

# Informe estructurado de las fracturas de húmero proximal (FHP) mediante TCMD

Carlos Suevos Ballesteros<sup>1</sup>, Santiago Resano Pardo<sup>1</sup>, Cristina Madrid de la Serna<sup>2</sup>, José Acosta Batlle<sup>1</sup>, Nicolás Almeida Aróstegui<sup>1</sup>, Carmen Soteras Roura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.

<sup>2</sup>Hospital Universitario de Getafe, Madrid.

# OBJETIVOS DOCENTES

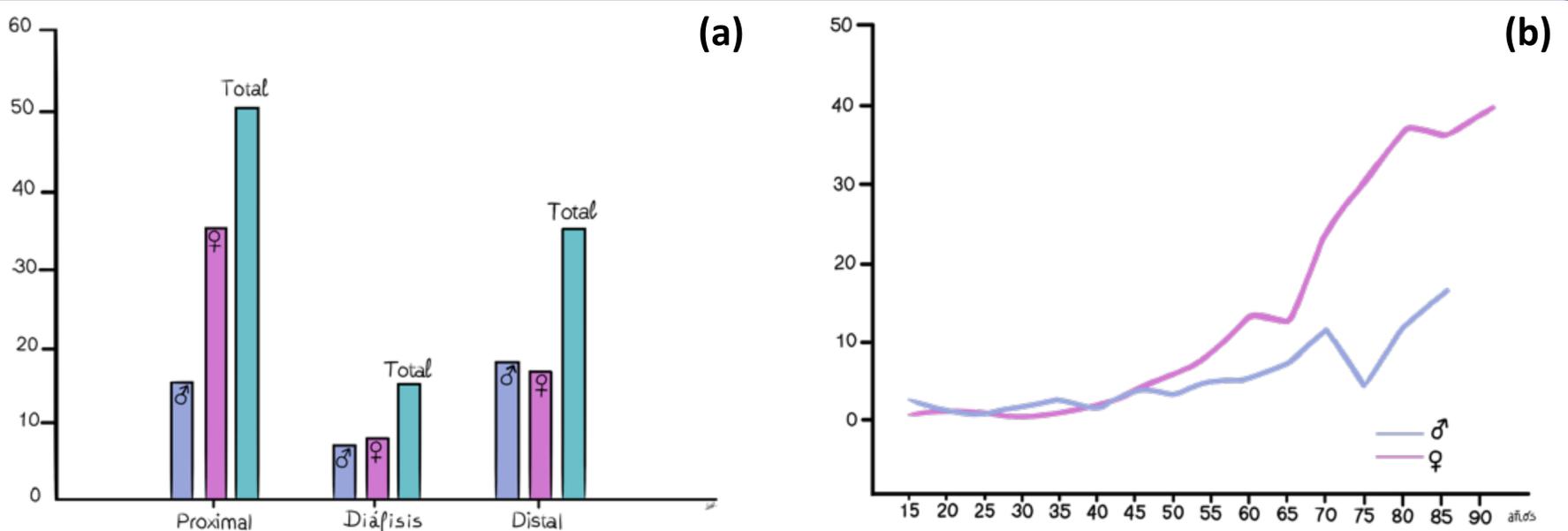
1. Revisar la anatomía y fisiopatología de las FHP
2. Ilustrar los aspectos técnicos de la TCMD en las FHP
3. Integrar las clasificaciones clásicas y actuales de las FHP
4. Sistematizar la interpretación de FHP

# REVISIÓN DEL TEMA

## 1. GENERALIDADES

### a. Epidemiología: (1)

- Incidencia: la FHP representan...
  - el 4-6% de todas las fracturas del cuerpo humano
  - el 10% de las fracturas en la población > 65 años
  - el tipo de fractura humeral más frecuente (45-50%)
- Demografía:
  - Sexo femenino (2:1)
  - Distribución unimodal con pico etario en la población > 60 años (70%)
- Factores de riesgo:
  - Caídas
  - Anciano “frágil”
  - Osteoporosis (glucocorticoides, déficit vitamina D, baja DMO)
  - Diabetes mellitus
  - Epilepsia
- Patrón de fractura: (2,3)
  - Más frecuentes: (80-85%)
    - ✓ Neer: Neer 1 parte / mínimamente desplazadas (49%)
    - ✓ AO / OTA: extraarticular unifocal del cuello quirúrgico en 2 partes (47%)
  - Menos frecuentes:
    - ✓ Neer: Neer 4 partes y fracturas-luxaciones (3%)
    - ✓ AO / OTA: intraarticulares (6%)



**Fig. 1. Epidemiología de las FHP. (a)** Histograma que ilustra la frecuencia de FHP en términos porcentuales (eje de ordenadas) según región anatómica. **(b)** Gráfico de curvas que muestra la incidencia de FHP según la edad y sexo.

## b. Clínica: (4)

### • Antecedentes:

- Caída al suelo desde la propia altura con el hombro extendido (Fig. 2)
- Traumatismo directo sobre el hombro (fractura de troquíter)
- Abducción extrema
- Crisis epilépticas (asocian luxaciones)
- Fracturas patológicas (sobre todo neoplasias)

### • Síntomas:

- Dolor moderado/severo que empeora al mover el hombro
- Brazo recogido en aducción apoyado sobre el tórax

### • Exploración física:

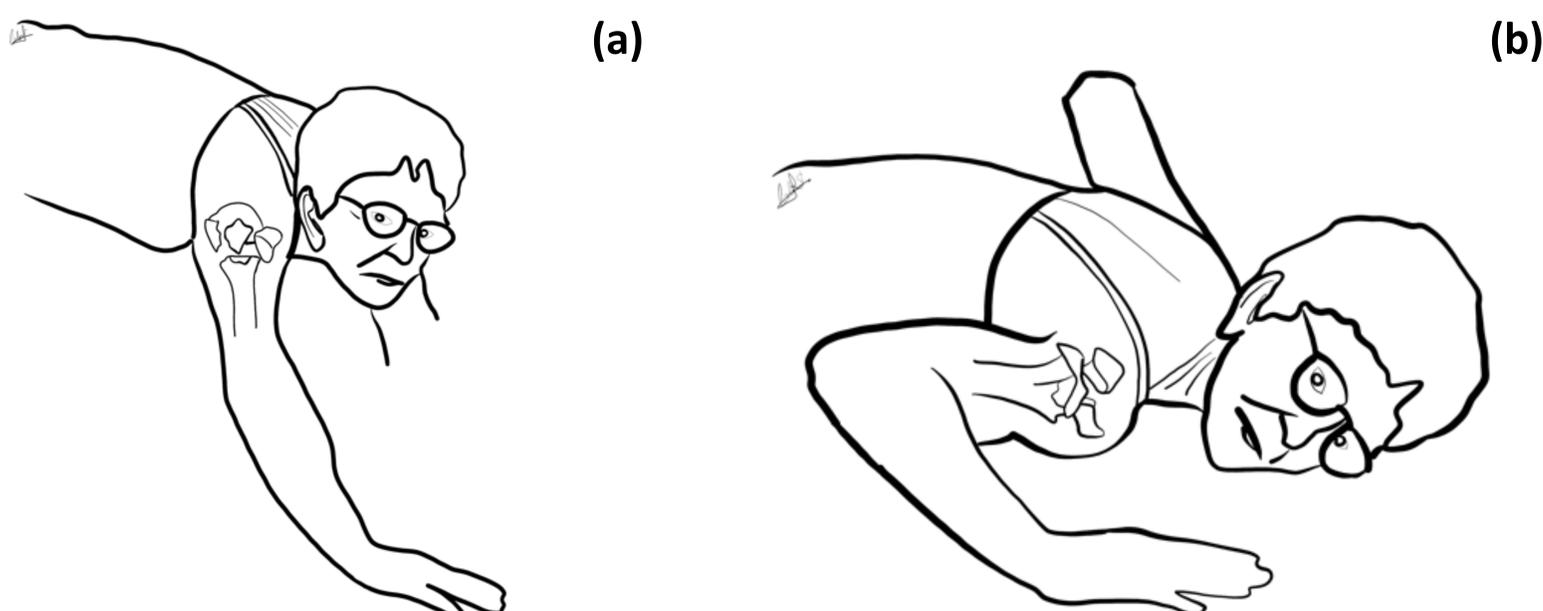
#### Inspección:

- Extenso edema y hematoma subcutáneo subagudo (48h)
  - ✓ Signo de Hennequin: equimosis en brazo, axila y tórax
  - ✓ Signo de Leo Matti: equimosis limitada a la cara anterior deltoidea
- Valorar posibles lesiones torácicas (neumotórax, hemotórax)

Examen motor: muy limitado por el dolor

Neurovascular: exploración obligatoria

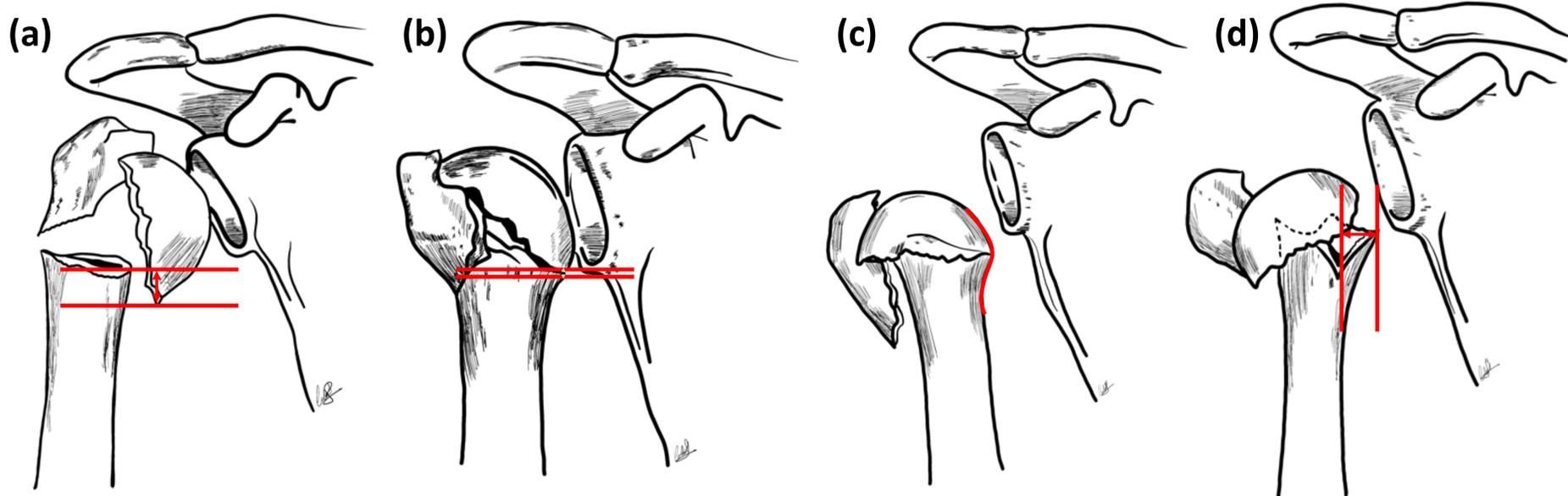
- Nervios: lesiones en un 2-30% en fx desplazadas y luxaciones
  - ✓ N. axilar: (más frecuente) valorar m. deltoides y sensibilidad lateral
  - ✓ N. supraescapular: debilidad del maguito rotador
- Arterias humerales circunflejas: (5-6%)
  - ✓ Valorar pulso periférico distal
  - ✓ Posible lesión vascular (5-6%) enmascarada por circulación colateral



**Fig. 2. Mecanismo lesional más frecuente de las FHP. (a-b)** Caída de baja energía desde la propia altura con el brazo extendido (a) en mujeres de edad avanzada.

### c. Fisiopatología:

- Mecanismo lesional: dos posibilidades (5)
  - Caída de baja energía: (85%)
    - ✓ Mecanismo más frecuente (Fig. 2)
    - ✓ Mujeres de edad avanzada en riesgo de osteoporosis
    - ✓ Fracturas por fragilidad
  - Traumatismo de alta energía: (8,6%)
    - ✓ Población joven
    - ✓ Accidentes de tráfico (motocicletas)
    - ✓ Asocian lesiones de partes blandas y neurovasculares
  
- Patoanatomía: la vascularización de la cascarilla articular se ha demostrado que estará preservada si la extensión metafisaria del calcar posteromedial es  $\geq 8\text{mm}$ 
  - Criterios de Hertel: alto VPP de isquemia humeral cefálica (6). Sin embargo, se ha demostrado que la presencia de los criterios de Hertel no conlleva necesariamente una osteonecrosis avascular (7)
    - ✓ Extensión metafisaria del calcar medial  $< 8\text{mm}$
    - ✓ Disrupción de la bisagra perióstica medial (*fulcrum* interno)
    - ✓ Fracturas aislada del segmento articular (cuello anatómico)
  - Fracturas complejas
  - Desplazamiento  $> 10\text{mm}$
  - Angulación  $> 45^\circ$

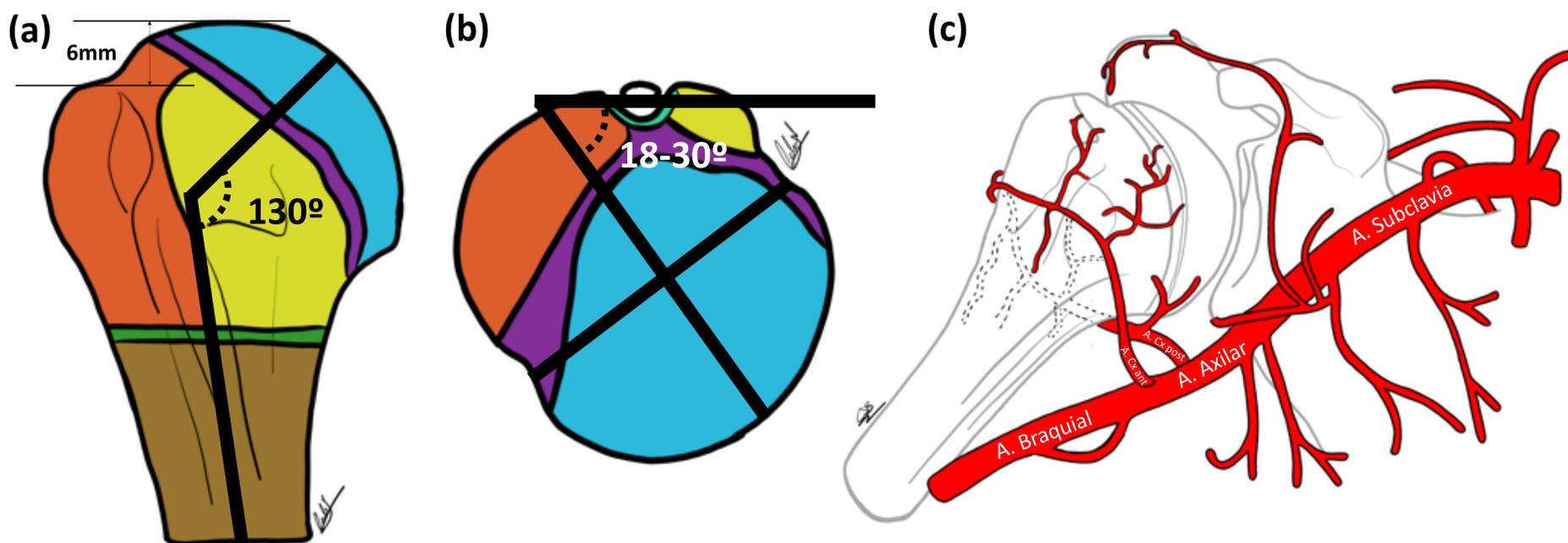


**Fig. 3. Criterios de Hertel.** (a-b) Extensión metafisaria del calcar humeral mayor (a) y menor (b) de 8mm respectivamente. (c-d) Bisagra perióstica medial íntegra (c) y desplazamiento diafisario medial  $> 2\text{mm}$  (d) indicativa de rotura del *fulcrum* interno.

**d. Anatomía: (8)**

<b>OSTEOLOGÍA</b>	<b>Cabeza humeral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficie articular redondeada y lisa (“cascarilla”)</li> <li>- Constituye 1/3 de la semiesfera humeral proximal</li> <li>- Discreta retroversión (8-33°) (respecto al eje transepicondíleo)</li> </ul>
	<b>Cuello anatómico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ranura sobre la que descansa la cabeza humeral</li> <li>- Se relaciona anteriormente con el troquín</li> <li>- Se relaciona dorsalmente con el troquíter</li> </ul>
	<b>Troquín</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuberosidad menor de localización anterior</li> <li>- Inserción del músculo subescapular</li> </ul>
	<b>Troquíter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuberosidad mayor de localización lateral</li> <li>- Facetas superior (SE), media (IE) e inferior (Rm)</li> </ul>
	<b>Corredera bicipital</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hendidura anterior entre ambas tuberosidades</li> <li>- Alberga la porción larga del tendón bíceps braquial</li> <li>- Labio anterior (inserción del pectoral mayor)</li> <li>- Labio posterior (inserción del dorsal ancho y RM)</li> </ul>
	<b>Cuello quirúrgico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conecta la epífisis con la diáfisis</li> <li>- Calcar: cortical metafisaria posteromedial</li> <li>- <i>Fulcrum</i> interno: bisagra perióstica medial</li> <li>- Ángulo céfalo-diafisario o cérvico-diafisario (130°)</li> </ul>
<b>MIOLOGÍA</b>	<b>Subescapular</b>	Rotación interna del troquín o segmento diafisario
	<b>Supraespinoso (SE)</b>	Desplazamiento superior del troquíter
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Infraespinoso (IE)</b></li> <li>• <b>Redondo menor (Rm)</b></li> </ul>	Desplazamiento posterior del troquíter
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pectoral mayor</b></li> <li>• <b>Dorsal ancho</b></li> <li>• <b>Redondo mayor (RM)</b></li> </ul>	Traslación anteromedial del segmento diafisario
<b>ANGIOLOGÍA</b>	<b>A. circunfleja anterior</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran número de anastomosis en el húmero proximal</li> <li>- Arteria anterolateral &gt; arteria arcuata (troquíter)</li> </ul>
	<b>A. circunfleja posterior</b>	Principal aporte arterial de la cabeza humeral

**Tabla 1. Anatomía del húmero proximal.**



**Fig. 4. Anatomía del húmero proximal.** (a-b) Osteología del húmero proximal que muestra la diáfisis (marrón), cuello quirúrgico (verde), troquín (amarillo), troquíter (naranja), corredera bicipital (verde esmeralda), cuello anatómico (morado) y cabeza humeral (azul). Nótese la geometría del ángulo cérvico-diafisario y la retroversión de la cabeza humeral (cóndilos humerales no mostrados). (c) Angiología del húmero proximal.

