

# Complicaciones Postoperatorias del Tornillo Cefálico Femoral

## Lo que el traumatólogo quiere saber

Hugo González<sup>1</sup>, Miguel Díez<sup>1</sup>, Ismael Auñón<sup>3</sup>, Andrea Alcalá<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid

<sup>1,2,4</sup>Servicio de Radiodiagnóstico

<sup>3</sup>Servicio de Traumatología y Ortopedia



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

1. Introducción

2. Objetivos Docentes

3. Complicaciones Mecánicas del PFN

4. Técnicas de Imagen

5. Evaluación Radiológica

6. Informe Radiológico Estructurado

7. Bibliografía



# INTRODUCCIÓN

Las fracturas extracapsulares de fémur proximal (FT) son una patología prevalente en la población de edad avanzada, con un impacto significativo en la morbimortalidad y la calidad de vida de los pacientes. La osteosíntesis mediante clavos femorales proximales (PFN) se ha convertido en una opción terapéutica de elección para este tipo de fracturas, ofreciendo una alta estabilidad rotacional del fragmento proximal.

Sin embargo, a pesar de las mejoras continuas en los materiales y las técnicas quirúrgicas, las complicaciones relacionadas con los clavos intramedulares siguen siendo una preocupación importante. Se estima que hasta un 5% de los pacientes pueden experimentar complicaciones relacionadas con el material de fijación pudiendo requerir reintervención.

La fijación fallida tiene una mortalidad postoperatoria aumentada y elevado coste sanitario.



# OBJETIVOS DOCENTES

---

1. Identificar los hallazgos radiológicos post operatorios y evaluar los diferentes parámetros que están asociados con el fracaso de la fijación interna mecánica en las fracturas trocantéricas tratadas con el clavo femoral proximal (PFN) tales como la calidad de la reducción, la posición del tornillo y las clasificaciones usadas.

2. Proponer una plantilla de informe radiológico estructurado en consenso con el equipo de Traumatología y Ortopedia, para la valoración sistemática de los estudios de imagen postoperatoria en las fracturas trocantéricas tratadas con PFN, que incluye tanto terminología como medidas radiológicas estandarizadas.



# COMPLICACIONES MECÁNICAS DEL PFN

Las complicaciones mecánicas asociadas al clavo femoral proximal se dividen según la localización:

**Zona 1:** Complicaciones relacionadas con el tornillo cefálico.

**Zona 2:** Complicaciones asociadas al clavo intramedular.

**Zona 3:** Complicaciones vinculadas al tornillo de bloqueo distal.

En este póster educativo, se desarrollarán las complicaciones mecánicas de la zona 1 o del tornillo cefálico femoral.

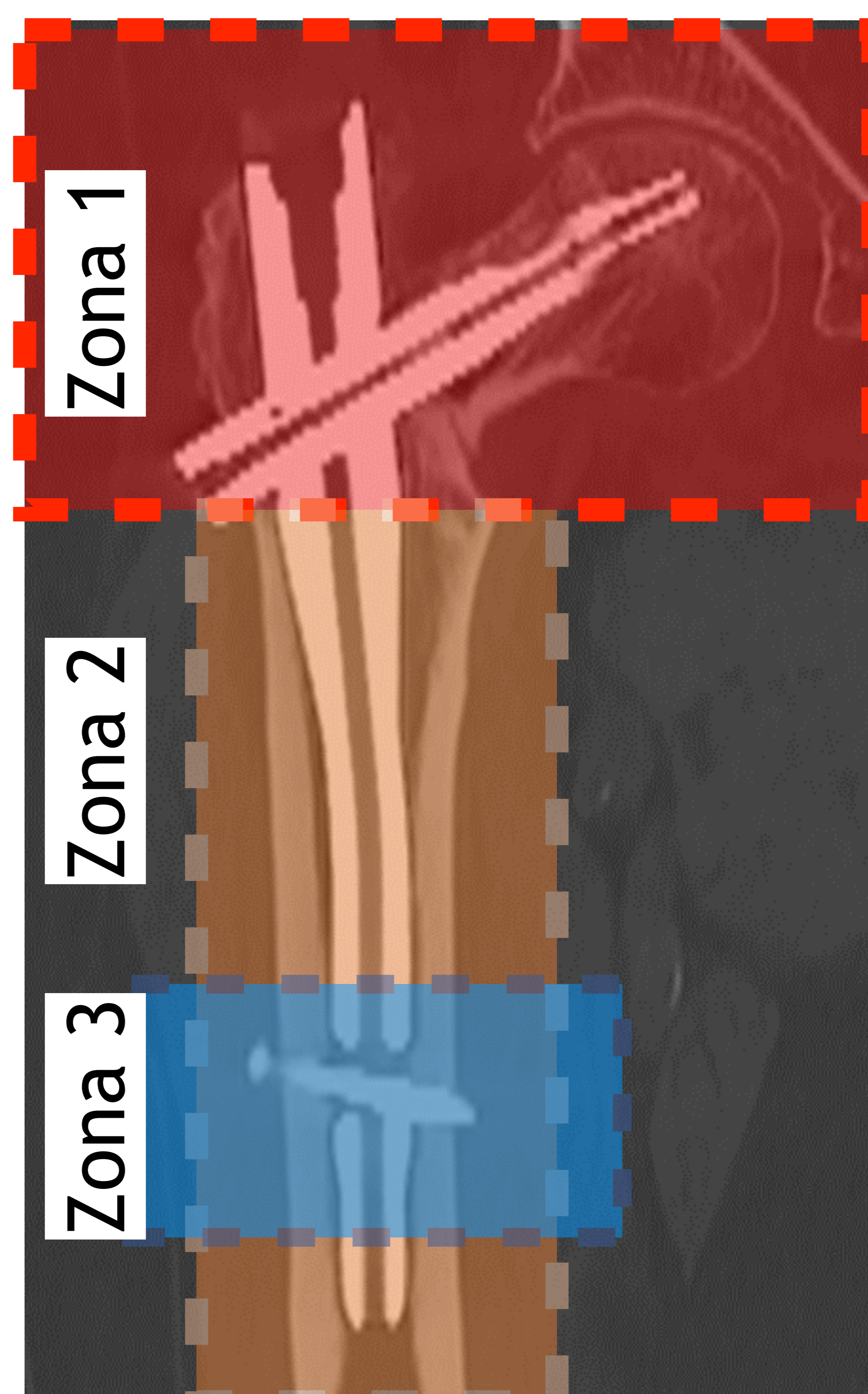


Figura 1: TC coronal donde se muestran las complicaciones mecánicas del clavo femoral próximas



# COMPLICACIONES MECÁNICAS DEL TORNILLO CEFÁLICO O ZONA 1

Las principales complicaciones mecánicas del tornillo cefálico o zona 1 del PFN son:

- **Cut-out:** Colapso en varo del ángulo cervicodiafisario con migración antero-superior del tornillo cefálico, que conlleva a su extrusión desde la cabeza femoral. Es la más frecuente (1,6-4,3%).
- **Cut-in\*:** migración superomedial del tornillo hacia la cabeza femoral y la articulación coxofemoral
- **Cut-through\*:** perforación central del tornillo a la articulación coxofemoral sin desplazamiento del fragment

En la literatura y en la práctica clínica habitual, los términos 'cut-in' y 'cut-through' se utilizan indistintamente para describir fenómenos similares, ambos refiriéndose a la migración central del tornillo cefálico

- **Back-out:** salida lateral del tornillo cefálico a través del orificio del clavo debido a fallo o ausencia del set screw o tornillo antirrotador



