

MANUAL PRÁCTICO DE
RADIOLOGÍA DE LA
PELVIS

CONCEPTOS TÉCNICOS Y TEÓRICOS

MARCO JIMENEZ HERRERA
ELOISE DE LA CRUZ

MANUAL PRÁCTICO DE RADIOLOGÍA DE LA PELVIS “CONCEPTOS PRÁCTICOS Y TEÓRICOS”

Autores: Marco Jiménez Herrera

mjimenezhe@gmail.com

mjimenez@udd.cl

Eloise de la Cruz de la Fuente

edelacruz@udd.cl

Santiago de Chile, 2025

© 2025 Marco Jiménez Herrera

<https://orcid.org/0000-0003-2544-0275>

Eloise de la Cruz de la Fuente

<https://orcid.org/0009-002-6245-3825>

Todos los derechos reservados.

Primera edición, Santiago de Chile, 2025.

Este manual está destinado a fines educativos y puede ser distribuido libremente para uso docente y formativo en programas de pregrado, siempre que se cite la fuente original.

Prohibida su reproducción total o parcial con fines comerciales sin autorización previa del autor.

Presentación del Manual

Este manual nace como respuesta a una necesidad evidente: complementar la literatura académica tradicional en radiología con la experiencia práctica acumulada en años de trabajo clínico y docente, junto con los tips técnicos que realmente marcan la diferencia en la calidad de los exámenes radiológicos de la pelvis.

En el ejercicio diario como tecnólogos médicos en radiología, hemos observado que muchos errores comunes, inconsistencias diagnósticas o repeticiones innecesarias de exámenes no se deben a una falta de conocimiento teórico, sino a la ausencia de orientación concreta, contextualizada y aplicable al momento de realizar el estudio. Este manual busca precisamente llenar ese vacío.

Lejos de ser un simple compendio técnico, esta obra fue concebida como una guía práctica y formativa, pensada tanto para estudiantes en formación como para profesionales que desean fortalecer su criterio técnico, anatómico y clínico en el área de pelvis. Su contenido integra no solo la estandarización de proyecciones, sino también recomendaciones para el posicionamiento, optimización de parámetros, lectura anatómica sistemática y criterios de calidad, todo enfocado en mejorar los resultados y reducir errores.

Este proyecto ha sido liderado por Marco Jiménez, tecnólogo médico con más de 20 años de experiencia en radiología, quien ha dedicado su carrera no solo al perfeccionamiento técnico, sino también a la enseñanza y a la creación de recursos pedagógicos de alto impacto. En este camino de investigación aplicada y desarrollo de manuales, se ha sumado Eloise de la Cruz, quien fuera inicialmente su estudiante, y que hoy, como colega, aporta una visión fresca, comprometida y rigurosa al trabajo conjunto.

Este manual es también testimonio de cómo la educación trasciende el aula, y cómo la mentoría bien entendida puede convertirse en colaboración académica de largo plazo. La participación de Eloise en esta obra representa el fruto de esa evolución docente: una estudiante que se transforma en autora, investigadora y formadora de nuevas generaciones.

Esperamos que este material contribuya a la formación de profesionales comprometidos con la calidad en imagenología y con el aprendizaje continuo, y que sea un instrumento útil, directo y cercano en la práctica clínica radiológica diaria.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	7
2. ANATOMÍA RADIOLÓGICA APLICADA DE LA PELVIS	8
3. PROYECCIONES RADIOLÓGICAS ESTANDARIZADAS	9
3.1 PELVIS AP CENTRADA	9
• RETROVERSION ACETABULAR.....	9
• COXA PROFUNDA Y PROTRUSION ACETABULAR	14
ÁNGULO CENTRO BORDE LATERAL (LCEA)	16
ÁNGULO DE SHARP.....	16
ÍNDICE DE EXTRUSIÓN Y DE COBERTURA DE LA CABEZA FEMORAL	17
3.2 PROYECCIÓN FALSO PERFIL	18
ÁNGULO CENTRO BORDE ANTERIOR (ACEA)	19
PROYECCIONES PARA EVALUACIÓN DEL CUELLO FEMORAL.	20
3.3 Proyección axial verdadera (cross-table)	20
3.4 Proyección Dunn en 90°	24
3.5 Proyección de Dunn en 45°	26
3.6 PROYECCIÓN AXIAL MODIFICADA PARA PACIENTES CON FRACTURA	28
4. PATOLOGÍAS Y CORRELACIÓN IMAGENOLÓGICA.....	31
4.1 Pinzamiento FemoroAcetabular (PFA).....	31
4.1.1 PFA TIPO PINCER.....	32
4.1.2 PFA TIPO CAM	33
Offset femoral	34
Angulo alfa.	35
4.1.3 PFA MIXTO	37
4.2 DISPLASIA DE CADERAS EN EL ADULTO (DDC)	39
4.3 ARTROSIS.....	44
4.4 FRACTURAS DE CADERA	46
4.5 NECROSIS AVASCULAR DE CADERA	51
5. VALORES DE EXPOSICIÓN APROXIMADO PARA PACIENTE NORMO-TIPO EN RADIOLÓGÍA DIGITAL DIRECTA	53
BIBLIOGRAFÍA	54