## 2. ASPECTOS TÉCNICOS DEL TCMD

**a. Indicaciones:** las FHP se evalúan inicialmente mediante radiografía simple convencional con dos proyecciones ortogonales. Su evaluación mediante TCMD no es emergente si no urgente (se puede esperar hasta 24-48 horas en consenso con el Servicio de Traumatología). La TCMD se reservará cuando (9)

1. La radiología convencional no sea diagnóstica (por dolor)
2. Alto grado de conminución: fracturas complejas
  - Número de fragmentos
  - Desplazamiento y angulación (relación céfalo-tuberositaria)
  - Fracturas ocultas (troquín, escapular)
2. Sospecha de fractura articular +/- trazo transcefálico (“head-split”)
3. Fracturas con luxación asociada (lesión de Hill-Sachs, Bankart óseo)
4. Planificación quirúrgica

**b. Posición del paciente: (10,11)**

- Tumbado en la mesa del escáner en decúbito supino
- Brazo afecto pegado al cuerpo (mano en posición neutra)
- Brazo sano contralateral levantado por encima de la cabeza
  - Disminuye los artefactos de endurecimiento del haz
  - Si no tolerancia, ambos brazos a lo largo del cuerpo
- Cuña bajo el hombro sano contralateral
  - Al igual que en la proyección AP de la radiografía simple
  - Ofrece imágenes de mayor calidad diagnóstica

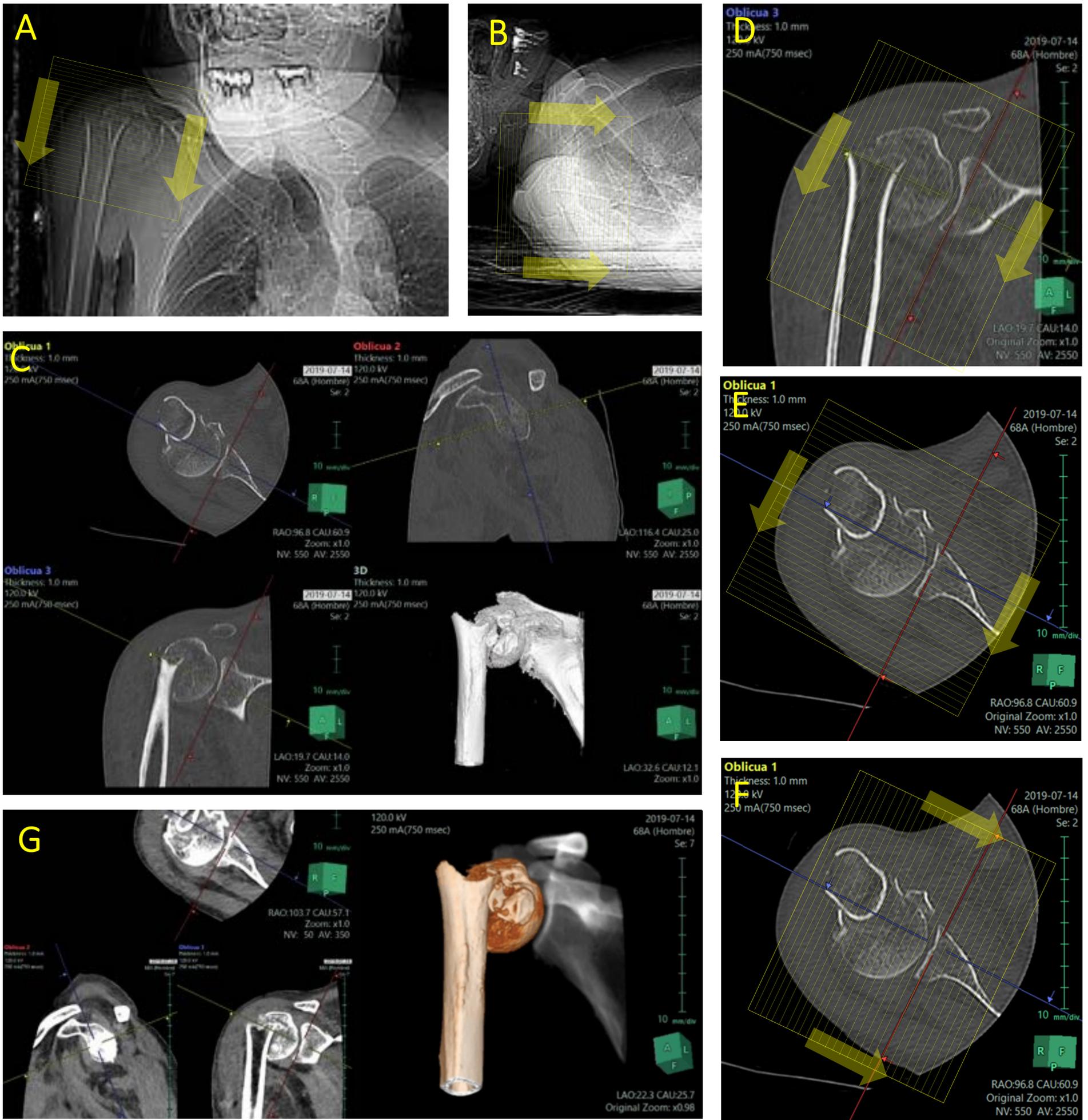
**c. Adquisición del estudio: (12,13)**

- Topograma:
  - Centrar DFOV (15-20cm) en el hombro fracturado (unilateral)
  - No suele ser necesario realizar doble caja, aunque facilita la adquisición axial
- Raw data:
  - Plano de adquisición axial
  - Ortogonal a la fosa glenoidea y/o paralelo a la diáfisis humeral
  - Límite superior: nivel inmediatamente superior a la art. acromioclavicular
  - Límite inferior: tercio proximal de la diáfisis humeral que incluya toda la línea de fractura
- Parámetros técnicos:
  - Colimación de 3 mm (pequeña para garantizar MPRs de calidad)
  - Adquisición helicoidal con pitch > 1 (menor dosis de radiación)

- d. Reconstrucciones:** (14) la serie debe constar de un topograma, una adquisición axial con doble algoritmo de reconstrucción (óseo y de partes blandas), MPRs coronal y sagital (en ventana de hueso) y 3D
- Filtros de convolución: tipo Kernel (los más usados)
    - Bajo: Kernel suave tipo standard de 20-30
      - ✓ Menor ruido para la ventana de partes blandas
      - ✓ Reconstrucciones tridimensionales volumétricas (3D)
      - ✓ Técnicas de segmentación (permiten la desarticulación del hombro)
      - ✓ Emplear filtros radiográficos, de superficie o híbridos en 3D
    - Alto: Kernel fuerte tipo standard de 60-70
      - ✓ Mayor resolución espacial para la ventana de hueso
      - ✓ Reconstrucciones multiplanares bidimensionales coronal y sagital
  - Reconstrucciones multiplanares: (MPRs)
    - Axial: si adquisición pura mal angulada, realizar nuevo MPR axial
    - Coronal oblicuo:
      - ✓ Perpendicular a la interlínea glenohumeral en axial
      - ✓ El tendón del supraespinoso no se diferencia (referencia en RM)
      - ✓ Grosor: 0,6-1mm
    - Sagital oblicuo:
      - ✓ Paralelo a la fosa glenoidea en axial
      - ✓ Ortogonal al cuerpo de la escápula en coronal
      - ✓ Grosor: 0,6-1mm

PARÁMETRO	COMENTARIO
Posición del paciente	Decúbito supino con el brazo a estudio extendido, paralelo al cuerpo y con ligera rotación externa
Primer corte	Margen superior de la articulación AC
Último corte	Tercio distal del húmero proximal (incluir escápula)
Grosor de corte	3mm
Pitch	1,5
Filtro de la reconstrucción	Hueso (B70s) y Partes Blandas (B30s)
mAs/Kv	175/140
Post-procesado	Con la línea gleno-humeral como referencia anatómica desde el plano axial se realizarán los MPRs coronal (cortes perpendiculares) y sagital (cortes paralelos)

**Tabla 2. Aspectos técnicos de la TCMD en FHP (12)**



**Fig. 5. Aspectos técnicos de la TCMD en las FHP. (A-B)** Topogramas AP y lateral del hombro derecho. El campo de visión (DFOV) debe centrarse en el hombro fracturado, sin necesidad de incluir el hemitórax ipsilateral completo ni el hombro contralateral. El DFOV AP será perpendicular a la glena y paralelo a la diáfisis humeral desde la articulación acromioclavicular hasta el tercio proximal del húmero. **(C-F)** Reconstrucciones multiplanares bidimensionales en los tres planos del espacio con filtro de hueso. **(D)** En caso de necesitar un nuevo axial, se recomienda centrar la caja en el plano coronal. **(E)** El MPR coronal se adquiere desde el plano axial con el DFOV perpendicular a la línea interglenoidea. **(F)** El MPR sagital se adquiere en el plano axial con el DFOV paralelo a la línea interglenoidea. **(G)** Las reconstrucciones volumétricas tridimensionales (3D) se realizan con el filtro de partes blandas. Ofrecen la posibilidad de desarticular el hombro y emplear diferentes filtros tales como de superficie o radiográficos. Ver vídeo 3D con rotación de 360° de FHP extraarticular bifocal en 3- partes del cuello quirúrgico con fragmento “en escudo”.

### 3. CLASIFICACIONES DE LAS FHP

En 1896 se propuso la primera clasificación de FHP. Desde entonces se han descrito hasta más de diez clasificaciones en la literatura. Según los artículos publicados en los últimos años, los sistemas de uso más extendidos son la clasificación de Neer seguida de la AO/OTA (8,9,15-17).

AUTOR	FECHA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Kocher	1896	Importancia del nivel de la fractura	No valoran detalles de fracturas No sugieren actitud terapéutica No relación causa-consecuencia
<b>Codman<sup>(18)</sup></b>	<b>1934</b>	Clasificación descriptiva: - Cinco planos de fractura (≡ líneas fisarias primitivas) - Concepto de fragmento: cefálico, troquín, troquíter y diáfisis	
Watson-Jones	1940	Importancia del mecanismo lesional	
Dehne	1945		
De Anquin	1950	División de las fracturas en tres zonas	
DePalma	1961	Importancia del desplazamiento	
<b>Neer<sup>(19-21)</sup></b>	<b>1970</b>	1 <sup>er</sup> sistema de FHP más extendido Clasificación 2D “patoanatómica” en 4 partes: - Influencias de la clasificación de Codman - Importancia del grado de <u>desplazamiento</u> - Resta importancia al número de líneas de fractura - Valora las fuerzas insertivas musculares - Clasificación completa tras hallazgos quirúrgicos Concepto de <u>segmento</u> : cabeza, troquín, troquíter y diáfisis Concepto de <u>fragmento / parte</u> : segmento +... - Desplazamiento > 1cm o - Angulación > 45°	Basada en radiografías AP  Concepto de fragmento: los puntos de referencia para la medición de los desplazamientos y angulaciones entre fragmentos nunca fueron definidos claramente (criterios establecidos de forma arbitraria según el mismo Neer)
	<b>1975</b>	Eliminación de la numeración romana	
	2002	- Incorporación de las tres proyecciones radiográficas - Inclusión del patrón en 4 partes impactada en valgo	
	2003	- Simplificación por Levine (21) - Omisión de las fracturas de cuello anatómico (raras) - Omisión de la dirección de luxación	
<b>AO/OTA<sup>(22,23)</sup></b>	<b>1990</b>	2 <sup>o</sup> sistema de FHP más extendido Clasificación 2D que incluye todas las fracturas Importancia del <u>aporte vascular humeral cefálico</u> Patrones según afectación articular, localización, grado de conminución y luxaciones: - A: extraarticular unifocal (bajo riesgo de necrosis) - B: extraarticular bifocal - C: articular (alto riesgo de necrosis) Gran aceptación en Europa	- Alta complejidad - Baja reproducibilidad - Misma concordancia Neer, baja intra- e interobservador
	1996	Estandarización de un lenguaje en investigación	
	2007	Modificaciones sobre la terminología	
	<b>2018</b>	Incorporación del concepto de fragmento de Neer	

Tabla 3. Clasificaciones de las FHP (se continúa en la siguiente diapositiva)

AUTOR	FECHA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>Edelson</b> <sup>(24-26)</sup>	<b>2004</b>	Clasificación 3D basada en TCMD: - Correlación con la clasificación de Neer - Importancia de la angulación céfalo-diafisaria - Introducción de la “fractura <u>en escudo</u> ” (fragmento que incluye el troquín, corredera bicipital y tercio anterior del troquíter) Gran utilidad para la planificación quirúrgica	- Discreto aumento de la concordancia interobservador - Baja reproducibilidad 3D de fx mínimamente desplazadas o con alto grado de conminución porque los softwares amalgaman fragmentos separados
	<b>2008</b> <b>2009</b>	Propuesta de criterios de medición (el máximo) de desplazamiento y angulación 3D basados en de Neer	Arbitrarios y poco reproducibles
<b>Hertel</b> <sup>(6,27)</sup>	<b>2005</b>	Sistema binario tipo “LEGO”  Concepto de <u>plano de fractura</u> : - Basada en los dibujos originales de Codman - Contrasta con la teoría de los fragmentos de Neer - 12 posibles patrones de fractura (5 preguntas) - Desarrollada en hueso osteoporótico  Criterios de isquemia humeral cefálica: - Extensión metafisaria del calcar humeral - Integridad de la bisagra perióstica medial	Descripción radiográfica Código numérico complejo Errores en categorización Baja concordancia  Los criterios de Hertel tienen alto VPP para predecir isquemia humeral, pero no necesariamente conllevan necrosis avascular  No distingue entre fracturas varizantes ni valguizantes, matiz crucial para la valoración de reducción y fijación
<b>Guix</b> <sup>(28)</sup>	<b>2009</b>	Clasificación basada en Rx y TC Importancia de las relaciones: - Céfalo-diafisaria - Céfalo-tuberositaria - Túbero-diafisarias	No valora la relación entre los parámetros radiográficos y su repercusión clínica
<b>Foruria</b> <sup>(29)</sup>	<b>2011</b>	Clasificación 3D con patrones morfológicos Importancia de la relación céfalo-diafisaria Proporciona métodos de medición: - Desplazamiento - Angulaciones Correlación entre parámetros cuantitativos morfológicos con variables clínicamente relevantes	
<b>HGSL</b> <sup>(30)</sup>	<b>2013</b>	Modificación de la clasificación de Hertel “Pictograma” alfabético: - Nº de fragmentos: división topográfica en 4 partes en cabeza (Head), troquíter (Greater tuberosity), troquín (Lesser tuberosity) y diáfisis (Shaft) - Planos de fractura: representados con un guion la interrupción cortical entre partes, con independencia del grado de desplazamiento y angulación (≠ Neer) - Añadidos: luxaciones (d), extensión calcar (c)	Estiman buena concordancia intra- e interobservador, superior a Neer y AO/OTA  Debe ser estudiado
<b>Resch</b> <sup>(31,32)</sup>	<b>2016</b>	Clasificación “patomorfológica” Emplea la Rx, TC y técnicas 3D Análisis de parámetros cuantitativos: - Importancia de la angulación céfalo-diafisaria - Exclusión de los criterios de Hertel	

