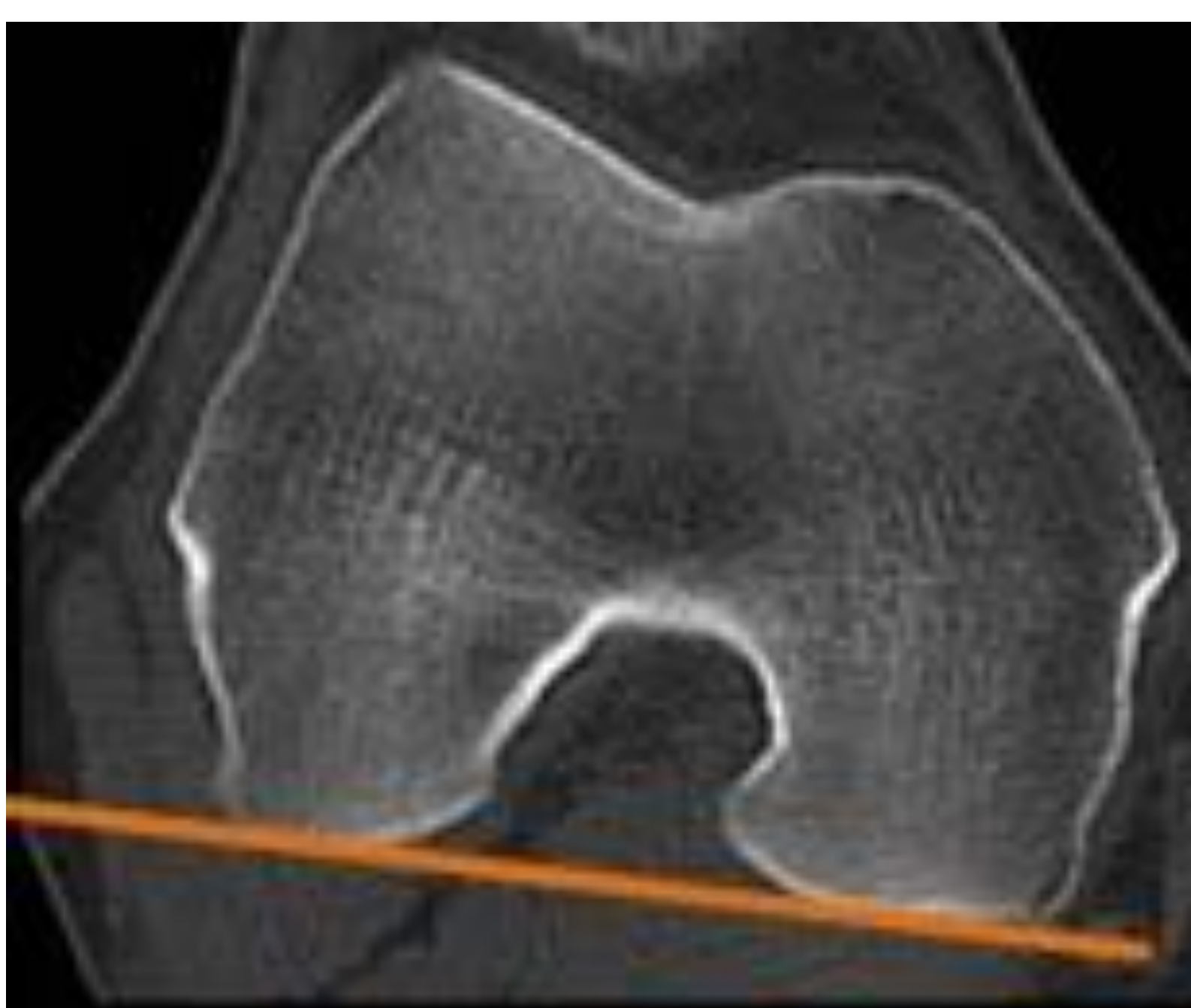
La línea tangente al margen dorsal de los cóndilos femorales.

La línea que conecta el centro del volumen de ambos cóndilos.

La línea que conecta la porción mas ancha de ambos cóndilos.

La línea epicondilar.

La bisectriz a las líneas condílea anterior y posterior.



La tangente al margen posterior de los cóndilos femorales se considera una definición clara e inequívoca y por lo tanto debería ser la única usada en la definición y las medidas de la anteversión

1. RADIOLOGIA CONVENCIONAL.
2. RADIOLOGIA BIPLANAR.
3. TOMOGRAFIA COMPUTERIZADA.
4. RESONANCIA MAGNETICA

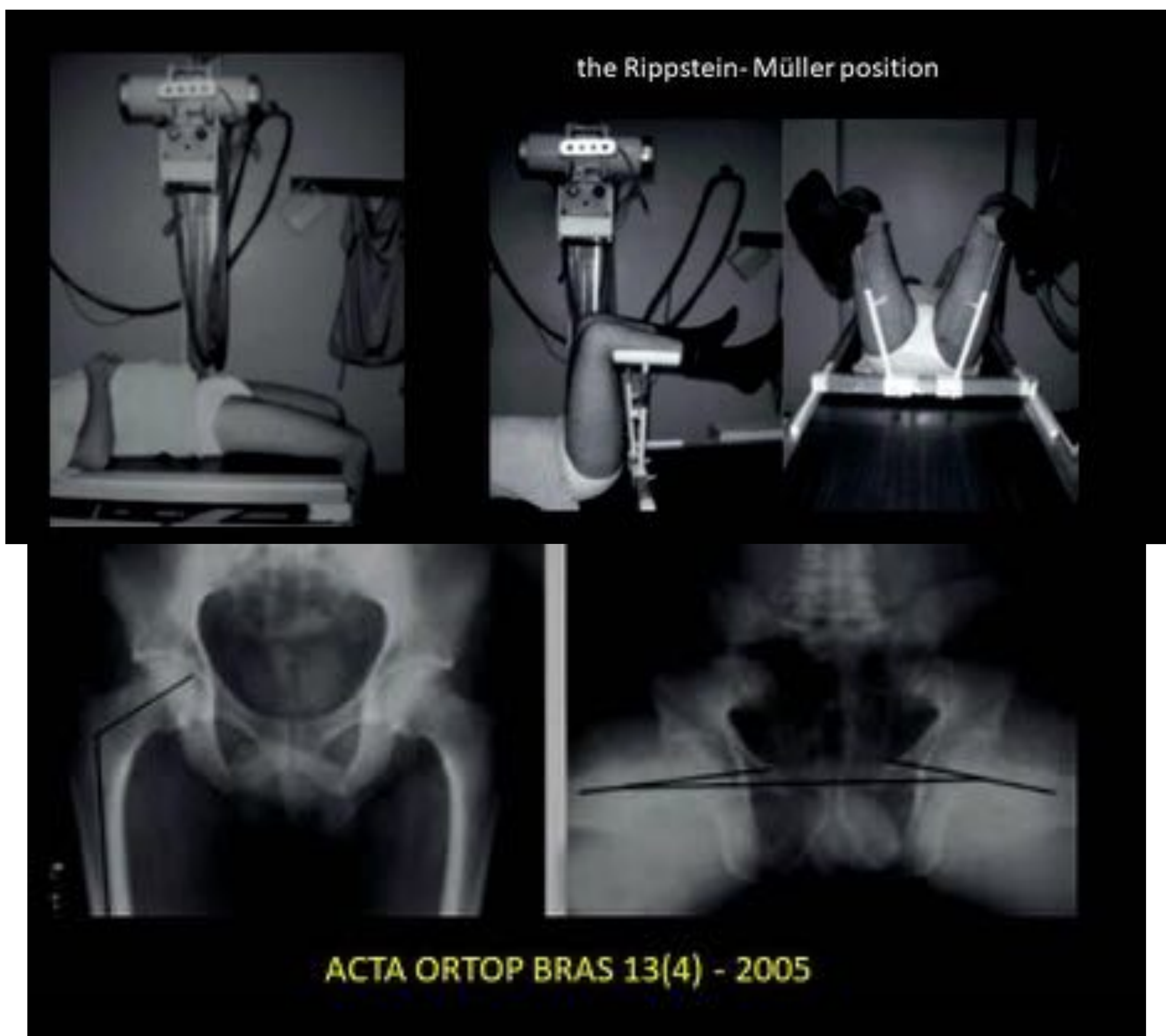
MEDICION DE LA ANTEVERSION FEMORAL MEDIANTE RADIOLOGIA CONVENCIONAL

Se han propuesto varios métodos para las medidas de la anteversión del cuello femoral :

Dunlap et al. 1953
Gillstrom et al. 1979
Henriksson et al 1980
Ogata et al 1979
Goldsand et al 1982
Reikeris et al. 1982.

De nuestro punto de vista el más usado es el propuesto por Müller (1986) (15,16) que se basa en la proyección de Rippstein- Müller.

Para poder realizar el estudio se requiere de un aparataje especial por lo que en la actualidad se encuentra prácticamente en desuso , remitiendo al lector interesado a las citas bibliográficas.



MEDICION DE LA ANTEVERSION FEMORAL MEDIANTE RADIOLOGIA BIPLANAR

La radiología biplanar intentó solucionar los importantes errores cometidos en el cálculo de la anteversión femoral mediante la radiología convencional.

De nuevo la revisión de la literatura nos muestra diversos métodos de realización y de cálculo de la misma, siendo el más aceptado el de Proubasta (17) descrito en el año 1984 desarrollado en base a modelos matemáticos de cálculo complejos y de difícil comprensión.

La complejidad en el cálculo de la anteversión femoral mediante el método de Proubasta hizo que esta técnica de imagen fuera de nuevo prácticamente abolida en la práctica médica habitual.

Recientemente ha aparecido una nueva técnica conocida como **EOS Systems** que si bien se basa en la radiología biplanar presenta unas mejoras tecnológicas tan importantes que en ciertos países se enfrenta con garantías al TC como la modalidad de elección en la medición de la anteversión femoral.

El EOS imaging system (EOS imaging, Paris, France) produce imágenes simultáneas frontales y sagitales del esqueleto, que pueden ser manipuladas con el software específico para crear las reconstrucciones 3D de las estructuras óseas a estudio. Mediante el sistema EOS la evaluación de alineación de los miembros inferiores tanto en los niños como adultos pueden ser comparables con la evaluación CT (19-20). Las comparaciones de EOS con las evaluaciones CT de alineación torsional han mostrado que pueden ser más rápidas, más exactas, y asociadas a una menor irradiación .

El sistema EOS no es apropiado por todos los pacientes. Para la adquisición de rayo X biplanar de los miembros inferiores, el paciente debe estar de pie sin moverse un mínimo de 10 segundos para evitar el artefacto de movimiento



Measuring femoral and rotational alignment: EOS system versus computed tomography

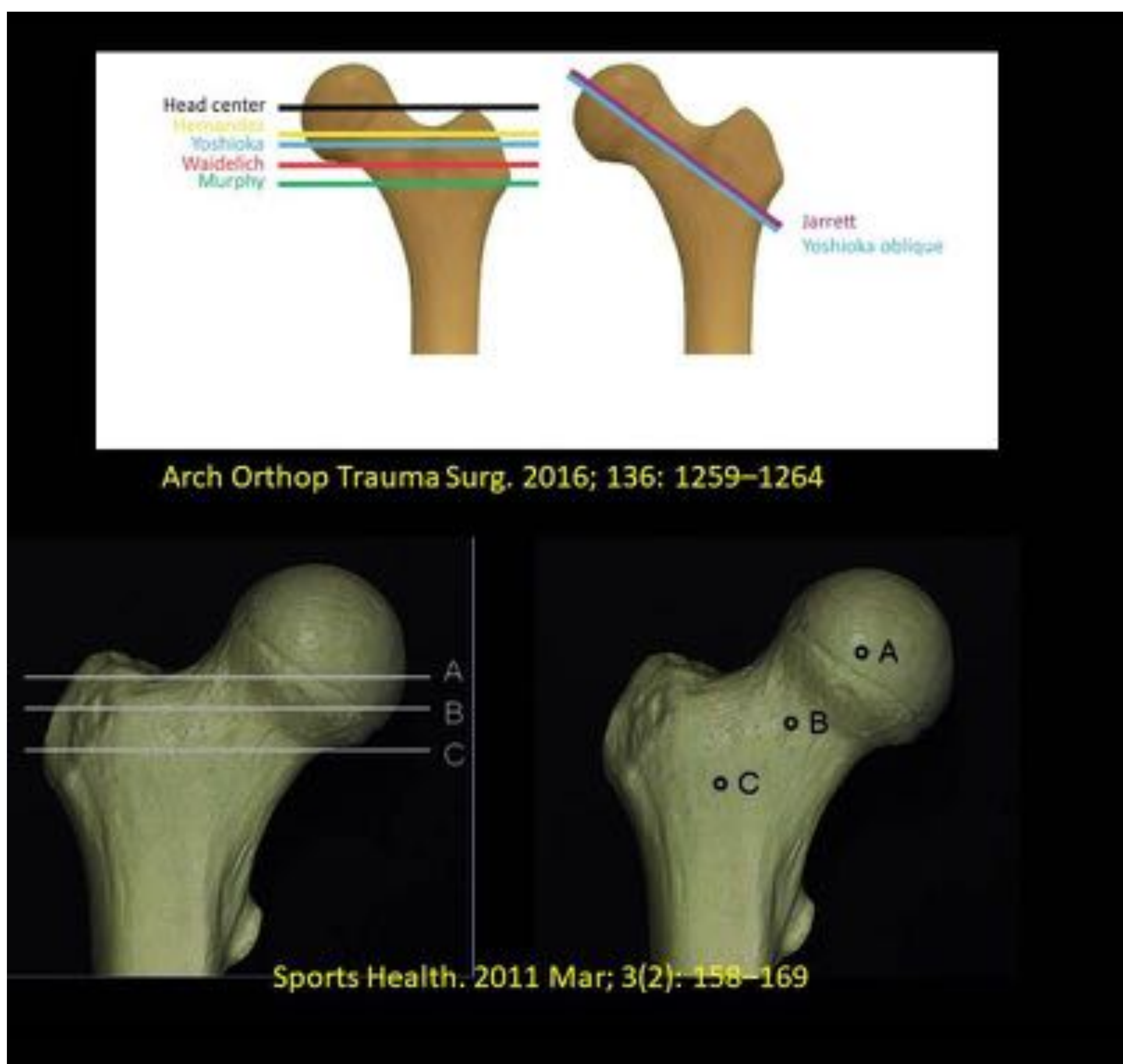
D. Folinais ^a, P. Thelen ^a, C. Delin ^a, C. Radier ^a, Y. Catonne ^b, J.Y. Lazennec ^b

MEDICION MEDIANTE TC DE LA ANTEVERSION FEMORAL

La medición mediante tomografía computerizada de la torsión del miembro inferior ha sido ampliamente validada, constituyendo la modalidad de elección en la práctica médica diaria.

Fabry definió el eje bicondíleo posterior como una medida clara e inequívoca y desde su definición ha sido ampliamente aceptado.

No ocurre lo mismo a nivel del eje femoral, habiéndose descrito técnicas que utilizan tanto cortes transversales como oblicuos y técnicas que describen cortes únicos o bien la superposición de más de uno .



Atendiendo a que las diferentes técnicas descritas mediante TC utilizan diferentes referencias anatómicas el resultado final es que los valores de la anteversión femoral muestran una amplia variación en función del método descrito en su cálculo, siendo por lo tanto imprescindible referir en el informe radiológico el método utilizado en su cálculo.

A continuación vamos a mostrar los más frecuentemente utilizados.

Si bien se han descrito infinidad de métodos en la valoración de la anteversión femoral mediante TC los más aceptados son:

1. Técnica de Waidelich.
2. Técnica de Murphy.
3. Técnica de Hernández.
4. Técnica de Jarrett.
5. Técnica de Yoshioka.
6. Técnica de Weiner.

Vamos a describir a continuación cada uno de ellos de una forma esquemática y de fácil comprensión.