# COMPLICACIONES MECÁNICAS DEL TORNILLO CEFÁLICO O ZONA 1

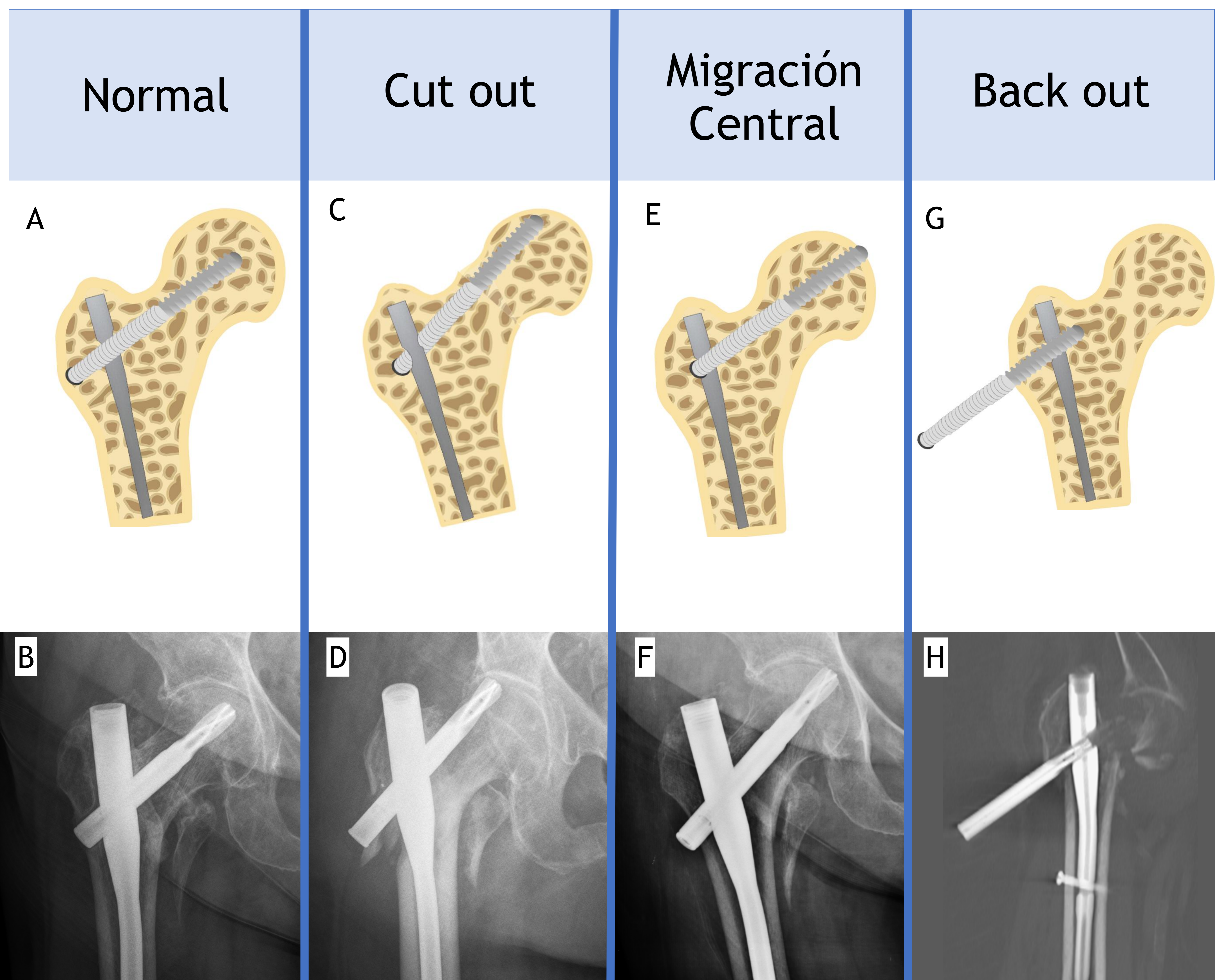


Figura 2: Ilustración y radiografía o TC de tipos de complicaciones mecánicas. A y B: Normal; C y D: Cut out; E y F: Migración Medial; G y H: Back out.



# TÉCNICAS DE IMAGEN

Las pruebas de imagen juegan un papel crucial en la detección y manejo de las complicaciones postquirúrgicas de las FT

- Las más empleadas son:
  - Radiografía simple en dos proyecciones: AP en 15° de rotación interna y lateral “cross-table”
  - TC con reconstrucción 3D

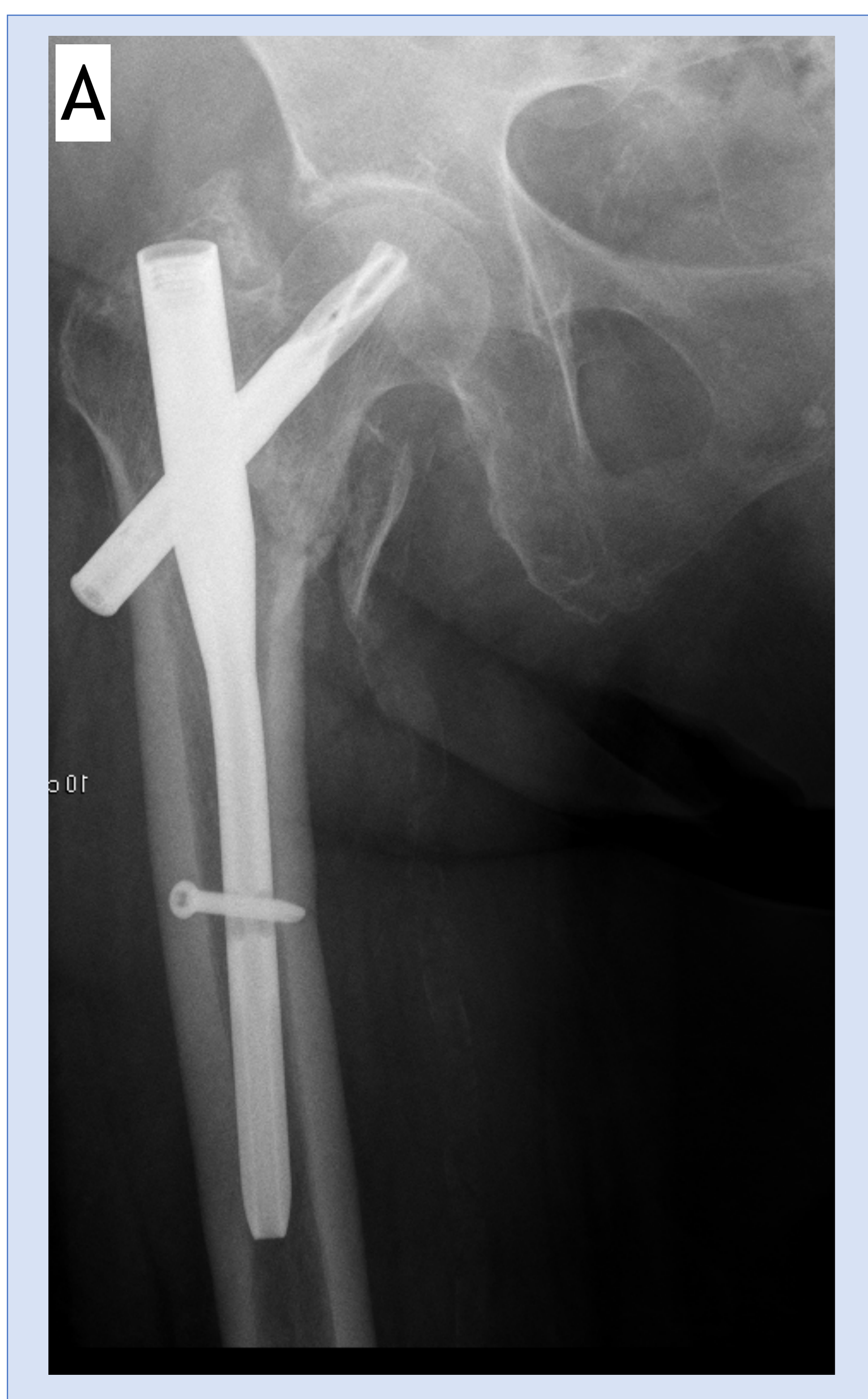


Figura 3: Radiografía AP (A) y lateral (B) de cadera derecha.



# TÉCNICAS DE IMAGEN

Clásicamente se describieron 5 factores principales relacionados con el pronóstico de las fracturas troncantéricas tratadas con fijación interna (2):

- Calidad del hueso
- Geometría de los fragmentos
- Selección del implante
- Calidad de la reducción
- Localización del tornillo cefálico

Posteriormente, en 1995, Baumgaertner (4) varió ligeramente la lista de factores y añadió la edad del paciente, calidad del hueso, el patrón de la fractura, la estabilidad de la reducción, el ángulo del implante y la posición del tornillo cefálico dentro de la cabeza del fémur.

Dentro de todos estos factores, los factores modificables quirúrgicamente y que pueden evaluarse mediante técnicas de imagen, se incluyen:

**1**

**Calidad De La  
Reducción**

**2**

**Posición del  
Tornillo  
Cefálico**



# 1. CALIDAD DE LA REDUCCIÓN

Para evaluar correctamente la calidad de la reducción se debe valorar tanto la **alineación** como el **desplazamiento** de los fragmentos.

Los criterios de reducción clásicos y que actualmente se utilizan son los **criterios de reducción de Baumgaertner (5)**.

Existe además, los criterios de reducción de Chang que algunos artículos demuestran su superioridad con respecto a los criterios de Baumgaertner



Figura 4: Radiografía AP en la que se muestra los dos criterios de reducción de Baumgaertner: alineación y desplazamiento.