**Tabla 3. Clasificaciones de las FHP (continuación)**

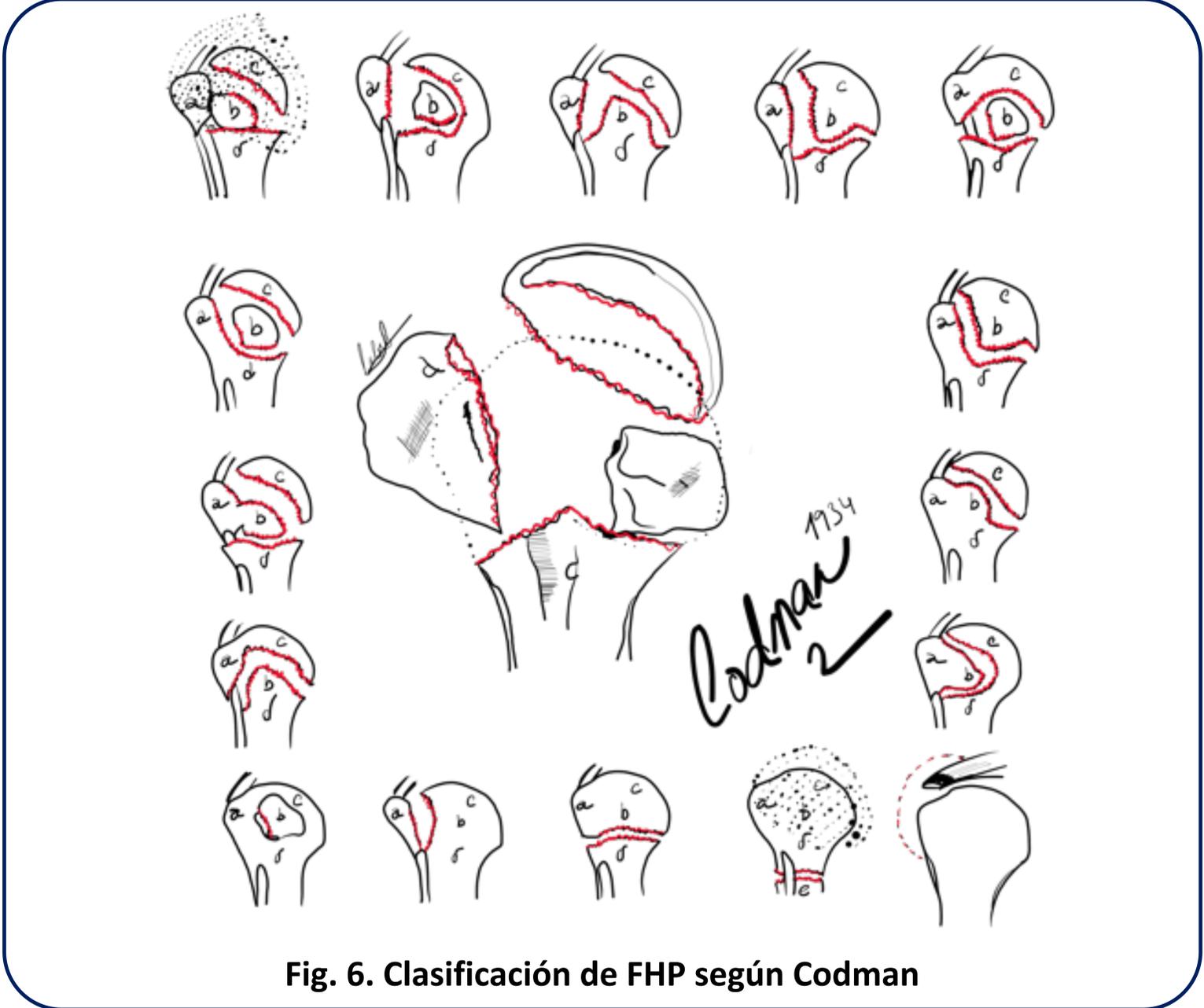


Fig. 6. Clasificación de FHP según Codman

Nº o mínima parte desplazada	Una-parte	Fracturas desplazadas & fracturas-luxaciones			
		Dos-partes	Tres-partes	Cuatro-partes	Signo articular
Cuello Anatómico (A)		A		<div style="font-size: 2em; font-family: cursive;">Neer</div> <div style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">1970</div>	
Cuello Quirúrgico (q)		q			
Troquíter (T)		T			
T & q		t			
Troca (t)		Luxación anterior			
t & q		Luxación posterior			
A T t q					

Fig. 7. Clasificación de FHP según Neer

AO/OTA 2018:

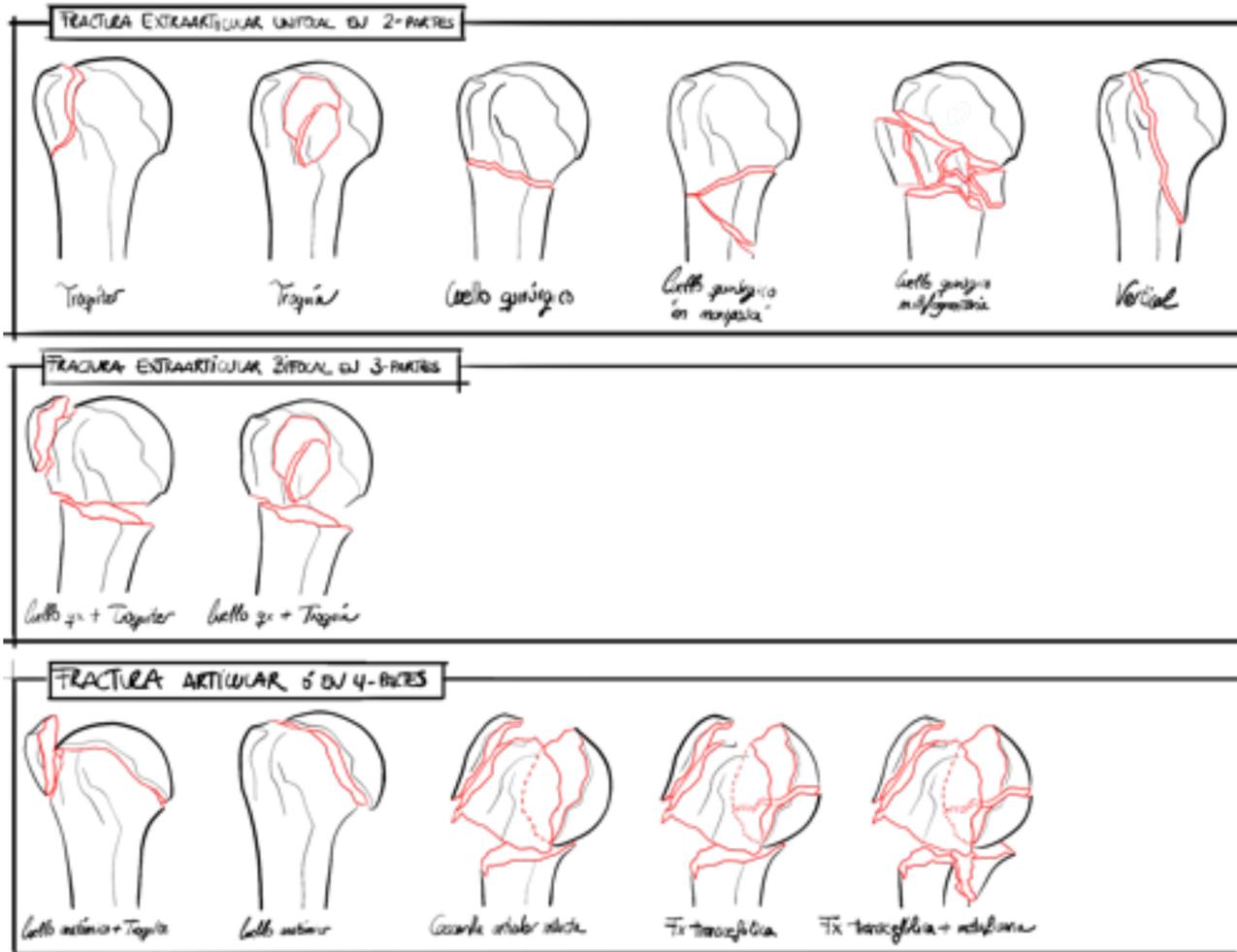


Fig. 8. Clasificación de FHP según la AO / OTA

Edelson<sup>2014</sup>

	2 PARTES	3 PARTES	FRACTURA "EN ESCUDO"	FRACTURA AISLADA DE TROCITER
VALGO				
VARO				
NEUTRO				
FRACTURA LUXACIONES ANTERIOR (ILUSTRADO) POSTERIOR (NO ILUSTRADO)				
VARIANTES FRECUENTES		FRACTURA "EN ESCUDO"		
	PARTIAL "HEAD-SPLIT"	"EN ESCUDO" "HEAD-SPLIT"	"EN ESCUDO" 4 PARTES	"EN ESCUDO" TROCITRÓSEA

Fig. 9. Clasificación de FHP según Edelson

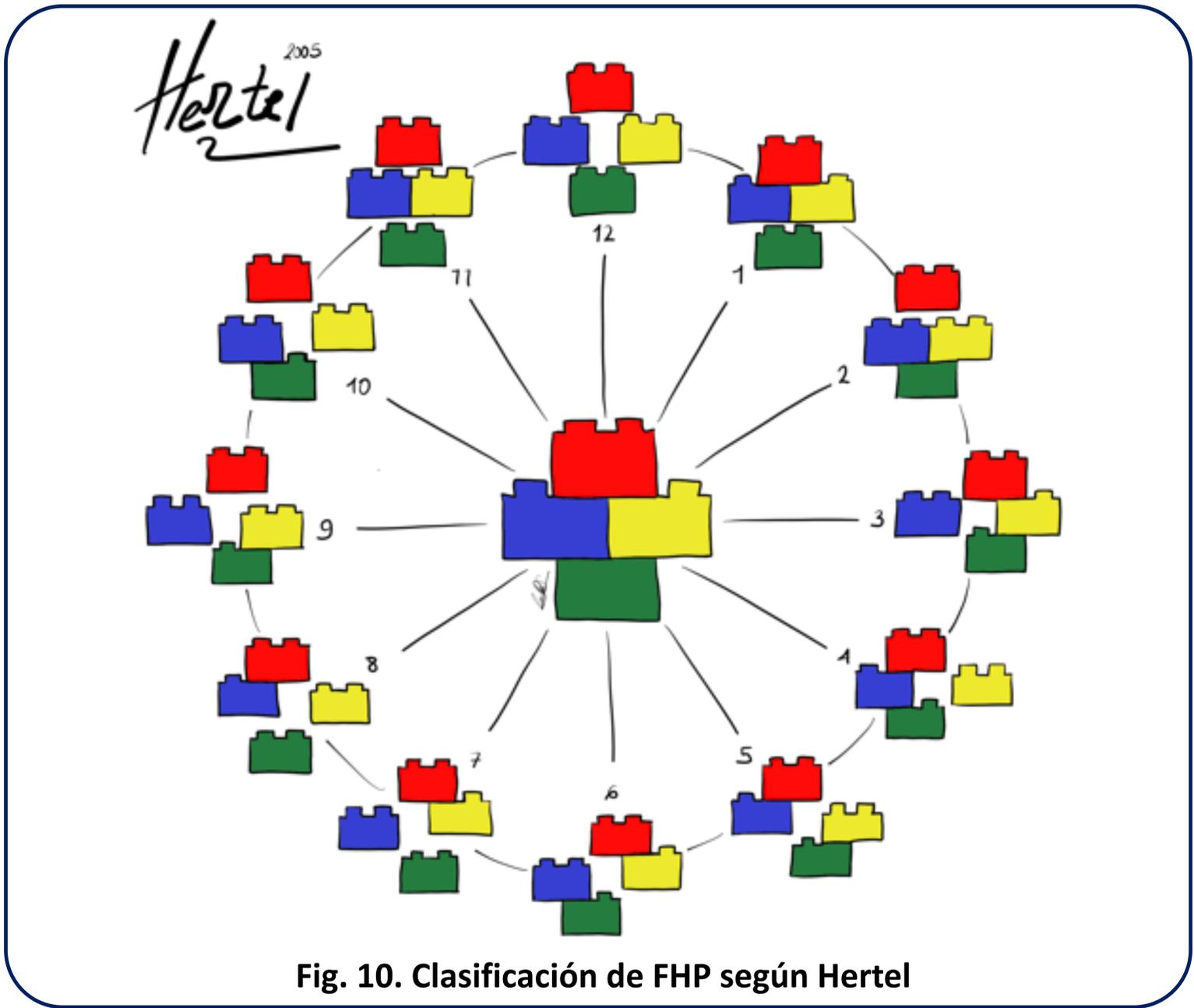


Fig. 10. Clasificación de FHP según Hertel

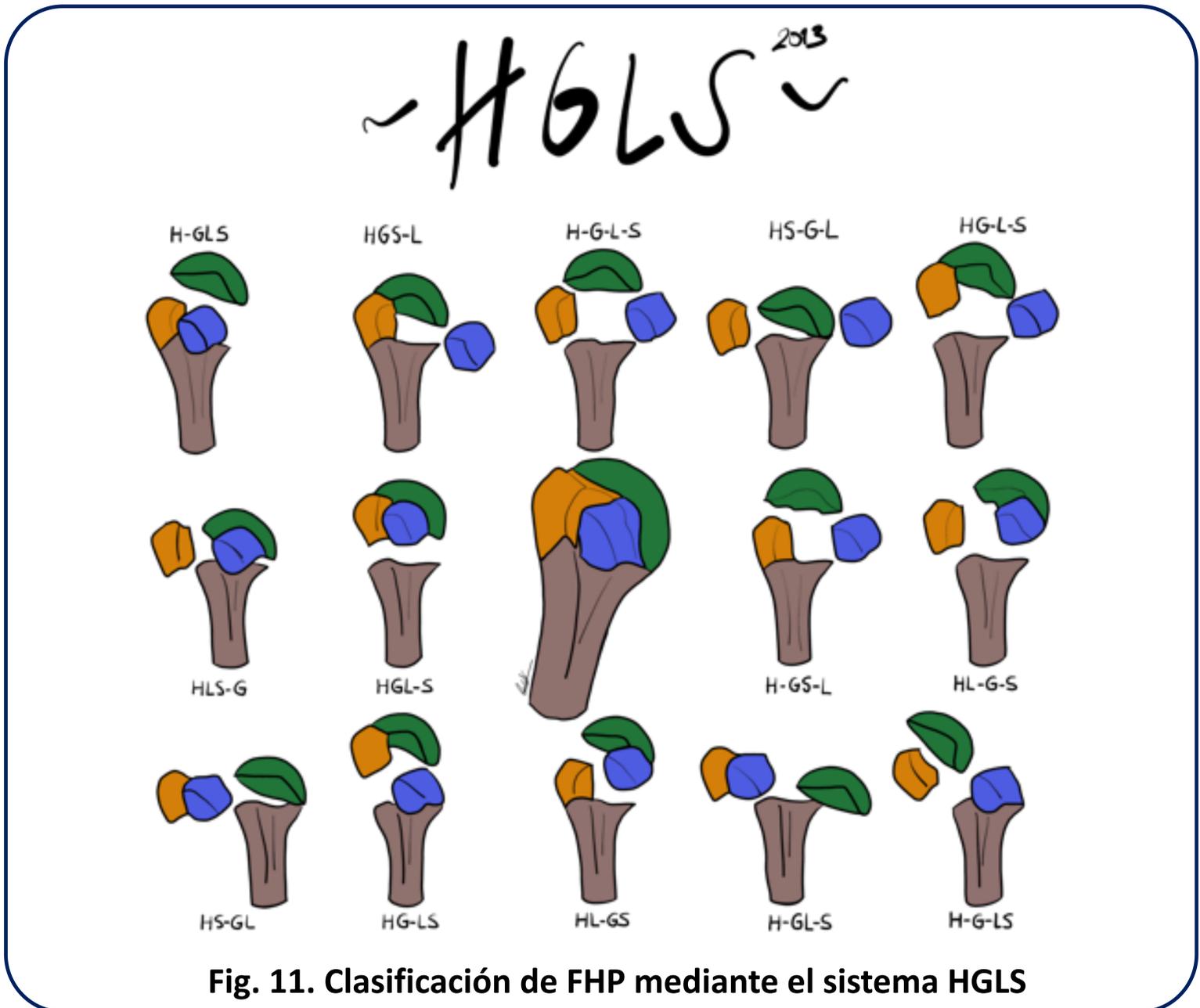
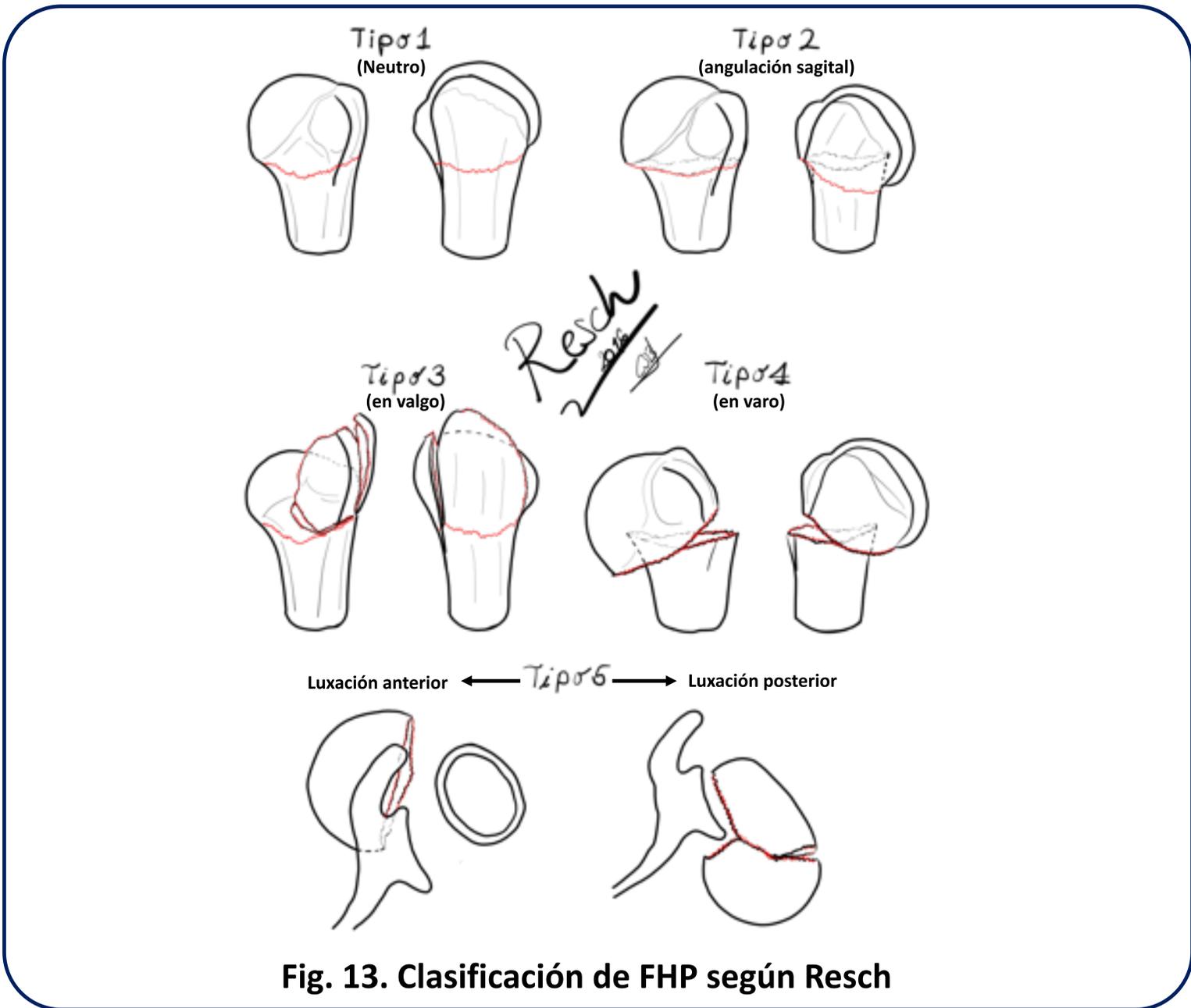
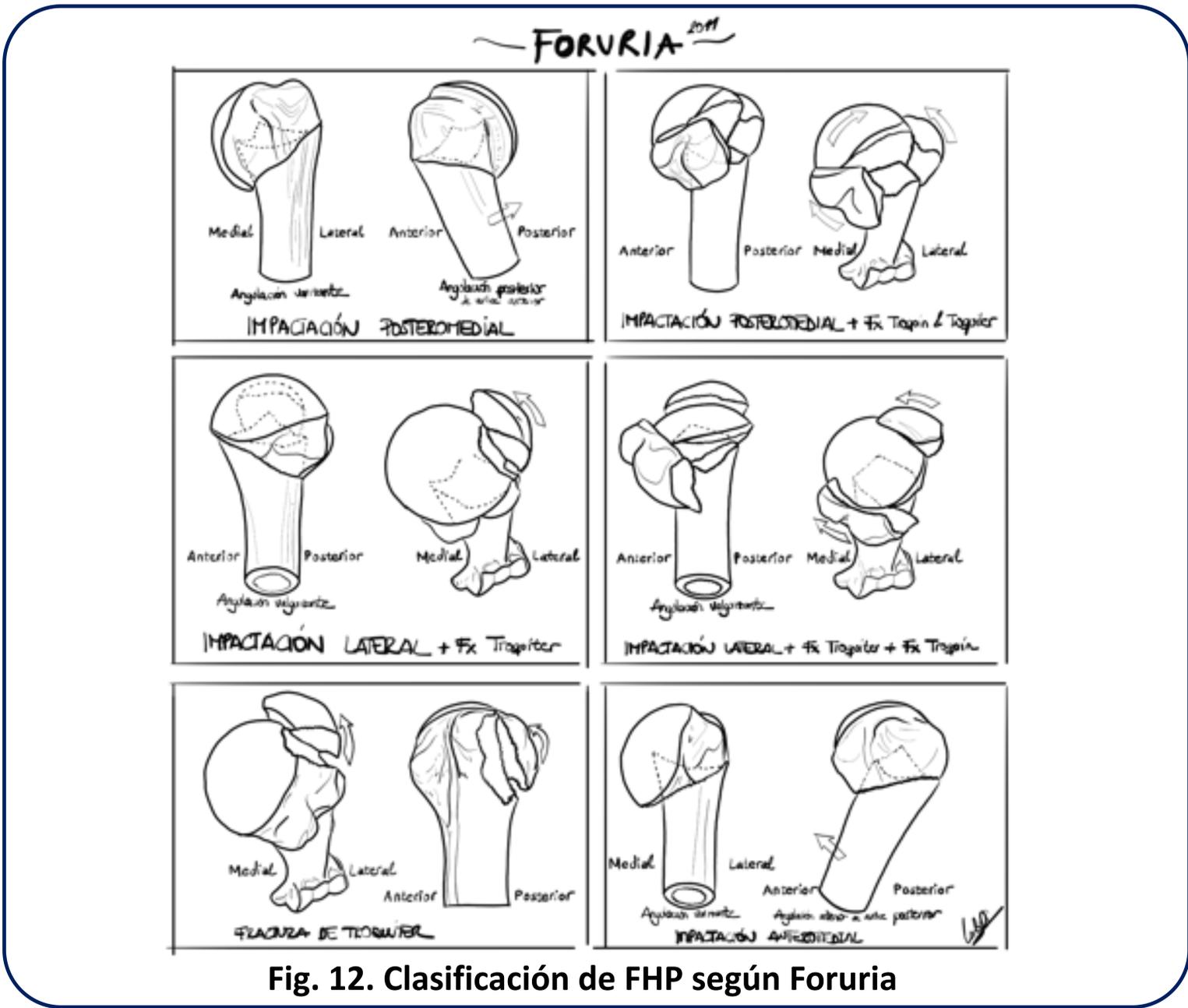