TECNICA DE WAIDELICH

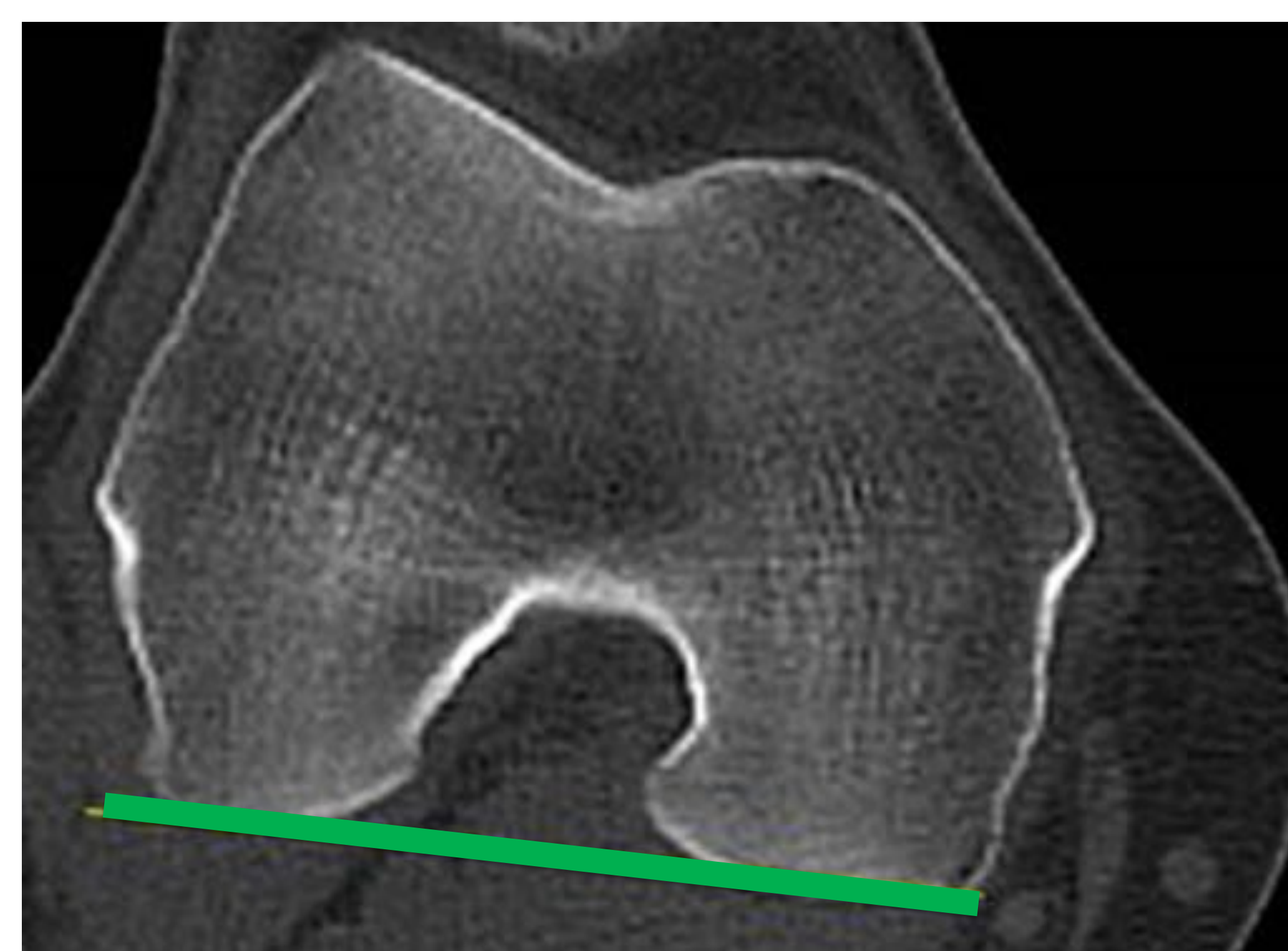
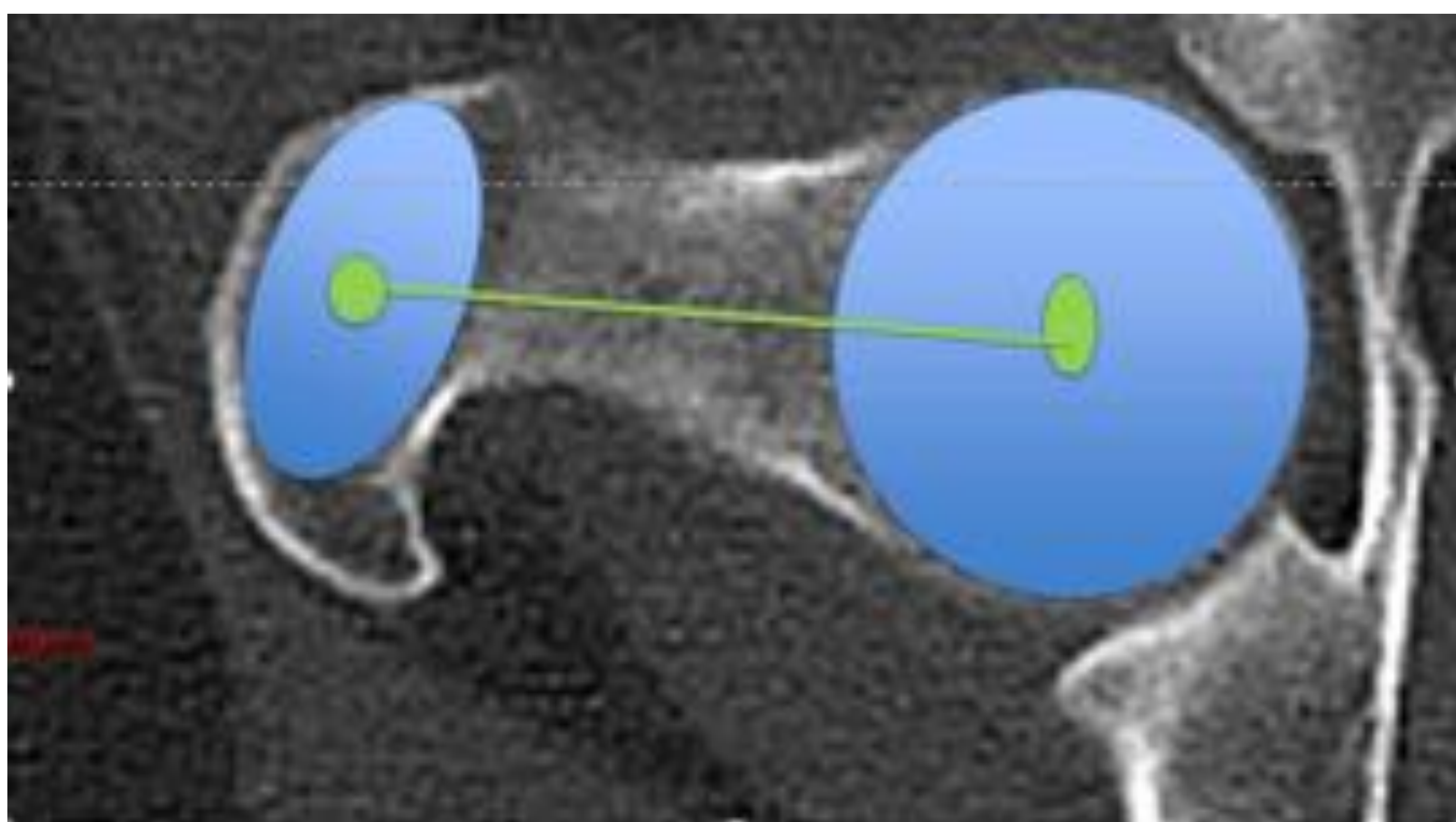
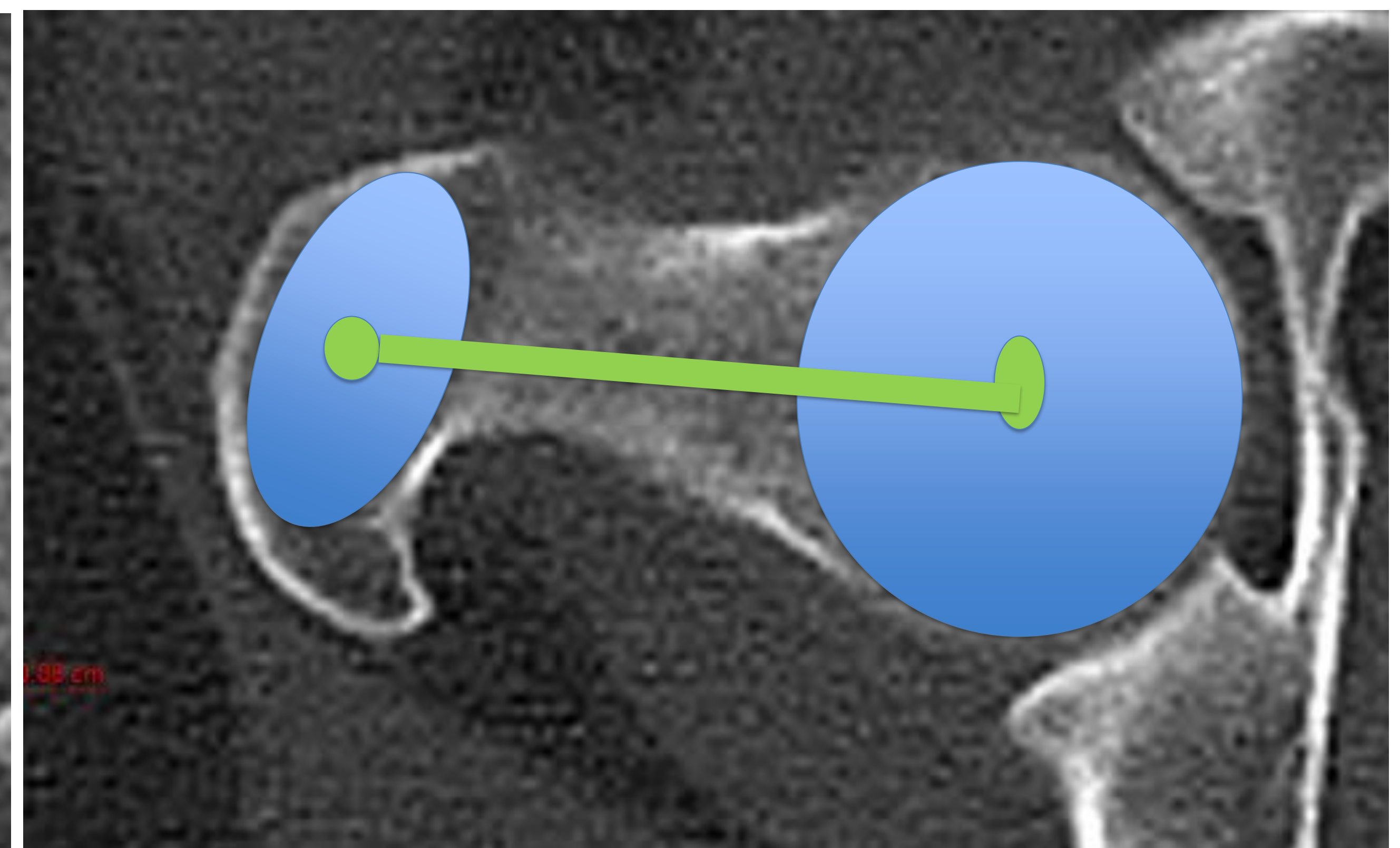
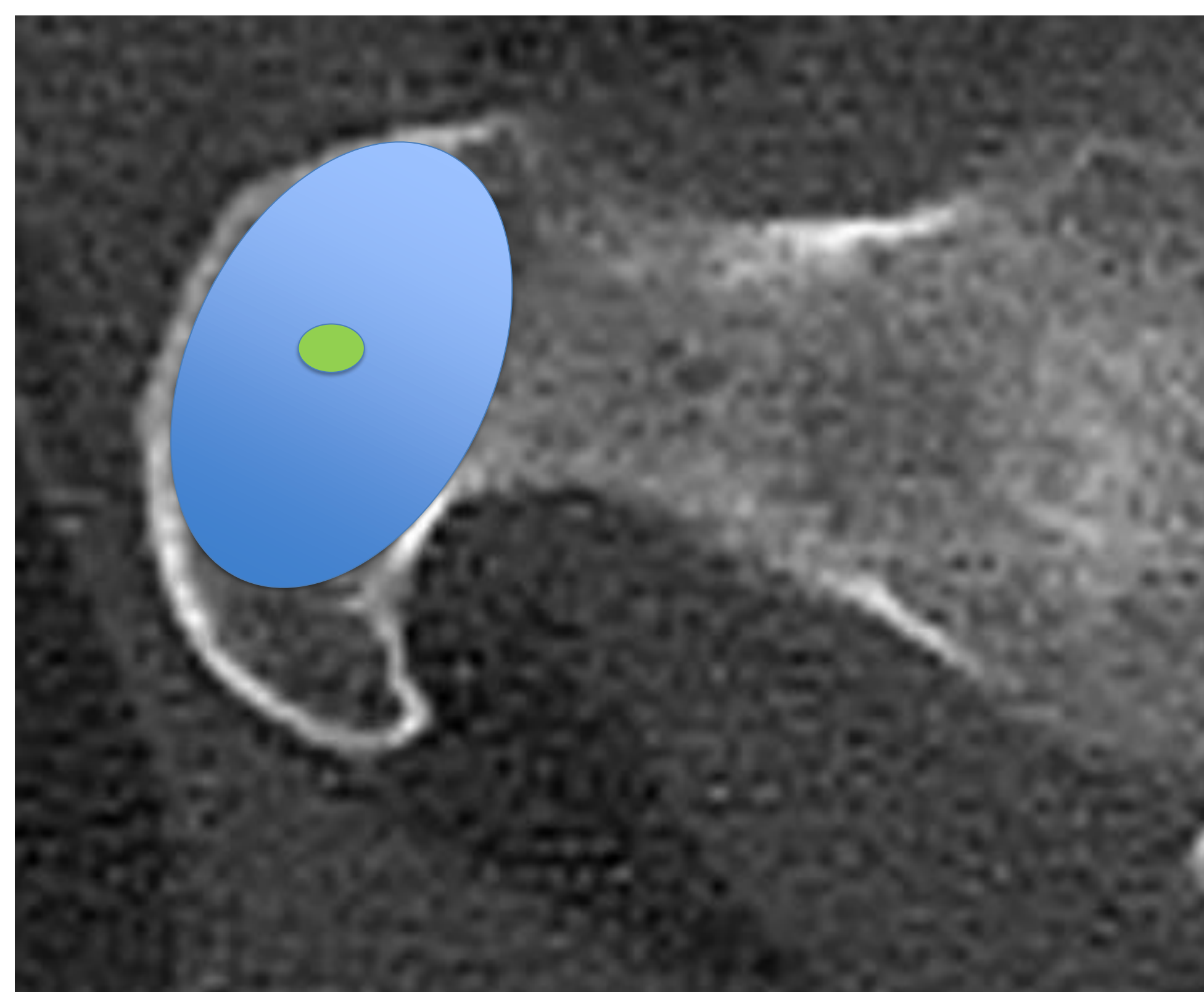
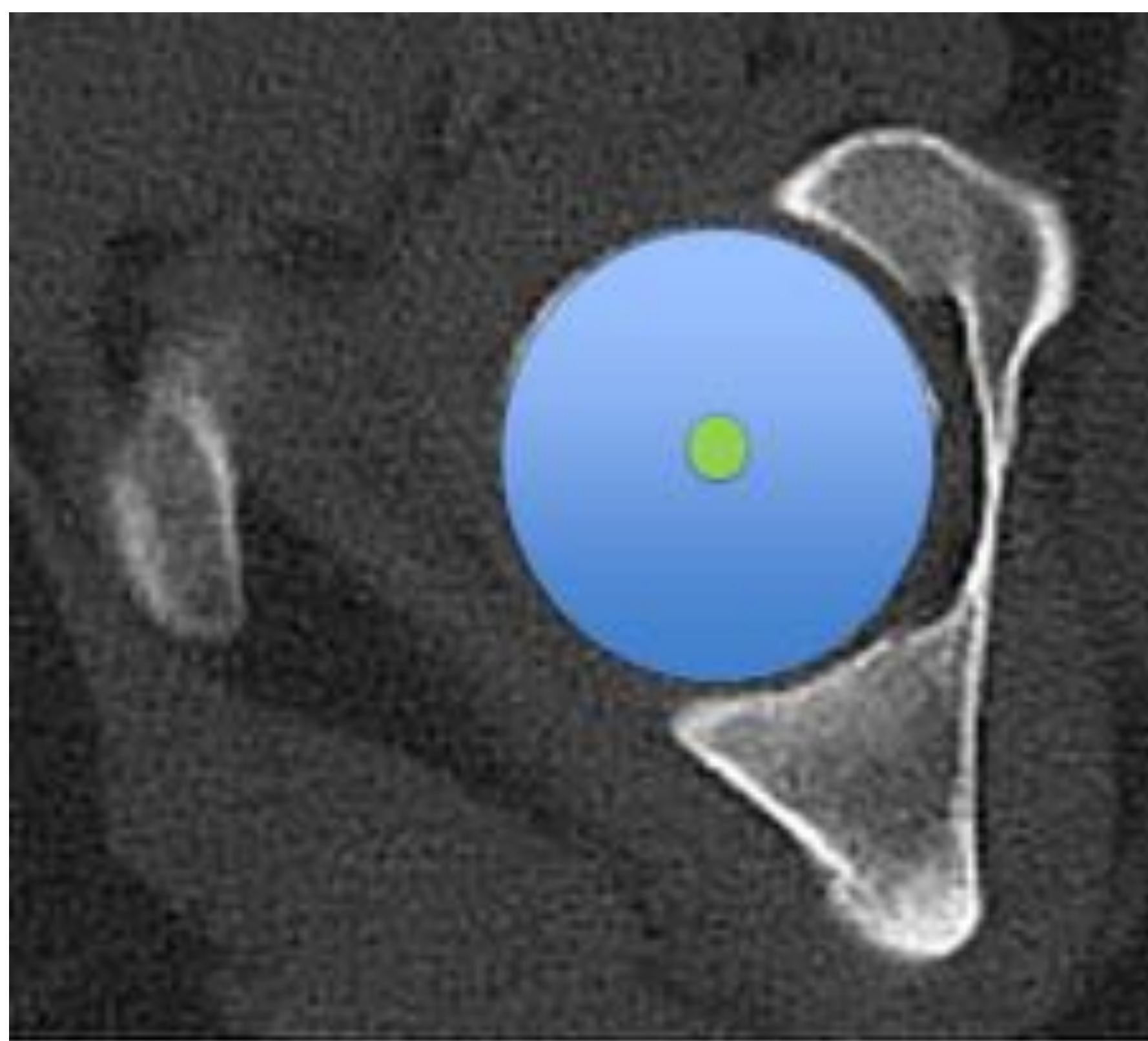
La técnica descrita por Waidelich et al (21) se basa en cortes axiales superpuestos.

