



ACTUALIZACIÓN

Deformidades tipo *cam*: conceptos, criterios y apariencia en TC multidetector



J.M. Mellado^{a,*} y N. Radi^b

^a Hospital Royo Villanova, Zaragoza, España

^b Laboratorio de Bioarqueología y Osteología Forense, Departamento de Ciencias Biológicas, Geológicas y Medioambientales, Universidad de Bolonia, Bolonia, Italia

Recibido el 4 de junio de 2014; aceptado el 3 de noviembre de 2014

Disponible en Internet el 7 de febrero de 2015

PALABRAS CLAVE

Variantes anatómicas;
Tomografía
computarizada
multidetector;
Resonancia
magnética;
Fémur;
Choque
femoroacetabular

KEYWORDS

Anatomic variants;
Multidetector
computed
tomography;
Magnetic resonance
imaging;
Femur;
Femoroacetabular
impingement

Resumen Para interpretar correctamente los estudios radiológicos de una cadera dolorosa se requiere conocer detalladamente la anatomía regional. Algunas variantes del fémur proximal, como las deformidades tipo *cam*, pueden cursar de forma asintomática o causar un síndrome de choque femoroacetabular. El ángulo alfa, principal exponente numérico de estas deformidades, tiene algunas limitaciones. Nuestro objetivo es revisar las variantes anatómicas en la vertiente anterior del fémur proximal, centrando la atención en las deformidades tipo *cam*. Describimos los parámetros útiles para caracterizarla con métodos de imagen, utilizando diagramas e imágenes de tomografía computarizada multidetector. Exponemos además la correspondencia potencial de las deformidades tipo *cam* con términos descriptivos previamente acuñados por anatomistas y antropólogos.

© 2014 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Cam-type deformities: Concepts, criteria, and multidetector CT features

Abstract Interpreting imaging studies of a painful hip requires detailed knowledge of the regional anatomy. Some variants of the proximal femur, such as cam-type deformities, can course asymptotically or cause femoroacetabular impingement. The principal numerical criterion for defining cam-type deformities, the alpha angle, has some limitations. In this article, we review the anatomic variants of the anterior aspect of the proximal femur, focusing on cam-type deformities. Using diagrams and multidetector CT images, we describe the parameters that are useful for characterizing these deformities in different imaging techniques. We also discuss the potential correspondence of imaging findings of cam-type deformities with the terms coined by anatomists and anthropologists to describe these phenomena.

© 2014 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmellado@comz.org (J.M. Mellado).

Introducción

En 1965, Murray¹ sugirió que algunas variantes o deformidades menores del fémur proximal pueden acelerar la artrosis de cadera. Se acuñaron nuevos términos para estas deformidades (*head tilt*, *pistol grip*, *post-slip*), basados en su apariencia radiográfica y la posible relación con la epifisiólisis¹⁻³. A raíz de estas y otras observaciones surge el concepto de choque femoroacetabular (*femoroacetabular impingement*), entidad controvertida que ha contribuido a popularizar la variabilidad del fémur proximal en los foros ortopédicos y radiológicos⁴. Dentro del choque femoroacetabular (ChFA) se distinguen 2 subgrupos, el tipo *cam* y el tipo *pincer*, cada uno con hallazgos radiológicos específicos y tratamientos quirúrgicos diferenciados.

La deformidad tipo *cam*, descrita en 2001, es una variante anatómica del fémur proximal. La palabra inglesa *cam* (en castellano, «leva») alude a un elemento mecánico, generalmente oval, que está sujeto a un eje por un punto que no es su centro geométrico. En la bibliografía médica el término *cam* es utilizado para describir un déficit de esfericidad en la cabeza femoral, ocasionalmente asociado a otras deformidades menores. Nuestra comprensión de la deformidad procede de observaciones radiológicas e intraoperatorias. La luxación quirúrgica de la cadera y la artroresonancia en múltiples planos radiales han resultado, en este sentido, muy contributivas. Sin embargo, la variable apariencia

de la deformidad tipo *cam* en las distintas modalidades o proyecciones complica su caracterización.

Por otra parte, las variantes del fémur proximal han sido estudiadas exhaustivamente por anatomistas y antropólogos durante más de un siglo. La investigación en cadáveres en fresco y en seco ha generado un gran número de términos descriptivos⁵⁻⁷. La mayor parte de estas variaciones responden a 3 tipologías básicas: la prominente (faceta accesoria de Poirier), la plana o apenas prominente (placa reactiva de Angel) y la excavada (fosa cervical de Allen). En su clarificadora revisión, Villotte y Knüsel⁸ agrupan los 2 últimos términos, placa y fosa, sugiriendo que muchas deformidades tipo *cam* pudieran corresponder a la faceta accesoria. Más recientemente, Radi et al.⁹ subclasifican la placa y la fosa, y proponen una nomenclatura simplificada basada en la revisión de una amplia colección esquelética identificada.

Nuestro propósito es revisar los criterios definitorios de las deformidades tipo *cam*, ilustrando los conceptos con diagramas e imágenes diagnósticas. Centramos nuestra atención en la tomografía computarizada multidetector (TCMD), efectiva para valorarla cualitativa y cuantitativamente, con aplicaciones habituales o programas específicos (como *Clinical Graphics*)¹⁰⁻¹⁸. Además, la TCMD genera reconstrucciones tridimensionales extremadamente realistas, que pueden ser comparadas con los especímenes de la bibliografía osteológica. En último término hemos tratado de ilustrar la variabilidad inherente a la propia deformidad,

Tabla 1 Deformidades tipo *cam*: terminología y correspondencias

Terminología ortopédica y radiológica	Terminología anatómica y antropológica	Terminología simplificada ⁵
<i>Head tilt</i> (Murray, 1965) Deformidad en culata (Stulberg, 1975) <i>Post-slip</i> (Goodman, 1997) Déficit de esfericidad de cabeza femoral (Ito, 2001) Disminución del resalte cabeza-cuello (Ito, 2001) Aumento del ángulo alfa (Nötzli, 2002) Extensión lateral de la epífisis (Siebenrock, 2004) Bulto de cabeza-cuello (Jäger, 2004) Exostosis de cuello femoral (Fritz, 2010) Aplanamiento lateral de la epífisis (Laborie, 2011) Desplazamiento epifisario posterior (Ellis, 2011) Retrotorsión epifisaria (Schaeffeler, 2012)	Faceta anterior del cuello femoral (Parsons, 1914) Faceta de Poirier tipo alfa (Pearson, 1919) Faceta de Poirier (Odgers, 1931) Eminencia articular del cuello femoral (Meyer, 1934) Torus cervical (Meyer, 1934) Eminencia cervical (Kostick, 1963) Barra ósea anterior (Angel, 1964)	Faceta accesoria
	Huella irregular de contorno elevado (Bertaux, 1891) Huella iliaca (Regnault, 1898) Eminencia anterior (Walmsley, 1915) Faceta de Poirier gamma (Pearson, 1919) Área elevada irregular (Meyer, 1934) Placa reactiva (Angel, 1964)	Placa elevada
	Rodete óseo (Poirier, 1911) Cresta capsular (Walmsley, 1915) Cresta cervical (Meyer, 1934)	Cresta
<i>Herniation pit</i> (Pitt, 1982) Cambios fibroquísticos (Leunig, 2005) Signo de la muesca (Petchprapa, 2012)	Fosa cervical (Allen, 1882) Depresión irregular (Parsons, 1914) Surco capsular (Walmsley, 1915) Faceta de Poirier tipo Beta (Pearson, 1919) Fosa irregular (Meyer, 1934) Huella (Schofield, 1959) Huella cervical anterior (Kostick, 1963) Fosa de Allen (Angel, 1964)	Placa excavada Variantes permeativas: poros, erosiones, exposición trabecular

buscando su correspondencia potencial con algunos de los conceptos descritos en la bibliografía osteológica (tabla 1).