Fig. 11. Clasificación de FHP mediante el sistema HGLS



## 4. INTERPRETACIÓN DE LAS FHP MEDIANTE TCMD

### 4.1. INFORME ESTRUCTURADO

Informe: <b>HALLAZGOS</b>	NO	SI	ESPECIFICAR	N/A
<b>1- ¿Fractura del cuello quirúrgico?</b>				
1a. Impactación céfalo-diafisaria			Postero- Anteromedial / Lateral / Neutra	
1b. Angulación céfalo-diafisaria (>20° ó >45°) en el plano coronal			Varizante / Valguizante	
1c. Angulación céfalo-diafisaria (>20° ó >45°) en el plano sagital			De vértice anterior / posterior	
1d. Desplazamiento diafisario (>10mm) respecto a la cabeza (coronal)			Medial / Lateral / Distracción	
1e. Desplazamiento diafisario (>10mm) respecto a la cabeza (sagital)			Anterior / Posterior / Distracción	
1f. Criterios de Hertel				
Extensión metafisaria posteromedial del calcar > 8mm				
Continuidad de la bisagra perióstica medial (<2mm)				
1g. Osteopenia radiológica (índice de Tingart < 4mm)				
<b>2- ¿Fractura del troquíter?</b>				
2a. Desplazamiento (>5mm) respecto a la cabeza humeral (axial)			Posteromedial	
2b. Desplazamiento (>10mm) respecto a la superficie articular (coronal)			Superior (subacromial)	
2c. Alto grado de conminución				
<b>3- ¿Fractura del troquín?</b>				
3a. Variante “en escudo”				
3b. Desplazamiento (>5mm) respecto al troquíter (axial)				
3c. Alto grado de conminución				
<b>4- ¿Fractura del cuello anatómico?</b>				
4a. Línea de fractura transcefálica (componente “head-split”)				
4b. Desplazamiento y afectación >20% de la superficie articular				
4c. Orientación céfalo-glenoidea			Retroversión si >45°	
4d. Luxación de la cabeza humeral			Anteroinferior / Posterosuperior	
4e. Fracturas glenoidea (Bankart óseo) >25% superficie articular				
4f. Fractura de Hill-Sachs o variantes				
<b>5- Otros hallazgos</b>				
5a. Manguito de los rotadores (atrofia del TSE)				
5b. Articulación acromioclavicular (OA degenerativa, <i>os acromiale</i> )				
5c. Acromion tipo III de Bigliani				
5d. Otras fracturas agudas (escapular, costales, clavicular)				
5e. Lesiones pleuroparenquimatosas agudas			NTX, hemotórax, contusión pulmonar	
5f. Estriación del tejido celular subcutáneo			Edema, hematoma subcutáneo	
5g. Otros: adenopatías axilares, nódulos pulmonares,...				
<b>Conclusión: CLASIFICACIÓN DE LA FHP</b>				
<b>6- Clasificación AO / OTA</b>				
6a. Articular			4-partes / Afectación de la cascarilla articular	
6b. Extraarticular			Unifocal en 2 partes / Bifocal en 3 partes	
6c. Modificadores			Angulación / Desplazamiento / Luxación	
<b>7- Clasificación de Neer</b>				
7a. No desplazada (independientemente del nº de planos de fractura)			Neer 1	
7b. Desplazamiento significativo de fragmentos			Neer 2 / Neer 3 / Neer 4	

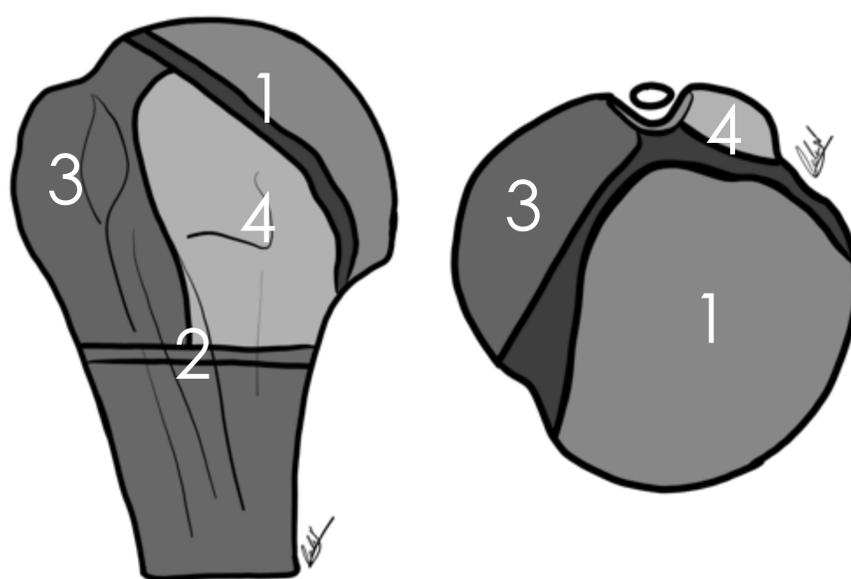
**Tabla 4. Informe estructurado de las FHP.** El objetivo de este “checklist” es conocer la geometría normal del húmero proximal para comprender mejor el patrón de fractura. Conocer la desviación anatómica de la fractura respecto a la normalidad permite ofrecer una guía para su reconstrucción anatómica según los criterios radiográficos aceptables que han desarrollado diferentes autores.

(N/A = No aplicable)

## 4.2. FREQUENTLY ASKED QUESTIONS (FAQs)

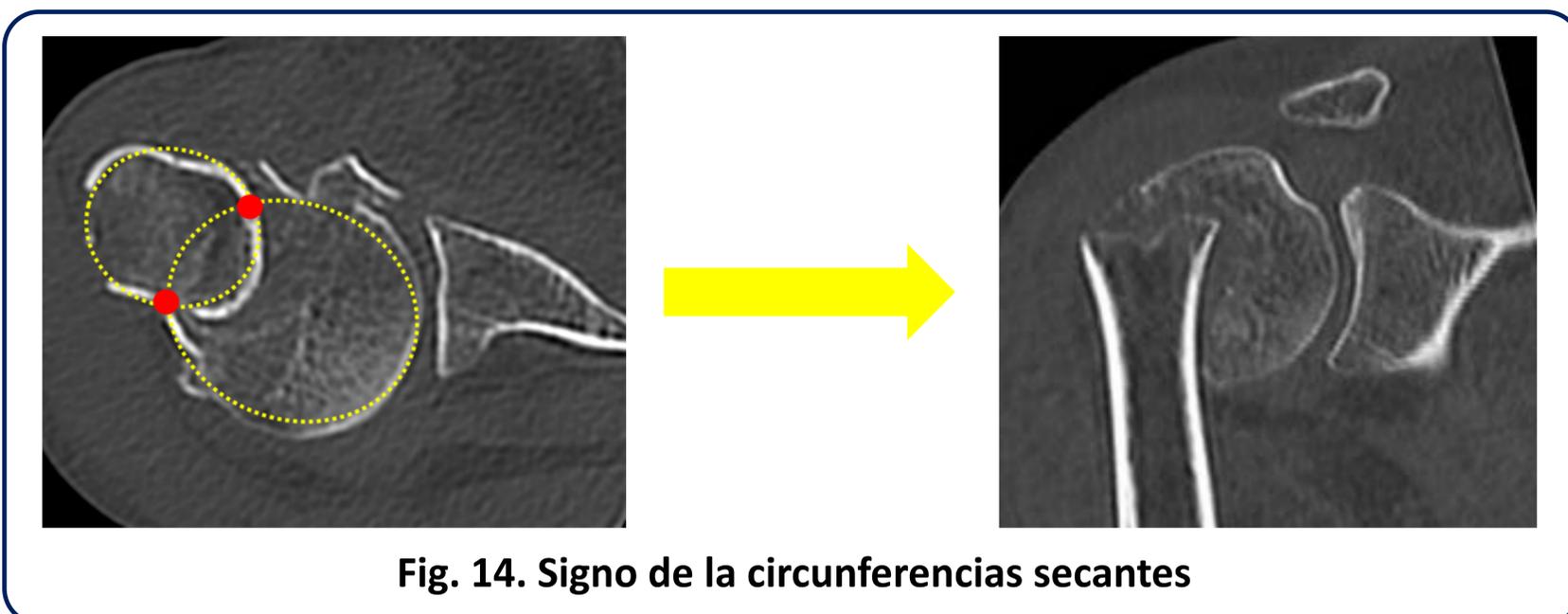
### ¿Qué sistemática se recomienda para informar las FHP?

Siguiendo la línea de Neer y de la AO/OTA, la clasificación de las FHP en términos generales es “cefálico-céntrica”. Es decir, la importancia reside en valorar el estado de la cabeza humeral por ser tan sensible a la isquemia dado su precario aporte vascular. Por tanto, se puede iniciar la evaluación de las FHP por el cuello anatómico (consideradas intraarticulares por definición), continuar con el quirúrgico y terminar por las tuberosidades.



### ¿Cómo se define una fractura del cuello quirúrgico?

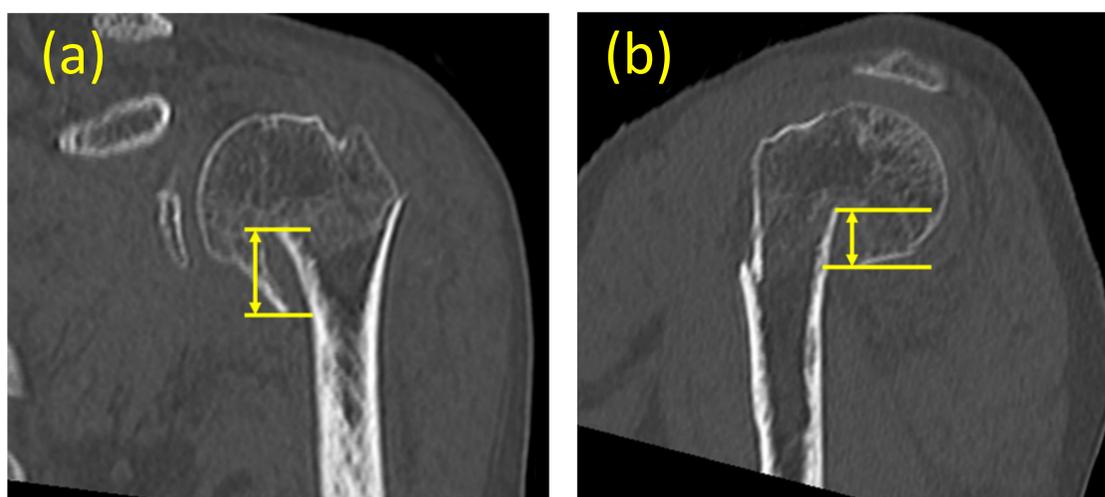
En el plano coronal la fractura del cuello quirúrgico constituye una solución de continuidad circunferencial completa visualizada como una interrupción ósea de sus corticales medial y lateral. En el plano axial se puede emplear el “signo de las circunferencias secantes”. La circunferencia de mayor diámetro corresponde a la del segmento cefálico. En los cortes axiales sucesivos, ésta desaparece y da paso a una segunda circunferencia diafisaria de menor diámetro con la que se solapa en al menos dos puntos, aunque puede ser sólo en uno (“signo de la tangente interior o exterior”).



**Fig. 14. Signo de la circunferencias secantes**

### ¿Cómo se cuantifica la impactación céfalo-diafisaria?

La impactación céfalo-diafisaria se define cuando uno de los cantos de la diáfisis humeral está empotrado dentro del segmento cefálico, lo que supone un acortamiento. Foruria *et al.* proponen medir la distancia de impactación (en mm) como la paralela al eje largo diafisario delimitado por los márgenes superior e inferior de los fragmentos óseos, tanto en el plano coronal (impactación medial y lateral) y/o sagital (anterior y posterior). Foruria *et al.* han demostrado que la impactación medial >10mm es clínicamente relevante. Guix *et al.* clasifican el contacto céfalo-diafisario en sin contacto (por ejemplo la fractura-avulsión en varo de Resch *et al.*),  $\leq 20\%$  (grado I), 21-49% (grado II) e impactación (grado III) como una preservación del contacto céfalo-diafisario  $\geq 50\%$  e introducción de la superficie diafisaria en el hueso esponjoso de la cabeza humeral.



**Fig. 15. Cuantificación de la impactación céfalo-diafisaria según el método de Foruria *et al.*** (a) MPR coronal en ventana ósea que muestra una FHP del cuello quirúrgico con impactación medial (líneas amarillas). (b) MPR sagital que muestra la misma fractura con una impactación posterior también asociada (líneas amarillas).

### ¿Toda impactación céfalo-diafisaria condiciona una angulación significativa y toda angulación céfalo-diafisaria es secundaria a una impactación?