El primer corte localiza el centro de la cabeza femoral.

El segundo corte localiza la porción media entre el trocánter mayor y menor y una vez localizado se traza una elipse y de ésta se calcula su centro.

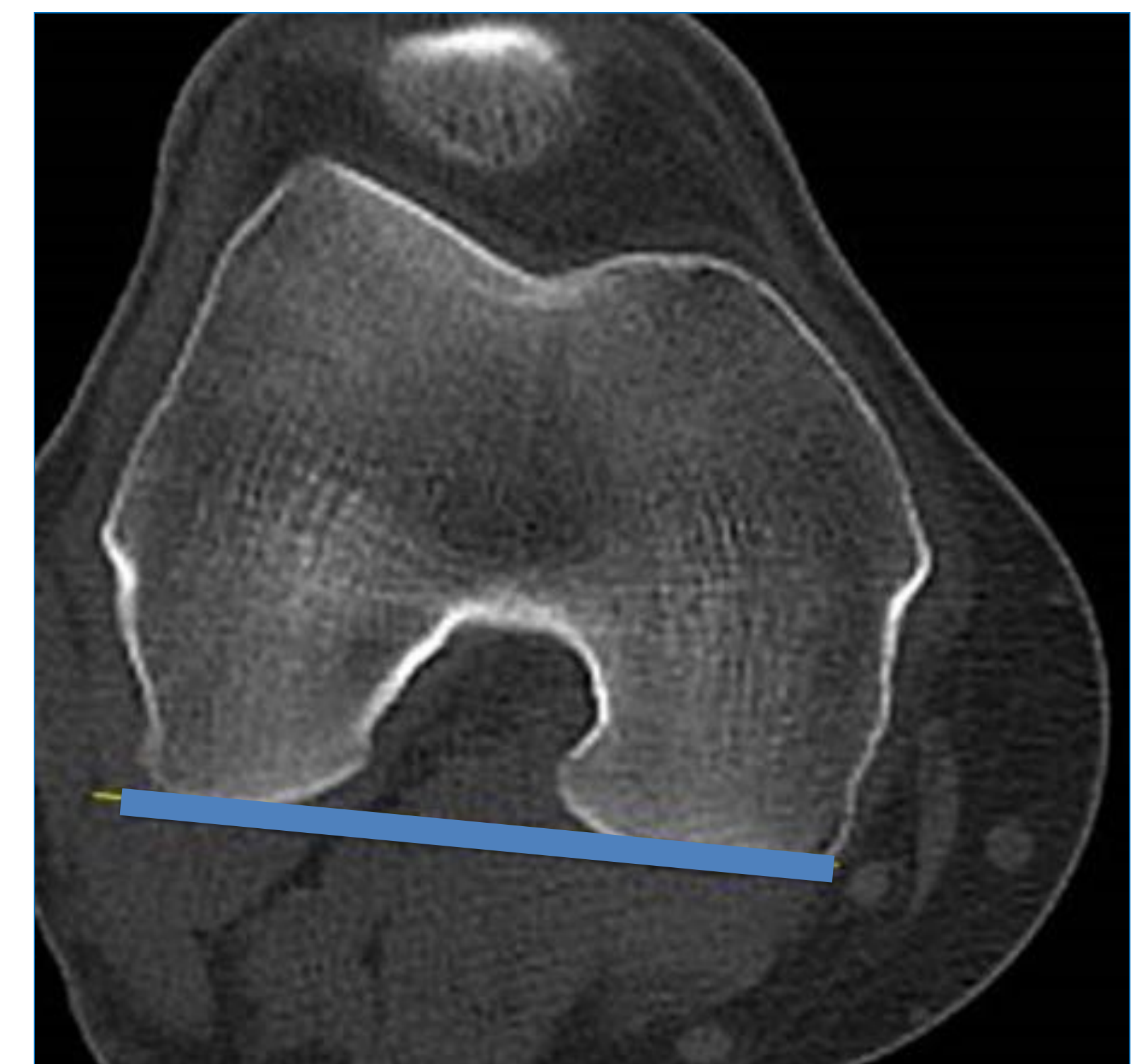
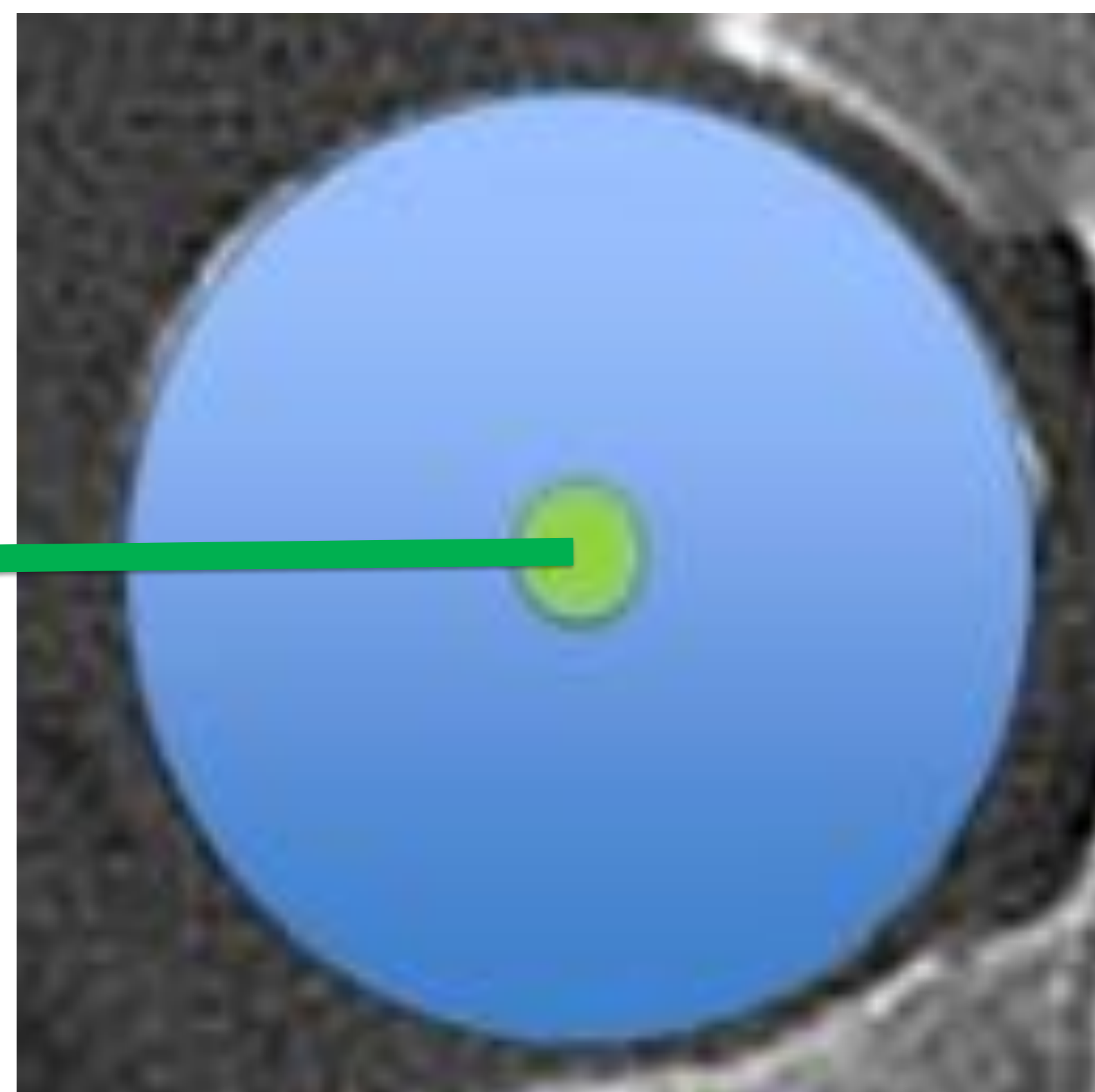
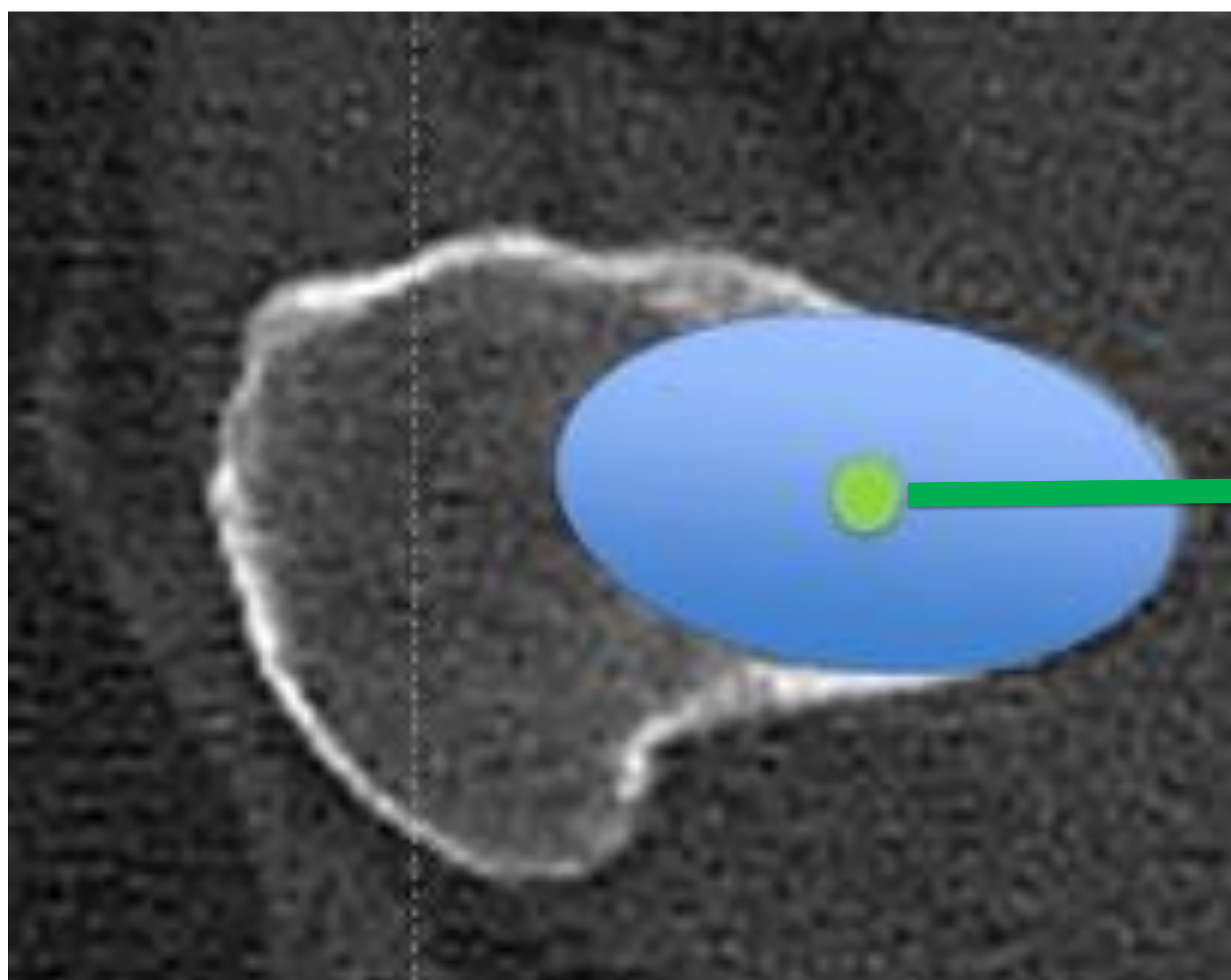
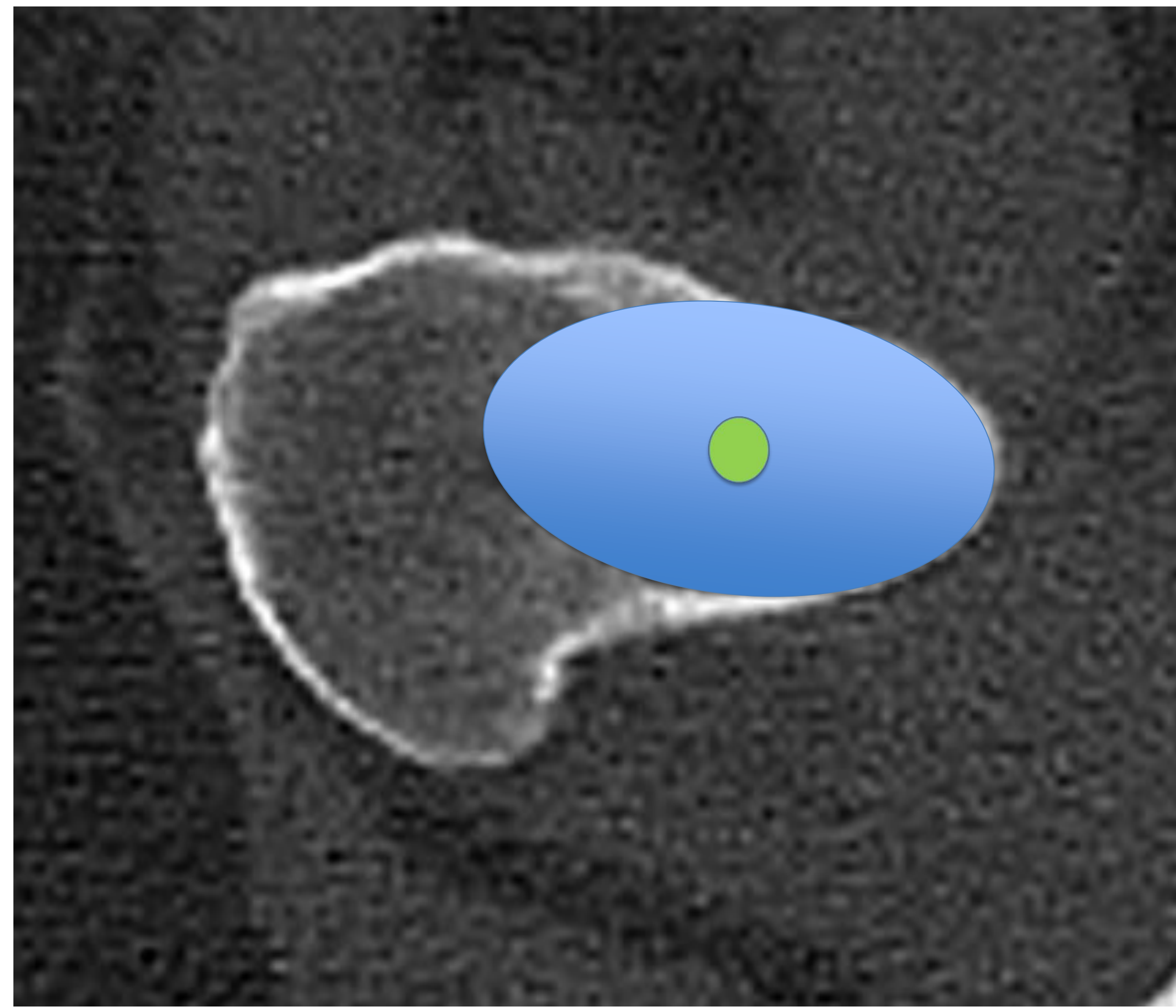
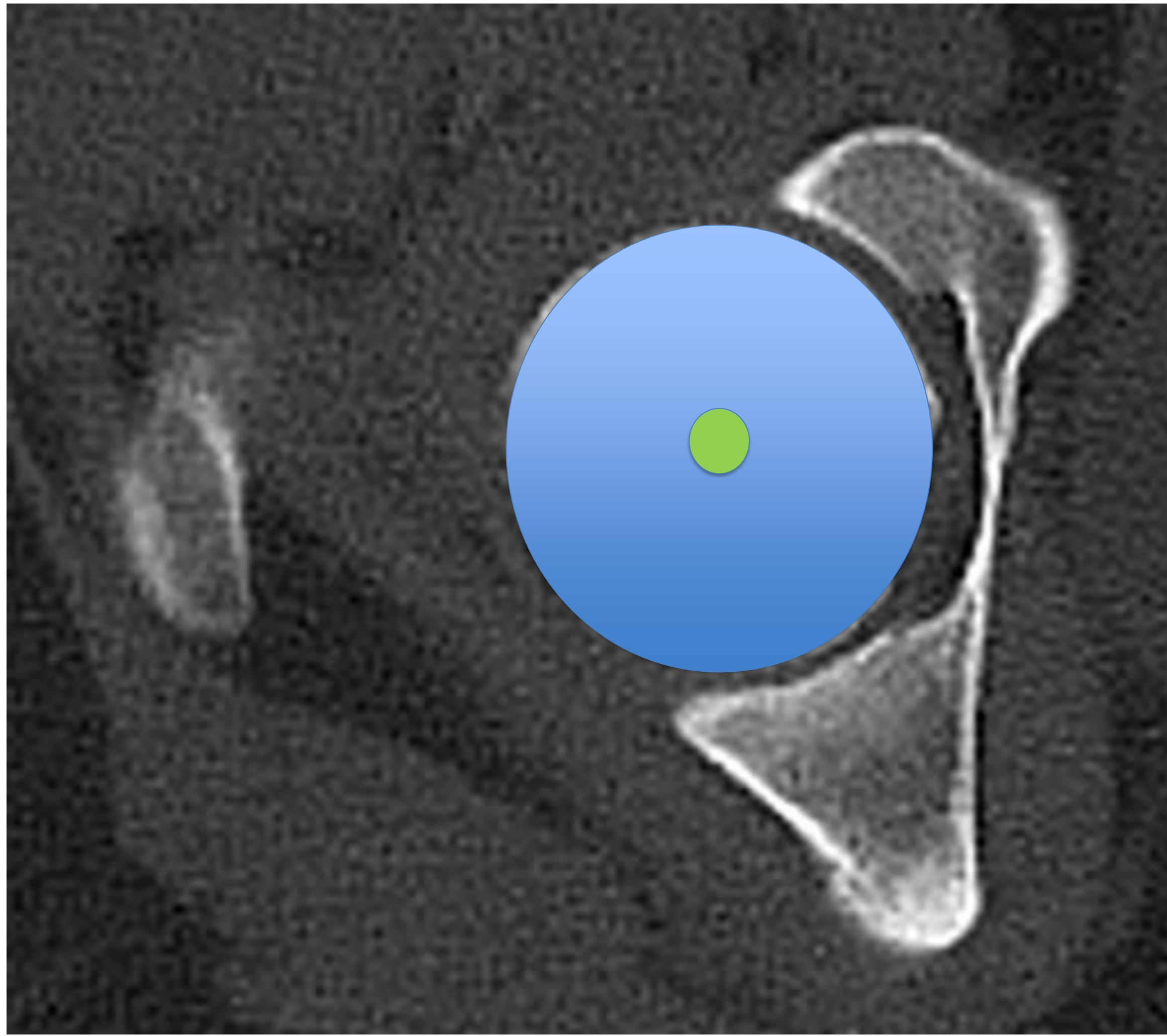
Posteriormente se superponen ambas imágenes y se une el centro de la cabeza femoral con el centro de la elipse anteriormente descrita.