Prólogo

Las proyecciones de pelvis en el ámbito de la radiología son sin duda un desafío para cualquier profesional que se dedique a la toma de este tipo de radiografías.

Diariamente nos vemos enfrentados a dos grandes escenarios, pacientes que su médico tratante sospecha de fractura a causa de un accidente o por otra parte, pacientes que presentan dolor no traumático, sino que se refiere más a un dolor constante e incluso a veces invalidante, este dolor en pacientes jóvenes puede deberse al pinzamiento fémoro-acetabular, y en personas más adultas a artrosis de cadera. En el caso de las fracturas, el tecnólogo médico se ve con la responsabilidad de adquirir las mejores radiografías para un paciente que no puede tolerar los movimientos, de hecho, el posicionamiento que es mostrado en la mayoría de los manuales de posicionamiento radiográfico, a veces, no es lo más recomendado. En el otro escenario, donde al paciente se le solicita el estudio radiográfico por dolor no traumático, el traumatólogo necesita las proyecciones adecuadas para planificar un posible abordaje quirúrgico, para ello las proyecciones radiográficas deben cumplir ciertos parámetros muy exigentes para el correcto diagnóstico, si estos parámetros no se cumplen, no es posible realizar una correcta interpretación de las imágenes.

Por ello surgió la idea de crear un manual que aborde las características tanto técnicas como teóricas de la radiología de la pelvis, realizando una exhaustiva revisión narrativa de la literatura para plasmarla en los ítems abordados en este manual.

Creemos fielmente que, si conocemos la teoría detrás de la imagen, comprendiendo la “mirada” del médico tratante, sabremos qué se debe mostrar en la radiografía, tendremos más recursos y conocimiento para realizar un correcto examen en beneficio de los pacientes.

Se recoge la experiencia de más de 20 años al servicio de la radiología y docencia en alumnos de tecnología médica, entregando en este manual consejos de posicionamiento, experiencia y teoría que ayude a los alumnos y profesionales que se desempeñan en esta importante labor.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La Radiología de la Pelvis considera distintas proyecciones y es una herramienta fundamental en el campo de la medicina, permitiendo la detección temprana, el diagnóstico preciso y el seguimiento de diversas condiciones patológicas que afectan esta región anatómica vital. La pelvis, una estructura ósea compleja que forma la base del tronco y sostiene el peso del cuerpo, es susceptible a una amplia gama de trastornos, desde fracturas traumáticas hasta enfermedades degenerativas crónicas.

La importancia de la radiología en la evaluación de fracturas de pelvis radica en su capacidad para proporcionar imágenes detalladas de la estructura ósea, lo que permite a los radiólogos identificar la ubicación exacta, extensión y tipo de fractura, lo que es crucial para planificar el tratamiento adecuado y prevenir posibles complicaciones. Además, la radiología desempeña un papel clave en el diagnóstico y manejo del Pinzamiento Fémoro-Acetabular (PFA), una condición en la que hay un contacto anormal entre el hueso del muslo (fémur) y el borde del acetábulo en la articulación de la cadera, lo que puede provocar dolor y limitación funcional.

Otro aspecto importante es su papel en la evaluación de la artrosis de cadera, una enfermedad degenerativa que afecta la articulación de la cadera y que se caracteriza por el desgaste del cartílago articular y cambios en la morfología ósea, lo que conduce a dolor, rigidez y discapacidad progresiva. La radiología proporciona imágenes detalladas de los cambios estructurales en la articulación, lo que ayuda en la evaluación del grado de afectación y en la planificación del tratamiento, ya sea médico o quirúrgico.

Asimismo, la displasia de cadera, una condición en la que hay un desarrollo anormal de la articulación de la cadera, puede ser evaluada y monitoreada mediante estudios radiológicos. La detección precoz de esta afección es crucial para implementar medidas preventivas y terapéuticas que eviten la progresión de la enfermedad y minimicen las complicaciones a largo plazo.