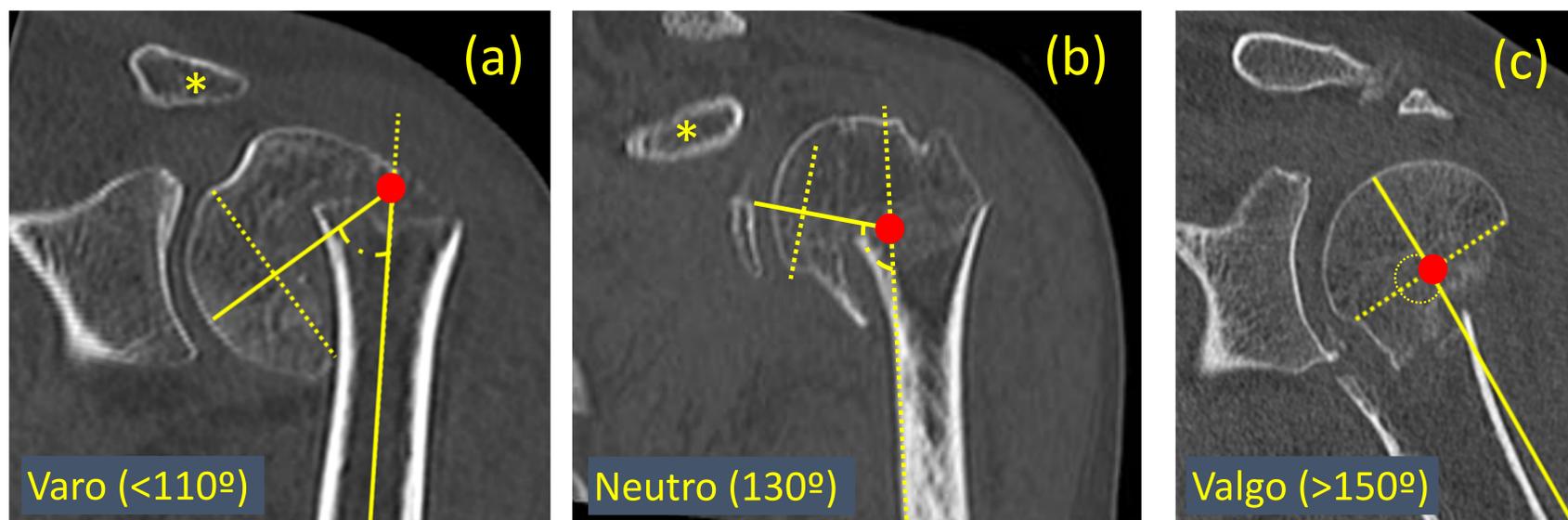
No. La mayoría de las impactaciones céfalo-diafisarias son posteromediales o laterales y condicionan una angulación varizante o valguizante respectivamente (*se explica más adelante*). Pero si existe amplio contacto entre la superficie diafisaria y de la cabeza humeral, no necesariamente habrá una angulación significativa asociada. Por otro lado, en ausencia de impactación las fuerzas insertivas musculares pueden traccionar y trasladar el segmento diafisario. Es el caso de las fracturas por avulsión del cuello quirúrgico de Resch *et al.*, donde existe una angulación varizante de la cabeza humeral que asocia un desplazamiento anteromedial de la diáfisis sin apenas haber contacto entre ambas superficies. En resumen, “no toda impactación condiciona una angulación, ni toda angulación es secundaria a una impactación”.

**¿Cómo se definen las angulaciones en el plano coronal / frontal?**

**Varo** se define como una posición anormal en la cual una parte de un miembro está desviado hacia dentro y se dirige hacia la línea media. Por convención, el fragmento distal de una fractura dictamina que la angulación sea varizante cuando dicho fragmento se desvía hacia medial formando un vértice lateral con el fragmento proximal. Del mismo modo, **valgo** se define como la posición anormal en la cual una parte de un miembro se encuentra desviado hacia fuera y se separa de la línea media. Por convención, el fragmento distal de una fractura dictamina una angulación valguizante cuando dicho fragmento se desvía hacia lateral formando un vértice medial con el fragmento proximal.

Según diversos estudios de geometría, el **ángulo céfalo-diafisario** (o cérvico-diafisario) humeral es de **130°** o bien se puede comparar con el hombro contralateral (mayor radiación). Neer definió una angulación significativa como aquella  $> 45^\circ$ . Sin embargo, este umbral lo estableció arbitrariamente y en radiología simple. Las nuevas clasificaciones basadas en TCMD sugieren un dintel de  $30^\circ$  ó **20°** como angulación significativa dada la ausencia de magnificación radiográfica y la baja tolerancia de los pacientes a esta deformidad. De este modo, una reducción del ángulo céfalo-diafisario  $> 20^\circ$  ( $<110^\circ$ ) supone una angulación céfalo-diafisaria varizante de vértice lateral y un ángulo  $>150^\circ$  una angulación céfalo-diafisaria valguizante de vértice medial.

*NOTA: Tomar como angulación aquella inclinación máxima entre fragmentos.*

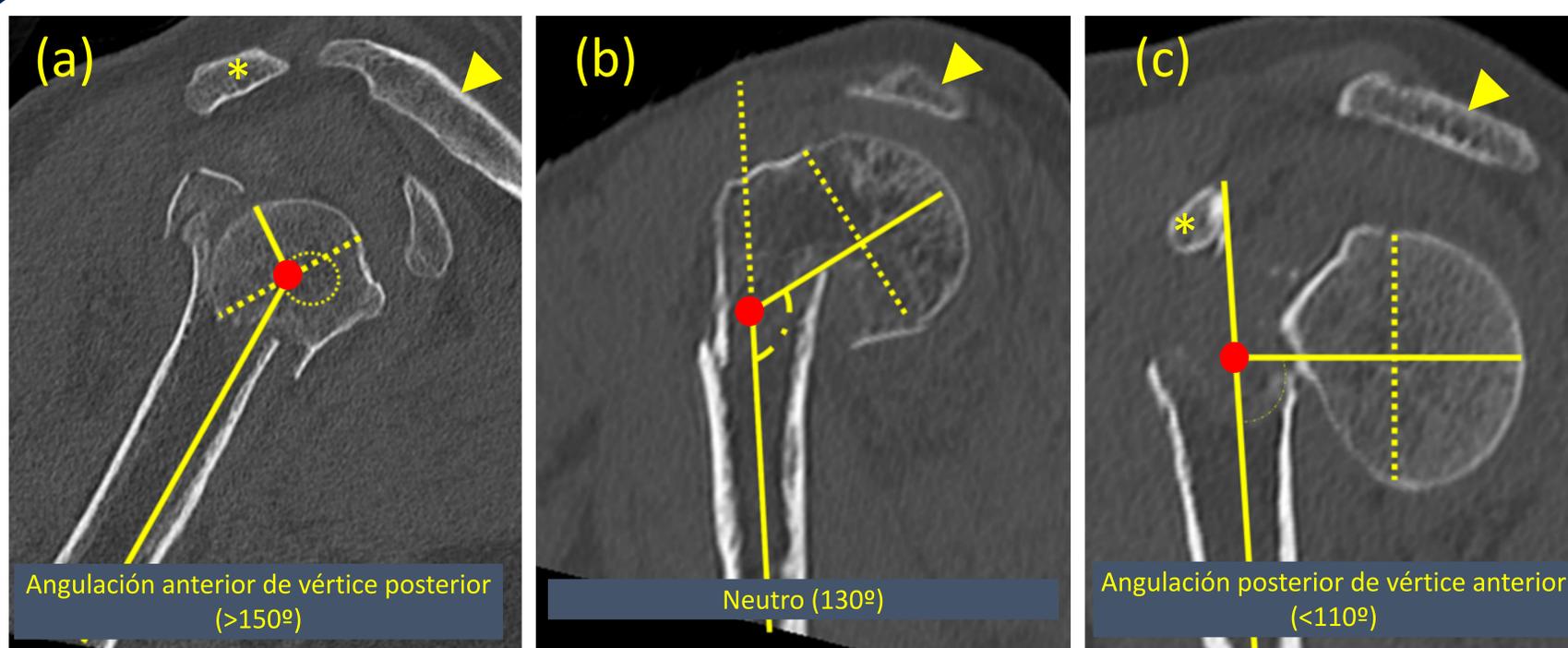


**Fig. 16. Cuantificación de la angulación de las FHP en el plano coronal.** (a) MPR coronal en ventana ósea que muestra una fractura del cuello quirúrgico con impactación céfalo-diafisaria medial que condiciona una inclinación interna de la cabeza humeral. Es decir, el ángulo cérvico-diafisario disminuye haciéndose más agudo y condiciona una angulación en varo. (b) MPR coronal en filtro de hueso de una FHP con un patrón de impactación medial y posterior (no mostrado) que conserva una inclinación normal de la cabeza humeral. (c) MPR coronal en ventana ósea de una fractura del cuello quirúrgico con inclinación lateral del segmento céfalico; es decir, el ángulo cérvico-diafisario aumenta y condiciona una angulación en valgo. Nótese la apófisis coracoides y su situación medial respecto al húmero (\*).

### ¿Cómo se definen las angulaciones en el plano sagital?

En relación a la angulación de las fracturas, existen discrepancias entre la terminología adoptada por los radiólogos y traumatólogos. Mientras los radiólogos describen la angulación de la fractura en relación a la posición del fragmento distal, los traumatólogos describen la angulación de las fracturas según el vértice del ángulo formado por los fragmentos de la fractura. Por ejemplo, los radiólogos describen la angulación de las fracturas de los huesos largos en el plano sagital como posterior si el fragmento distal se dirige hacia atrás. En cambio, los traumatólogos lo describirían como una angulación anterior porque el vértice del ángulo señala hacia delante. Para evitar esta confusión, la mejor práctica para describir la angulación de las fracturas en el plano sagital es seguir ambas convenciones e informar la fractura como “con angulación posterior de vértice anterior”.

El ángulo céfalo-diafisario humeral en el plano sagital y el valor umbral de malposición también serán de  $130^\circ$  y  $20^\circ$  respectivamente. Por tanto, una fractura del cuello quirúrgico con angulación posterior de vértice anterior ( $<110^\circ$ ) será aquella con una desviación dorsal del segmento diafisario. Y una fractura del cuello quirúrgico con angulación anterior de vértice posterior ( $>150^\circ$ ) presentará el extremo distal del segmento diafisario desviado hacia delante.



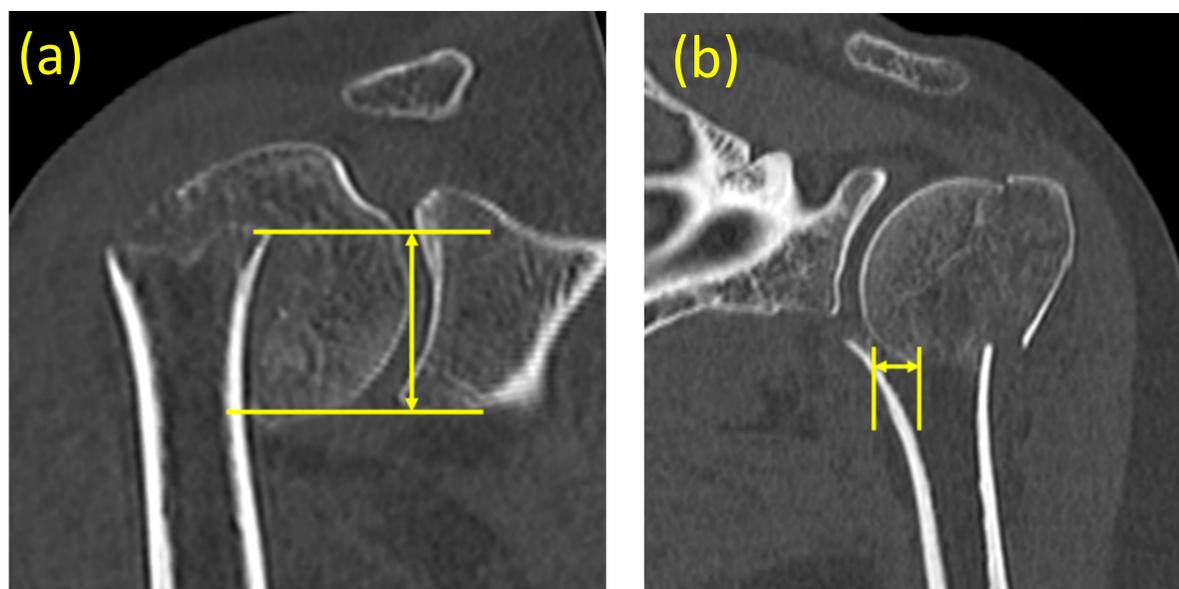
**Fig. 17. Cuantificación de la angulación de las FHP en el plano sagital.** (a) MPR sagital en ventana ósea que muestra una fractura del cuello quirúrgico de húmero proximal con inclinación hacia delante del fragmento diafisario, lo que condiciona una angulación anterior de vértice posterior. (b) MPR sagital con ventana ósea que muestra una fractura del cuello quirúrgico con impactación posterior que conserva una inclinación sagital adecuada. (c) MPR sagital en ventana ósea que muestra una fractura del cuello quirúrgico con importante separación céfalo-diafisaria. La diáfisis se encuentra anterior a la cabeza humeral y presenta una inclinación posterior que condiciona una angulación de vértice anterior. Como referencias anatómicas se pueden emplear la apófisis coracoides (\*) de localización anterior y el acromion (▼) que permanece posterior.

### ¿Qué son los criterios de Hertel?

Hertel *et al.* elaboraron una nueva clasificación basada en los planos de fractura dejando en un segundo plano el número de fragmentos de Neer. Además, demostraron que la conjunción de tres signos radiográficos (fractura de cuello anatómico, calcar corto y *fulcrum* roto) presentan un alto valor predictivo de isquemia humeral. Sin embargo, nadie ha conseguido determinar qué factores predicen una evolución de las FHP hacia la osteonecrosis.

El **calcar humeral** se define como aquel segmento metafisario (postero)medial unido y justo debajo de la cabeza humeral. La extensión metafisaria posteromedial del calcar se mide como la distancia entre las dos perpendiculares al eje largo diafisario, una desde el cuello quirúrgico y otra distal hasta donde llegue el segmento articular (cabeza humeral). Una longitud del calcar  $< 8\text{mm}$  es crítica.

La **bisagra perióstica medial** se define como la continuidad de la cortical interna de la cabeza humeral con la del segmento diafisario. Es una estructura biomecánica que constituye un punto de inflexión entre la epífisis y diáfisis humeral mediales. Por ello, algunos autores también la han denominado *fulcrum* interno (fulcro en español), punto de apoyo en un sistema de palancas. La integridad de la bisagra perióstica medial es un criterio secundario, pues solo tiene relevancia en el aporte vascular humeral si el calcar es  $< 8\text{mm}$ . Cuando una solución de continuidad del *fulcrum* asocia un desplazamiento diafisario medial  $> 2\text{mm}$ , es entonces cuando será considerado como crítico.



**Fig. 18. Criterios de Hertel.** (a) MPR coronal en ventana de hueso que muestra una fractura del cuello quirúrgico con una extensión metafisaria del calcar  $> 8\text{mm}$ , sin desplazamiento diafisario medial. (b) MPR coronal en ventana ósea que muestra una fractura de cuello quirúrgico de húmero proximal en valgo (y de troquíter) con ausencia de extensión metafisaria del calcar y disrupción de la bisagra perióstica medial que asocia una traslación diafisaria medial  $> 2\text{mm}$ .

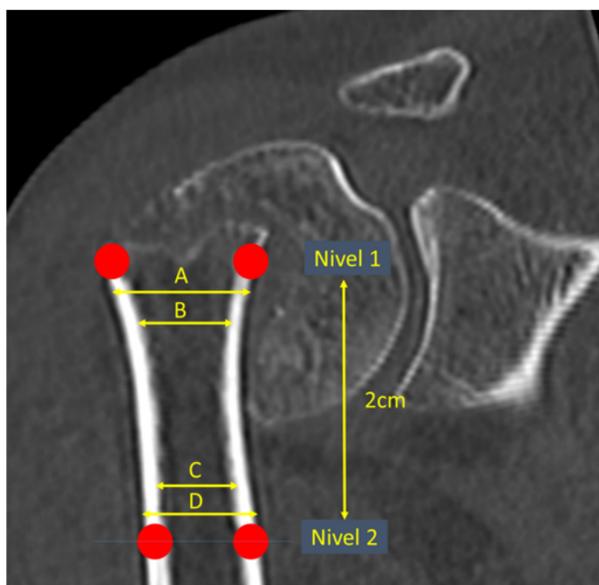
### ¿Cómo se definen los desplazamientos diafisarios?

Al igual que la angulación, el desplazamiento de las fracturas se evalúa teniendo como referencia la posición relativa del fragmento distal respecto al fragmento proximal.

Neer consideró un desplazamiento diafisario significativo respecto a la cabeza humeral cuando fuese  $> 1\text{cm}$ . Resch *et al.* definen el desplazamiento diafisario como aquél que representa al menos un tercio del diámetro diafisario en cualquier dirección, siendo significativo si es mayor de la mitad del diámetro diafisario. Si el diámetro axial máximo diafisario se aproxima a  $3\text{cm}$ , se consideraría significativo un el desplazamiento diafisario de  $15\text{mm}$ . En cualquier caso, la mayoría de las clasificaciones mantienen los  $10\text{mm}$  como el límite alto de la normalidad para considerar significativo el desplazamiento diafisario respecto a la cabeza humeral en las traslaciones mediolaterales (plano coronal), anteroposteriores (plano sagital) y distracciones longitudinales.

### ¿Cómo se cuantifica la osteopenia radiológica?

Las FHP constituyen el tercer puesto de fracturas no vertebrales en la población  $> 75$  años, después de las de radio distal y cadera. Por ello, determinar la calidad global del húmero proximal es importante de cara a valorar un tratamiento conservador o artroplastia. El índice de Tingart (8) consiste en la media de la suma del grosor cortical medial y lateral del húmero proximal donde los márgenes del endostio sean paralelos (Nivel 1) y a  $2\text{cm}$  de dicho punto (Nivel 2). Un grosor cortical medio  $< 4\text{mm}$  en sujetos  $> 70$  años es altamente sugerente de baja densidad mineral ósea; es decir, de osteopenia radiológica. También se ha desarrollado el índice de la tuberosidad deltoidea. Recuérdese que el término osteoporosis es un término densitométrico.