Finalmente se calcula el ángulo entre la línea que une el centro de la cabeza femoral – centro de elipse del trocánter mayor con la línea condílea posterior



TECNICA DE MURPHY

La técnica descrita por Murphy et al (22) se basa de nuevo en cortes transversales superpuestos: una imagen axial a nivel del centro de la cabeza femoral en un corte se conecta con el centro de una elipse alrededor de la base del cuello femoral en otro corte transversal trazándose de nuevo una línea entre ambos. Se traza posteriormente la línea condílea posterior y finalmente se calcula el ángulo entre ambas.



Se acepta que las mediciones de acuerdo a lo descrito por Murphy sobreestiman la anteversión verdadera

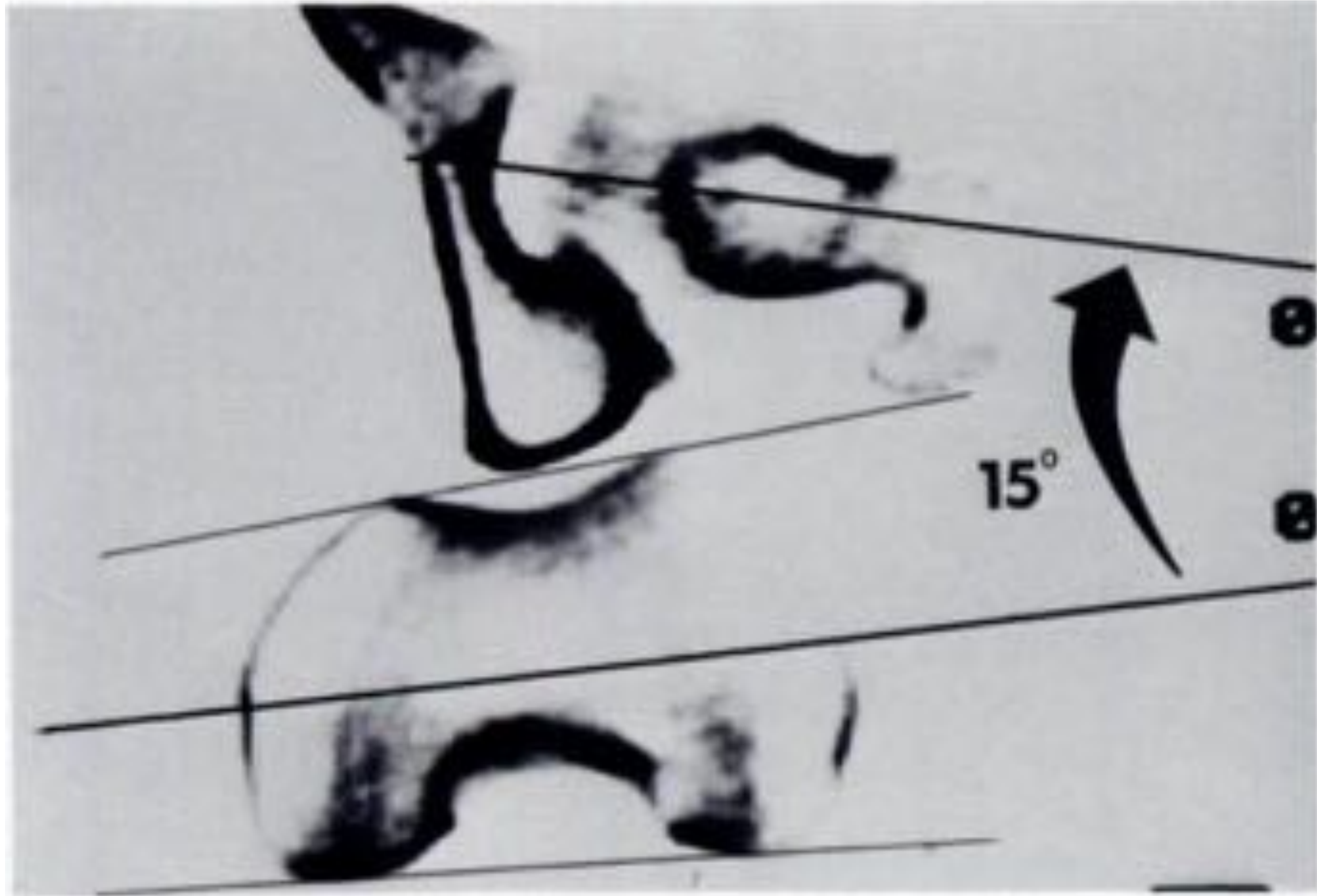
TECNICA DE HERNANDEZ

La técnica de Hernández fue descrita en 1981(23) y en la actualidad probablemente sea la que cuenta con un menor número de seguidores.

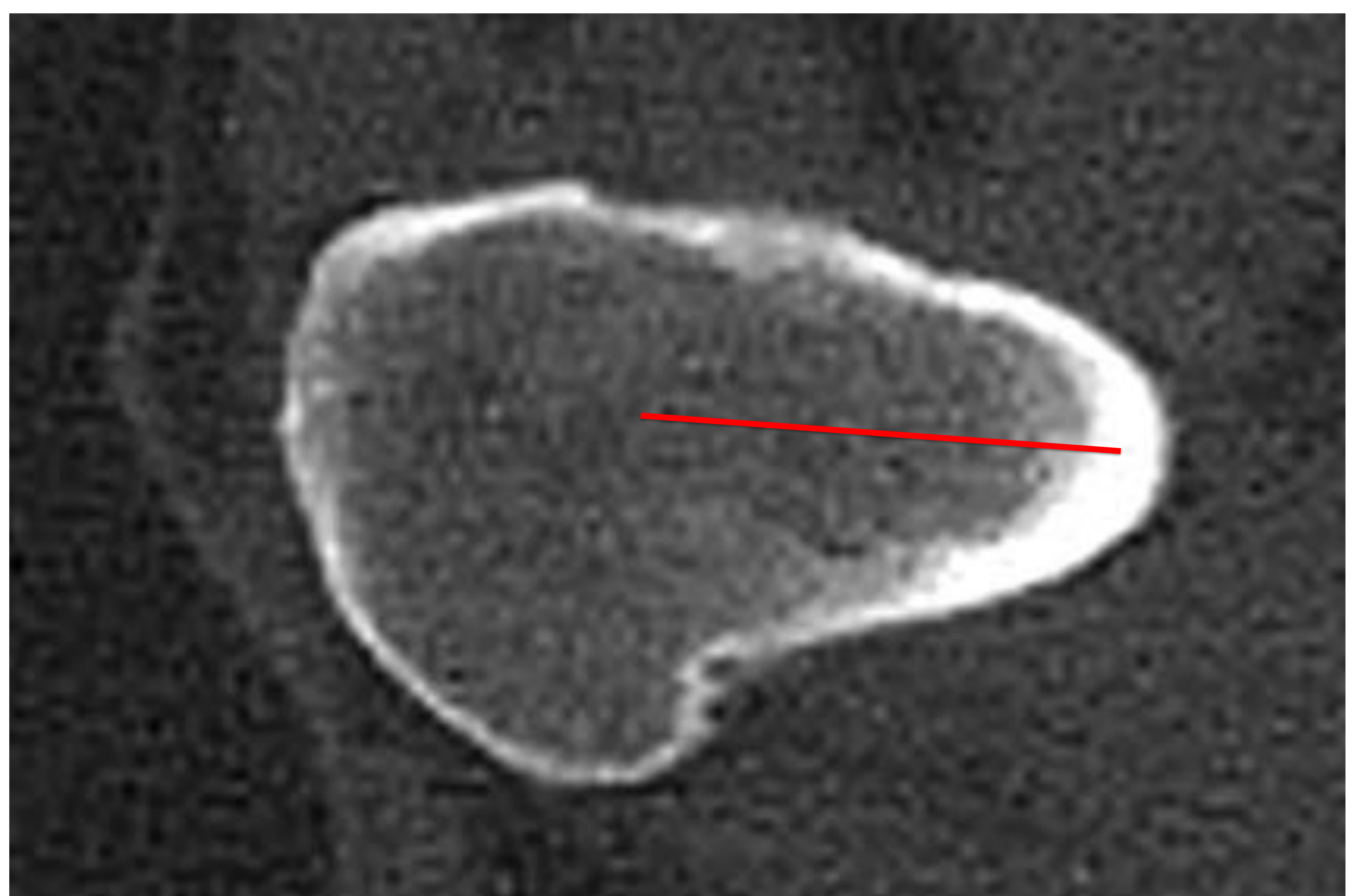
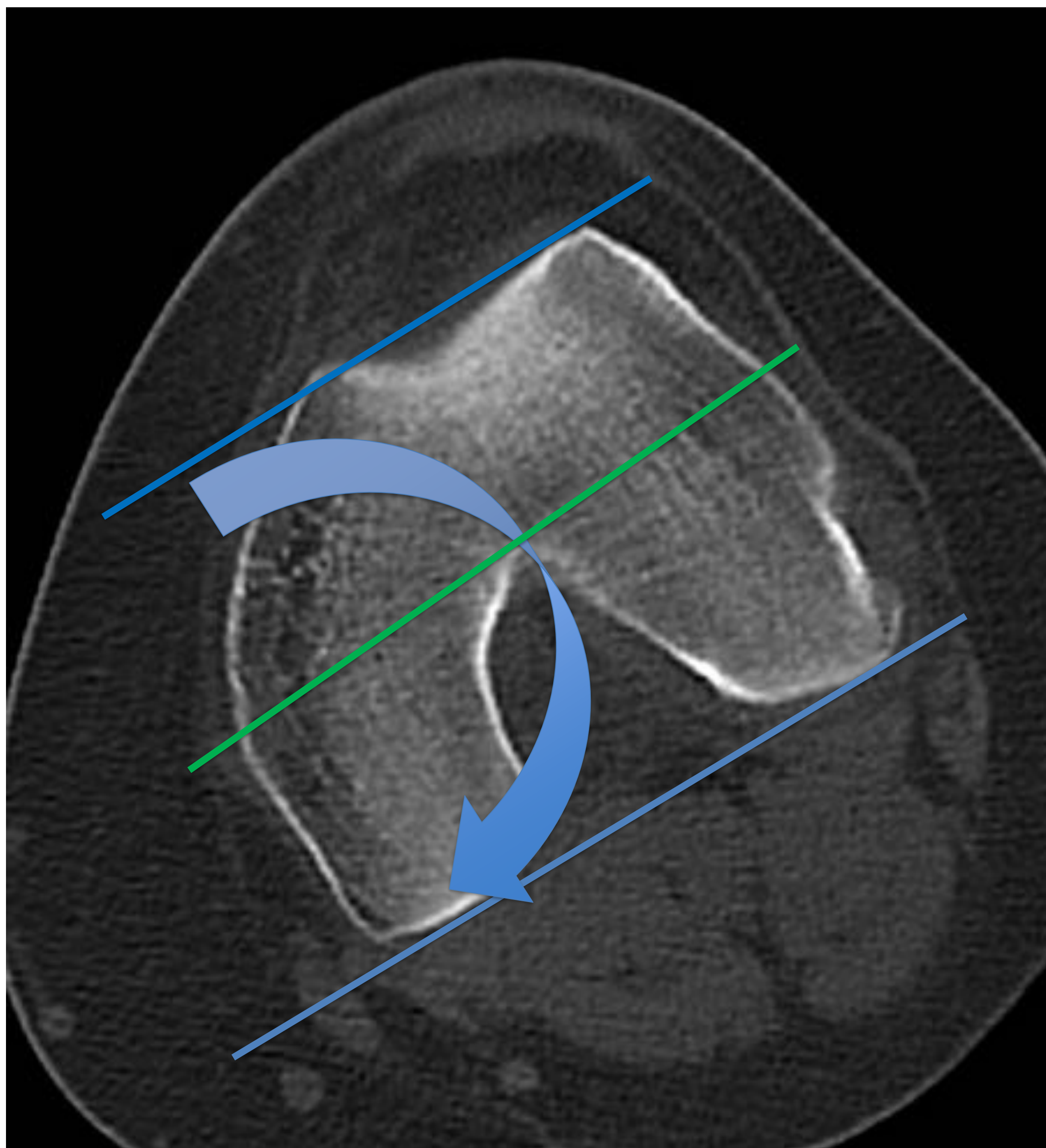
El cálculo de la anteversión femoral se base en el cálculo del ángulo formado por dos líneas :

Una es el eje transcondilar que se define como la bisectriz de las líneas condíleas anterior y posterior . La segunda línea se obtiene en el istmo entre el cuello y el trocánter mayor .