En resumen, la radiología de la pelvis es esencial para la evaluación de patologías musculoesqueléticas traumáticas y no traumáticas, especialmente en el contexto de dolor, fractura, y planificación quirúrgica. El tecnólogo médico tiene un rol clave en la adquisición de imágenes diagnósticas de calidad, considerando que múltiples factores pueden alterar la representación anatómica real en la imagen. Este manual surge para ofrecer una guía técnica y teórica integral, enfocada en la proyección radiológica de la pelvis y sus patologías asociadas.

2. ANATOMÍA RADIOLÓGICA APLICADA DE LA PELVIS

La cadera es una articulación esférica cuya función principal es soportar peso corporal. Consiste en una articulación entre el acetábulo pélvico y la cabeza del fémur, tanto el acetábulo como la cabeza femoral están cubiertos de cartílago articular. Esta articulación está rodeada por una cápsula articular fuerte y densa, proximalmente, la cápsula se adhiere al borde del margen acetabular 5 a 6 mm más allá de su labrum; distalmente y por anterior se une a la línea intertrocantérea y hacia posterior en la base del cuello femoral (1).

La radiología de la cintura pélvica comprende las patologías de las diferentes estructuras óseas que conforman la pelvis tales como el tercio proximal del fémur, hueso ilíaco, sacro y coxis, sin embargo, en los próximos capítulos se abordarán patologías específicas no traumáticas centrada en la articulación coxofemoral como tal, y por otro lado, también se revisarán las lesiones traumáticas de cadera, específicamente lo que se refiere a la fractura de cuello femoral.

3. PROYECCIONES RADIOLÓGICAS ESTANDARIZADAS

3.1 PELVIS AP CENTRADA

Se define como una proyección que no está rotada ni inclinada. Para evaluar la **rotación** pélvica en la radiografía hay que asegurarse que los agujeros obturadores sean simétricos y la línea sagital del sacro coincida con la sínfisis pubiana. Para evaluar la **inclinación pélvica** debemos medir la distancia entre la unión sacro-coxígea y el borde superior de la sínfisis del pubis, que en hombres es aproximadamente de 3,2 cm y en mujeres de 4,7cm (2), debiendo muchas veces adquirir una segunda radiografía para lograr dichos parámetros, angulando el tubo de rayos x hacia craneal en caso de querer acortar la distancia o hacia caudal en caso de aumentar la distancia entre el sacro-coxis y la sínfisis pubiana. La pelvis AP centrada nos entrega información referente al acetábulo y la cara latero-superior del cuello femoral.

Existen diferentes signos radiológicos y mediciones evaluables en una pelvis AP como la retroversión acetabular (signo del cross over), coxa profunda, protrusión acetabular, ángulo centro borde lateral, índice acetabular e índice de extrusión los cuales profundizaremos a continuación.

- **RETROVERSION ACETABULAR**

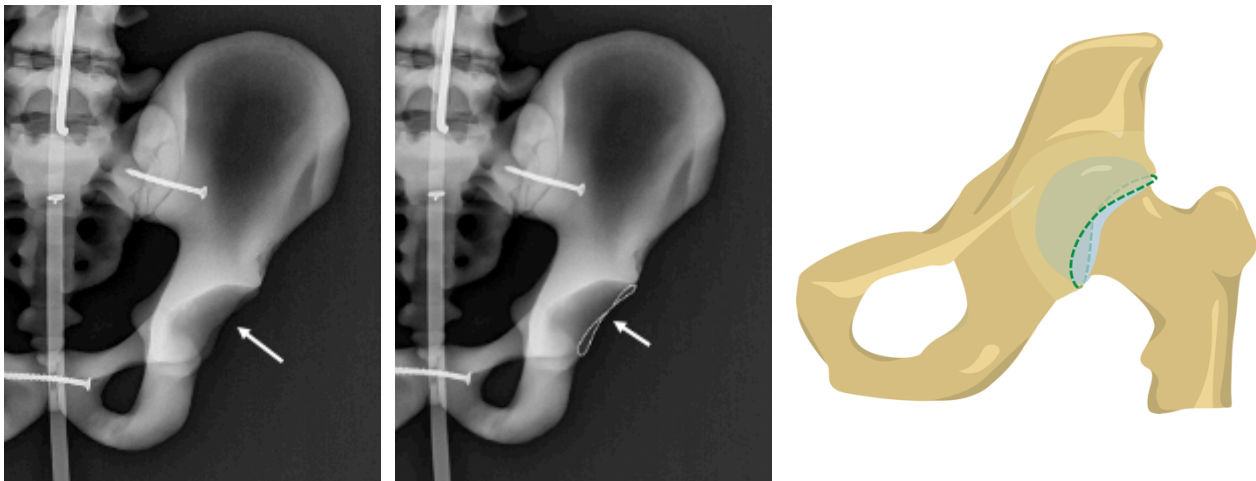
Ocurre cuando la pared anterior del acetábulo se encuentra más lateralizada que la pared posterior, mientras que en situación normal la pared anterior se encuentra hacia medial(5). Para realizar un correcto diagnóstico de la retroversión acetabular se debe de adquirir una pelvis Antero-Posterior (AP) centrada. Los signos indicativos de una retroversión acetabular son el signo del cross over, signo de la pared posterior y signo de la espina isquiática.