**Fig. 19. Cuantificación de la osteopenia radiológica en FHP.** El método de Tingart establece dos niveles. El nivel 1 corresponde a la región más proximal de la diáfisis humeral donde los bordes del endostio tanto de las corticales medial y lateral sean paralelos. El nivel 2 se estima aproximadamente a  $20\text{mm}$  del nivel 1. Mediante la fórmula  $[(A-B) + (C-D)]/2$  se obtiene el grosor cortical combinado. Si Nivel 1 + Nivel 2 es  $< 4\text{mm}$  es altamente sugerente de baja densidad mineral ósea.

### ¿Cómo se cuantifica el desplazamiento del troquíter?

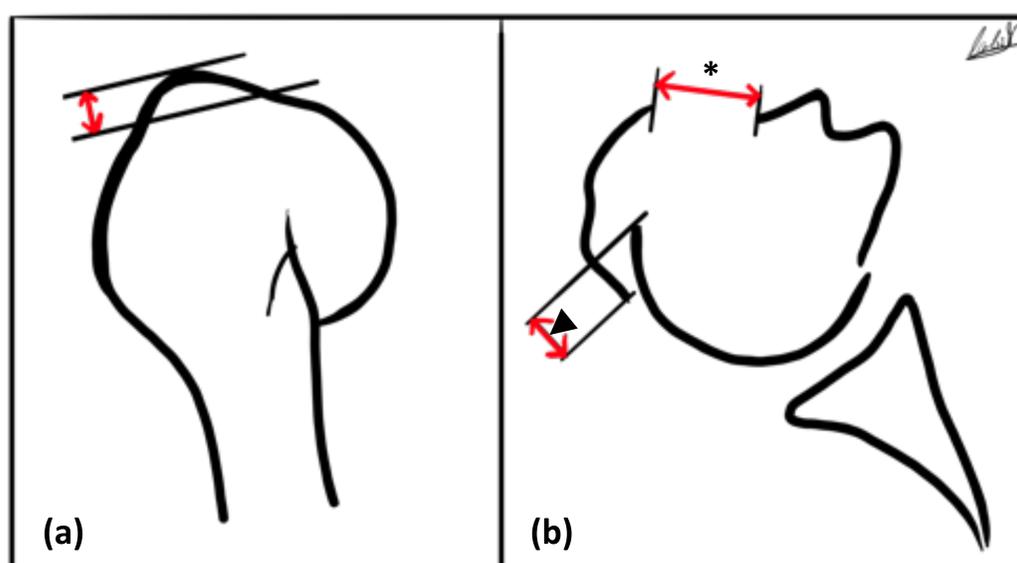
Neer estableció de manera arbitraria en radiología simple que un desplazamiento  $> 1\text{cm}$  o una angulación  $>45^\circ$  eran significativos para considerar un segmento como parte o fragmento. Sin embargo, no especificó cómo llevar a cabo dichas mediciones, objeto de debate hasta día de hoy.

Se considera que hay fractura de troquíter o troquín cuando hay una solución de continuidad ósea, independientemente de si hay o no desplazamiento asociado. En caso de desplazamiento se debe medir aquél que sea máximo entre fragmentos. En el plano axial se puede intentar determinar la distancia túbero-cefálica, aunque no siempre es fácil. Dada la ausencia de magnificación radiográfica, Resch *et al.* disminuyen a 5mm el desplazamiento tanto del troquíter como del troquín para considerarse significativo.

La distancia túbero-cefálica del troquíter más reproducible se obtiene en el plano coronal desde la superficie articular de la cabeza humeral hasta el borde superior del troquíter. En condiciones normales el troquíter se encuentra a 6-8mm (por debajo) de la superficie articular. Una distancia superficie articular-troquíter  $> 10\text{mm}$  se relaciona con impactación subacromial.

### ¿Cómo se valora el desplazamiento del troquín?

Las fracturas del troquín aisladas son raras, y sobre todo que sean tan puras hasta el punto de que un fragmento esté solamente constituido por la tuberosidad menor. Lo más frecuente es la fractura “en escudo” descrita por Edelson *et al.*, un fragmento que incluye el troquín, corredera bicipital y tercio anterior del troquíter cuyo plano de fractura se ubica lateral al surco intertubercular. La distancia túbero-cefálica máxima en el caso del troquín no es fácil de reproducir, y por ello se propone la distancia intertuberositaria en el plano axial. Del mismo modo que el troquíter, el umbral para considerar un desplazamiento significativo del troquín se establece en 5mm.



**Fig. 20. Valoración del desplazamiento de las tuberosidad humerales en FHP. (a)** El troquíter se encuentra por debajo de la superficie articular en condiciones normales. **(b)** El desplazamiento del troquín / fragmento “en escudo” se puede medir como la distancia intertuberositaria (\*). El desplazamiento del troquíter en el plano axial se puede medir en relación con la cabeza humeral (▼).

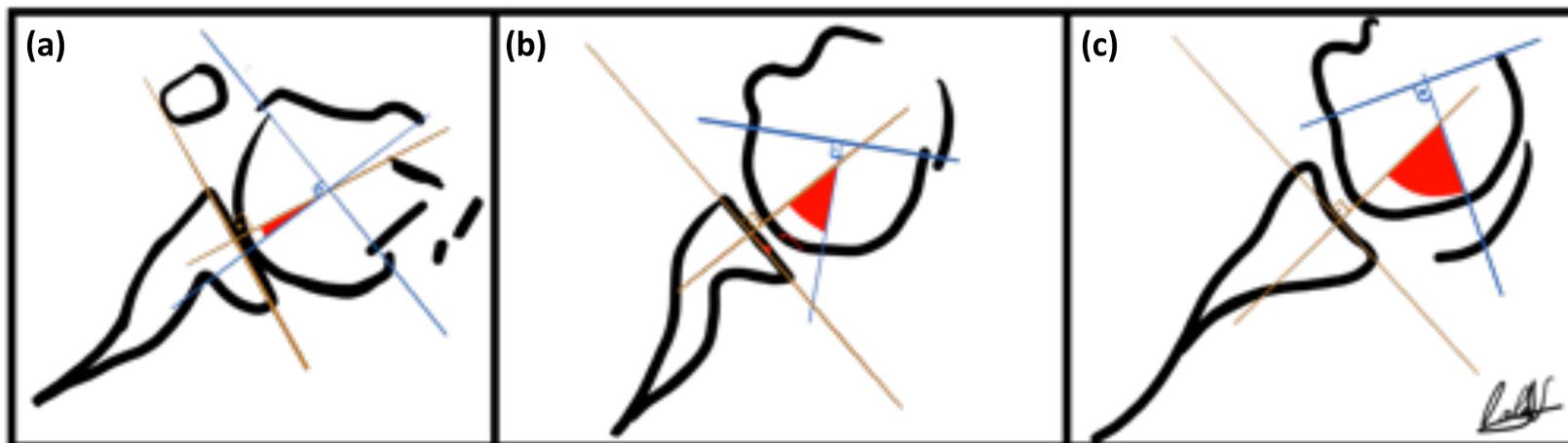
**¿Cuándo se considera una fractura articular en el húmero proximal?**

Las fracturas articulares del húmero proximal son raras. Guix *et al.* y la AO / OTA consideran una FHP (intra)articular cuando el cuello anatómico está roto, con o sin desplazamiento de la cabeza humeral e independientemente de si las tuberosidades están fracturadas o desplazadas. El resto de casos constituyen fracturas extraarticulares.

Los trazos de fractura transcefálicos de la cascarilla articular (“head-split”) son excepcionales dentro de la rareza de las fracturas intraarticulares. Constituyen una fractura intraarticular fetén y se han definido arbitrariamente como aquéllas que afectan a >20% de la superficie articular y tiene dos o más fragmentos (“signo del pelícano”). Sin embargo, no existe consenso sobre su valoración precisa ni clasificación hasta el momento.

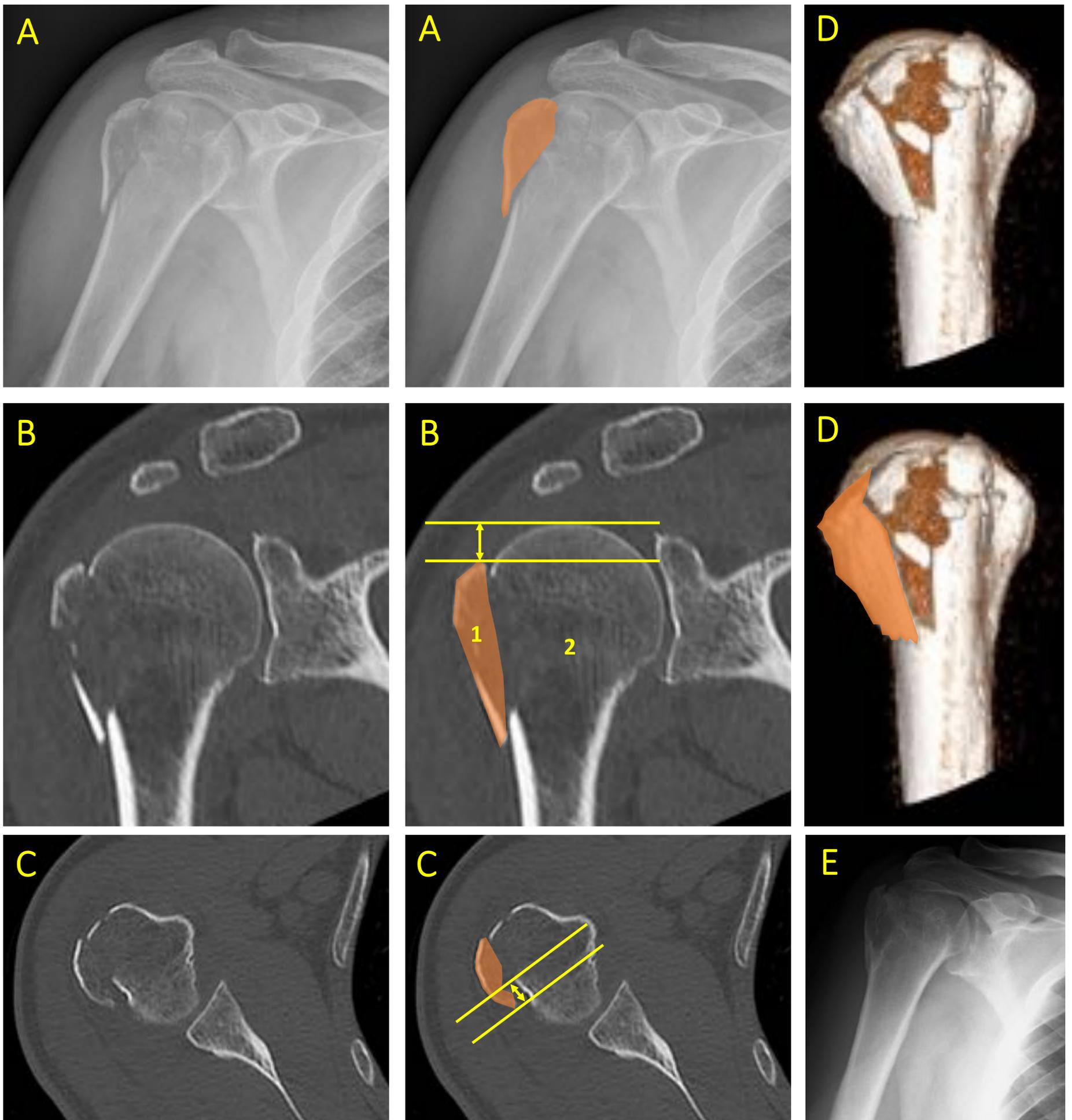
En caso de fractura del cuello anatómico sin luxación asociada se debe valorar el grado de retroversión de la cabeza humeral. Inicialmente se propuso estimar el ángulo entre el eje transepicondilar del codo y la bisectriz de la cabeza humeral. Sin embargo, ello requiere radiar toda la extremidad superior. Por ello, Guix *et al.* proponen la medición del ángulo céfalo-glenoideo en el plano axial como aquél entre el ápex de la cascarilla articular y la perpendicular a la superficie articular glenoidea. Cuando dicha relación es deficiente (>45°), habrá retroversión humeral.

En caso de fractura del cuello anatómico con luxación asociada, la relación céfalo-glenoidea está perdida y no tiene sentido valorar la retroversión humeral. En luxaciones anteroinferiores se deben buscar fracturas glenoideas asociadas (Bankart óseo) típicamente del cuadrante anteroinferior, que será significativa cuando afecten a > 25% de la superficie articular. Del mismo modo, se deben buscar fracturas por impactación en la cabeza humeral tipo Hill-Sachs y variantes (lesiones bipolares = Bankart óseo + Hills-Sachs).

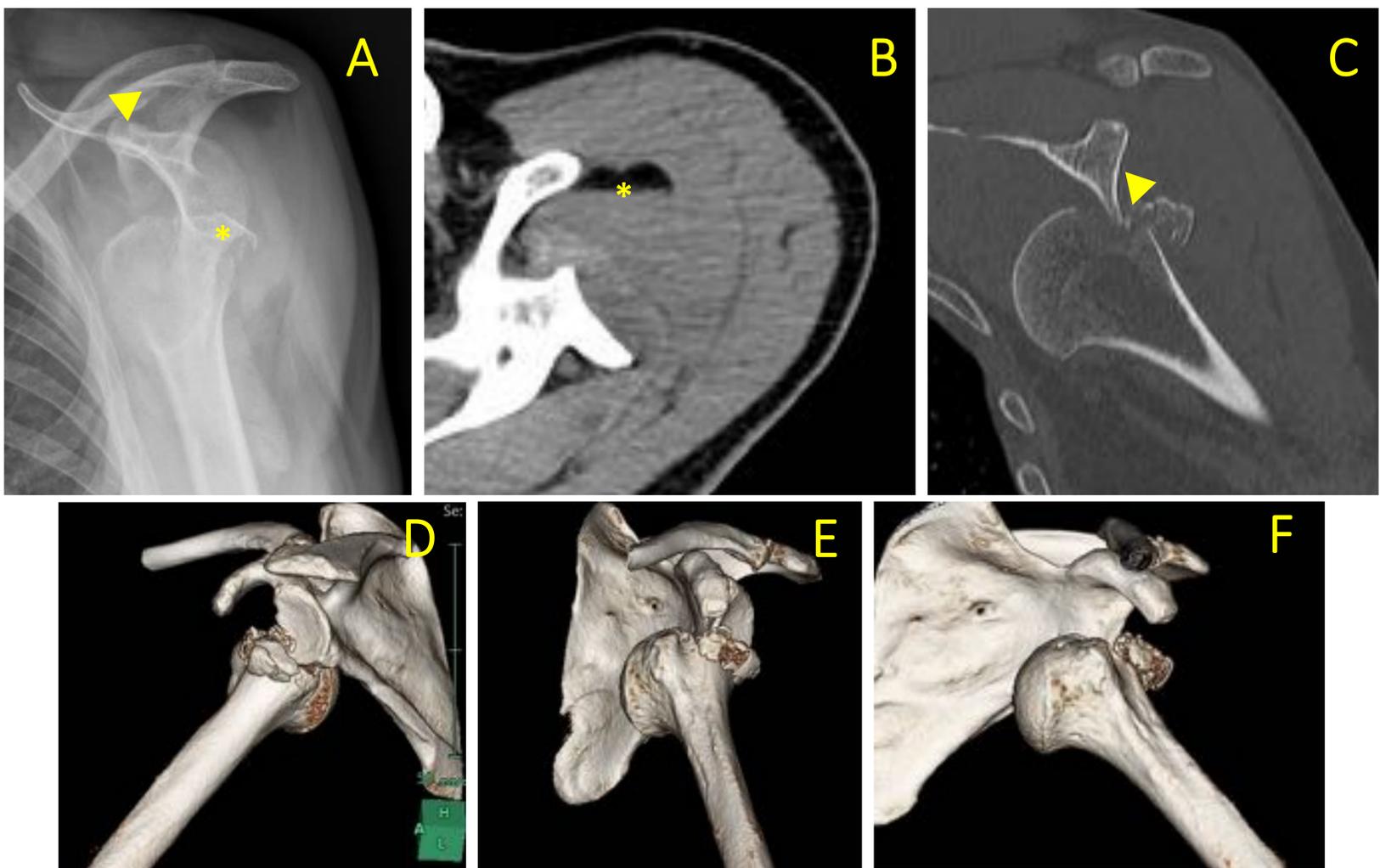


**Fig. 21. Valoración de la retroversión de la cabeza humeral.** La orientación céfalo-glenoidea en el plano axial se conoce mediante el ángulo obtenido de la intersección de la perpendicular a la superficie articular de la glena (líneas marrones) con la línea que resulta de la unión del punto medio del diámetro de la semicircunferencia de la cabeza humeral con el ápex de su superficie articular (líneas azules). La relación es buena si el ángulo oscila entre 0-20° (a), suficiente si se encuentra entre 20-45° (b) y deficiente / retroversión si es > 45°.