Mostramos la referencia bibliográfica del autor y un caso práctico



Hernández RJ et al.
CT determination of femoral torsion.
AJR Am J Roentgenol. 1981



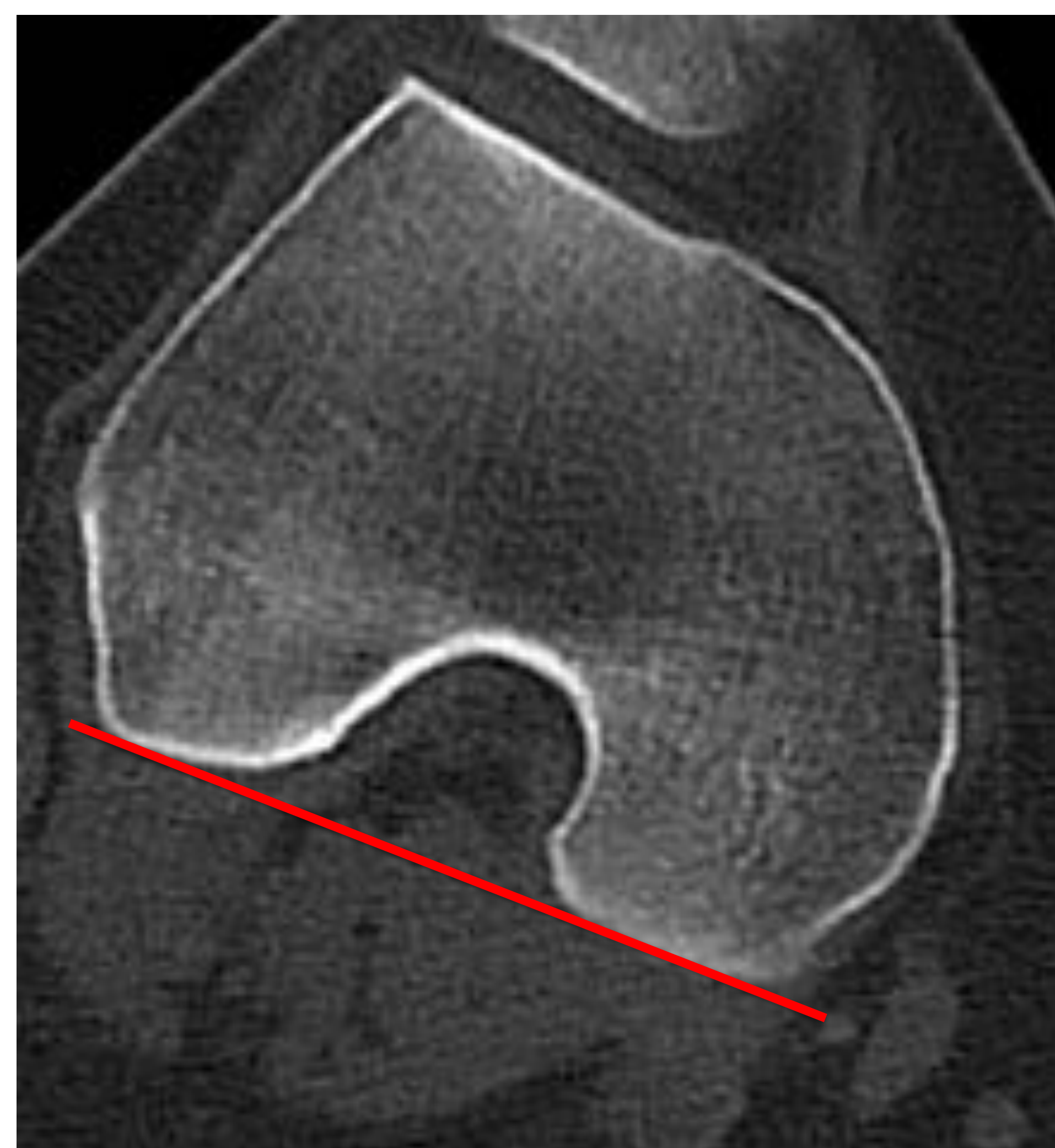
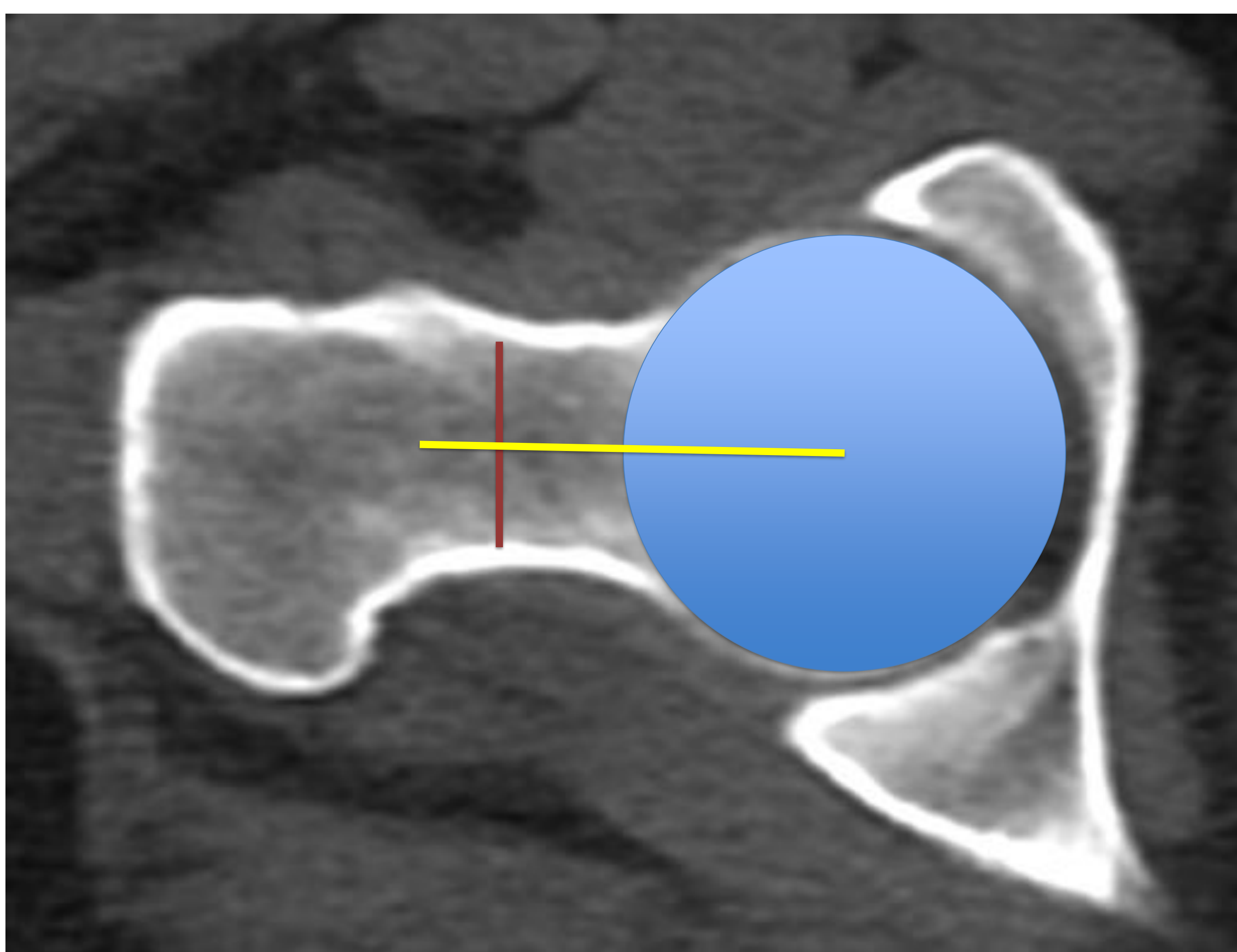
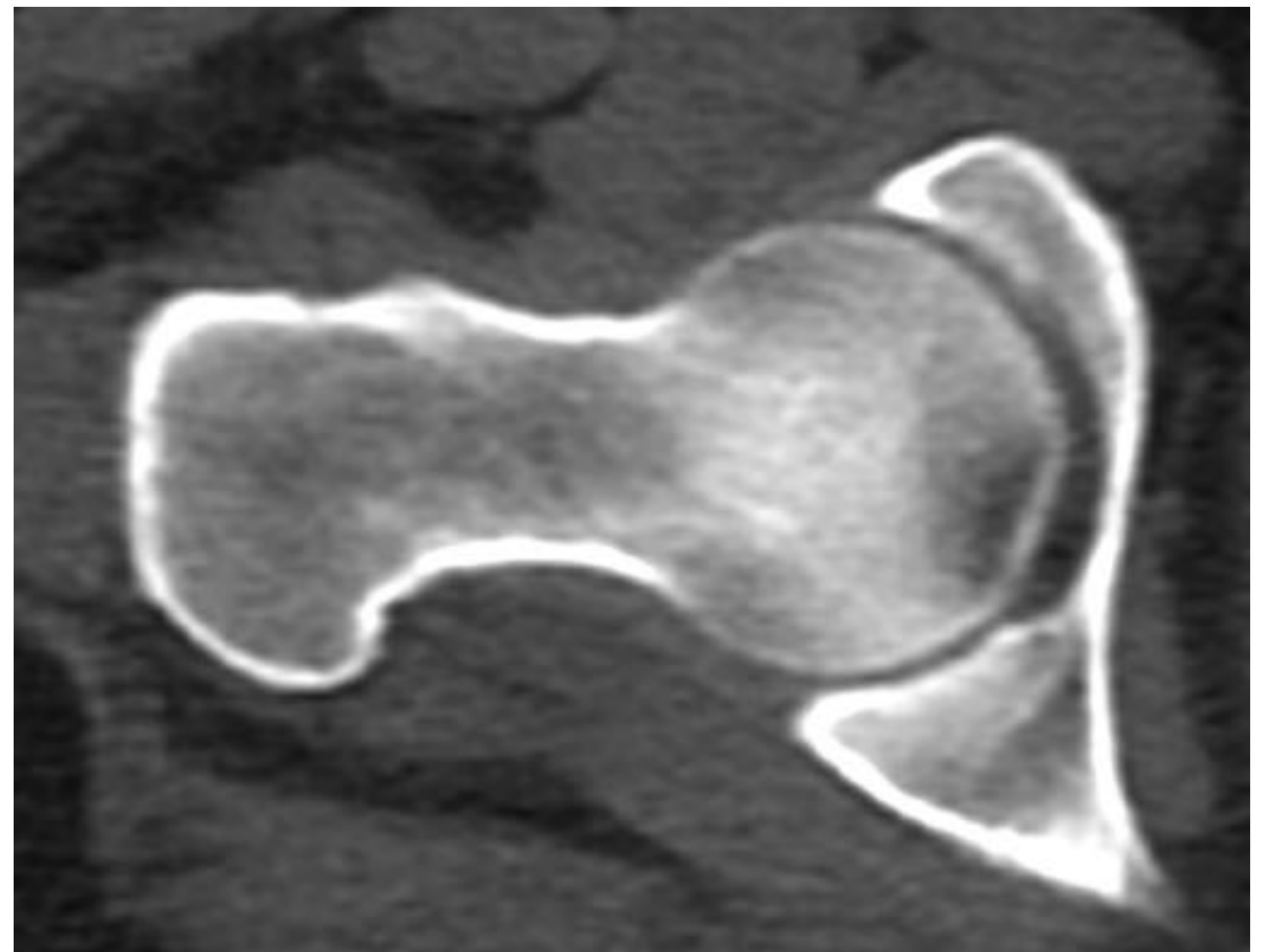
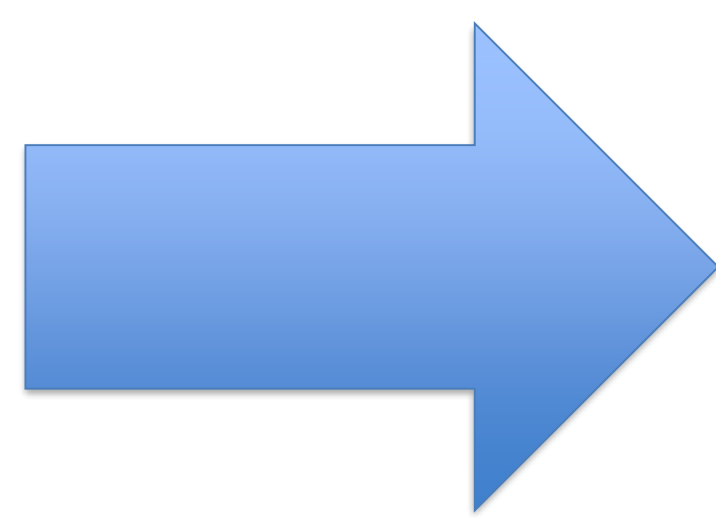
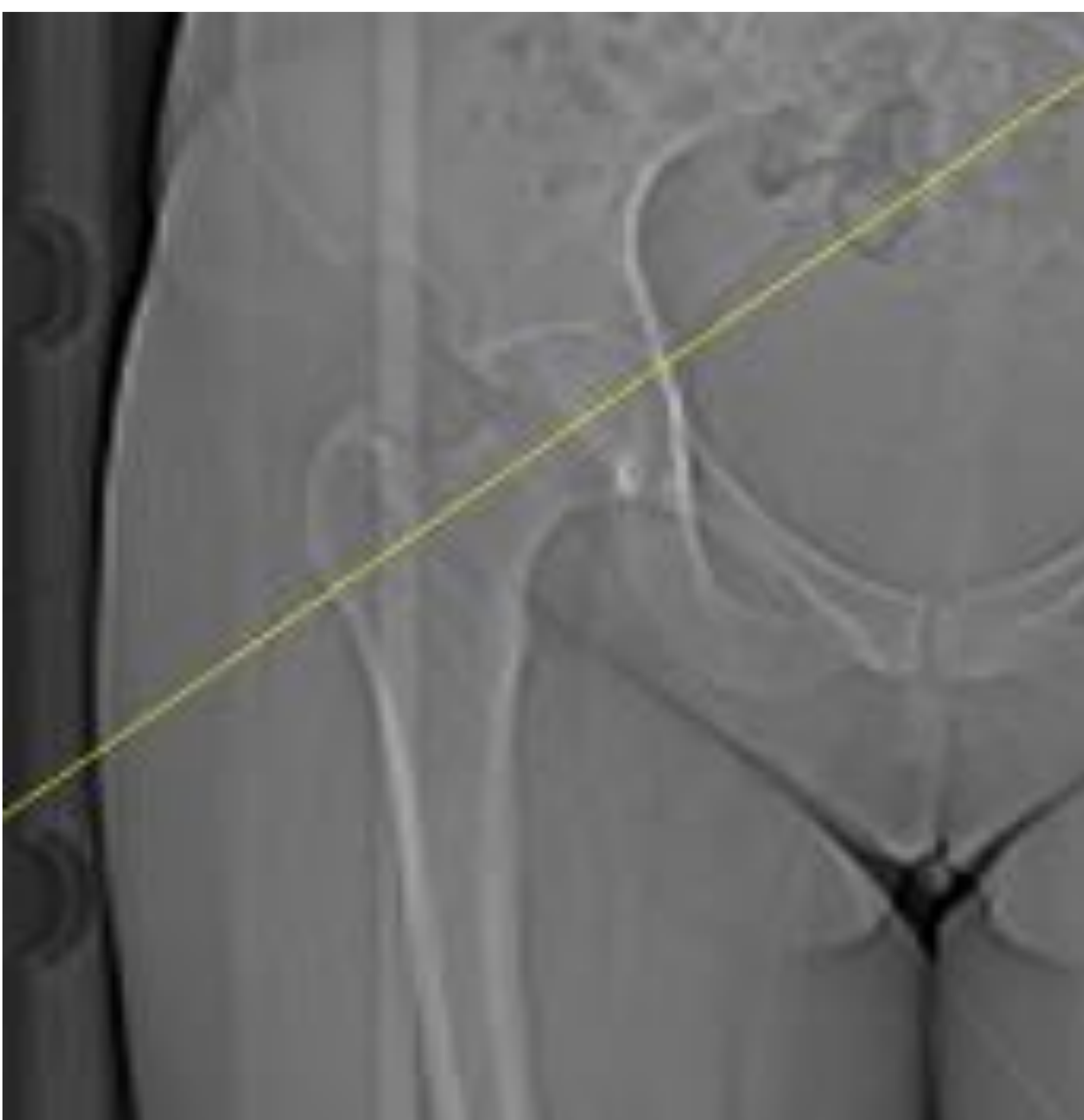
METODO DE JARRETT

La medición de la versión femoral de acuerdo al método de Jarret (24) fue descrita en el año 2010 y a diferencia de las anteriores el corte sobre el que se obtiene no es un corte axial puro sino un corte oblicuo en la dirección del cuello femoral.