Signo Crossover

La versión acetabular se evalúa en relación a la pared acetabular anterior y posterior, el signo del crossover se observa cuando el borde anterior y posterior del acetábulo se entrecruzan dando como resultado una figura en ocho (5)(12). Es indicativo de una retroversión acetabular focal y sobre cobertura anterior. (Fig. 1)

Este signo es el que más se ve afectado cuando la pelvis está mal adquirida (no centrada), ya sea por rotación o inclinación pélvica no corregida. En las siguientes imágenes se muestra el signo del lazo y como varía cuando la proyección de pelvis no está bien adquirida ya sea por error en la basculación o en rotación del paciente.

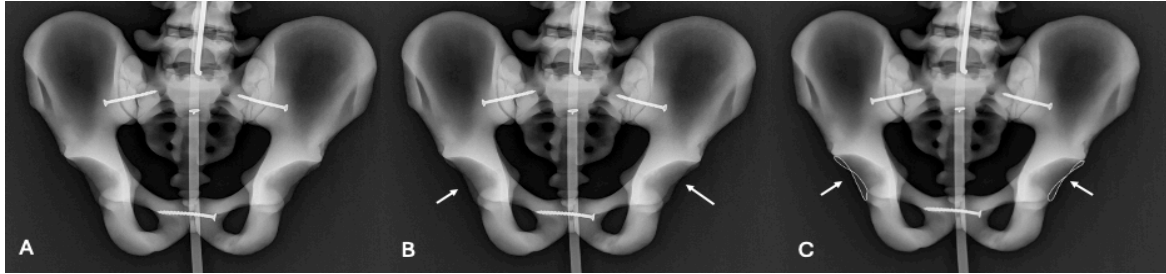
Figura 1:
Radiografía y esquema de Pelvis AP con el signo del lazo (cross over)



Nota: Se demarca el signo del crossover dado por el entrecruzamiento entre los bordes acetabulares. (Son extraídas de imágenes de pelvis pero se presentan unilateral para mejor detalle).

Figura 2.

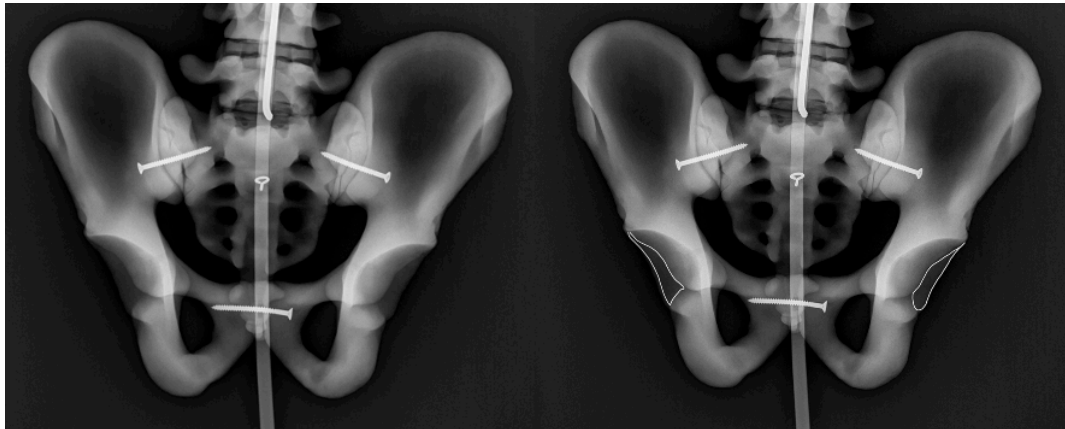
Imagen de Pelvis AP centrada con signo del lazo (cross over)



Nota: En la figura A se observa una pelvis centrada, respetando la simetría de los agujeros obturadores la línea sagital del sacro coincide con la sínfisis pubiana, la inclinación pélvica es neutra ya que distancia sacro-coxígea y sínfisis es de aproximadamente de 3 cm. Por lo tanto se puede realizar el diagnóstico correcto, como podemos ver hay signo del lazo al centrar correctamente la pelvis. En la figura B se observa el entrecruzamiento de la pared anterior y posterior del acetábulo (flechas blancas). En la figura C se marca en blanco el signo del lazo o cross over.