## Criterios de reducción de Baumgaertner

### 1. Alineación

- RXS AP: ángulo cervicodiafisario normal o leve valgo ( $<10^\circ$ )
- RXS lateral:  $< 20^\circ$

### 2. Desplazamiento

- $\leq 4$  mm de desplazamiento de cualquier fragmento (*excluyendo la tuberosidad menor*)

### Calidad de reducción:

- Buena: cumple criterios 1 + 2
- Aceptable: cumple criterios 1 o 2
- Deficiente: no cumple criterio 1 ni 2

A pesar de que Baumgaertner clasifica la reducción como “bueno” “aceptable” o “deficiente”, se recomienda describir el grado de alineación y desplazamiento en el informe radiológico, **evitando dichos calificativos**



# SOPORTE CORTICAL MEDIAL

- El concepto de soporte cortical medial (SMC) fue introducido por Chang (10) e Ito (9) en fechas similares
- La mayoría de las fracturas trocantéricas inestables presentan fractura del trocánter menor con **pérdida de SMC**. Por tanto, en la cirugía debe reconstruirse el soporte cortical anteromedial para obtener buena estabilidad postoperatoria
- La **ausencia de SMC** es el factor de riesgo postoperatorio más importante para el fracaso mecánico de la fijación: si no se obtiene adecuado soporte medial entre el fragmento de cabeza/cuello y el fragmento diafisario, se producirá excesivo deslizamiento del tornillo cefálico, rotación del fragmento de cabeza/cuello y fracaso en la fijación



# SOPORTE CORTICAL MEDIAL

- Ito (9) se centra en el desplazamiento, mientras que Chang (10) incluye los criterios de alineación de Baumgaertner para establecer sus propios criterios de reducción
- La nomenclatura varía de una clasificación a otra pero consideran lo mismo: la posición relativa del fragmento de cabeza-cuello y el fragmento diafisario.

- **Tipos recomendados: SMC positivo y SMC neutro**

- El SMC negativo pierde el soporte cortical medial entre los fragmentos principales
  - Incluso hay autores (15) que recomiendan SMC positivo, ya que el SMC neutro puede perder reducción de forma postoperatoria y convertirse en SMC negativo
- Estos criterios se basan en las RXS, pero también pueden evaluarse en TC multiplanar o 3D

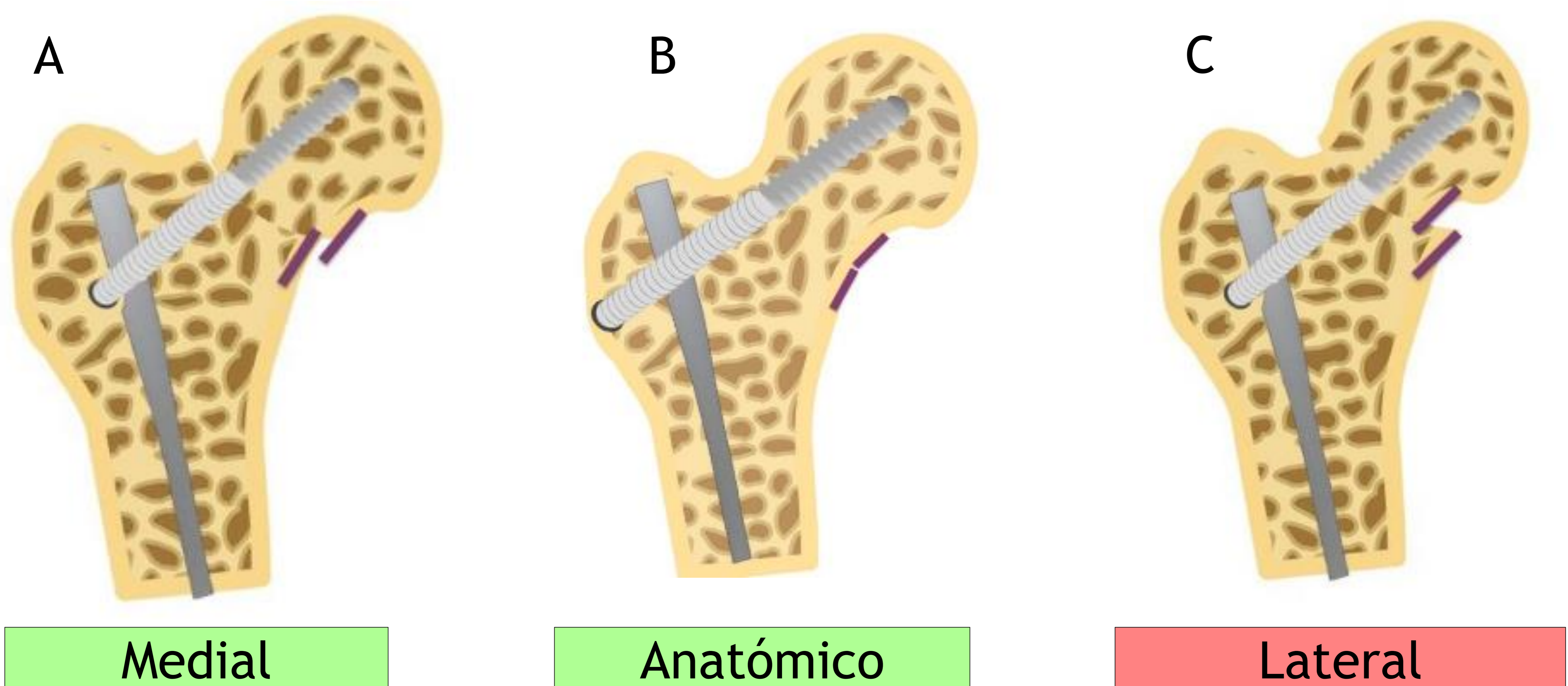


# ALINEACIÓN: CLASIFICACIÓN DE ITO

El patrón de reducción se clasificó en tres tipos tanto en la radiografía anteroposterior (AP) como en la proyección lateral:

En la radiografía AP encontramos tres tipos:

- **Tipo medial:** el fragmento proximal se encontraba hacia el interior de la posición anatómica.
- **Tipo anatómico:** el fragmento proximal se redujo en la posición anatómica.
- **Tipo lateral:** el fragmento proximal se encontraba hacia fuera de la posición anatómica.



Los tipos medial y anatómico son los recomendados (9)

Figura 5: Ilustración de la visión anteroposterior de la clasificación de Ito. (A) Medial; (B): Anatómico (C) Lateral



# ALINEACIÓN: CLASIFICACIÓN DE ITO

En la radiografía lateral se observan tres tipos:

- **Tipo extramedular (subtipo A):** la corteza anterior del fragmento proximal se encuentra delante de la corteza anterior del fragmento distal.
- **Tipo anatómico (subtipo N):** el fragmento proximal se redujo en la posición anatómica, mientras que la corteza anterior de los fragmentos proximal y distal estaba en contacto.
- **Tipo intramedular (subtipo P):** la corteza anterior del fragmento proximal se encuentra en la parte posterior de la corteza anterior del fragmento distal.

Tsukada et al. observaron que el deslizamiento fue sig para el tipo **intramedular** en comparación con los tipos anatómicos