Deformidades tipo *cam* en la bibliografía ortopédica y radiológica

El ChFA es una entidad propia de adultos jóvenes y activos que cursa con dolor de cadera, limitación del rango de movilidad, exploración física sugestiva y artrosis de cadera precoz. En el ChFA tipo *cam* un cuello femoral anterior de contorno prominente impacta repetitivamente con el borde acetabular durante la flexión de la cadera en aducción y rotación interna, causando daño condral y labral anterosuperior (figs. 1 y 2). En el ChFA tipo *pincer* la retroversión acetabular y la coxa profunda originan lesiones del labrum anterosuperior, y en fases avanzadas, lesiones labrales y condrales en el cuadrante posteroinferior. En el ChFA tipo *pincer* existe además esclerosis o excavación cortical en la vertiente anterosuperior del cuello femoral. El ChFA tipo *cam* y el ChFA tipo *pincer* coexisten a menudo.

Ganz y sus colaboradores^{4,11,19-30} han establecido las bases teóricas y prácticas del ChFA. Otros muchos investigadores han asumido el reto de subclasificar o validar los más diversos aspectos del ChFA^{10,12-18,31-59}. A pesar de ingentes esfuerzos académicos, el ChFA sigue planteando numerosas incertidumbres. Se desconoce la causa exacta de la deformidad tipo *cam*, su verdadera prevalencia, su utilidad real como marcador radiológico de ChFA, la indicación quirúrgica óptima, la historia natural del ChFA no operado o la posible eficacia de la cirugía preventiva en pacientes asintomáticos con deformidad^{27,30,41,49,53}.

La deformidad tipo *cam* idiopática es una prolongación de la epífisis hacia la porción anterosuperior del cuello femoral²². En su manifestación más habitual se trata de una prominencia ósea que comporta déficit de esfericidad epifisaria (*cam*) y disminución del resalte cabeza-cuello (*offset*). Ambos rasgos están estrechamente vinculados entre sí, pero no son equivalentes ni ocurren necesariamente en proporciones constantes³⁶. La hipótesis del ChFA tipo *cam* sugiere que existe un ChFA anómalo cuando el radio de curvatura de la cabeza femoral excede el radio de curvatura del

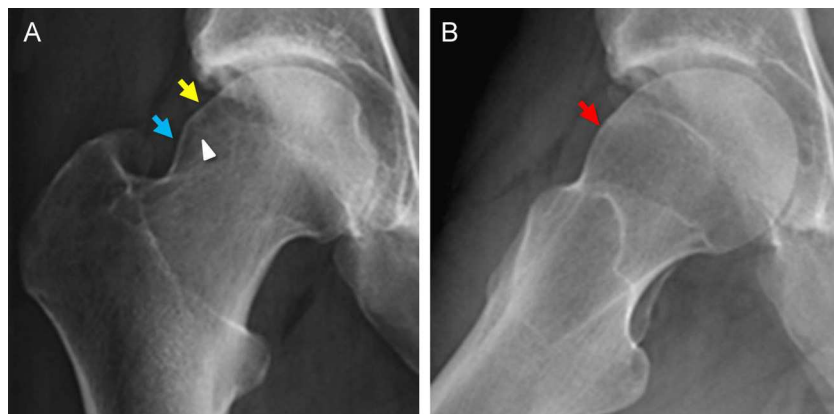


Figura 1 Síndrome de choque femoroacetabular tipo *cam*. Varón de 38 años con test de choque femoroacetabular positivo en la cadera derecha. A) La radiografía anteroposterior de la cadera derecha muestra una alteración de esfericidad epifisaria, con aplanamiento lateral (flecha amarilla), prolongación lateral de la cicatriz fisaria (cabeza de flecha) y prominencia cervical con pérdida del resalte superior cabeza-cuello (flecha azul). B) La radiografía axial muestra la característica prominencia del cuello femoral anterosuperior (flecha roja), con pérdida del resalte anterior. El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

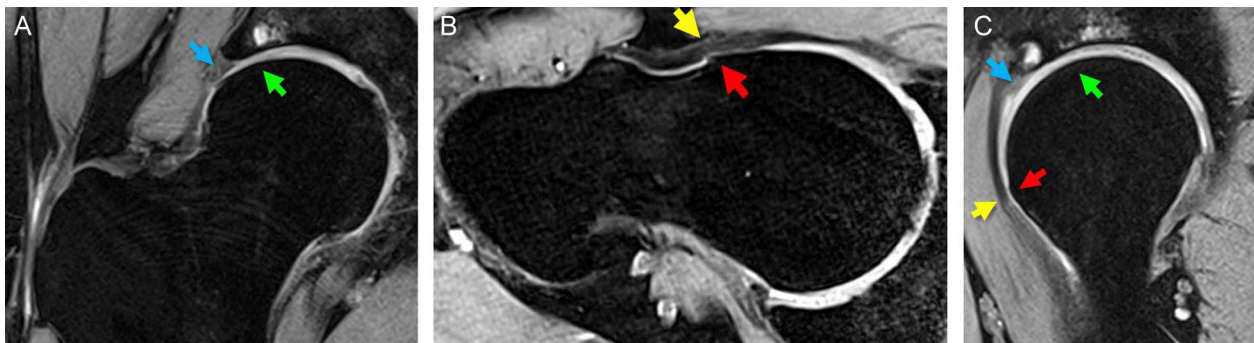


Figura 2 Síndrome de choque fémoro-acetabular tipo *cam*. Varón de 49 años con test de impingement positivo. RM de cadera derecha (secuencia de gradiente 3D) en planos coronal oblicuo (2a), axial oblicua (2b) y sagital oblicua (2c) muestra deformidad tipo *cam* (flecha roja), contigua a la banda inferior del ligamento iliofemoral (flecha amarilla); adelgazamiento condral ántero-superior (flecha verde); alteración de señal del rodete acetabular ántero-lateral (flecha azul); y pequeñas geodas en el margen acetabular. El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

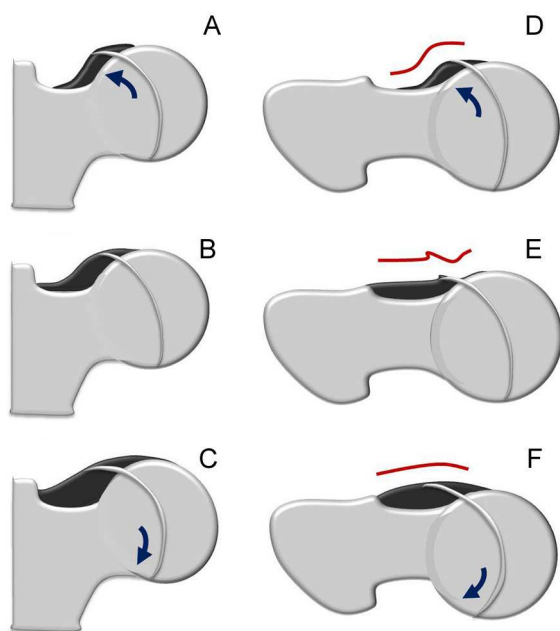


Figura 3 Modalidades básicas de deformidad tipo *cam*. En el plano anteroposterior, a) prominencia focal; b) prominencia difusa con disminución del resalte superior, y c) pérdida del resalte superior, sustituido por un perfil convexo (deformidad en culata). En el plano axial, d) prominencia focal sin pérdida del resalte; e) pérdida del resalte sin prominencia focal (contorno casi plano, a veces con cresta y depresión medial), y f) prominencia difusa de convexidad anterior, con retroversión epifisaria.

acetábulo. Esto puede ocurrir con diversos tipos de deformidad femoral, aunque también influye la forma del contorno acetabular. De forma simplificada puede afirmarse que existen 3 deformidades tipo *cam*: a) predominio de la prominencia; b) predominio de la pérdida de resalte, y c) prominencia con pérdida de resalte y retroversión epifisaria (deformidad en culata) (fig. 3). Esta última se aproxima a la forma de la epifisiólisis, pero con rasgos menos acentuados. Estas 3 categorías no agotan el espectro de posibles variaciones ni constituyen una clasificación validada, pero sirven para fijar la atención en los parámetros más relevantes.