Una vez obtenido el corte oblicuo se traza una línea que pasa por el centro de la cabeza femoral y por el punto medio del cuello femoral.

La segunda línea es la tangente que une el margen dorsal de ambos cóndilos femorales.

Ambas líneas conforman el ángulo de versión femoral.

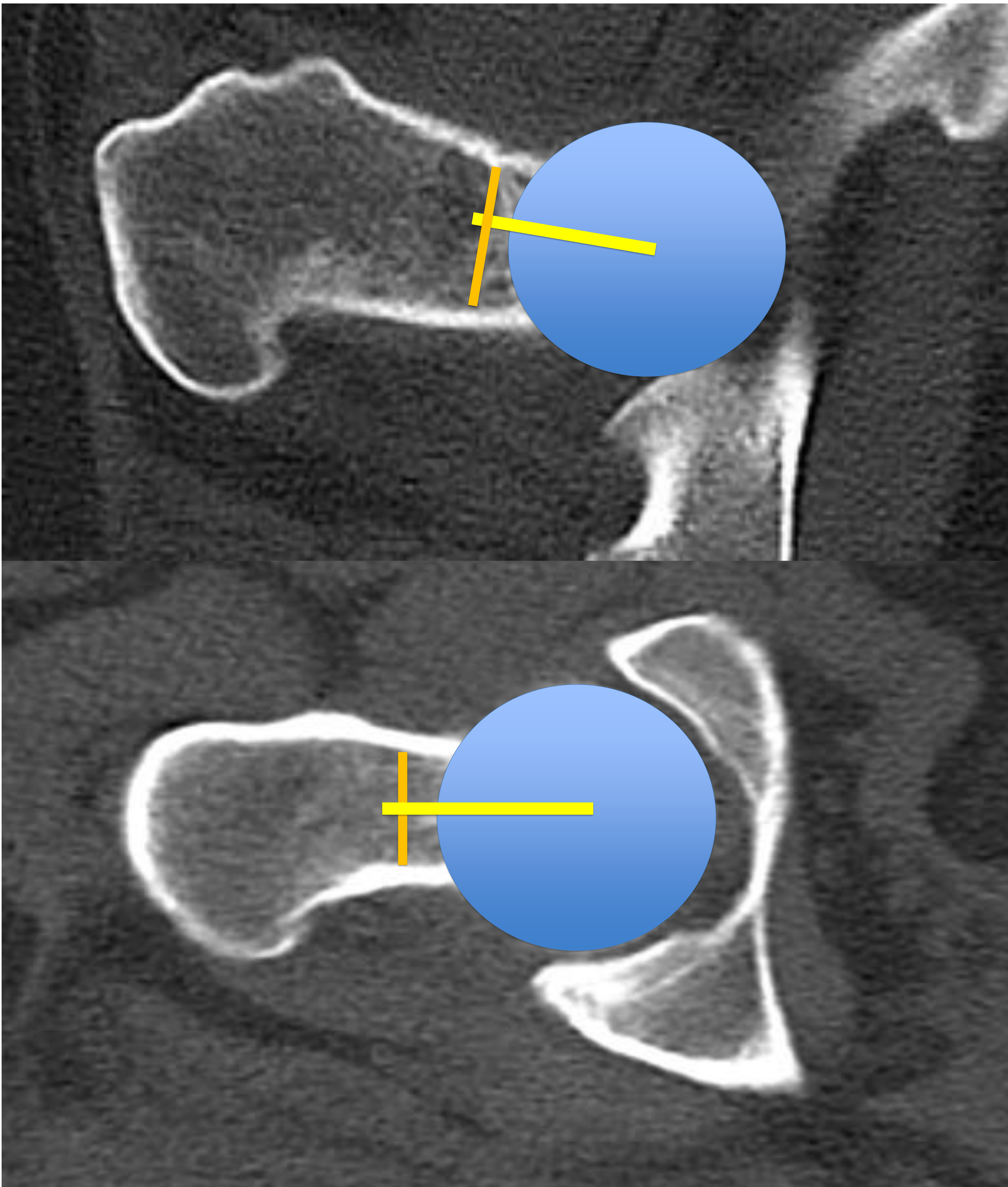


METODO DE YOSHIOKA

La técnica descrita por Yoshioka et al (25) se subdivide en dos grandes grupos; el primero utiliza cortes axiales superpuestos y el segundo cortes oblicuos superpuestos.

En el primero de los casos el centro de la cabeza femoral en una imagen axial transversal fue conectado con el centro del cuello femoral en su anchura más estrecha en otra imagen axial.

Posteriormente este autor describió su método en cortes oblicuos siendo el trazado de la línea idéntica al descrito en los cortes axiales es decir; el centro de la cabeza femoral se conecta con el centro del cuello femoral en su anchura más estrecha en una imagen axial oblicua.



METODO DE WEINER

El método de Weiner (26) de cálculo de la versión femoral tiende a infraestimar los valores reales de la versión femoral en cada individuo sujeto a estudio.

En su cálculo se debe escoger el corte axial en el cual la cortical anterior y posterior del cuello femoral es paralela. El eje de la rodilla utilizado en su medición es la línea epicondilar.

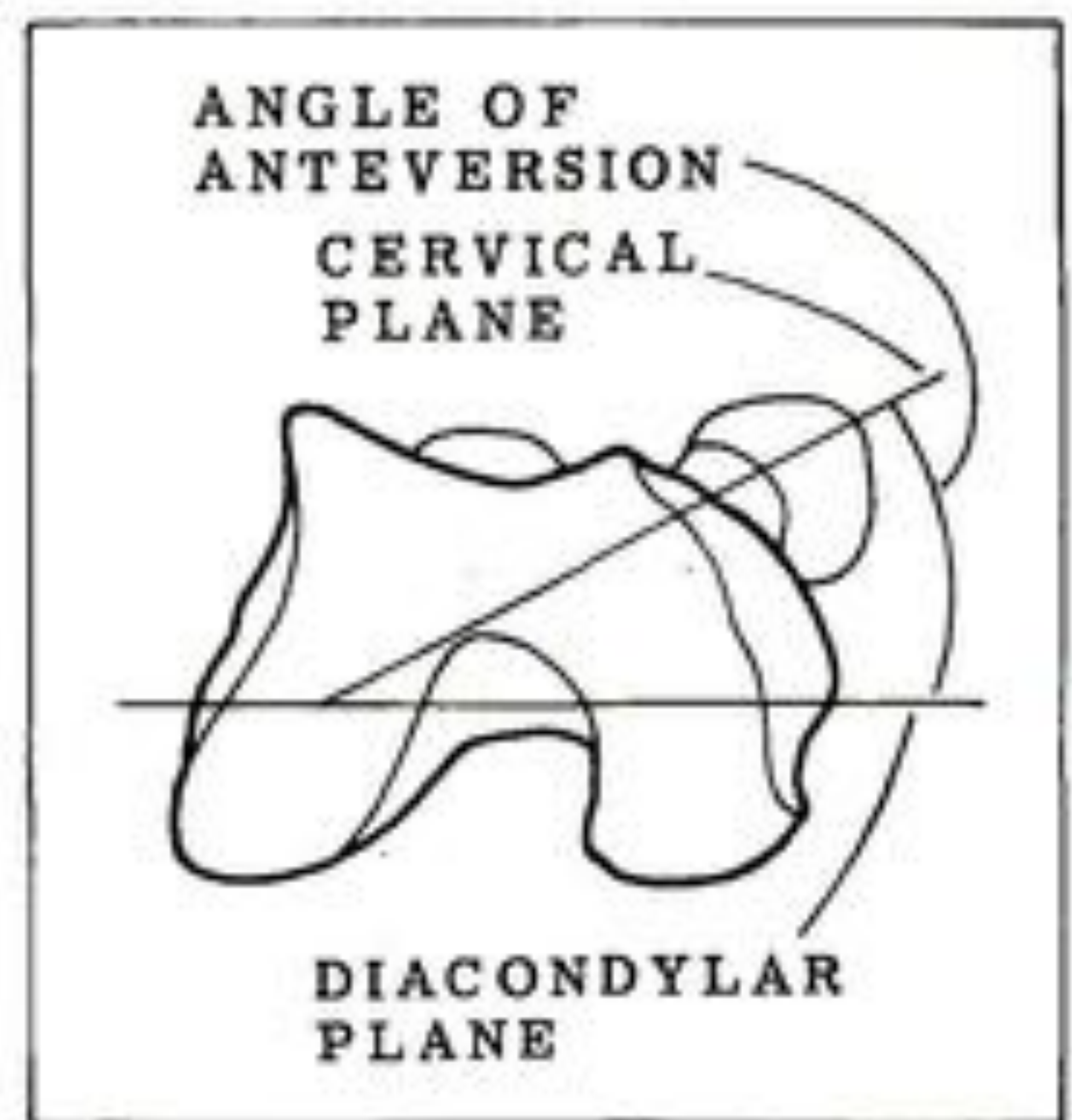
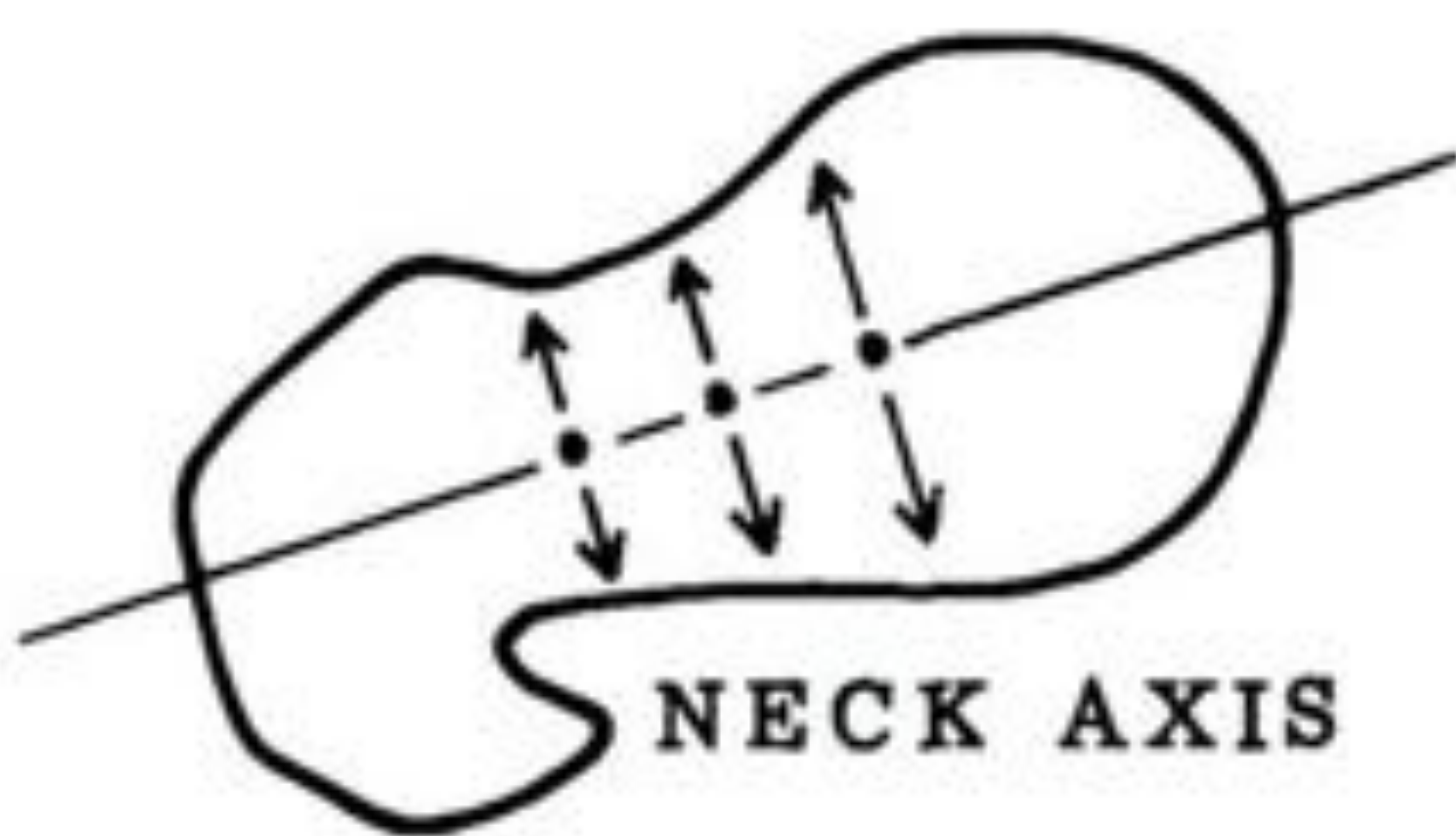
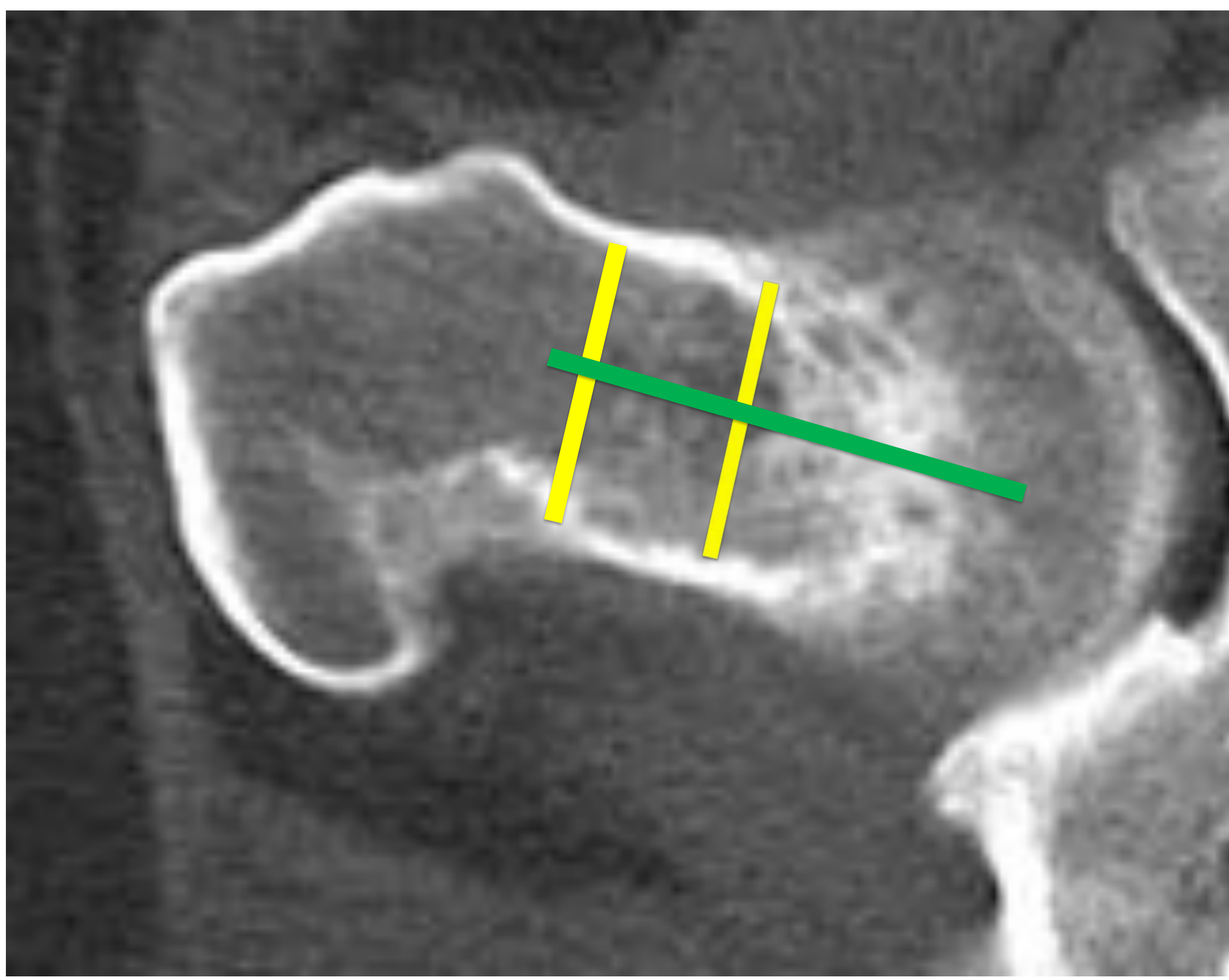


Fig. 1: Drawing of anteversion angle.