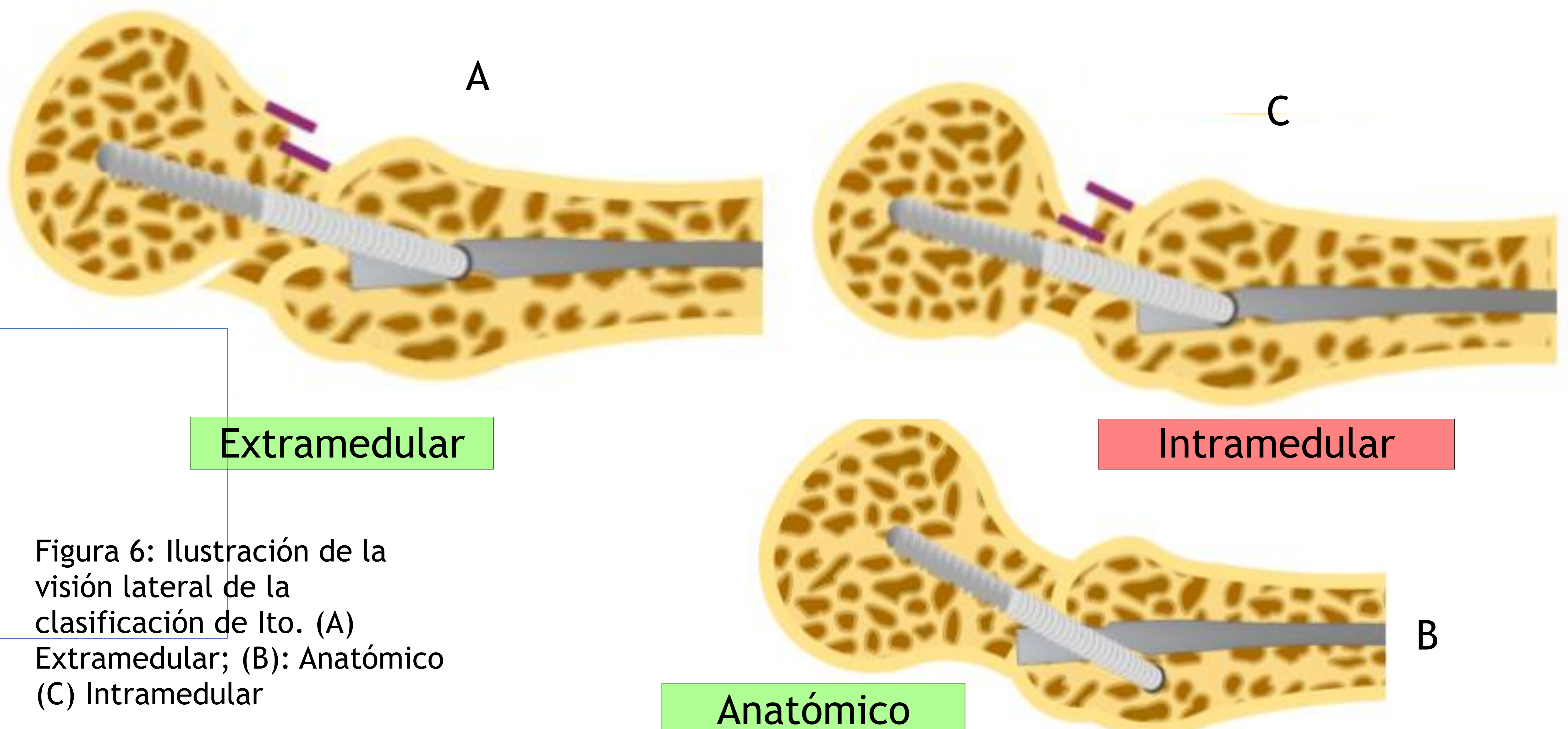


Figura 6: Ilustración de la visión lateral de la clasificación de Ito. (A) Extramedular; (B): Anatómico (C) Intramedular



# CLASIFICACIÓN DE CHANG

Desde el punto de vista práctico la clasificación de Chang (10) e Ito son superponibles usando nomenclatura diferente. La elección una u otra clasificación varía entre hospitales.

Criterios de reducción de Chang	Score
<b>I. Alineación</b> I. RXS AP: ángulo cervicodiafisario normal o leve valgo (<10°) II. RXS lateral: < 20°	1 1
<b>II. Desplazamiento</b> •RXS AP: soporte cortical medial positivo o neutro •RXS lateral: contacto cortical anterior adecuado*	1 1
<b>Calidad de reducción (puntuación total)</b> •Buena: 4 •Aceptable: 2-3 •Deficiente: 0-1	

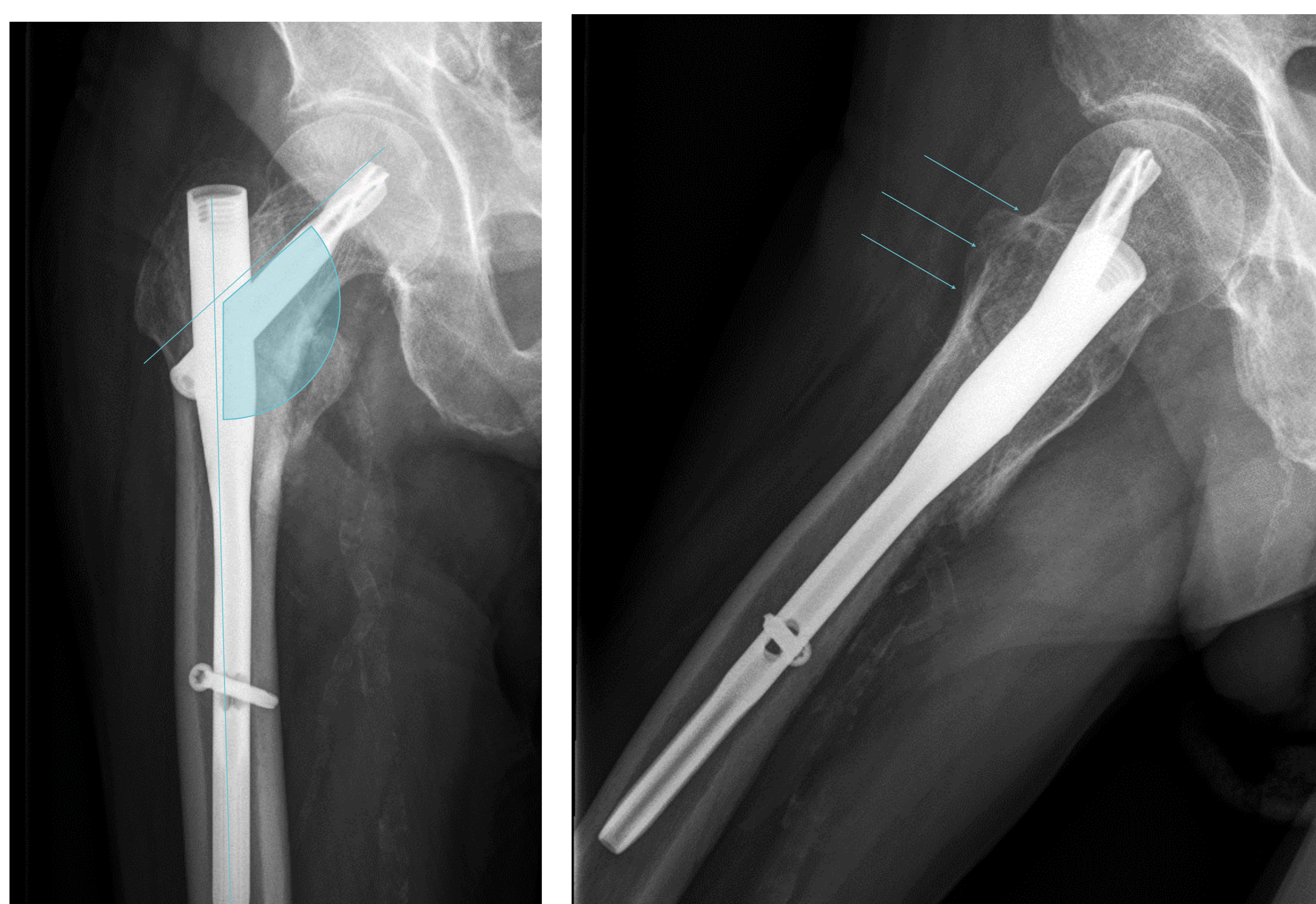
\* Adecuado = contacto cortical continuo y uniforme o decalaje < 2 mm o < 1/2 del grosor cortical