Caracterizar la deformidad tipo *cam* requiere una técnica radiográfica estandarizada y evaluación sistemática³⁶.

Las proyecciones anteroposterior y axial (convencional o Lauenstein) pueden resultar útiles (fig. 1). Sin embargo, las proyecciones lateral con rayo horizontal (*cross-table*, en 15° de rotación interna), Dunn a 90° y Dunn a 45° son más eficaces, porque desdoblan el trocánter mayor, ensanchando la visión del cuello femoral²⁴. De todas formas, unas radiografías normales no descartan la deformidad⁴⁰. La caracterización debe intentarse en el plano anteroposterior (fig. 4, tabla 2) y en el plano lateral o axial (fig. 5, tabla 3). Algunos criterios son extrapolados de una modalidad o proyección a otras. Sin embargo, tanto el déficit de esfericidad como la disminución de resalte pueden mostrar manifestaciones y valores de referencia distintos en función de las modalidades y proyecciones elegidas.

Las medidas más utilizadas son el ángulo alfa³¹, descrito en RM para valorar el déficit de esfericidad femoral, y la ratio de Eijer¹⁹, descrita en la radiografía lateral para valorar la pérdida de resalte. El ángulo alfa identifica la deformidad tipo *cam* potencialmente relevante desde el punto de vista clínico cuando alcanza valores superiores a un punto de corte específico en un plano adecuado. El ángulo alfa se valora óptimamente en imágenes de RM planificadas con doble oblicuidad (paralelas al eje cervical, pero con una orientación radial de 45°, equivalente al punto horario 1:30) (fig. 6). El punto de corte idóneo para caracterizar la deformidad sigue en discusión, aunque valores > 60° mejoran notablemente la efectividad para identificar las prominencias clínicamente asociadas a ChFA⁴⁸. En todo caso, el ángulo alfa es difícil de medir³⁹, no se puede estimar subjetivamente³⁷ y está influido por diversos factores geométricos. Medir la ratio de Eijer es también difícil porque las distancias valoradas son pequeñas⁵⁵. Por todo ello se recomienda combinar criterios cuantitativos y cualitativos.

En los últimos años se han propuesto nuevos parámetros cuantitativos o modificaciones de los existentes. En el plano coronal destaca el índice triangular, demasiado complejo para usarlo clínicamente (fig. 4c). Para el plano axial se ha propuesto el ángulo alfa anatómico, que toma en consideración la retroversión epifisaria al trazar las líneas de referencia (fig. 5b)⁵⁵. El ángulo beta, medido en proyección Dunn a 90°, valora la relación del déficit de esfericidad con el borde anterior del acetábulo (fig. 5a)^{56,57}. El ángulo de torsión cuantifica específicamente la retroversión epifisaria respecto al eje del cuello femoral, con valores más altos en la deformidad tipo *cam* asociada a ChFA⁴⁷ (fig. 5c).

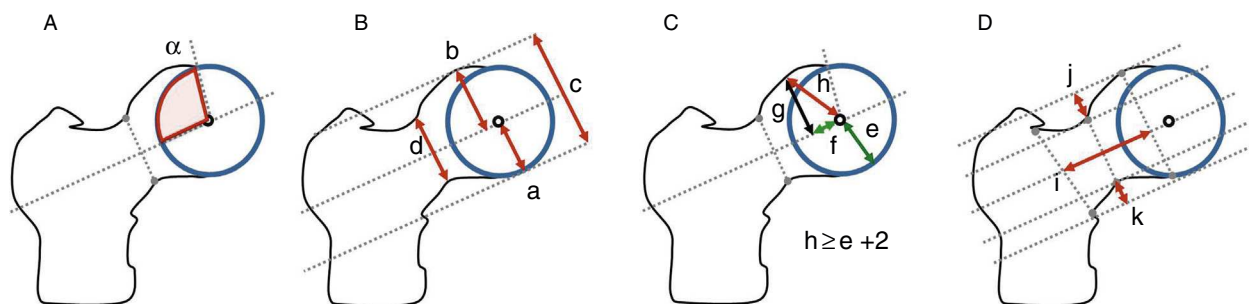


Figura 4 Caracterización de la deformidad tipo *cam* en proyección anteroposterior. A) Ángulo alfa. B) Ratio de Murray a/b y ratio cabeza-cuello c/d . C) Índice triangular, donde e es el radio corto, f es la mitad del radio corto, g es perpendicular a f , y h se calcula con el teorema de Pitágoras. Cuando en una radiografía anteroposterior (magnificación $\leq 1,2$) el radio largo h es mayor o igual que la suma del radio corto e más 2, puede hablarse de asfericidad femoral. D) Longitud del cuello i ; profundidad del resalte superior j e inferior k .

Tabla 2 Caracterización de la deformidad tipo *cam* en proyección anteroposterior

	Parámetro	Referencia orientativa
Déficit de esfericidad lateral	Prominencia lateral de la epífisis (fig. 1a)	Excede la morfología circunferencial > 2 mm ³⁶
	Aplanamiento lateral de la epífisis (fig. 1a)	Rectifica el habitual contorno curvo ⁴⁵
	Extensión lateral de la fisis (fig. 1a)	La cicatriz fisaria se prolonga horizontalmente hacia el cuello femoral ²²
	Ángulo alfa radiográfico (fig. 4a)	En controles, valores de referencia de 62° (hombres) y de 52° (mujeres) ⁵⁴
	Ratio de Murray (fig. 4b) Índice triangular (fig. 4c)	En epifisiólisis, valor de corte > 1,35 ¹ En <i>cam</i> , radio largo ≥ radio corto +2 ³⁴
Disminución del resalte superior	Deformidad en culata (fig. 3c)	Desaparición del resalte superior (contorno convexo) ⁷
	Profundidad del resalte superior (fig. 4d)	Comparación con resalte inferior (menos útil que resalte anterior) ³⁴
Otros rasgos asociados	Ratio cabeza-cuello (fig. 4b)	En <i>cam</i> , valor medio 1,59 ± 0,11, menor que en controles ¹³
	Longitud del cuello (fig. 4d)	Valor de corte < 1,27 asocia artrosis ³⁵ En <i>cam</i> , valor medio 24,9 ± 2,9 mm (cuello corto y ancho) ¹³
	Ángulo cervico-diafisario	En <i>cam</i> , valor de corte < 125° ²⁵

Por otra parte, la anteversión del cuello femoral respecto a la línea bicondílea posterior muestra valores sensiblemente menores en pacientes con ChFA tipo *cam* que en los que sufren ChFA tipo *pincer*⁵⁰. La profusión de nuevos índices, ángulos y medidas en las publicaciones recientes parece reflejar las limitaciones de los criterios originales,

pero también la variabilidad intrínseca de la deformidad. En esta línea, algunos autores sugieren que la deformidad tipo *cam* es mucho más que una simple protuberancia. Según esta visión, la deformidad comportaría una multiplicidad de rasgos dismórficos, incluyendo cabeza femoral grande y esferoide, cuello femoral ancho y corto, aumento de la ratio

Tabla 3 Caracterización de la deformidad tipo *cam* en proyección axial o lateral