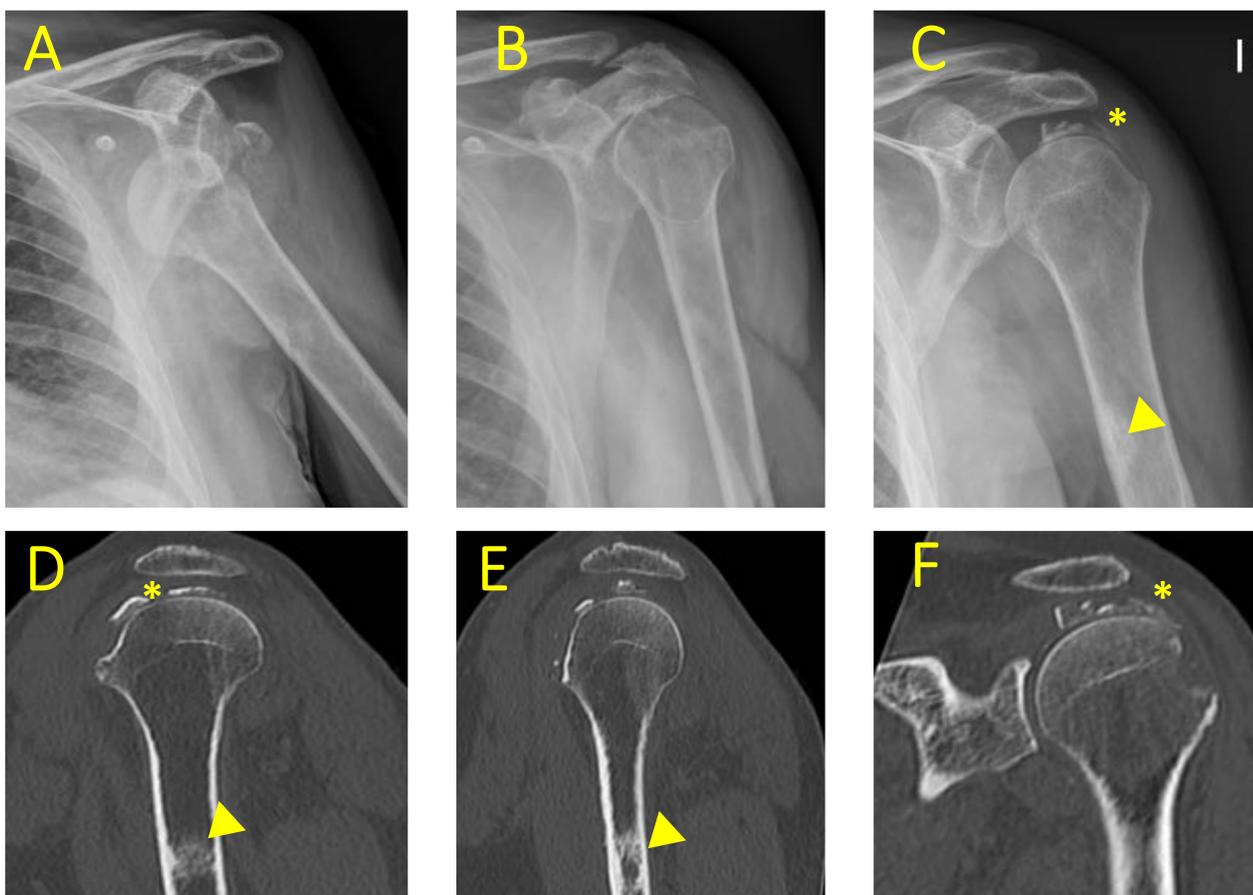
## 4. miniATLAS



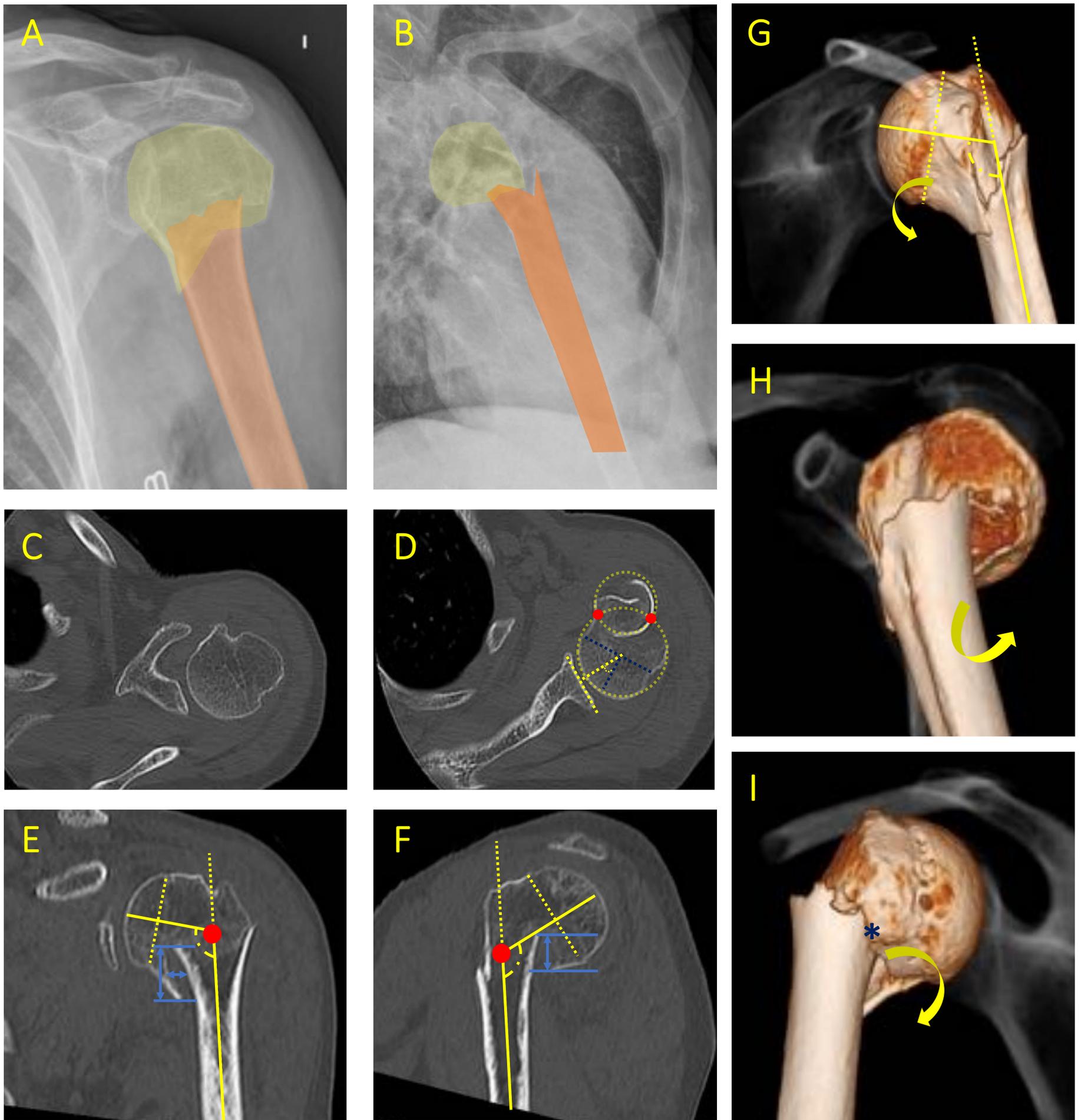
**Fig. 22 FHP extraarticular unifocal en 2-partes (AO/OTA) del troquíter (Neer 1) en un varón de 54 años. (A)** Radiografía AP de hombro que muestra un plano de fractura entre la tuberosidad mayor y el segmento céfalo-diafisario. No muestra desplazamiento ni angulación significativas. **(B-C)** Reconstrucciones multiplanares (MPR) coronal y axial en ventana ósea que confirman los hallazgos descritos en la radiografía. El troquíter se encuentra caudal a la superficie articular y existe una tendencia al desplazamiento posteromedial secundario a la tracción del supra- e infraespinoso, pero no significativa al ser <10mm (Neer 1 mínimamente desplazada a pesar de haber dos segmentos). Cuello anatómico, quirúrgico y troquín íntegros. **(D)** Reconstrucción volumétrica tridimensional (3D) con filtro de superficie desde perspectiva posterior que muestra mínimo desplazamiento posteromedial del troquíter. **(E)** Se realizó tratamiento conservador y la fractura consolidó en 6 meses.



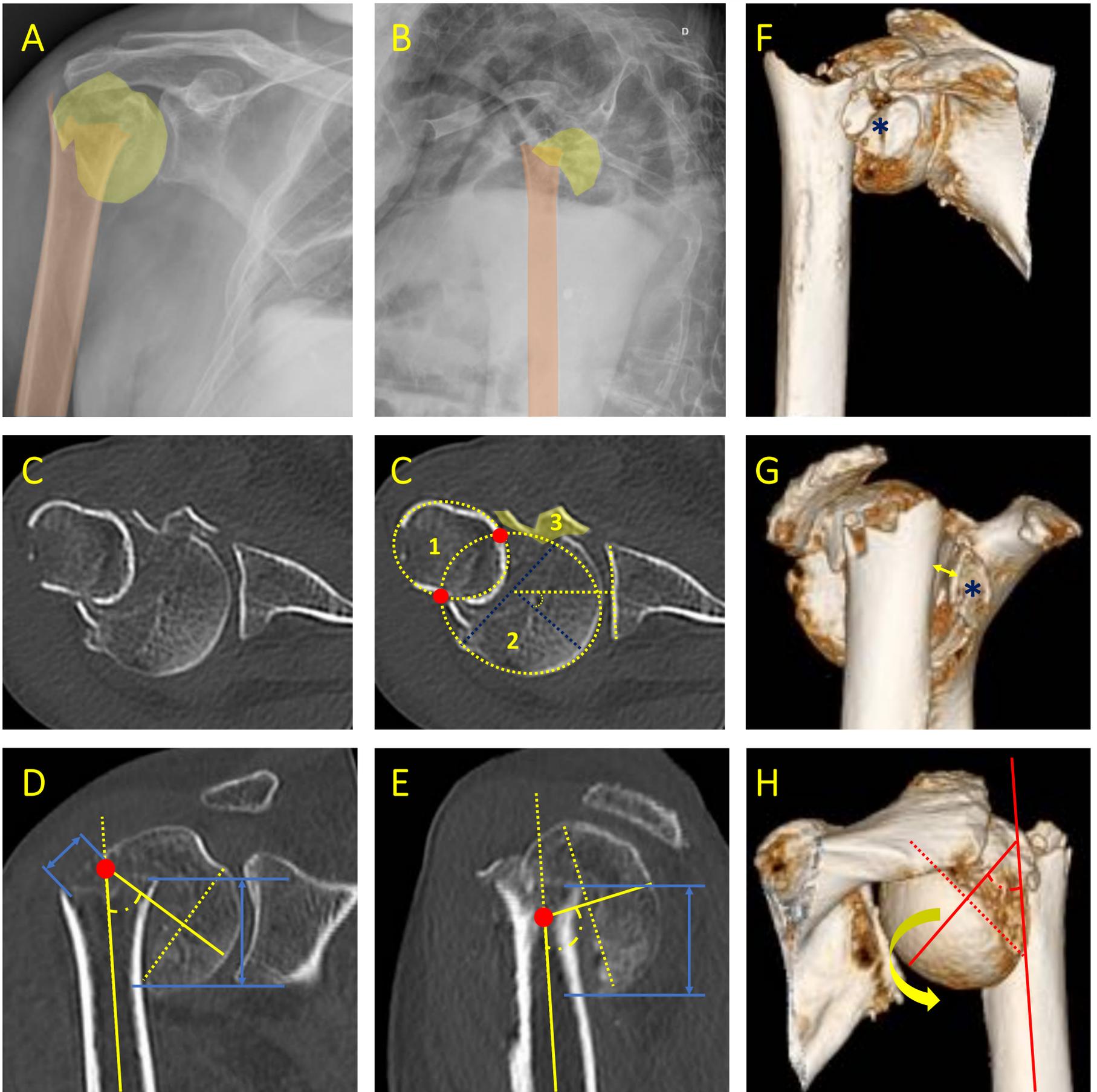
**Fig. 23.** FHP extraarticular unifocal en 2-partes (AO/OTA) del troquíter (Neer 2) con luxación anteroinferior, Bankart óseo y lesión de Hill-Sachs (lesión bipolar) en un varón de 86 años. (A) Radiografía simple AP del hombro izquierdo que muestra migración de la cabeza humera por debajo de la apófisis coracoides (▼), hallazgos concordantes con luxación anteroinferior. El troquíter presenta cierto grado de conminución (\*). (B-C) TC axial con filtro de partes blandas y óseo que muestra lipohemartrosis glenohumeral (\*), fractura desplazada del troquíter (Hill-Sachs) y de la glena anteroinferior <25% (▼). (D-E) Reconstrucciones 3D desde perspectivas posterolateral, lateral y anterior que muestran la luxación anteroinferior del húmero izquierdo y la fractura del troquíter impactada sobre el cuadrante anteroinferior de la glena.



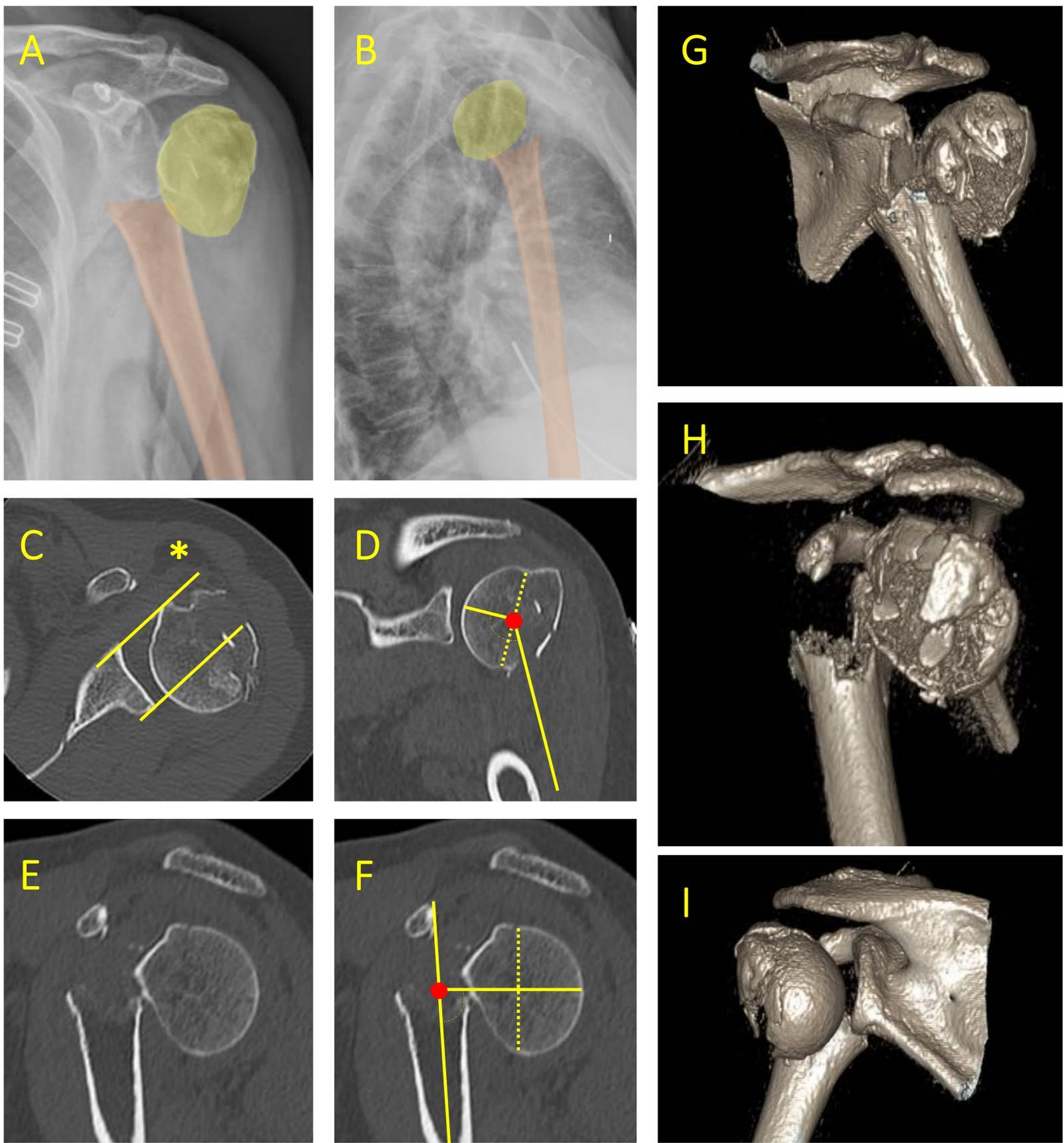
**Fig. 24.** FHP extraarticular unifocal en 2-partes del troquíter (Neer 2) con luxación anteroinferior en un varón de 70 años. (A-C) (A) Radiografías simples AP del hombro izquierdo con luxación anteroinferior con fractura de troquíter (Hill-Sachs). (B) Se decidió tratar mediante reducción cerrada y tratamiento conservador. (C) A los 3 meses el paciente refería dolor y se observa migración de múltiples fragmentos del troquíter desplazados cranealmente en situación subacromial (\*). (D-F) MPR sagital y coronal con hallazgos equivalentes. Nótese el defecto óseo cortical / fibroma no osificante en la diáfisis humeral (▼).