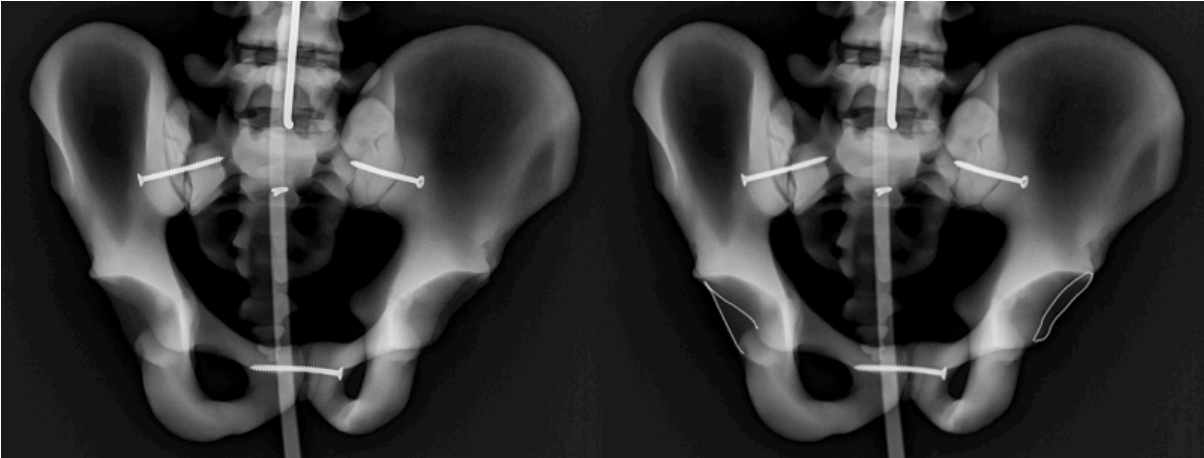
Figura 3.

Pelvis AP inclinada (tipo outlet)



Nota: Se evidencia que existe una menor distancia que la recomendada desde la unión sacro coxígea a la sínfisis del pubis (casi en contacto), a este tipo de inclinación se le denomina pelvis “outlet”, se debe corregir angulando el tubo de rayos x hacia caudal aproximadamente 7°. Está marcado también el borde acetabular de la imagen de la derecha observándose que no existe el signo del lazo. Si vemos la radiografía centrada (figura 2), si existía signo del lazo, por lo tanto estaríamos mostrando un falso negativo si la pelvis no está centrada. También puede ser que la pelvis este inclinada en sentido “inlet” en ese caso debemos angular el tubo hacia craneal.

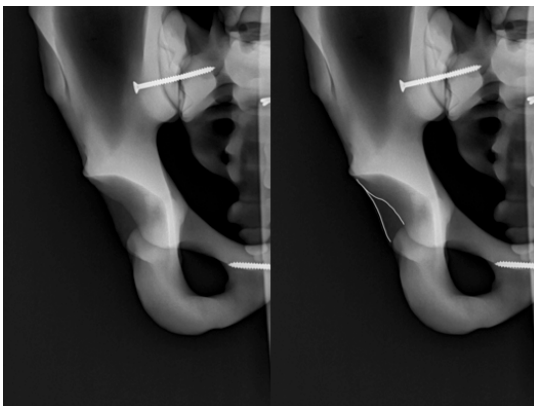
Figura 4.
Pelvis AP rotada



Nota: En esta imagen se presenta una rotación de la pelvis hacia la izquierda, representada por la diferencia de simetría en los agujeros obturadores (más grande el derecho que el izquierdo) y desviación de la sínfisis del pubis con la línea media del sacro. Esto se corrige elevando el lado izquierdo. La imagen de la derecha está marcada las paredes acetabulares con borde blanco, el cual no se observa ningún entrecruzamiento. Pero como vimos en la figura 1 si existe retroversión, por lo tanto es otro caso de falso negativo.

Muchas veces, por el dolor focalizado de la cadera, los médicos tratantes puede solicitar una rx de cadera individual, pero hay que tener cuidado en que estos signos radiológicos están descritos para rx de pelvis AP centrada donde el haz de radiación no incide de igual manera por la divergencia del haz.

Figura 5.
Cadera derecha AP



Nota: Esta radiografía corresponde a una proyección con el haz apuntando directamente a la cadera derecha, la retroversión que parece en la figura 1 acá no se evidencia, eso ocurre porque el haz de

radiación no apunta al centro de la pelvis, si no, a la cadera derecha distorsionando los signos radiológicos presentes. La imagen de la derecha se marca con borde blanco las paredes acetabulares sin entrecruzamiento. Otro ejemplo de falso negativo.