	Parámetro	Referencia orientativa
Déficit de esfericidad anterior	Prominencia anterosuperior (fig. 1b)	Excede contorno circunferencial (> 2 mm) ³⁶
	Ángulo alfa radiográfico (Rx axial en rana)	En controles, valor medio de 47° (hombres) y de 42° (mujeres) ⁵⁴
	Ángulo alfa radiográfico (Rx lateral)	En controles, valor medio de 48° (hombres) y de 47° (mujeres), con intervalo de referencia para ambos sexos (95%) de 32-62° ⁴²
	Ángulo alfa tomográfico (fig. 5a)	En <i>cam</i> , valor de corte (a 45°) > 60° ⁴⁸
	Ángulo alfa anatómico (fig. 5b)	En <i>cam</i> , valor de corte > 66° ⁵⁵
	Ángulo beta (fig. 5a) Extensión lateral de la epífisis (fig. 5d)	En <i>cam</i> , valor medio 15,6° (38,7° en controles) ⁵⁹ En <i>cam</i> , distancia anterior excede la posterior ^{22,29}
Disminución del resalte anterior	Profundidad del resalte anterior (fig. 5d)	Comparación con resalte posterior (igual, menor o ausente) ³⁶
	Ratio de Eijer radiográfica (Rx lateral)	En <i>cam</i> , valor de corte < 8 mm ¹² En controles, valor medio de 0,19 ⁴² , con intervalo de referencia para ambos sexos (95%) de 0,14-0,24 ⁴²
	Ratio de Eijer tomográfica (fig. 5d)	En <i>cam</i> , ratio < 0,18 ¹⁹
Otros rasgos asociados	Desplazamiento epifisario posterior (fig. 5b)	Con significación clínica, valor de corte > 2 mm ¹³
	Retroversión epifisaria respecto al cuello (fig. 5c)	En <i>cam</i> , valor de corte > 20° ⁴⁷
	Anteversión femoral respecto a línea bicondílea	Valores similares en controles y ChFA ⁵⁰ Valores medios de <i>cam</i> (10 ± 9) inferiores a los de <i>pincer</i> (18 ± 10) ⁵⁰

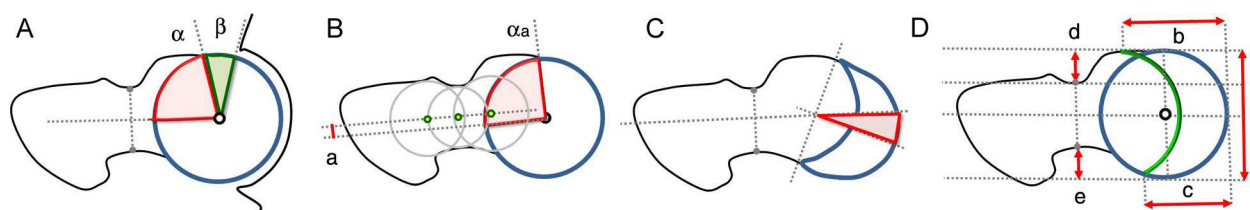


Figura 5 Caracterización de la deformidad tipo *cam* en proyección axial. A) Ángulo alfa de Nötzli y ángulo beta de Wyss. B) Ángulo alfa anatómico (α_a) de Bouma y desplazamiento posterior del centro epifisario *a*. C) Ángulo de torsión epifisario. D) Extensión lateral de la epífisis anterior (*b*) y posterior (*c*). Profundidad del resalte anterior *d* y posterior *e* y ratio de Eijer *d/f*.

cabeza-cuello, disminución del resalte anterior y posterior, y ocasional retroversión epifisaria¹³.

La TCMD permite estudiar la deformidad tipo *cam* cuantitativa y cualitativamente. Discrimina entre deformidades tipo *cam* con prominencia anterior como rasgo dominante (fig. 7) de aquellas con un perfil más plano (fig. 8). Además demuestra la extensión lateral de la superficie articular, cuyo límite externo excede a menudo la línea fisaria (figs. 7 y 8). Las opciones de estudio cuantitativo en TCMD incluyen la densitométrica. En la deformidad tipo *cam* se ha demostrado un aumento de densidad del hueso trabecular subyacente, lo que supone un incremento de rigidez subcondral que puede acelerar la degeneración condral⁵⁹.

Las deformidades tipo *cam* son muy prevalentes en individuos asintomáticos. De hecho, el solapamiento de los ángulos alfa en individuos asintomáticos y en pacientes con ChFA ha suscitado controversia científica^{12,18,35,42,44,45,48,52,54}, comedido escepticismo⁴¹ y algunas opiniones mordaces⁵³. Para los defensores del concepto ChFA se trata de individuos predispuestos que pueden llegar a requerir atención ortopédica especializada²⁷. Para los más reticentes, el amplio solapamiento de ángulos entre casos y controles podría poner en entredicho los pilares teóricos del ChFA⁵³.

Las deformidades tipo *cam* son más prevalentes en varones, particularmente en individuos físicamente activos. Es probable que se desarrollen antes del cierre fisario, como expresión de una respuesta adaptativa a una sobrecarga mecánica reiterada²⁸. Muchos autores afirman que la deformidad deriva de una epifisiólisis clínicamente silente^{3,51},

aunque esto no ha sido completamente verificado y puede ocurrir solo en una proporción pequeña de casos. La deformidad tipo *cam* puede además tener un componente genético y racial⁴³.

Publicaciones recientes sugieren que la causa de la deformidad es múltiple, y en su génesis influyen la edad, el sexo, el hábito corporal, el ejercicio y los patrones evolutivos, entre otros factores⁴⁶. La deformidad puede subclasificarse en: a) primaria; b) secundaria del desarrollo, relacionada con epifisiólisis, enfermedad de Perthes y displasia congénita de cadera intervenida, y c) adquirida, identificada con la remodelación asociada a la artrosis de cadera, a la deformidad postraumática o a una osteotomía previa⁴⁶. Por tanto, la deformidad tipo *cam* puede ser causa de artrosis, pero también su consecuencia⁶⁰. Y puede ser secundaria a epifisiólisis o totalmente ajena a esta. Parecen existir varios tipos de deformidad. Pero si esto es así, tal vez no todas causen ChFA y sea preciso discriminarlas con criterios renovados.

Variaciones del fémur proximal en la bibliografía osteológica

La bibliografía osteológica contiene una gran variedad de términos descriptivos del fémur proximal, muchos de ellos en desuso⁵⁻⁹. Las 3 formas básicas descritas por anatomistas y antropólogos son la faceta accesoria de Poirier, la placa reactiva de Angel y la fosa cervical de Allen, con variable expresión en los planos anteroposterior y lateral o axial (fig. 9).

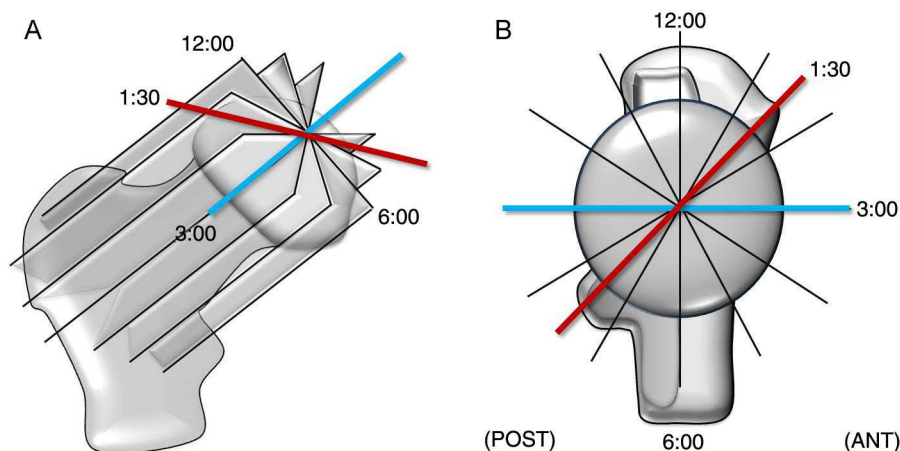


Figura 6 A y B) Caracterización de la deformidad tipo *cam* en planos radiales. La medida del ángulo alfa puede obtenerse en el plano axial oblicuo con orientación horaria 3:00 (línea azul), aunque el plano con orientación radial 1:30 (línea roja), equivalente a 45°, discrimina mejor los pacientes con ChFA⁵⁰. El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