## Equivalencias de nomenclatura. Clasificación de Chang vs Ito

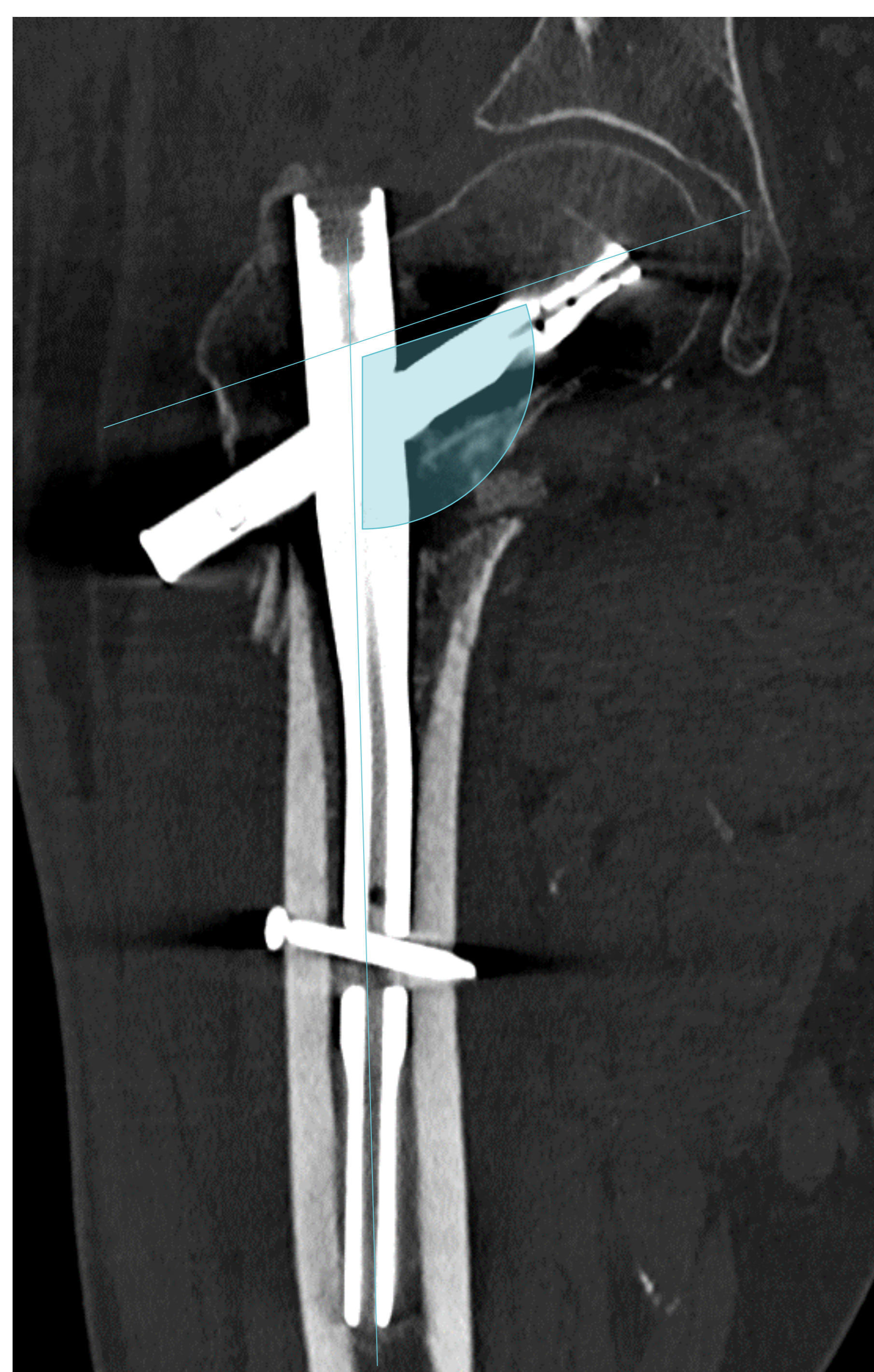
Chang	SMC positivo	SMC neutro	SMC negativo
Ito	Medial	Anatómico	Lateral



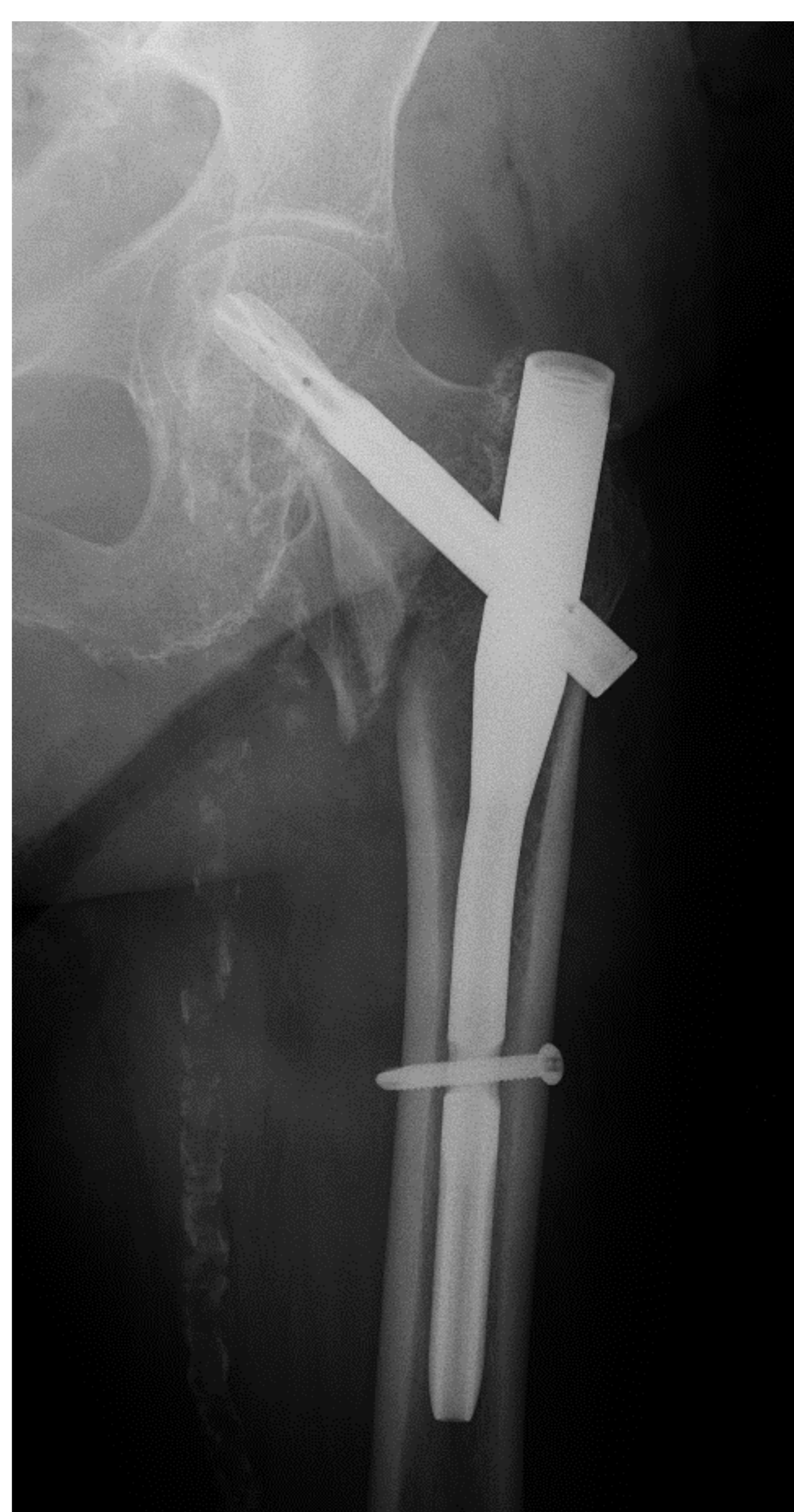
# CALIDAD DE REDUCCIÓN: EJEMPLOS



Alineación adecuada en RXS AP y lateral  
SMC neutro  
Adecuado contacto cortical anterior (*flechas*)



Angulación en varo  
SMC negativo



SMC positivo



SMC negativo



## 2. LOCALIZACIÓN DEL TORNILLO CEFÁLICO

---

La localización del tornillo cefálico se realiza en función de 2 parámetros:

Localización de la punta del tornillo cefálico

Puede valorarse mediante

- Distancia tip-apex (TAD): distancia al apex de la cabeza femoral
- Distancia referenciada al calcar (CalTAD)

Localización circunferencia del tornillo

Puede valorarse mediante

- Zonas de Cleveland
- Índice de Parker



# LOCALIZACIÓN DEL TORNILLO CEFÁLICO: Distancia Tip-Ápex

- La distancia tip-ápex (TAD) fue definida por Baumgaertner como la suma de la distancia (en mm) en RXS AP y lateral desde la punta del tornillo cefálico al ápex\* (siendo al ápex punto de intersección entre el hueso subcondral y la línea del centro y paralela al cuello femoral) (4)

- Es un factor predictor de perforación

- Debe mantenerse al mínimo, con el tornillo insertado profundo en la cabeza femoral cercano al hueso subcondral y adyacente al calcar