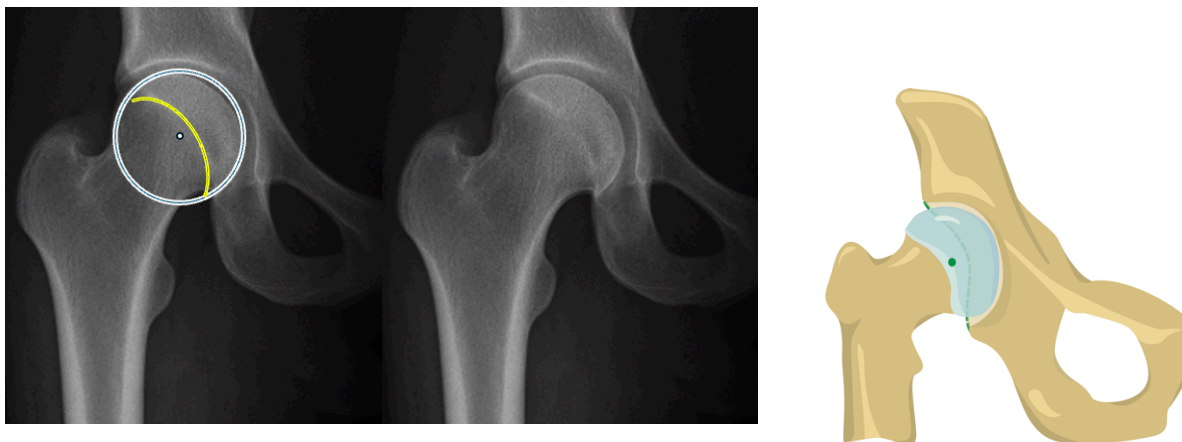
Todos estos diagnósticos errados por no centrar la pelvis pueden ocurrir en el escenario contrario, o sea que en la Pelvis AP centrada no tenga retroversión acetabular y en las proyecciones mal adquiridas si estén presentes.

Signo de la pared posterior

Se habla de este signo cuando la pared posterior del acetábulo transcurre medial al centro de la cabeza femoral. También sugerente de una retroversión acetabular. (5) (13) (Fig. 6).

Figura 6.

Radiografía de pelvis AP con signo de la pared posterior

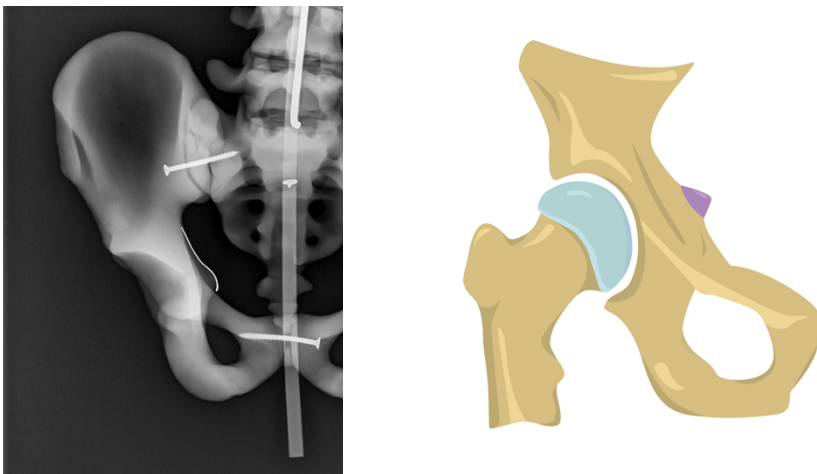


Nota: Radiografía y esquema de pelvis AP centrada mostrando la pared posterior (borde amarillo) y el centro de la cabeza femoral representado por el punto blanco (se enfoca solo la cadera para mayor visibilidad).

Signo de la espina isquiática.

Cuando existe una versión acetabular normal en general la espina isquiática se encuentra superpuesta al acetábulo, en caso de una retroversión se hace más prominente y evidente en una proyección anteroposterior hacia medial del anillo pelviano.(12)(13)(Fig.7).