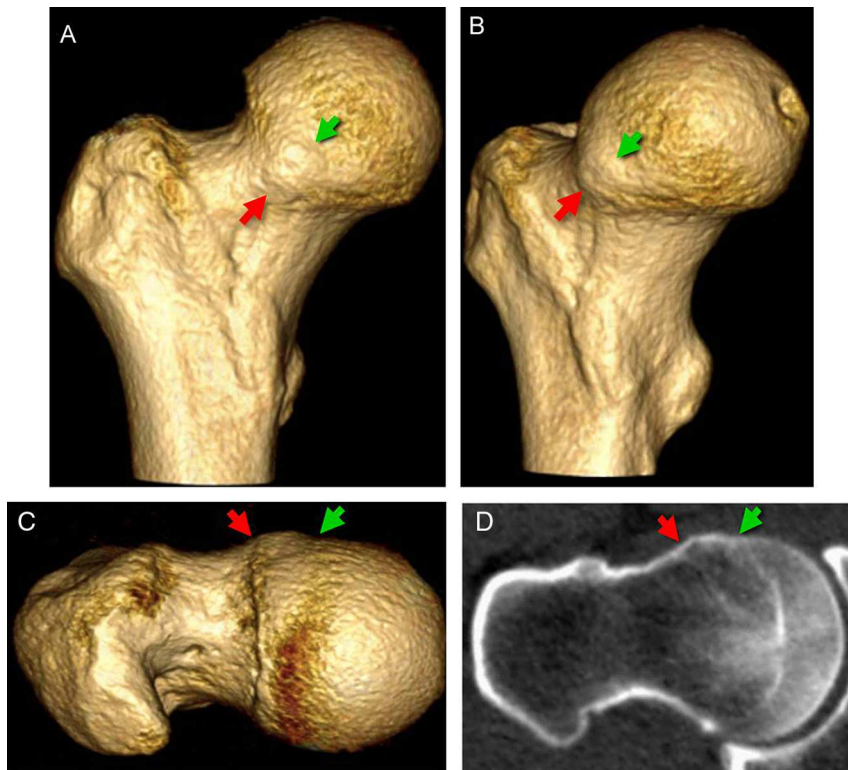


Figura 7 Deformidad tipo *cam* (prominente). Varón de 53 años, asintomático. TC multidetector con reconstrucciones 3D. A) anteroposterior, B) anteroposterior oblicua y C) craneocaudal, seguidas de D) reconstrucción multiplanar axial oblicua. Deformidad tipo *cam* prominente, de contorno convexo y superficie regular, cuyo límite externo (flecha roja) prolonga el contorno lateral de la epífisis, pero se halla alejado de la cicatriz fisaria (flecha verde). El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

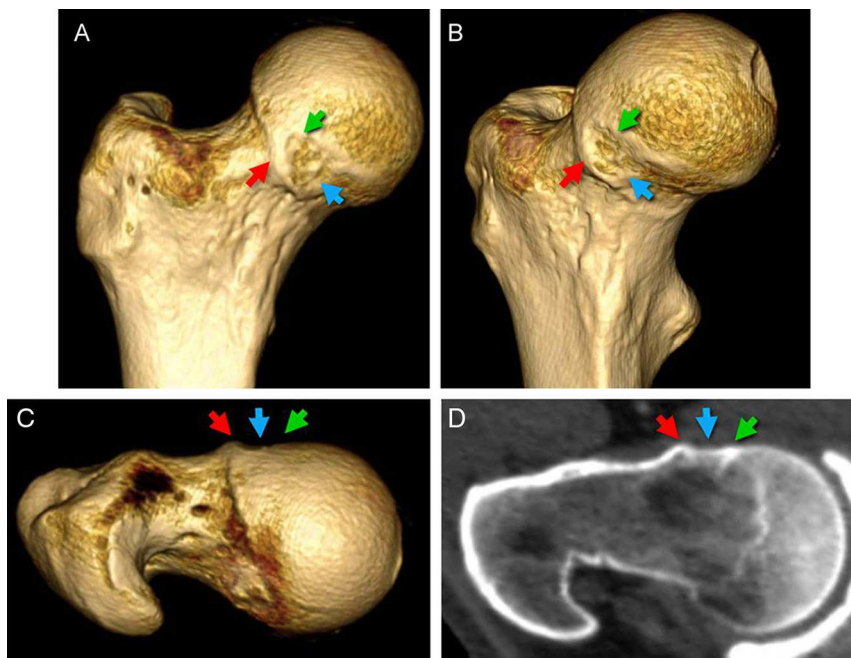


Figura 8 Deformidad tipo *cam* (plana). Varón de 49 años, asintomático. TC multidetector con reconstrucciones 3D. A) anteroposterior, B) anteroposterior oblicua y C) craneocaudal, seguidas de D) reconstrucción multiplanar axial oblicua. Deformidad tipo *cam* de contorno predominantemente plano, con el resalte anterior borrado y pequeña depresión medial (flecha azul). El límite externo de la deformidad (flecha roja) prolonga el contorno lateral de la epífisis, pero se halla alejado de la cicatriz fisaria (flecha verde). El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

En el plano anteroposterior, la distinción entre faceta accesoria de Poirier y placa reactiva de Angel se basa en su contorno externo, siendo a priori más circunscrita la faceta (fig. 9a) y más extensa y lateral la placa (fig. 9b). Cuando se asocia pérdida de resalte superior (fig. 9c), la variante es similar a la deformidad tipo *cam*. La sistematización en el plano lateral o axial distingue variantes cóncava o no elevada (fig. 9d), plana (fig. 9e) y prominente (fig. 9f), aproximándose la variante prominente a la morfología tipo *cam*.

La faceta accesoria de Poirier fue definida como una extensión lateral de la epífisis hacia la región anterosuperior del cuello (fig. 9a)⁵⁻⁹. Está habitualmente recubierta por cartilago hialino. Su prevalencia es desconocida porque los datos publicados son muy dispares^{5,9}. La faceta accesoria tiene contorno liso, con un perfil que continúa sin transición aparente la superficie articular de la epífisis en la región del cuello femoral. Puede mostrar una configuración triangular u oval, y puede ser difícil de identificar cuando coexiste con otras variaciones o cambios degenerativos. La faceta así descrita puede corresponder a la clásica deformidad tipo *cam* (figs. 3a,d y 7)^{8,9}.

La placa reactiva de Angel, concepto bastante más reciente que la faceta accesoria, introduce la noción de rasgo adaptativo u ocupacional⁵. Se identifica hasta en un 87% de especímenes. Es más prevalente en varones, especialmente en varones ancianos⁹. La placa reactiva se extiende más lateral e inferiormente que la faceta de Poirier (fig. 9b)^{5,8,9}. Puede estar recubierta por fibrocartilago⁵ y suele mostrar esclerosis e irregularidad cortical, de perfil variable (fig. 9d-f). En TCMD la placa reactiva adopta a menudo una apariencia levemente esclerosa, no elevada

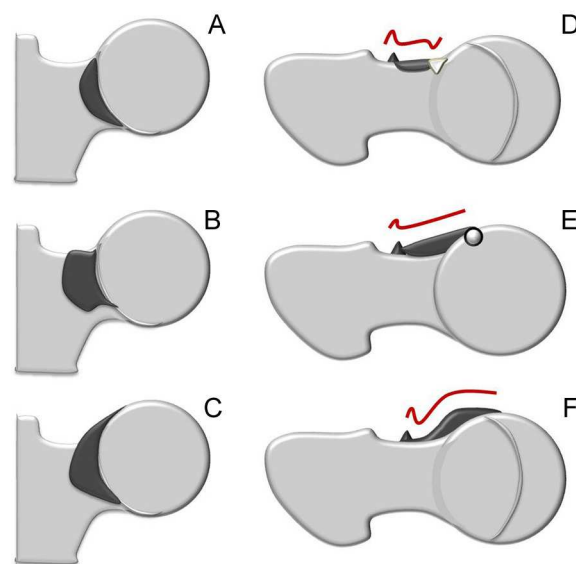


Figura 9 Variabilidad de la vertiente anterior del fémur proximal según la bibliografía osteológica. En el plano anteroposterior, a) faceta accesoria de Poirier; b) placa reactiva de Angel, y c) faceta o placa con pérdida de resalte superior, similar a la deformidad tipo *cam*. En el plano axial, d) placa reactiva de Angel no elevada, con cresta (lateral) y fosa (medial); e) placa reactiva plana, con cresta (lateral) y *herniation pit* (medial), y f) placa o faceta prominente, similar a la deformidad tipo *cam*.