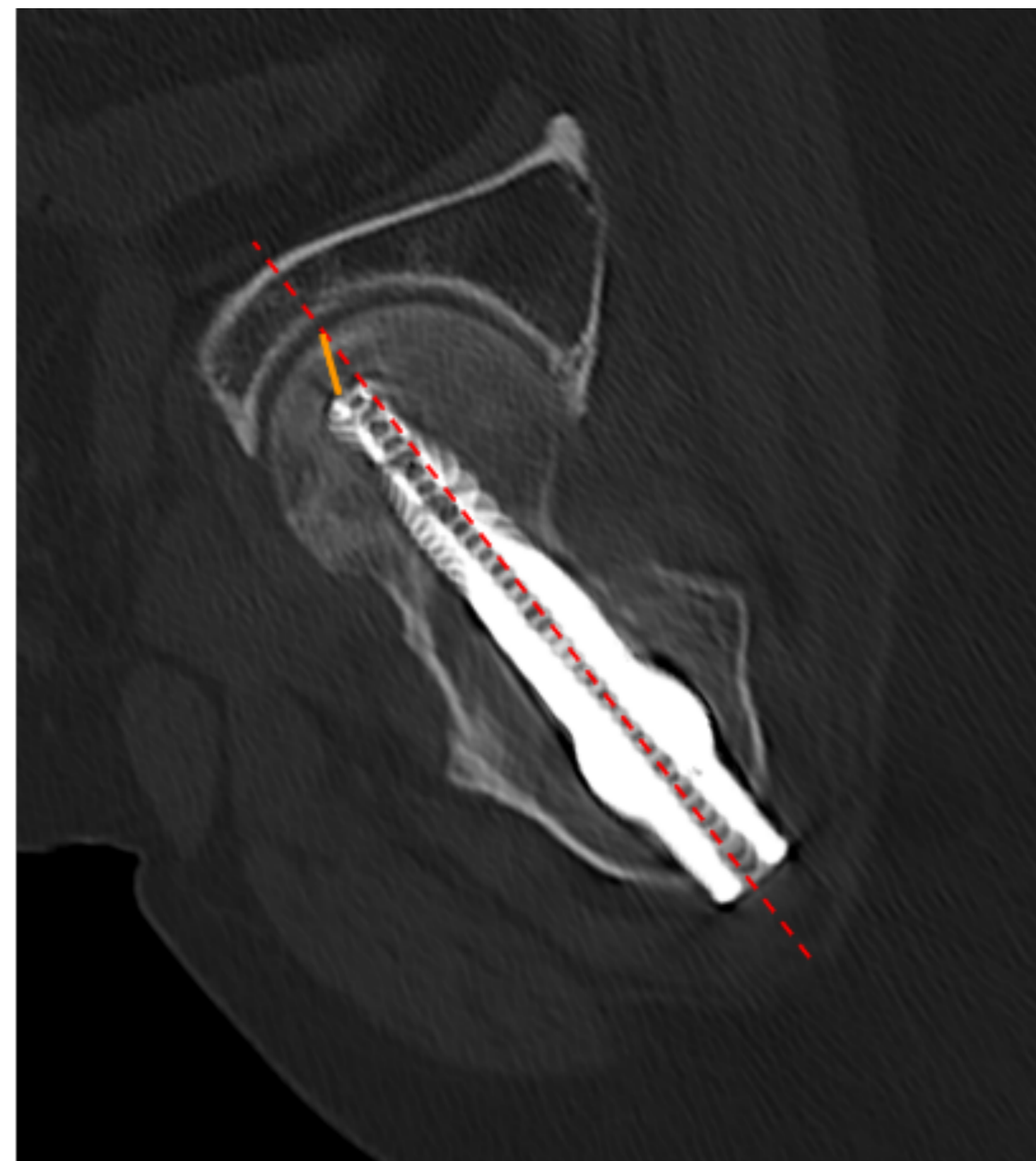
- Existen distintos puntos de corte para riesgo elevado de cut-out:

- > 25 mm (3)

- > 34,8 mm (12), más sensible pero menos específico

- En RXS, debe tenerse en cuenta la **magnificación**, que puede corregirse aplicando el factor de corrección:

diámetro conocido del tornillo / diámetro medido en RX



$$TAD = TAD_{ap} + TAD_{lat}$$

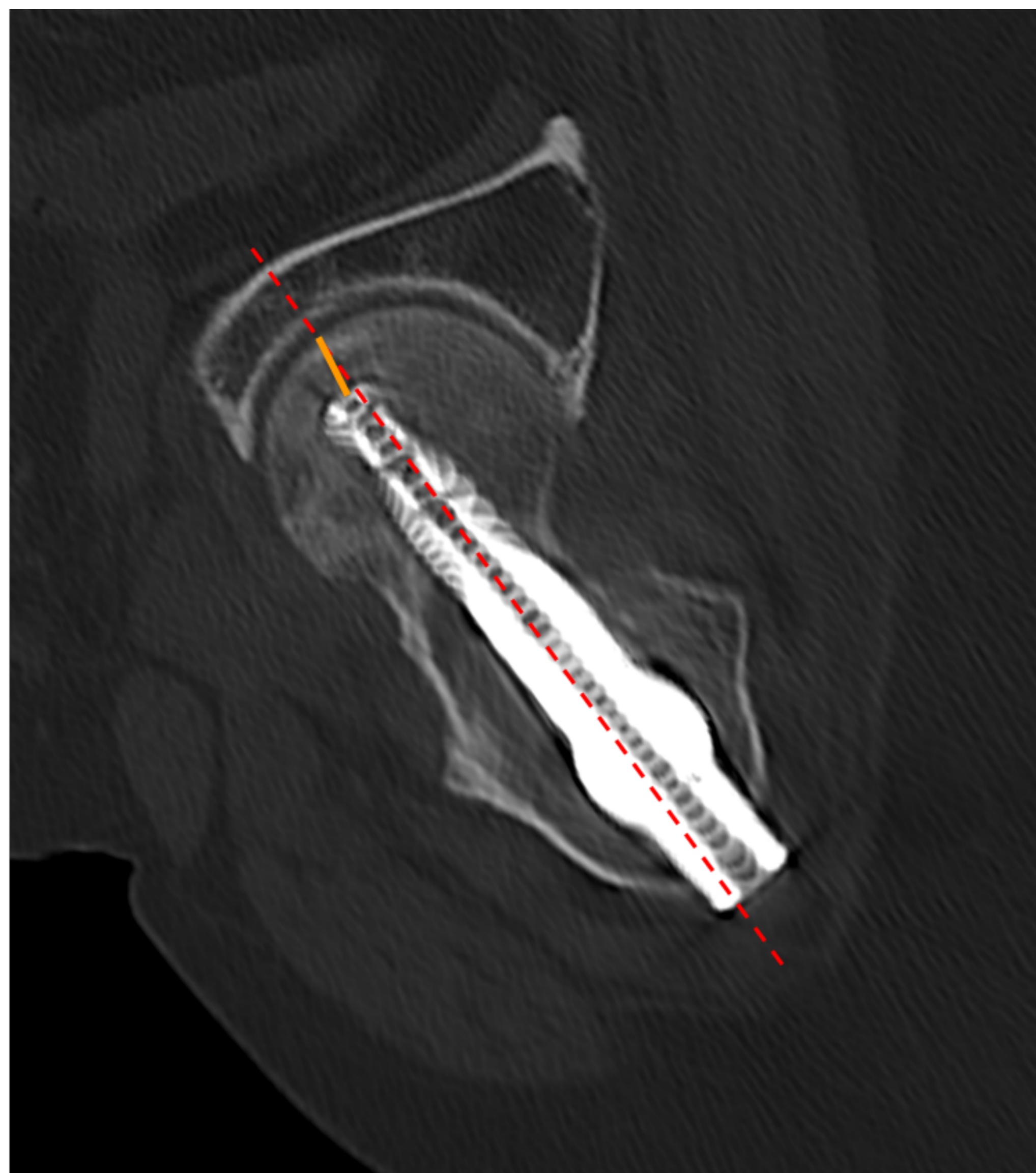
**TAD elevada tiene un alto riesgo de cut-out (1,8)**

Figura 7: TC de cadera derecha con reconstrucciones coronales y laterales donde se muestra las dos mediciones necesarias para calcular la distancia tip apex.



# LOCALIZACIÓN DEL TORNILLO CEFÁLICO: Distancia Cálcar Tip-Ápex

- Recientemente, se ha propuesto una nueva medida, la distancia cálcar tip-ápex (CalTAD) distancia entre la punta del tornillo cefálico y el calcar femoral (6)
- No hay estudios que demuestren mayor sensibilidad y especificidad de CalTAD en comparación con TAD.
- En nuestro centro, se prefiere utilizar TAD
- Al igual que en TAD, el RXS debe tenerse en cuenta la magnificación.
- La medición en RXS lateral no varía con respecto a TAD



$$\text{CalTAD} = \text{CalTAD ap} + \text{TAD lat}$$

Figura 8: TC de cadera derecha con reconstrucciones coronales y laterales donde se muestra las dos mediciones necesarias para calcular la distancia calcar tip apex.