Figura 7.
Pelvis AP con signo de la espina isquiática

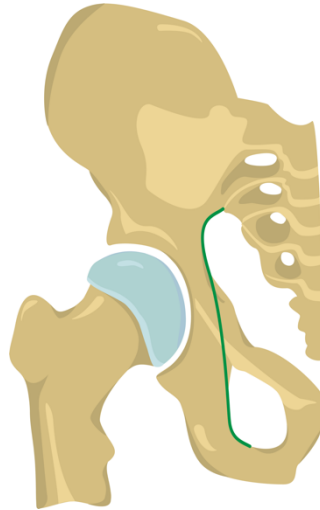
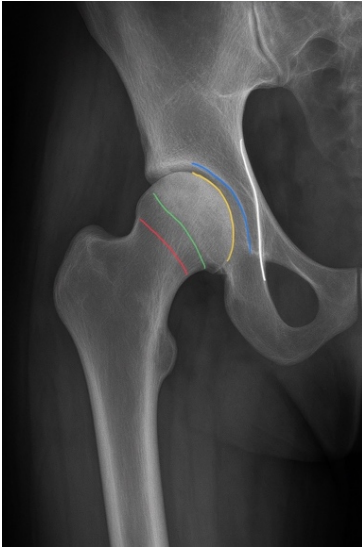


Nota: Radiografía de cadera mostrando retroversión acetabular con signo del crossover, y el signo de la espina isquiática demarcada con la línea blanca continua.

- **COXA PROFUNDA Y PROTRUSION ACETABULAR**

En una pelvis de configuración normal se puede observar la línea ilioisquiática la cual está ubicada a medial a la fosa acetabular, cuando el fondo de la cavidad acetabular sobrepasa esta línea se denomina coxa profunda y cuando la estructura que sobrepasa esta línea es la cabeza femoral, se habla de protrusión acetabular, ambas marcando el incremento de la profundidad del acetábulo generando el exceso de cobertura de la cabeza femoral (14)(12)(15).

Figura 8.
Líneas referenciales normales



Nota: Radiografía de una cadera normal. Se muestran las siguientes líneas referenciales que nos servirán para reconocer la **coxa profunda y la protrusión acetabular**. Lo importante de reconocer es que el borde de la cabeza femoral (borde amarillo) guarda cierta distancia de la línea acetabular (borde azul) y a su vez con la línea ilioisquiática (línea blanca). La línea roja indican la fisis de la cabeza femoral.

Figura 9.
Coxa profunda

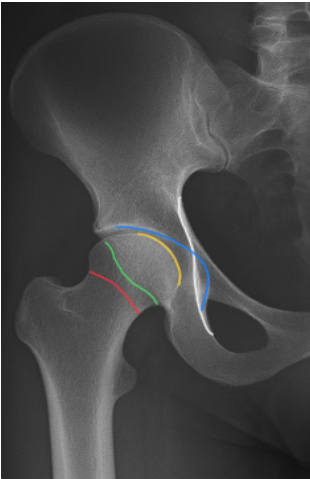
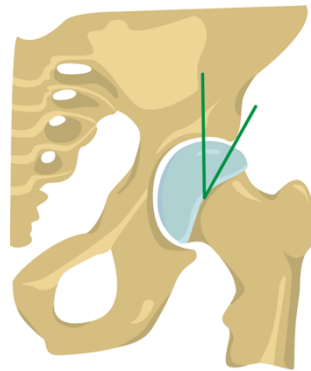


Figura 9: se observa que el acetábulo cubre en mayor proporción la cabeza femoral en comparación con la figura anterior. Vemos que la línea acetabular (azul) sobrepasa la Línea isquio pubiana (blanca).

ÁNGULO CENTRO BORDE LATERAL (LCEA)

El ángulo centro borde evalúa la cobertura acetabular en base a dos líneas trazadas en una visión anteroposterior de la pelvis, una de las líneas pasa vertical al centro de la cabeza femoral y otra desde el centro de la cabeza femoral al borde más lateral del techo acetabular. Normalmente se encuentra entre los 25° a 40°, cuando el ángulo es mayor a 40° se habla de una sobrecobertura. (14)(16) (Fig. 10) , menor a 20° evidencia una cobertura lateral deficiente, es decir, displasia y entre 20 a 25° se considera borderline para displasia. (17)(28)(29)

Figura 10.
Angulo Centro Borde Lateral



Nota: Esquemas con las líneas trazadas para medición de LCEA de la cadera izquierda (líneas blancas continuas en la radiografía).