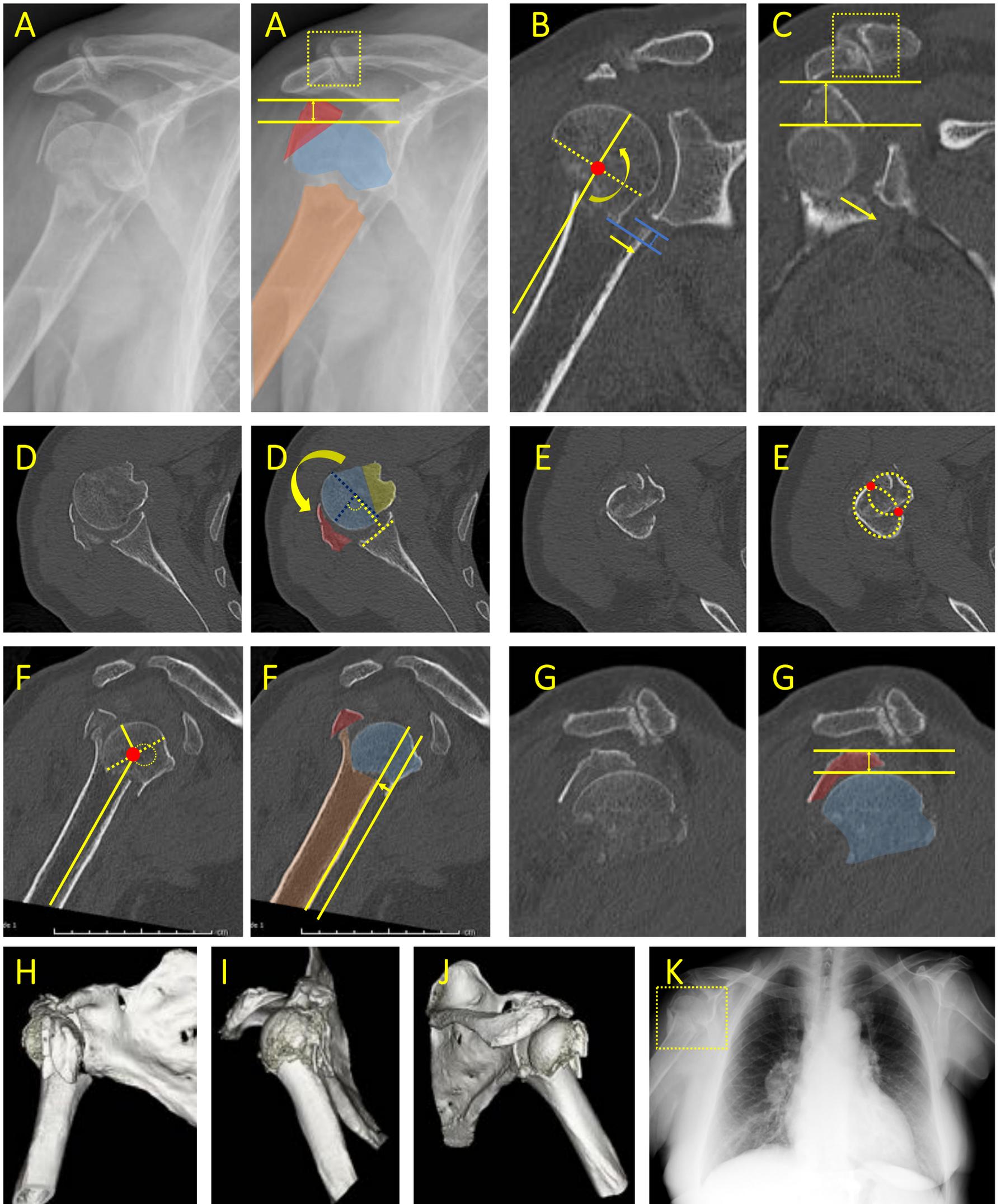
**Fig. 25. FHP extraarticular unifocal en 2-partes (AO/OTA) del cuello quirúrgico (Neer 1) en una mujer de 86 años. (A-B)** Radiografías simples AP y lateral que muestra un plano de fractura a nivel del cuello quirúrgico con deformidad asociada, sin sensibilidad diagnóstica para detectar afectación intraarticular ni caracterizar el grado de desplazamiento ni angulación. **(C-D)** TC axial en ventana ósea que muestra integridad del troquín, corredera bicipital y troquíter. A nivel de la glena se observa el “signo de las circunferencias secantes” que confirma la fractura del cuello quirúrgico. Orientación céfalo-glenoidea conservada. **(E-F)** Reconstrucciones MPR coronal y sagital que muestran una impactación medial y posterior (líneas azules) significativas (>10mm) de la diáfisis humeral contra el segmento cefálico (contacto >50% con empotramiento de fragmentos) que condiciona una tendencia a la angulación varizante (líneas amarillas), pero no significativa al ser <math><45^\circ</math> (Neer 1). **(G-I)** Reconstrucciones volumétricas 3D de superficie desde perspectivas anterior, lateral y posterior que muestran la fractura vertical del cuello quirúrgico con un patrón de impactación posteromedial (\*), sin angulaciones significativas (según Neer) asociadas en los planos coronal ni sagital.



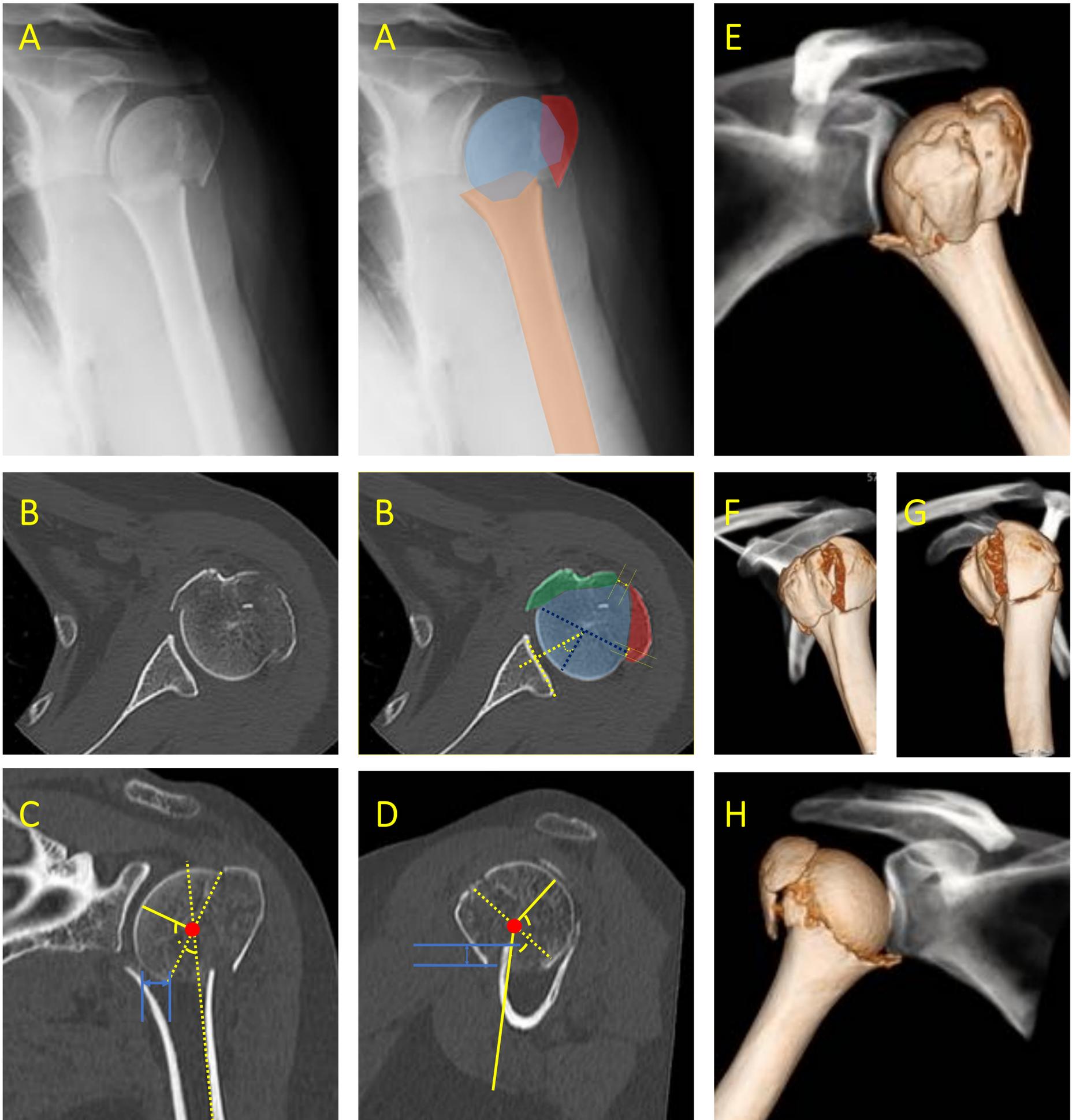
**Fig. 26. FHP extraarticular bifocal en 3-partes (AO/OTA) en varo del cuello quirúrgico con fragmento “en escudo” (Neer 2) en un varón de 68 años. (A-B)** Radiografías simples AP y lateral que muestran una fractura de húmero proximal aparentemente en 2 partes del cuello quirúrgico con impactación posteromedial y en varo. **(C)** TC axial en ventana ósea con el “signo de las circunferencias secantes” indicativo de fractura del cuello quirúrgico (2). Además, se observa un fragmento óseo con desplazamiento anterior **(G)** a nivel de la glena que incluye el troquín, la corredera bicipital y el tercio anterior del troquíter (“en escudo”, 3). La orientación céfalo-glenoidea está conservada, no hay datos de retroversión humeral que sugieran fractura del cuello anatómico. **(D-E)** Reconstrucciones MPR coronal y sagital en ventana ósea que demuestran una impactación medial y posterior del segmento diafisario sobre el céfalo con una angulación varizante significativa  $> 45^\circ$  (Neer 2). **(F-H)** Reconstrucciones tridimensionales 3D con filtro de superficie desde perspectivas anterior, lateral y posterior que muestran el fragmento “en escudo” mínimamente desplazado hacia anterior (\*), un contacto céfalo-diafisario escaso ( $< 50\%$ ) y un patrón de impactación posteromedial que condiciona una angulación varizante significativa con tendencia a la avulsión dado el *gap* óseo en la cortical metafisaria lateral del cuello quirúrgico (ver en imagen **D**, flechas azules). La inclinación de la cabeza humeral en el plano sagital está conservada.



**Fig. 27. FHP extraarticular unifocal en 2-partes (AO/OTA) del cuello quirúrgico en varo de tipo avulsión (Neer 2) en una mujer de 70 años. (A-B) Radiografías simples AP y lateral del hombro izquierdo que muestran una fractura del cuello quirúrgico con desplazamiento significativo del segmento cefálico. (C) TC axial en ventana ósea que muestra integridad del troquín, corredera bicipital y una solución de continuidad en la faceta superior del troquíter. Pérdida de la congruencia articular. Lipohemartrosis glenohumeral (\*). (D) MPR coronal con ausencia de contacto céfalo-diafisario manifestado como dificultad para mostrar ambos fragmentos en el mismo corte. (E) MPR sagital que muestra ausencia de contacto céfalo-diafisario (no hay impactación) con angulación posterior de vértice anterior, hallazgos concordantes con un patrón de fractura varizante por avulsión. (F-H) Reconstrucciones 3D con filtro de superficie que muestran la fractura del cuello quirúrgico con traslación anterior diafisaria con angulación posterior de la cabeza humeral, hallazgos indicativos de fractura en varo por avulsión según Resch *et al.***



**Fig. 28. FHP extraarticular bifocal en 3-partes (AO/OTA) en valgo del cuello quirúrgico y troquíter (Neer 3) en una mujer de 82 años.** (A) Radiografía simple AP del hombro derecho que muestra dos planos de fractura principales a través del cuello quirúrgico (en valgo) y del troquíter (ascendido por encima de la superficie articular). Osteoartritis degenerativa AC con condrocalcinosis (rectángulo amarillo). (B-C) MPR coronales con hallazgos equivalentes que, además, muestran una escasa extensión metafisaria del calcar humeral (líneas azules) con un desplazamiento diafisario medial >2mm (flecha amarilla). Estos hallazgos (criterios de Hertel) tienen un alto VPP de isquemia humeral cefálica. (D-E) MPR axiales que muestran integridad del troquíter, fractura desplazada del troquíter (>10mm) y fractura del cuello quirúrgico (“signo de las circunferencias secantes”). Retroversión de la cabeza humeral significativa (>45°) (F-G) Reconstrucciones MPR sagitales que muestran traslación diafisaria anterior y ascenso significativo del troquíter. (H-J) Reconstrucciones 3D desde perspectivas anterior, lateral y posterior (troquíter no mostrado). (K) En la radiografía PA de tórax se observa como se decidió tratamiento conservador con escasa consolidación, aunque no parece inferirse osteonecrosis avascular según los criterios de Hertel. Nótese los datos de hipertensión arterial pulmonar precapilar.



**Fig. 29. FHP articular en 4-partes (AO/OTA) impactada en valgo (Neer 2) en una mujer de 57 años. (A)** Radiografía simple AP del hombro izquierdo proximal que muestra tres planos de fractura a través del cuello quirúrgico, anatómico y del troquíter con tendencia a la angulación valguizante. **(B)** TC axial en ventana ósea que muestra un fragmento “en escudo” (en verde) y fractura del troquíter (en rojo), ninguno con desplazamiento significativo asociado (Neer 1). La orientación céfalo-glenoidea es suficiente. **(C-D)** MPR coronal y sagital en ventana de hueso que muestran escasa extensión metafisaria del calcar humeral con desplazamiento diafisario medial limítrofe (líneas azules en C), así como una angulación valguizante (líneas amarillas en C) e impactación anterior (líneas azules en D) que condiciona una angulación de vértice posterior (líneas amarillas en D) significativa (Neer 2). **(E-H)** Reconstrucciones 3D desde perspectivas anterior, lateral y posterior con filtros híbridos tanto de superficie como radiográficos.

# CONCLUSIONES

1. Las FHP son un tema controvertido para los radiólogos al encontrarse entre las clasificaciones academicistas y la practicidad del traumatólogo.
2. Elaborar un informe reproducible y sucinto facilitará su comprensión y tratamiento.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Biberthaler P, Kirchhoff C, Waddell JP. Fractures of the Proximal Humerus. 1st ed. Springer; 2015.
2. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The Epidemiology of Proximal Humeral Fractures. Acta Orthop Scand. 2001;72(4):365-71.
3. Proximal Humeral Fractures in Adults - UpToDate [Internet]. [citado 16 de abril de 2020].
4. Proximal Humerus Fractures - Trauma - Orthobullets [Internet]. [citado 16 de abril de 2020].
5. Egol KA, Koval KJ, Zuckerman JD. Handbook of Fractures. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020.
6. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of Humeral Head Ischemia After Intracapsular Fracture of the Proximal Humerus. J Shoulder Elbow Surg. julio de 2004;13(4):427-33.
7. Bastian JD, Hertel R. Initial Post-Fracture Humeral Head Ischemia Does Not Predict Development of Necrosis. J Shoulder Elbow Surg. enero de 2008;17(1):2-8.
8. Crosby L, Neviasser R. Proximal Humerus Fractures: Evaluation and Management. Springer; 2014.
9. Robinson BC, Athwal GS, Sanchez-Sotelo J, Rispoli DM. Classification and Imaging of Proximal Humerus Fractures. Orthop Clin North Am. 2008;39(4):393-403.
10. Costa Subias J, Soria Jerez JA. Tomografía Computarizada Dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico. 1a ed. Médica Panamericana; 2015.
11. Azpeitia Armán J, Puig Domingo J, Soler Fernández R. Manual para Técnico Superior en Imagen Para el Diagnóstico y Medicina Nuclear. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2016.
12. Puerta Sales A, García Medina V. Protocolos de Tomografía Computarizada. Servicio de Radiología del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia. 1a ed. Murcia: Gerencia Área de Salud VII (Murcia-Este); 2015.
13. Romans LE. Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
14. Martel Villagrán J, Ruiz Santiago F, Tomàs Batlle X. Tomografía Computarizada Multicorte en Patología Musculoesquelética: Guía Para la Práctica Diaria. 1a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2012.
15. Zhang Y. Clinical Classification in Orthopaedics Trauma. 1st edition. Springer; 2018.
16. Mostofi SB. Fracture Classifications in Clinical Practice. 2nd edition. Springer; 2012.
17. G. Lasanianos N, K. Kanakaris N, V. Giannoudis P. Trauma and Orthopaedic Classifications: A Comprehensive Overview. Springer; 2014.
18. Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P, McKee MD. Rockwood and Green's Fractures in Adults. 8th edition. Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
19. Neer CS. Displaced Proximal Humeral Fractures. I. Classification and Evaluation. J Bone Joint Surg Am. 1970;52(6):1077-89.

# BIBLIOGRAFÍA

20. Neer CS. Four-segment Classification of Proximal Humeral Fractures: Purpose and Reliable Use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(4):389-400.
21. Levine WN, Bigliani LU, Marra G. *Fractures of the Shoulder Girdle.* New York: Marcel Dekker; 2003.
22. Müller ME. *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.* Springer-Verlag; 1990.
23. Meinberg E, Agel J, Roberts C, Karam M, Kellam J. Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018. *J Orthop Trauma.* 2018;32:S1-10.
24. Edelson G, Kelly I, Vigder F, Reis ND. A Three-dimensional Classification for Fractures of the Proximal Humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86-B(3):413-25.
25. Edelson G, Safuri H, Salami J, Vigder F, Militianu D. Natural History of Complex Fractures of the Proximal Humerus Using a Three-dimensional Classification System. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(3):399-409.
26. Edelson G, Saffuri H, Obid E, Vigder F. The Three-dimensional Anatomy of Proximal Humeral Fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(4):535-44.
27. Hertel R. Fractures of the Proximal Humerus In Osteoporotic Bone. *Osteoporos Int.* 2005;16(S02):S65-72.
28. Guix JMM, Pedros JS, Serrano AC. Updated Classification System for Proximal Humeral Fractures. *Clin Med Res.* 2009;7(1-2):32-44.
29. Foruria AM, de Gracia MM, Larson DR, Munuera L, Sanchez-Sotelo J. The Pattern of the Fracture and Displacement of the Fragments Predict the Outcome in Proximal Humeral Fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93-B(3):378-86.
30. Sukthankar AV, Leonello DT, Hertel RW, Ding GS, Sandow MJ. A Comprehensive Classification of Proximal Humeral Fractures: HGLS System. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(7):e1-6.
31. Resch H. Proximal Humeral Fractures: Current Controversies. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(5):827-32.
32. Resch H, Tauber M, Neviasser RJ, Neviasser AS, Majed A, Halsey T, et al. Classification of Proximal Humeral Fractures Based on a Pathomorphologic Analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(3):455-62.