**CalTAD > 35,2 mm tiene alto riesgo de complicaciones (6)**



# LOCALIZACIÓN CIRCUNFERENCIAL: Zonas de Cleveland

- La cabeza femoral se divide en 9 zonas según las RXS AP y lateral: (1)
  - RXS AP: tercio superior, medio e inferior
  - RXS lateral: tercio posterior, central y anterior
- Existe debate sobre si la mejor posición del tornillo es el centro (zona 5) o el cuadrante inferior central (zona 8)
- Las tasas más altas de perforación ocurren en la zona posterior-inferior (zona 9) y en la zona anterior-superior (zona 1), por lo que se deben evitar

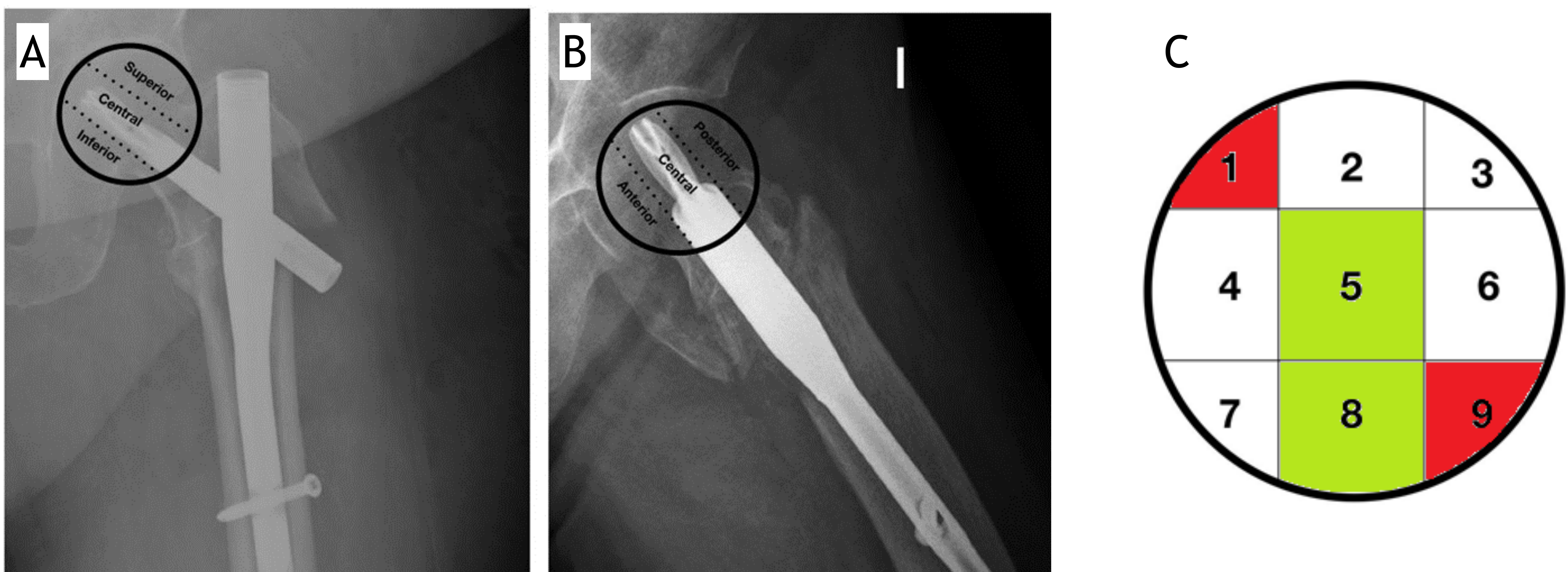


Figura 8: Rx de cadera izquierda en proyecciones AP(A), lateral(B) y diagrama de las zonas de cleveland(C).

**Las zonas las recomendadas son la 5 y 8  
Se deben evitar las zonas 1 y 9**



# LOCALIZACIÓN CIRCUNFERENCIAL: Índice de Parker

- Propuesto por Parker en 1992 (3)
- Las zonas de Cleveland son más comúnmente utilizadas por su mayor sencillez

- 1
- A: Borde inferior (en la vista AP) y posterior (en la vista lateral) de la cabeza femoral.
  - B: Punto medio del tornillo cefálico.
  - C: Borde superior (en la vista AP) y anterior (en la vista lateral) del fémur.

2

Las distancias AB y AC se miden, y la posición del centro del tornillo cefálico en relación con la cabeza femoral se calcula mediante la proporción de AB y AC multiplicada por 100

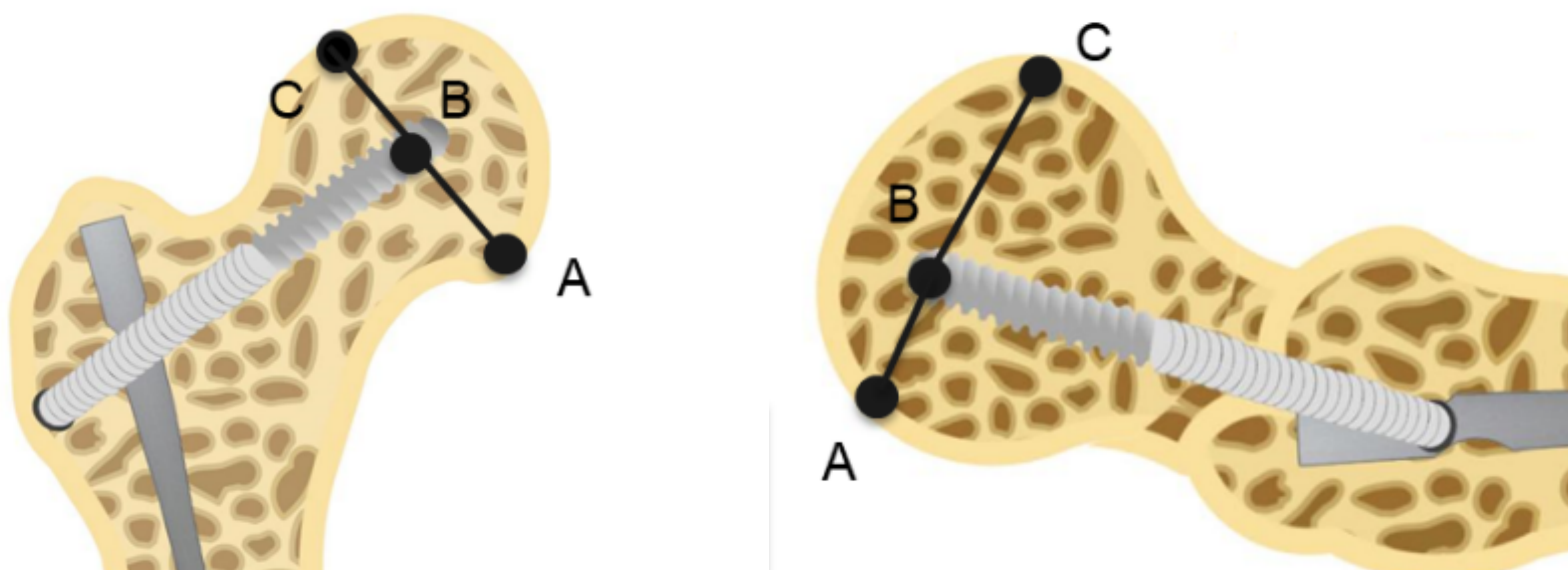
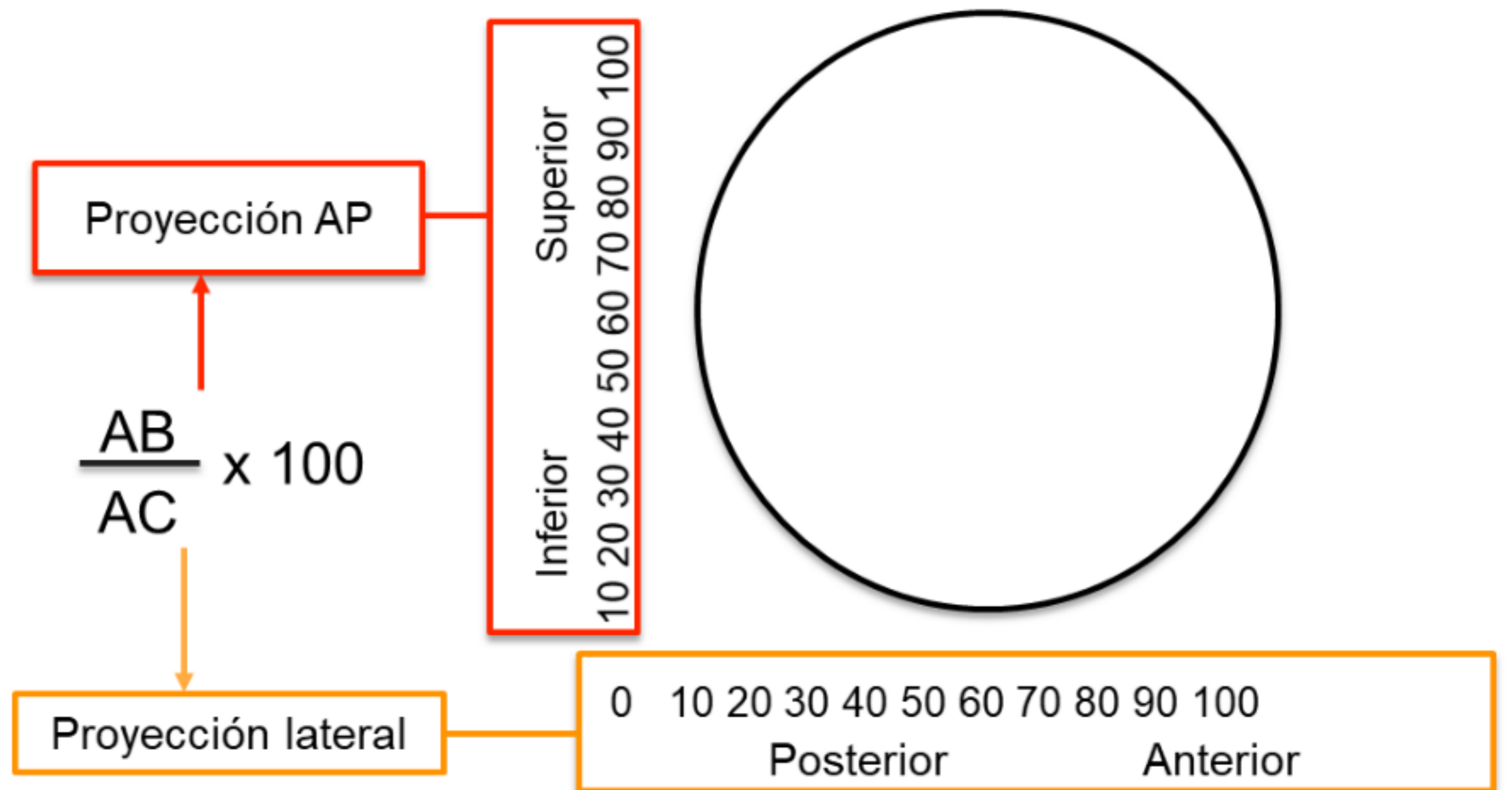