Orthopedics. 1978 Jul-Aug;1(4):299-306.

Computed tomography in the measurement of femoral anteversion.

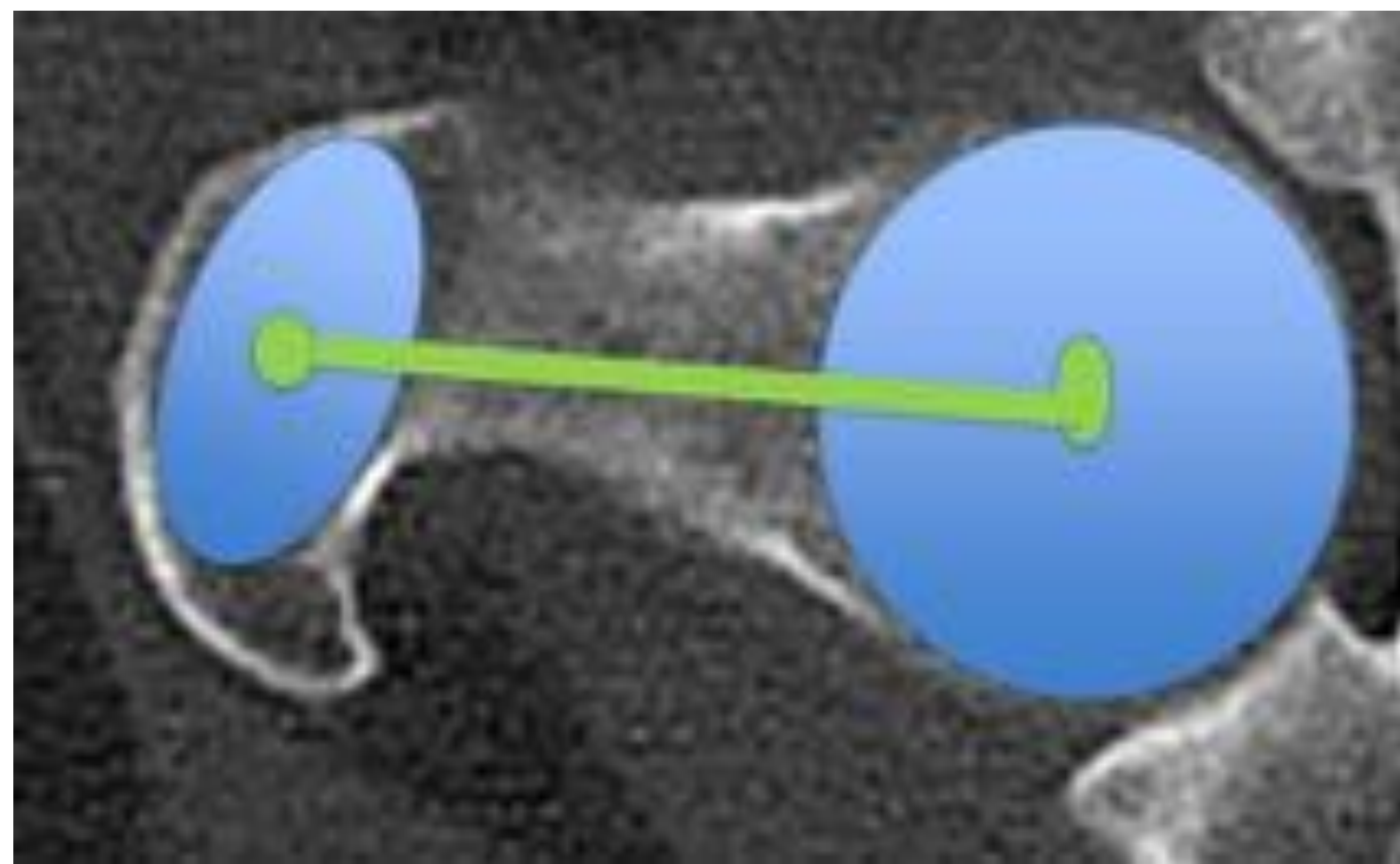
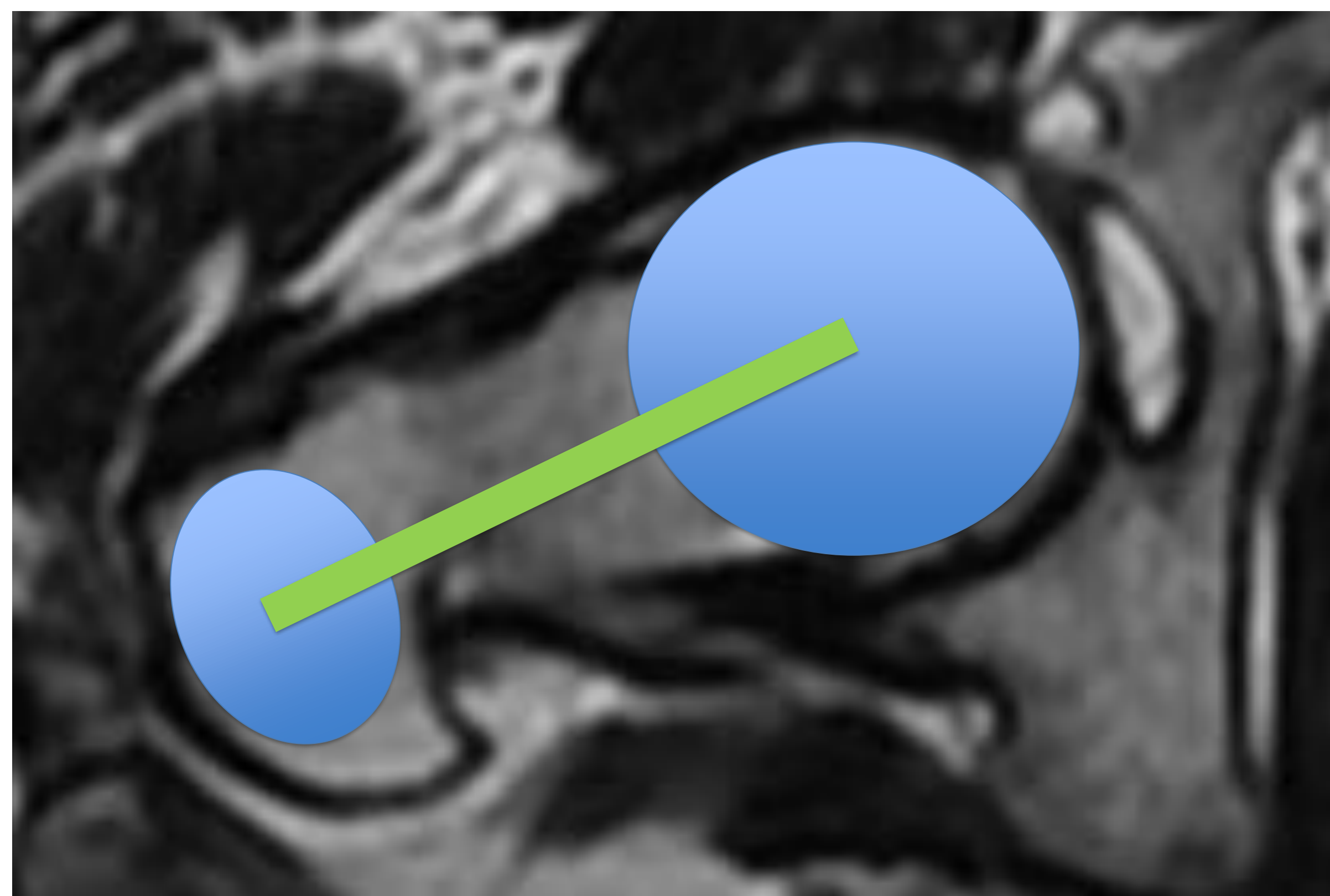
Weiner DS, Cook AJ, Hoyt WA Jr, Oravec CE.

EVALUACION DE LA TORSION FEMORAL MEDIANTE RESONANCIA MAGNETICA

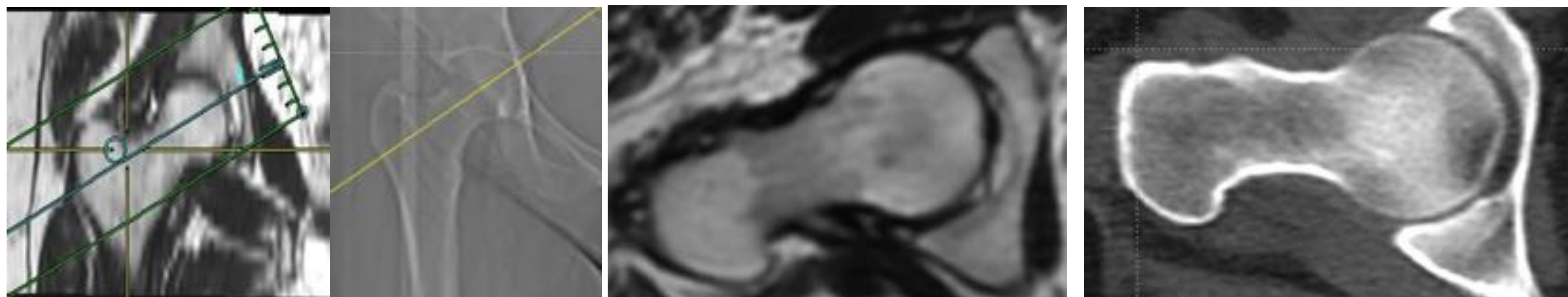
Los escáneres modernos proporcionan una determinación rápida y fiable de la versión femoral a dosis de radiación relativamente bajas. La conciencia pública sobre el riesgo de la radiación está creciendo y se están solicitando técnicas que utilicen menos o ninguna radiación ionizante siempre que sea factible, dado que incluso a dosis bajas o muy bajas no existe un riesgo cero en su utilización.

Atendiendo a que la principal desventaja en la utilización de la RM es su alto coste y la duración del estudio Koenig(30) estableció los protocolos para que su duración no superara los 10 minutos.

Botser et al (32) encontró que en el 96% de los casos, la medida de la TC fue mayor, con una diferencia promedio de 8.9 grados (rango, 37 a 1.5 grados). Aunque se encontró una alta correlación entre las mediciones del ángulo de anteversión por CT y MRI, las discrepancias significativas en el número de anteversión absoluta entre las 2 técnicas sugieren que pueden no ser intercambiables y quizás se deben usar umbrales diferentes para cada modalidad. Muhammad et al (33) encontró unos resultados muy similares en el estudio de la torsión por RM en niños y adolescentes



Beebe (31) describió que los valores obtenidos a través de cortes oblicuos de RM muestran un aumento lineal en su sobreestimación a medida que esta aumenta. A pesar de que tanto la RM axial como la oblicua de TC eran precisas hasta un nivel que probablemente no era clínicamente significativo, la TC-axial fue más precisa y consistente en comparación con la verdadera torsión del fémur en relación a los cortes oblicuos en RM.

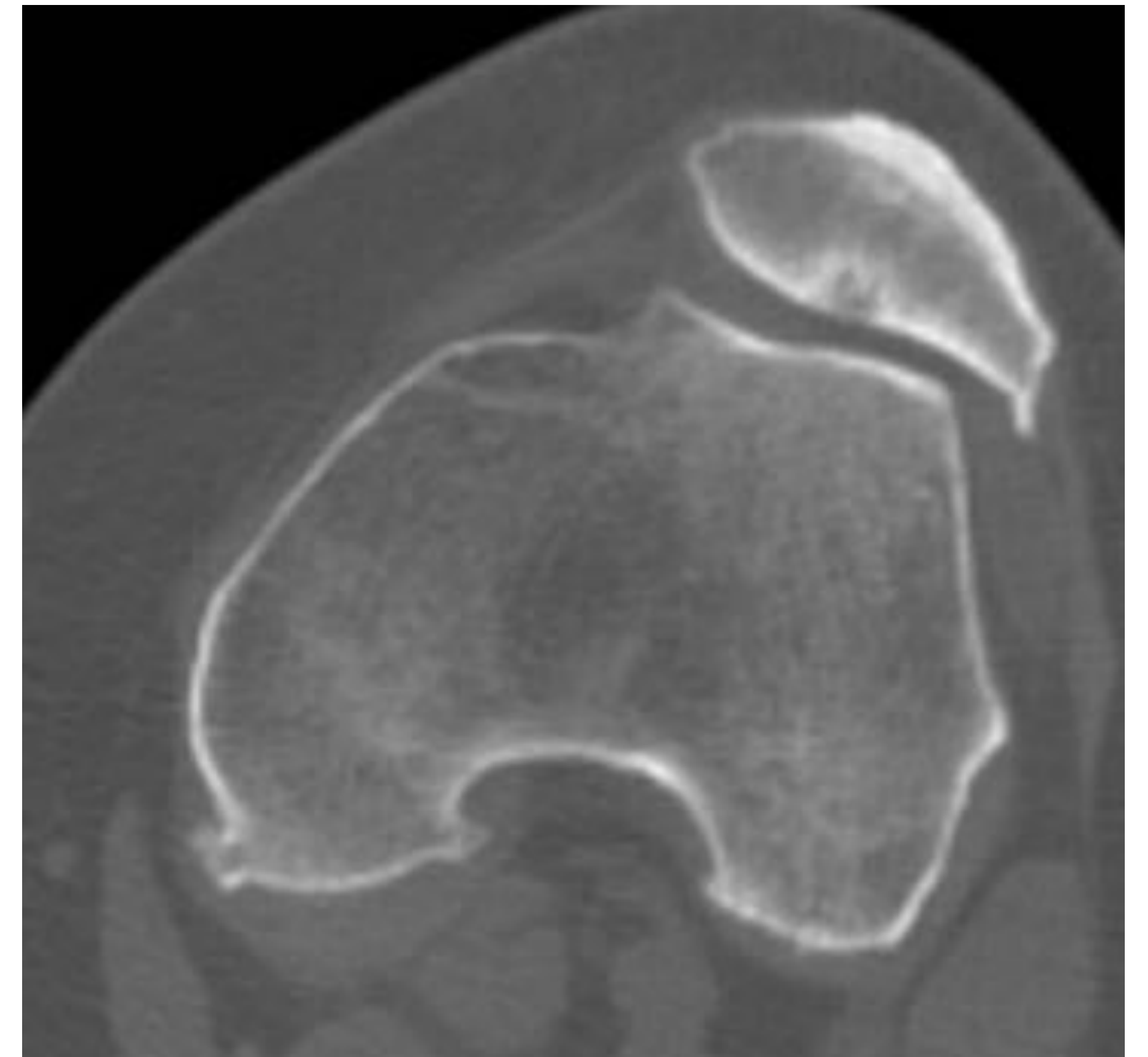


Finalmente Tomczak et al (28) definieron una técnica para la medición por RM de la versión femoral y describieron que la RM permite mediciones anatómicas precisas y produce resultados confiables y reproducibles. La RM se recomienda para la planificación preoperatoria en pacientes pediátricos con osteotomías de rotación femoral.

RELEVANCIA CLÍNICA DE LA ANTEVERSIÓN FEMORAL Y SU IMPACTO EN LA RADIOLOGÍA.