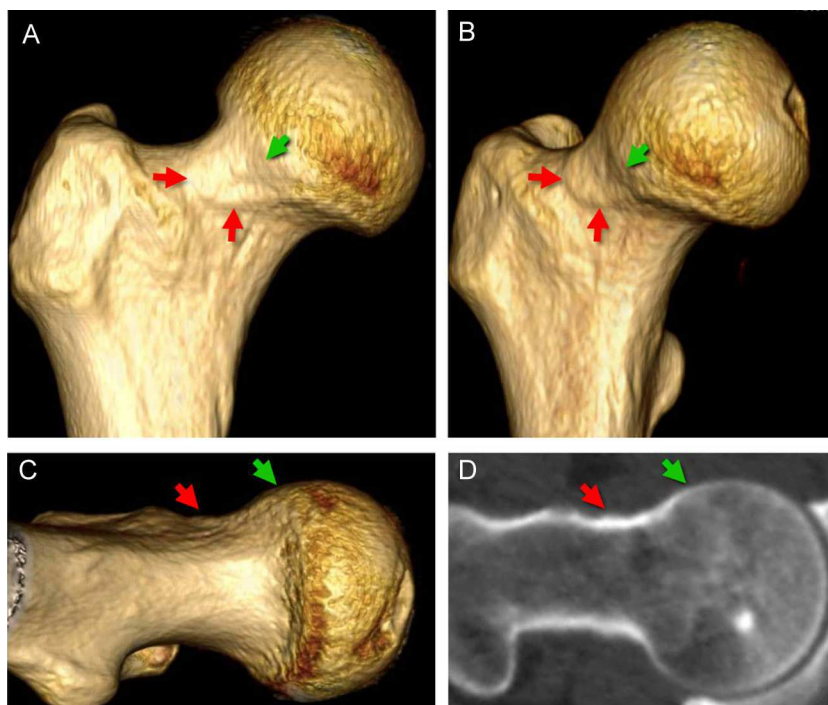


Figura 10 Placa reactiva. Varón de 40 años, asintomático. TC multidetector con reconstrucciones 3D. A) anteroposterior, B) anteroposterior oblicua y C) axial oblicua, y D) multiplanar axial oblicua. Área reactiva, levemente esclerosa y apenas apreciable. El límite externo de la placa (flecha roja) se halla alejado de la cicatriz fisaria (flecha verde). El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

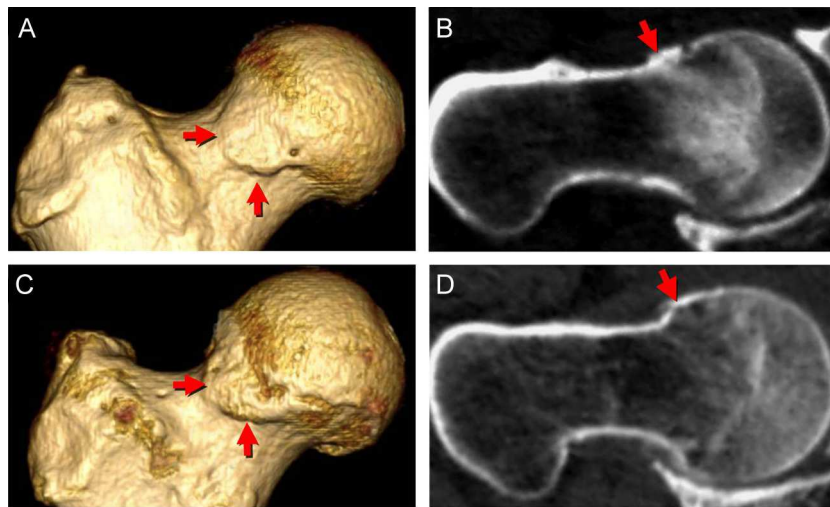


Figura 11 Placas reactivas en individuos de diferentes edades. A y B) Varón de 58 años. C y D) Varón de 78 años. Ambos asintomáticos. TC multidetector con reconstrucción 3D anteroposterior (A y C) y multiplanar axial oblicua (B y D). Placas reactivas, de perfil plano (A y B) y de perfil convexo (C y D) (flechas).

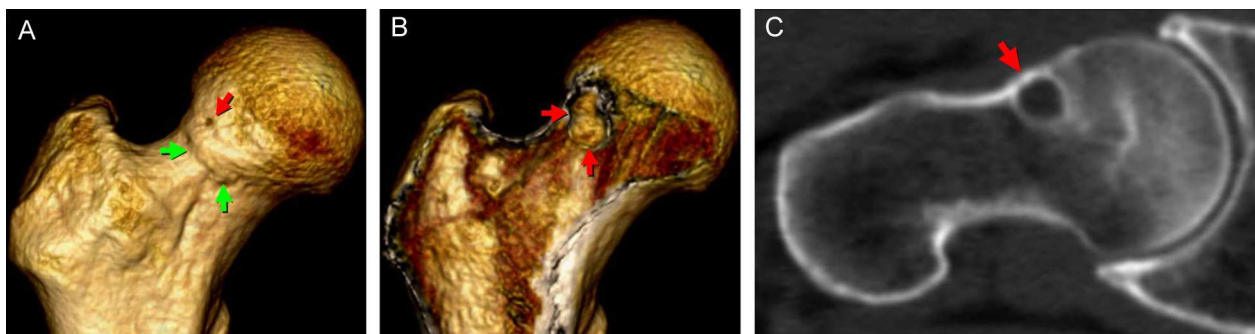


Figura 12 Placa reactiva y *herniation pit*. Varón de 47 años, asintomático. TC multidetector con reconstrucciones A y B) 3D anteroposterior y C) multiplanar axial oblicua. Área reactiva de perfil levemente elevado (flechas verdes) y *herniation pit* subyacente (flechas rojas). El lector puede ver esta figura en color en la versión electrónica del artículo.

o asociada a una disminución mínima del resalte anterior (fig. 10). Cuando la placa reactiva es prominente puede asemejarse a la faceta accesoria. De hecho, ambas pueden reflejar grados variables de un mismo fenómeno⁹. Por otra parte, la TCMD permite comparar placas reactivas en individuos de edades diversas (fig. 11). La placa prominente, frecuente en edades avanzadas, parece exagerar un rasgo superficial que se halla presente en las primeras décadas de la vida.

El contorno exterior del área reactiva puede estar delimitado por un reborde óseo o cresta⁵⁻⁹ (fig. 9d-f), en general fácil de identificar con la TCMD (fig. 11). Cuando la cresta es prominente, la placa adopta un aspecto excavado (fosa). La placa puede además presentar un aspecto permeativo en los especímenes cadavéricos en seco⁹, posiblemente indetectable en TCMD. En su versión extrema, la permeación cortical se transforma también en fosa cervical⁵⁻⁹.

Algunos poros corticales en el área reactiva comunican con un pequeño quiste yuxtacortical, denominado *herniation pit*^{58,61}. Dicho quiste, en realidad un concepto de origen radiológico, es reconocible por su aspecto radiolúcido con borde esclerótico. Su prevalencia oscila entre el 5 y el 12%. El significado es controvertido, y puede representar una

hernia sinovial o ganglión intraóseo. Cambios fibroquísticos similares se han encontrado en el 33% de pacientes con ChFA²³, aunque su relevancia como marcadores radiográficos de ChFA es discutida. En todo caso, los *pits* aparecen a menudo estrechamente ligados a la placa reactiva, centrados sobre el margen más superior y medial del cuello femoral (fig. 12).