Figura 9: Índice de Parker.



# DEFORMIDAD ROTACIONAL

- La deformidad rotacional (RD) es significativamente mayor en los casos de soporte cortical medial negativo, y se relaciona con retardo en la consolidación
- El grado de deformidad rotacional es difícil de valorar en los estudios postoperatorios, y recientemente se ha descrito un método para evaluarla en la TC con reconstrucción 3D (15)
  - Cuando ocurre, el fragmento de cabeza-cuello rota en el eje del tornillo cefálico como pivot, por lo que debe evaluarse en este eje
  - Habitualmente, se produce **deformidad rotacional posterior**

**RD es mayor en SMC negativo y se relaciona con retardo en la consolidación**





# INFORME ESTRUCTURADO

Parámetro	Clasificación	Especificar		Deseable	Riesgo de complicación
<b>1. Calidad de la reducción</b>					
A. Alineación	Baumgaertner	$\alpha$ cervicodiafisario: - RXS AP: - RXS lateral	Evitar términos calificativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>RXS AP: normal o valgo <math>&lt;10^\circ</math></li> <li>RXS lateral: <math>&lt; 20^\circ</math></li> </ul>	
B. Desplazamiento	Chang/Ito	Puntuación total (Chang)	Evitar términos calificativos		
RXS AP: soporte cortical medial		<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> <li>Neutro</li> <li>Negativo</li> </ul>		Positivo o neutro	Negativo
RXS lateral: contacto cortical anterior adecuado		SI/NO		SI	NO
<b>2. Localización del tornillo cefálico</b>					
<b>A. Punta</b>					
TAD	TAD = TAD ap + TAD lat			$< 25$	$> 34,8$
CAITAD	CaITAD= CaITAD ap + TAD lat			$< 35,2$	$> 35,2$
B. Circunferencial	Cleveland	Zona 1-9		Zonas 5 y 8	Zonas 1 y 9
<b>3. Deformidad rotacional</b>		SI/NO		NO	SI
<b>4. ¿Complicación mecánica?</b>		SI/NO	Tipo: - Cut-out - Migración central - Back-out		
<b>5. ¿Consolidación?</b>		SI/NO			

Figura 10: Propuesta de informe estructurado para la valoración de complicaciones postoperatorias mecánicas de PFNA



# CONCLUSIONES

---

- La utilización de un abordaje sistemático en la evaluación postquirúrgica de las FT tratadas con PFN permite evaluar factores de riesgo de complicación con mayor precisión y fiabilidad
- La reducción sin adecuado soporte cortical medial, la excesiva distancia del tornillo cefálico en la cabeza femoral, la localización circunferencial del mismo y la deformidad rotacional son factores que se relacionan fijación fallida
- La implementación de una plantilla de informe radiológico mejora la comunicación entre radiólogos y traumatólogos, garantiza la consistencia en el proceso de evaluación y reduce la variabilidad en los informes



# BIBLIOGRAFÍA

1. Cleveland M, Bosworth DM, Thompson FR, Wilson HJ Jr, Ishizuka T. A tenyear analysis of intertrochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg [Am]* 1959;41-A:1399-1408.
2. Kaufer H. Mechanics of the treatment of hip injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1980 Jan-Feb; (146):53-61. PMID: 7371269.
3. Parker MJ. Cutting-out of the dynamic hip screw related to its position. *J Bone Joint Surg Br.* 1992 Jul;74(4):625. doi: 10.1302/0301-620X.74B4.1624529. PMID: 1624529.
4. Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 Jul;77(7):1058-64. doi: 10.2106/00004623-199507000-00012. PMID: 7608228.
5. Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM. Intramedullary versus extramedullary fixation for the treatment of intertrochanteric hip fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1998;348:87-94
6. Frei HC, Hotz T, Cadosch D, Rudin M, Käch K. Central head perforation, or "cut through," caused by the helical blade of the proximal femoral nail antirotation. *J Orthop Trauma.* 2012 Aug; 26(8):e102-7. doi: 10.1097/BOT.0b013e31822c53c1. PMID: 22357090.
7. Kuzyk PR, Zdero R, Shah S, Olsen M, Waddell JP, Schemitsch EH. Femoral head lag screw position for cephalomedullary nails: a biomechanical analysis. *J Orthop Trauma.* 2012 Jul;26(7): 414-21. doi: 10.1097/BOT.0b013e318229acca. PMID: 22337483.
8. Broderick JM, Bruce-Brand R, Stanley E, Mulhall KJ. Osteoporotic hip fractures: the burden of fixation failure. *ScientificWorldJournal.* 2013;2013:515197. doi: 10.1155/2013/515197. Epub 2013 Feb 6. PMID: 23476139; PMCID: PMC3580900.
9. Ito J, Takakubo Y, Sasaki K, Sasaki J, Owashi K, Takagi M. Prevention of excessive postoperative sliding of the short femoral nail in femoral trochanteric fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015 May;135(5):651-7. doi: 10.1007/s00402-015-2200-3. Epub 2015 Mar 24. PMID: 25801809.
10. Chang SM, Zhang YQ, Ma Z, et al. Fracture reduction with positive medial cortical support: a key element in stability reconstruction for the unstable pertrochanteric hip fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135:811-818.
11. Mao W et al. Comparison of Baumgaertner and Chang reduction quality criteria for the assessment of trochanteric fractures. *Bone Joint Res.* 2019 Nov 2;8(10):502-508. doi: 10.1302/2046-3758.810.BJR-2019-0032.R1. PMID: 31728190; PMCID: PMC6825041.
12. Yam M, Kang BJ, Chawla A, Zhang W, Way LG, Xavier RPA, Park DH, Yeo NEM, Howe TS, Kwek EBK. Cephalomedullary blade cut-ins: a poorly understood phenomenon. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020 Dec;140(12):1939-1945. doi: 10.1007/s00402-020-03439-x. Epub 2020 Apr 7. PMID: 32266516.
13. Caruso G, Corradi N, Caldaria A, Bottin D, Lo Re D, Lorusso V, Morotti C, Valpiani G, Massari L. New tip-apex distance and calcar-referenced tip-apex distance cut-offs may be the best predictors for cut-out risk after intramedullary fixation of proximal femur fractures. *Sci Rep.* 2022 Jan 10;12(1):357. doi: 10.1038/s41598-021-04252-1. PMID: 35013492; PMCID: PMC8748913.
14. Kund ASR, Boddana GK, Patnala C, Yalamanchili R. Parameters Governing the Fate of Fracture Fixation With Proximal Femoral Nailing (PFN) for Intertrochanteric Femur Fractures. *Cureus.* 2023 Jun 25;15(6):e40952. doi: 10.7759/cureus.40952. PMID: 37503460; PMCID: PMC10368960.
15. Nakamura H, Jimbo K, Morito S, Haraguchi T, Kawasaki Y, Gotoh M, Shirahama M, Yoshida K, Shiba N. Postoperative Rotation Deformity of Head-Neck Fragments in Unstable Intertrochanteric Fractures Fixed with Intramedullary Nails. *Kurume Med J.* 2023 Nov 30;69(1.2):1-9. doi: 10.2739/kurumemedj.MS6912007. Epub 2023 Oct 3. PMID: 37793889.