Una anteversión femoral alterada se relaciona con múltiples patologías; a continuación mencionaremos las más importantes:

- **Resultado funcional de las fracturas de la diáfisis femoral tratadas con enclavado endomedular:**
La incidencia de mala alineación rotacional (34) es la complicación más notificada en las fracturas de diáfisis femoral tratadas con enclavado y varía de 8-28%. La mala alineación rotacional o la deformidad torsional del fémur se expresan como una diferencia en la versión femoral entre el lado afecto y no afecto. Las diferencias en la versión menores a 10° son variaciones normales. Entre 10° y 14° es dudoso y 15° o más grados se considera como una verdadera deformidad torsional. La mala alineación rotacional puede conducir a complicaciones como una mala unión y sobretodo dolor y limitación funcional.
- **Lumbalgia mecánica (35)** Los pacientes con antecedentes de dolor lumbar crónico o recurrente mostraron menos rotación total de cadera y más asimetría (derecha versus izquierda) en la rotación de cadera en comparación con aquellos sin antecedentes de dolor lumbar.
- **Displasia troclear femoral e inestabilidad patelar (36-37):** La morfología de la tróclea está relacionada significativamente con la versión femoral, su aumento se asocia con una tróclea más plana y más displásica. Además los pacientes con aumentos significativos en la versión asocian peores resultados postquirúrgicos



➤ **Resultados a largo plazo de la osteotomía de tibia en la artrosis del compartimento medial:**

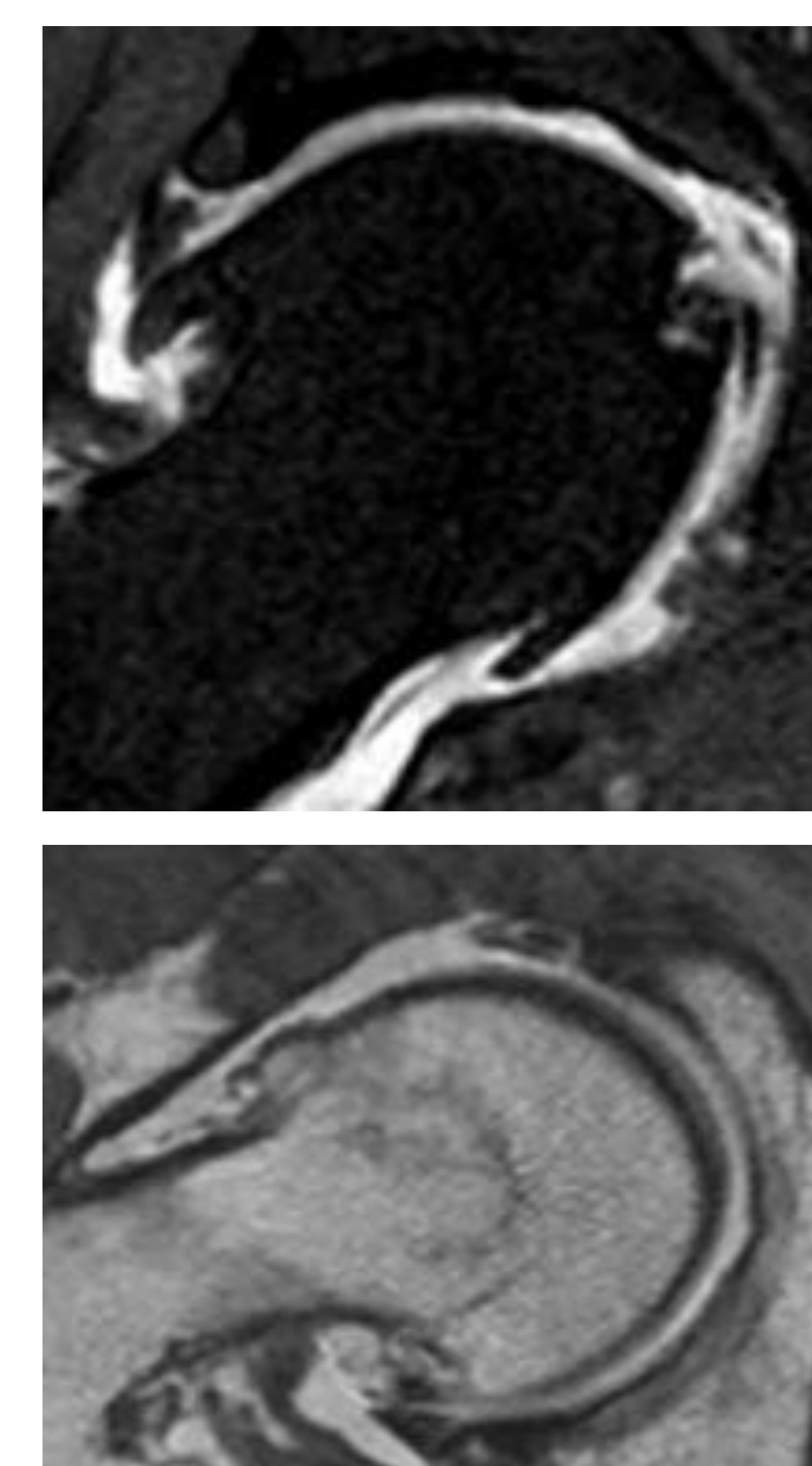
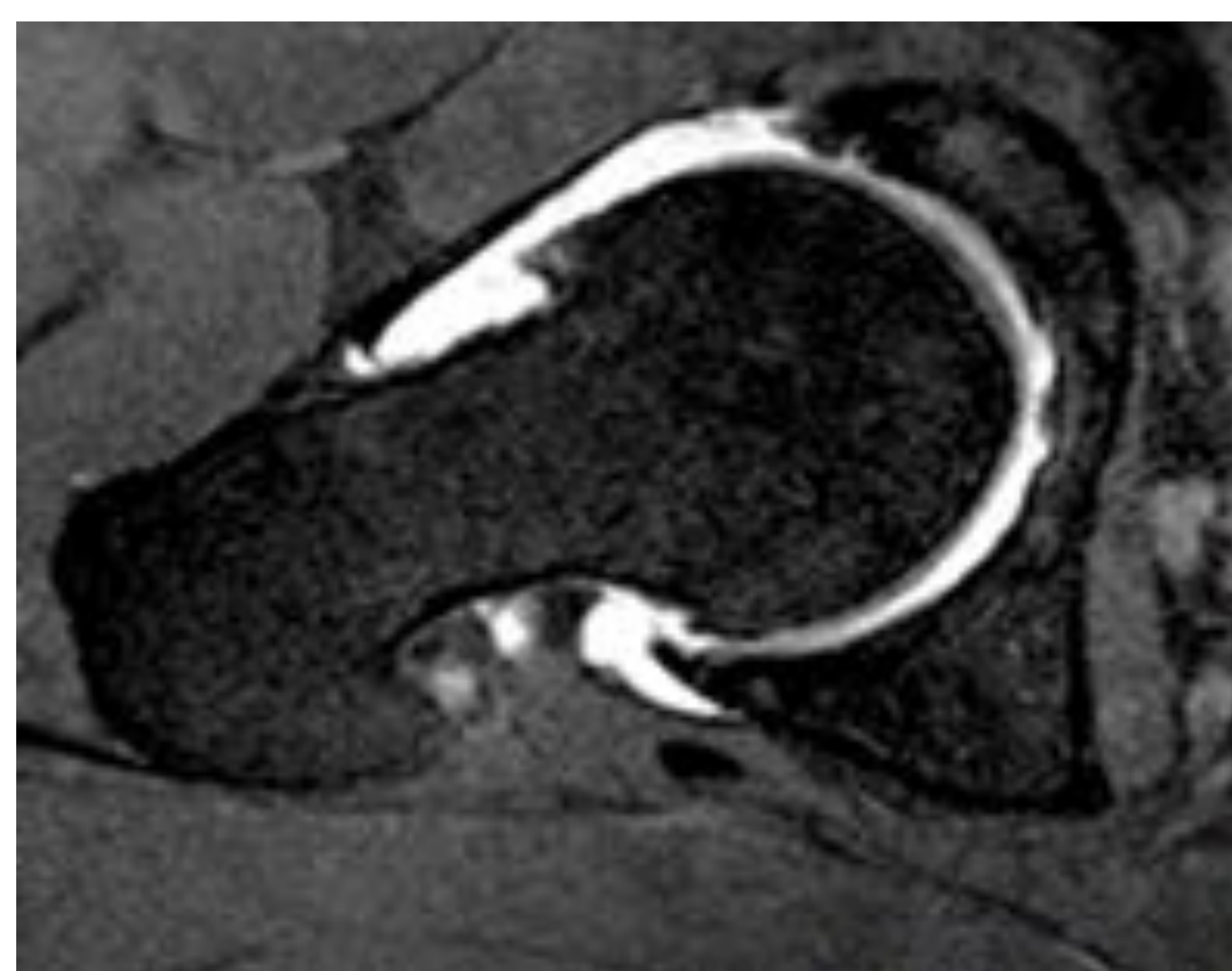
La anteversión femoral fue significativamente mayor en pacientes en quienes el valgo aumentó con el tiempo que en aquellos en quienes el valgo disminuyó con el tiempo. La estabilidad de la alineación coronal parecía depender de una relación lineal entre el índice femorotibial (torsión tibial menos la torsión femoral) y el grado de realineamiento postoperatorio.(39)

➤ **Artrosis de rodilla:** diferentes estudios biomecánicos relacionan la disminución de la versión femoral con el aumento de presión en el compartimento FT medial con el consecuente riesgo de desarrollar artrosis a este nivel.

➤ **Artrosis de cadera:** durante mucho tiempo se ha aceptado que un aumento en la versión femoral predispone a un riesgo aumentado de padecer artrosis en la cadera, si bien jamás se ha demostrado en una serie amplia de pacientes. En la actualidad se considera que la artrosis tiene un origen multifactorial y la versión es uno de sus actores predisponentes, presentando además un factor aditivo con la versión acetabular.

➤ **Choque femoro acetabular (42):** los pacientes con CFA tipo pinzer presentan una versión mayor que los del tipo CAM, no obstante dado la importante variabilidad entre individuos afectados y la población sana, se considere que si un valor de versión femoral difiere significativamente de la media, por si mismo no debe considerarse como patológico.

➤ **Roturas labrales:** Ito et al (43) han mostrado alteración de versión en pacientes con roturas labrales, siendo mas anteriores y extensas y requiriendo liberación quirúrgica del psoas en un mayor numero de casos



CONCLUSION

- ❑ La regla oro en la obtención del ángulo de anteversión femoral es la medición sobre hueso seco de acuerdo al método de Kingley- Olmsted.
- ❑ En la mayoría de pacientes, con trastornos en la alineación torsional de los miembros inferiores, será suficiente la exploración clínica, reservándose los métodos de imagen a aquellos sobre los que se plantee una corrección quirúrgica.
- ❑ El método más fiable y reproducible en el estudio de la versión femoral es la TC. Atendiendo a la multitud de métodos posibles en su cálculo es imprescindible reportar en el informe como se ha obtenido este valor.
- ❑ La RM se plantea como un método alternativo a la TC si bien las discrepancias significativas en el valor de la anteversión absoluta entre las 2 técnicas sugieren que pueden no ser intercambiables y quizás se deben usar umbrales diferentes para cada modalidad.

BIBLIOGRAFIA

1. Fabry G et al. Torsion of the femur. A follow-up study in normal and abnormal conditions. *J Bone Joint Surg Am.* 1973 Dec; 55(8):1726-38.
2. Yoshioka Y, Cooke TD. Femoral anteversion: assessment based on function axes. *J Orthop Res.* 1987; 5(1):86-91.
3. G. Gulan et al.: Femoral Neck Anteversion, *Coll. Antropol.* 24 (2000) 2: 521–527.
4. Cibulka MT. Determination and significance of femoral neck anteversion. *Phys Ther.* 2004; 84:550 –558
5. Georgiadis AG et al. Can femoral rotation be localized and quantified using standard CT measures? *Clin Orthop Relat Res.* 2015 Apr; 473(4):1309-14.
6. Archibald HD et al. An Anatomic Study on Whether Femoral Version Originates in the Neck or the Shaft. *J Pediatr Orthop.* (2017)
7. Zalawadia A et al. Study of femoral neck anteversion of adult dry femora in Gujarat region. *NJIRM* 2010; 1:1-5.
8. Ruwe et al . Clinical determination of femoral anteversion. A comparison with established techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 1992 Jul; 74(6):820-30.
9. Kozic S et al. Femoral anteversion related to side differences in hip rotation. Passive rotation in 1,140 children aged 8-9 years. *Acta Orthop Scand* 1997; 68:533
10. Staheli LT et al. Lower extremity rotational problems in children: normal values to guide management. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67:39-47.
11. Tonnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81:1747-70.
12. A. Høiseth, O. Reikerås. (1988) Aspects of femoral neck anteversion, *Acta Radiologica*, 29:6, 689-694.
13. Murphy SB. Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am.* 1987 Oct; 69(8):1169-76.
14. Seitlinger G et al. The Contribution of Different Femur Segments to Overall Femoral Torsion. *Am J Sports Med.* 2016 Jul; 44(7):1796-800.
15. Rippstein and Müller roentgenologic determination of the actual femoral neck-shaft and antetorsion angle. 1: Correction of the conversion table and study of the effects of positioning errors] *Radiologe.* 1986 Jun; 26(6):293-304.
16. Reikerås O et al. Evaluation of the Dunlap/Rippstein method for determination of femoral neck angles. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1985 Mar-Apr; 26(2):177-9.
17. Proubasta IR et al. A new method of measuring the femoral anteversion and neck-shaft angles. *Clin Radiol.* 1984 Jul; 35(4):323-6.
18. Kuo TY et al. Measurement of femoral anteversion by biplane radiography and computed tomography imaging: comparison with an anatomic reference. *Invest Radiol.* 2003 Apr; 38(4):221-9.
19. Folinais D et al. Measuring femoral and rotational alignment: EOS system versus computed tomography. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013 Sep; 99(5):509-16.
20. Aumétou E et al. EOS analysis of lower extremity segmental torsion in children and young adults. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Feb; 100(1):147-51.
21. Waidelich HA. Computed tomographic torsion-angle and length measurement of the lower extremity. The methods, normal values and radiation load]. *Rofo.* 1992 Sep; 157(3):245-51.
22. Murphy SB et al. Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am.* 1987 Oct; 69(8):1169-7.

BIBLIOGRAFIA

23. Hernandez RJ et al. CT determination of femoral torsion. *AJR Am J Roentgenol.* 1981 Jul;137(1):97-101.
24. Jarrett DY et al. Axial oblique CT to assess femoral anteversion. *AJR Am J Roentgenol.* May; 194(5):1230- 1233 (2010).
25. Yoshioka Y, Cooke TD. Femoral anteversion: assessment based on function axes. *J Orthop Res.* 1987;5(1):86-91.
26. Weiner DS et al. Computed tomography in the measurement of femoral anteversion. *Orthopedics.* 1978 Jul-Aug;1(4):299-306..
27. Sugano N et al. A comparison of alternative methods of measuring femoral anteversion. *J Comput Assist Tomogr.* 1998 Jul-Aug;22(4):610-4..
28. Tomczak RJ et al. MR imaging measurement of the femoral antetorsional angle as a new technique: comparison with CT in children and adults. *AJR Am J Roentgenol.* 1997 Mar;168(3):791-4.
29. Guenther KP et al. Measurement of femoral anteversion by magnetic resonance imaging--evaluation of a new technique in children and adolescents. *Eur J Radiol.* 1995 Nov;21(1):47-52..
30. Koenig J et al. MR evaluation of femoral neck version and tibial torsion. *Pediatr Radiol.* 2012 Jan;42(1):113-5.
31. Beebe MJ et al. Accuracy and Reliability of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging Compared With True Anatomic Femoral Version. *J Pediatr Orthop.* 2017 Jun;37(4):e265-e270
32. Botser IB et al. Femoral anteversion in the hip: comparison of measurement by computed tomography, magnetic resonance imaging, and physical examination. *Arthroscopy.* 2012 May;28(5):619-27.
33. Muhamad AR et al. CT and MRI lower extremity torsional profile studies: measurement reproducibility. *J Child Orthop.* 2012 Oct;6(5):391-6.
34. Karaman O et al. Rotational malalignment after closed intramedullary nailing of femoral shaft fractures and its influence on daily life. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* (2014).
35. Van Dillen LR et al. Hip rotation range of motion in people with and without low back pain who participate in rotation-related sports. *Phys Ther Sport.* (2008)
36. Liebensteiner MC et al. High Femoral Anteversion Is Related to Femoral Trochlea Dysplasia. *Arthroscopy.* 2016 Nov; 32(11):2295-2299.
37. Franciozi CE et al. Increased Femoral Anteversion Influence Over Surgically Treated Recurrent Patellar Instability Patients. *Arthroscopy.* 2017 Mar;33(3):633-640.
38. Di Schino M et al. Anterior dislocation of a total hip replacement. Radiographic and CT-scan assessment. Behavior following conservative management. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009 Dec; 95(8):573-8.
39. Goutallier D et al. Influence of lower-limb torsion on long-term outcomes of tibial valgus osteotomy for medial compartment knee osteoarthritis. *Bone Joint Surg Am.* 2006 Nov;88(11):2439-47.
40. Papaioannou TA et al. Femoral neck version affects medial femorotibial loading. *ISRN Orthop.* 2013 Feb 21;2013:328246.
41. Moussa M1. Rotational malalignment and femoral torsion in osteoarthritic knees with patellofemoral joint involvement. A CT scan study. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Jul;(304):176-83.
42. Sutter R. Femoral antetorsion: comparing asymptomatic volunteers and patients with femoroacetabular impingement. *Radiology.* 2012 May;263(2):475-83.
43. Ito K, Minka MA II, Leunig M, et al. . Femoroacetabular impingement and the cam-effect: a MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. *J Bone Joint Surg Br.* 2001 ;83:171–176