La mayor parte de los autores sugieren una relación directa de estas variantes esqueléticas del fémur proximal con hábitos relativos al ejercicio o al reposo. Se postula una hipotética fricción repetitiva del cuello femoral con estructuras de partes blandas contiguas, como el fascículo inferior del ligamento capsular iliofemoral⁶² o el tendón del psoas⁵⁻⁹.

Conclusiones

Las deformidades tipo *cam* pueden adoptar 3 configuraciones básicas: prominente, plana y con retroversión epifisaria. Por otra parte, las variantes descritas en osteología descriptiva se resumen en 2: la faceta accesoria de Poirier (fig. 13) y la placa reactiva de Angel (fig. 14). La faceta accesoria se equipara a la clásica deformidad tipo *cam*^{8,9}. Sin embargo,

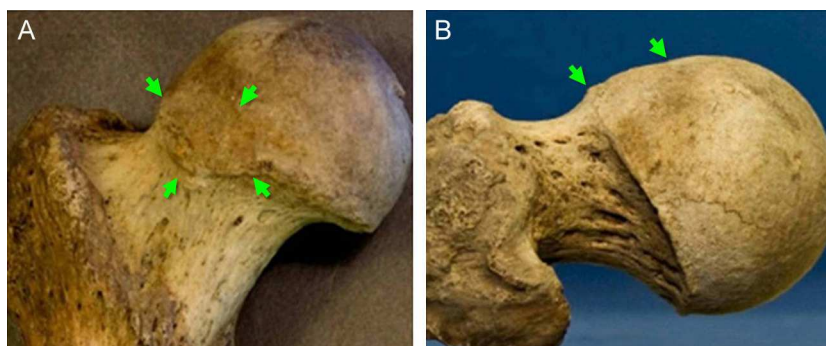


Figura 13 Deformidad tipo *cam*. Espécimen procedente de un cadáver de varón de 59 años. Visiones A) frontal y B) craneocaudal que muestran una deformidad característica tipo *cam* (entre flechas). Extensión lateral de la epífisis, de perfil prominente, con retroversión epifisaria y cuello corto. Fuente: Colección esquelética identificada. Cementerio La Certosa. Museo de Antropología de la Universidad de Bolonia. Bolonia, Italia.

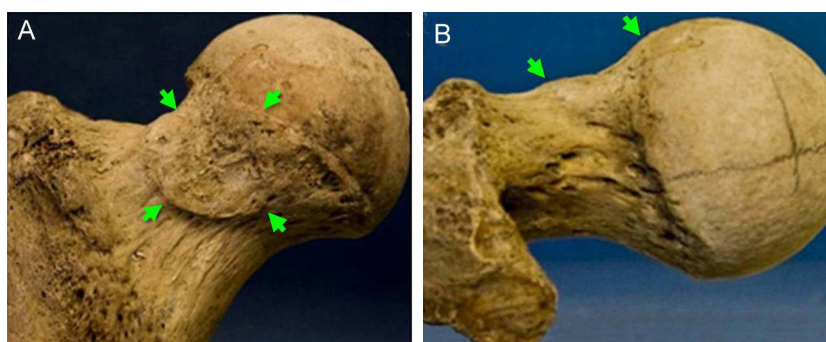


Figura 14 Placa reactiva. Espécimen procedente de un cadáver de varón de 66 años. Visiones A) frontal y B) craneocaudal que muestran una placa reactiva de perfil cóncavo (entre flechas). Preservación del resalte anterior y de la esfericidad epifisaria, sin indicios de retroversión. Fuente: Colección esquelética identificada. Cementerio La Certosa. Museo de Antropología de la Universidad de Bolonia. Bolonia, Italia.

faceta y placa pueden asemejarse entre sí, y pueden asociarse a crestas, fosas, poros y *pits*. De hecho, ignoramos si la faceta accesoria y la placa reactiva son entidades distintas o versiones extremas de un espectro continuo de variabilidad que dista aún de ser completamente entendido.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: JMM.
2. Concepción del estudio: NR.
3. Diseño del estudio: JMM.

4. Obtención de los datos: JMM, NR.
5. Análisis e interpretación de los datos: JMM, NR.
6. Tratamiento estadístico: no procede.
7. Búsqueda bibliográfica: JMM, NR.
8. Redacción del trabajo: JMM, NR.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: JMM, NR.
10. Aprobación de la versión final: JMM, NR.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al Dr. Ignacio Quintana, por su contribución en la fase de recopilación bibliográfica.

Bibliografía

1. Murray RO. The aetiology of primary osteoarthritis of the hip. *Br J Radiol.* 1965;38:810–24.
2. Stulberg SD. Unrecognized childhood hip disease: A major cause of idiopathic osteoarthritis of the hip. En: Cordell LD, Harris WH, Ramsey PL, MacEwen GD, editores. *The Hip: Proceedings of the*

- Third Open Scientific Meeting of the Hip Society. St Louis, MO: CV Mosby; 1975. p. 212–28.
3. Goodman DA, Feighan JE, Smith AD, Latimer B, Buly RL, Cooperman DR. Subclinical slipped capital femoral epiphysis. Relationship to osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:1489–97.
 4. Ito K, Minka MA 2nd, Leunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83:171–6.
 5. Angel JL. The reaction area of the femoral neck. *Clin Orthop Relat Res*. 1964;32:130–42.
 6. Walmsley T. Observations on certain structural details of the neck of the femur. *J Anat Physiol*. 1915;49:305–13.
 7. Odgers PN. Two details about the neck of the femur. (1) The eminentia. (2) The empreinte. *J Anat*. 1931;65:352–62.
 8. Villotte S, Knüsel CJ. Some remarks about femoroacetabular impingement and osseous non-metric variations of the proximal femur. *Bull Mem Soc Anthropol Paris*. 2009;21:93–6.
 9. Radi N, Mariotti V, Riga A, Zampetti S, Villa C, Belcastro MG. Variation of the anterior aspect of the femoral head-neck junction in a modern human identified skeletal collection. *Am J Phys Anthropol*. 2013;152:261–72.
 10. Beaulé PE, Zaragoza E, Motamedi K, Copelan N, Dorey FJ. Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res*. 2005;23:1286–92.
 11. Tannast M, Kubiak-Langer M, Langlotz F, Puls M, Murphy SB, Siebenrock KA. Noninvasive three-dimensional assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res*. 2007;25:122–31.
 12. Kang AC, Gooding AJ, Coates MH, Goh TD, Armour P, Rietveld J. Computed tomography assessment of hip joints in asymptomatic individuals in relation to femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med*. 2010;38:1160–5.
 13. Ellis AR, Noble PC, Schroder SJ, Thompson MT, Stocks GW. The cam impinging femur has multiple morphologic abnormalities. *J Arthroplasty*. 2011;26:59–65.
 14. Audenaert EA, Baelde N, Huyse W, Vigneron L, Pattyn C. Development of a three-dimensional detection method of cam deformities in femoroacetabular impingement. *Skeletal Radiol*. 2011;40:921–7.
 15. Audenaert EA, Mahieu P, Pattyn C. Three-dimensional assessment of cam engagement in femoroacetabular impingement. *Arthroscopy*. 2011;27:167–71.
 16. Masjedi M, Marquardt CS, Drummond IM, Harris SJ, Cobb JP. Cam type femoro-acetabular impingement: Quantifying the diagnosis using three dimensional head-neck ratios. *Skeletal Radiol*. 2013;42:329–33.
 17. Masjedi M, Tay C, Harris SJ, Cobb JP. A local reference frame for describing the proximal human femur: Application in clinical settings. *Skeletal Radiol*. 2014;43:323–9.
 18. Omoumi P, Thiery C, Michoux N, Malghem J, Lecouvet FE, Vande Berg BC. Anatomic features associated with femoroacetabular impingement are equally common in hips of old and young asymptomatic individuals without CT signs of osteoarthritis. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;202:1078–86.
 19. Eijer H, Leunig M, Mahomed N, Ganz R. Cross-table lateral radiographs for screening of anterior femoral head-neck offset in patients with femoro-acetabular impingement. *Hip Int*. 2001;11:37–41.
 20. Wagner S, Hofstetter W, Chiquet M, Mainil-Varlet P, Stauffer E, Ganz R, et al. Early osteoarthritic changes of human femoral head cartilage subsequent to femoro-acetabular impingement. *Osteoarthritis Cartilage*. 2003;11:508–18.
 21. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: A cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;417:112–20.
 22. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;418:54–60.
 23. Leunig M, Beck M, Kalhor M, Kim YJ, Werlen S, Ganz R. Fibrocystic changes at anterosuperior femoral neck: Prevalence in hips with femoroacetabular impingement. *Radiology*. 2005;236:237–46.
 24. Meyer DC, Beck M, Ellis T, Ganz R, Leunig M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;445:181–5.
 25. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: Radiographic diagnosis—what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188:1540–52.
 26. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:264–72.
 27. Anderson SE, Siebenrock KA, Tannast M. Femoroacetabular impingement: Evidence of an established hip abnormality. *Radiology*. 2010;257:8–13.
 28. Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC, Santore RF, Werlen S, Mamisch TC. The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:3229–40.
 29. Kienle KP, Keck J, Werlen S, Kim YJ, Siebenrock KA, Mamisch TC. Femoral morphology and epiphyseal growth plate changes of the hip during maturation: MR assessments in a 1-year follow-up on a cross-sectional asymptomatic cohort in the age range of 9–17 years. *Skeletal Radiol*. 2012;41:1381–90.
 30. Siebenrock KA, Schwab JM. The cam-type deformity—what is it: SCFE, osteophyte, or a new disease? *J Pediatr Orthop*. 2013;33:121–5.
 31. Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:556–60.
 32. Jäger M, Wild A, Westhoff B, Krauspe R. Femoroacetabular impingement caused by a femoral osseous head-neck bump deformity: Clinical, radiological, and experimental results. *J Orthop Sci*. 2004;9:256–63.
 33. Kassarian A, Yoon LS, Belzile E, Connolly SA, Millis MB, Palmer WE. Triad of MR arthrographic findings in patients with cam-type femoroacetabular impingement. *Radiology*. 2005;236:588–92.
 34. Gosvig KK, Jacobsen S, Palm H, Sonne-Holm S, Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:1309–16.
 35. Doherty M, Courtney P, Doherty S, Jenkins W, Maciewicz RA, Muir K, et al. Nonspherical femoral head shape (pistol grip deformity), neck shaft angle, and risk of hip osteoarthritis: A case-control study. *Arthritis Rheum*. 2008;58:3172–82.
 36. Clohisy JC, Carlisle JC, Beaulé PE, Kim YJ, Trousdale RT, Sierra RJ, et al. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:47–66.
 37. Nohu MR, Schweitzer ME, Rybak L, Cohen J. Femoroacetabular impingement: Can the alpha angle be estimated? *AJR Am J Roentgenol*. 2008;190:1260–2.
 38. Kassarian A, Cerezal L, Llopis E. MR arthrography of the hip with emphasis on femoroacetabular impingement. *Radiologia*. 2009;51:17–29.
 39. Lohan DG, Seeger LL, Motamedi K, Hame S, Sayre J. Cam-type femoral-acetabular impingement: Is the alpha angle the best MR arthrography has to offer? *Skeletal Radiol*. 2009;38:855–62.
 40. Dudda M, Albers C, Mamisch TC, Werlen S, Beck M. Do normal radiographs exclude asphericity of the femoral head-neck junction? *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:651–9.

41. Palmer WE. Femoroacetabular impingement: Caution is warranted in making imaging-based assumptions and diagnoses. *Radiology*. 2010;257:4–7.
42. Pollard TC, Villar RN, Norton MR, Fern ED, Williams MR, Simpson DJ, et al. Femoroacetabular impingement and classification of the cam deformity: The reference interval in normal hips. *Acta Orthop*. 2010;81:134–41.
43. Pollard TC, Villar RN, Norton MR, Fern ED, Williams MR, Murray DW, et al. Genetic influences in the aetiology of femoroacetabular impingement: A sibling study. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92:209–16.
44. Hack K, di Primio G, Rakhra K, Beaulé PE. Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:2436–44.
45. Laborie LB, Lehmann TG, Engesaeter IØ, Eastwood DM, Engesaeter LB, Rosendahl K. Prevalence of radiographic findings thought to be associated with femoroacetabular impingement in a population-based cohort of 2081 healthy young adults. *Radiology*. 2011;260:494–502.
46. Ng VY, Ellis TJ. More than just a bump: Cam-type femoroacetabular impingement and the evolution of the femoral neck. *Hip Int*. 2011;21:1–8.
47. Schaeffeler C, Eiber M, Holzapfel K, Gollwitzer H, Rummeny EJ, Woertler K. The epiphyseal torsion angle in MR arthrography of the hip: Diagnostic utility in patients with femoroacetabular impingement syndrome. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198:237–43.
48. Sutter R, Dietrich TJ, Zingg PO, Pfirrmann CW. How useful is the alpha angle for discriminating between symptomatic patients with cam-type femoroacetabular impingement and asymptomatic volunteers? *Radiology*. 2012;264:514–21.
49. Sutter R, Zanetti M, Pfirrmann CW. New developments in hip imaging. *Radiology*. 2012;264:651–67.
50. Sutter R, Dietrich TJ, Zingg PO, Pfirrmann CW. Femoral ante-torsion: Comparing asymptomatic volunteers and patients with femoroacetabular impingement. *Radiology*. 2012;263:475–83.
51. Lehmann TG, Engesaeter IØ, Laborie LB, Lie SA, Rosendahl K, Engesaeter LB. Radiological findings that may indicate a prior silent slipped capital femoral epiphysis in a cohort of 2072 young adults. *Bone Joint J*. 2013;95:452–8.
52. Chakraverty JK, Sullivan C, Gan C, Narayanaswamy S, Kamath S. Cam and pincer femoroacetabular impingement: CT findings of features resembling femoroacetabular impingement in a young population without symptoms. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200:389–95.
53. Rubin DA. Femoroacetabular impingement: Fact, fiction, or fantasy? *AJR Am J Roentgenol*. 2013;201:526–34.
54. Laborie LB, Lehmann TG, Engesaeter IØ, Sera F, Engesaeter LB, Rosendahl K. The alpha angle in cam-type femoroacetabular impingement: New reference intervals based on 2038 healthy young adults. *Bone Joint J*. 2014;96-B:449–54.
55. Bouma H, Slot NJ, Toogood P, Pollard T, van Kampen P, Hogervorst T. Where is the neck? Alpha angle measurement revisited. *Acta Orthop*. 2014;85:147–51.
56. Wyss TF, Clark JM, Weishaupt D, Nötzli HP. Correlation between internal rotation and bony anatomy in the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;460:152–8.
57. Brunner A, Hamers AT, Fitze M, Herzog RF. The plain beta-angle measured on radiographs in the assessment of femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92:1203–8.
58. Kim JA, Park JS, Jin W, Ryu K. Herniation pits in the femoral neck: A radiographic indicator of femoroacetabular impingement? *Skeletal Radiol*. 2011;40:167–72.
59. Speirs AD, Beaulé PE, Rakhra KS, Schweitzer ME, Frei H. Bone density is higher in cam-type femoroacetabular impingement deformities compared to normal subchondral bone. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013;21:1068–73.
60. Resnick D. The 'tilt deformity' of the femoral head in osteoarthritis of the hip: A poor indicator of previous epiphysiolysis. *Clin Radiol*. 1976;27:355–63.
61. Pitt MJ, Graham AR, Shipman JH, Birkby W. Herniation pit of the femoral neck. *AJR Am J Roentgenol*. 1982;138:1115–21.
62. Wagner FV, Negrão JR, Campos J, Ward SR, Haghighi P, Trudell DJ, et al. Capsular ligaments of the hip: Anatomic, histologic, and positional study in cadaveric specimens with MR arthrography. *Radiology*. 2012;263:189–98.