ÁNGULO DE SHARP

Equivalente al índice acetabular, el ángulo de Sharp evalúa la inclinación del acetábulo. Está formado a partir de una línea que pasa por el borde inferior del acetábulo (teardrop) y una línea que va hasta el borde supero lateral. Un ángulo mayor a 45° es indicativo de displasia. (29), (30) (Fig. 11)

Figura 11.
Angulo de Sharp

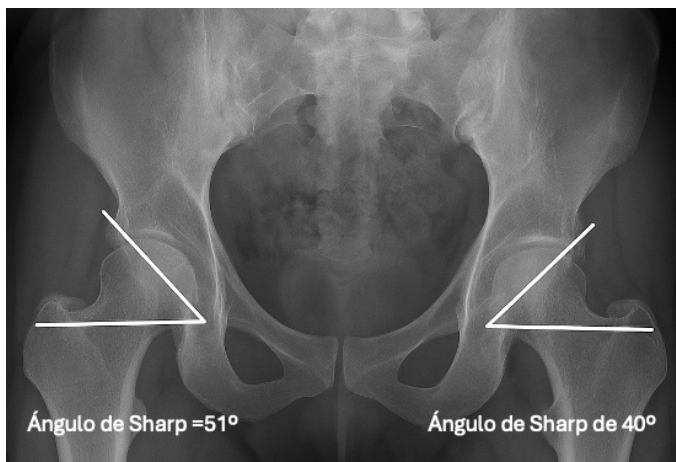


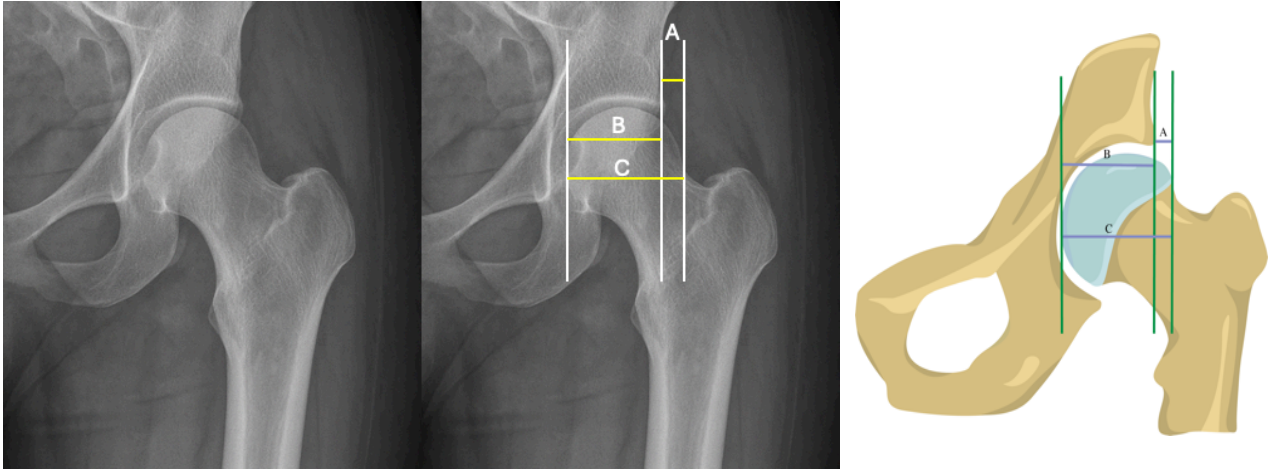
Figura 11: Ángulo de Sharp, se evidencia la diferencia entre ambas caderas, donde la cadera derecha muestra un ángulo aumentado.

ÍNDICE DE EXTRUSIÓN Y DE COBERTURA DE LA CABEZA FEMORAL

Similar al ángulo centro borde, muestra la cobertura que existe de la cabeza femoral. Se trazan 3 líneas verticales pasando por el punto más medial de la cabeza femoral, otra por el borde supero lateral del acetábulo y otra por el borde más lateral de la cabeza femoral, se mide teniendo la distancia entre cada línea, entre la última y la segunda (A), entre la segunda y la primera (B) y entre la primera y la última (C).

El índice de extrusión se mide A dividido en C, es decir, la zona de cabeza femoral que no está cubierta y se divide en el total para luego multiplicar por 100 y obtener el índice; el mismo procedimiento para medir el índice de cobertura de la cabeza femoral pero ahora se utiliza B dividido en C y se multiplica por 100. Un índice de extrusión mayor a 25% y un índice de cobertura superior al 75% son indicativos de displasia. (29) (Fig. 12)

Figura 12.
Índice de extrusión y cobertura de la cabeza femoral



Nota: Representación de las líneas trazadas para medir el índice de extrusión y de cobertura de la cabeza femoral. Índice de extrusión = $A/C \times 100$, índice de cobertura de la cabeza femoral = $B/C \times 100$

3.2 PROYECCIÓN FALSO PERFIL

La proyección de falso perfil o de Lequense, se solicita en el contexto de cobertura acetabular, ya sea por sobre-cobertura o por displasia acetabular de cadera. Por lo tanto lo que interesa observar es la cobertura del acetábulo con respecto a la cabeza femoral. En la radiografía de falso perfil se calcula el ángulo centro borde anterior como se muestra a continuación.

Figura 13.
Proyección Falso Perfil

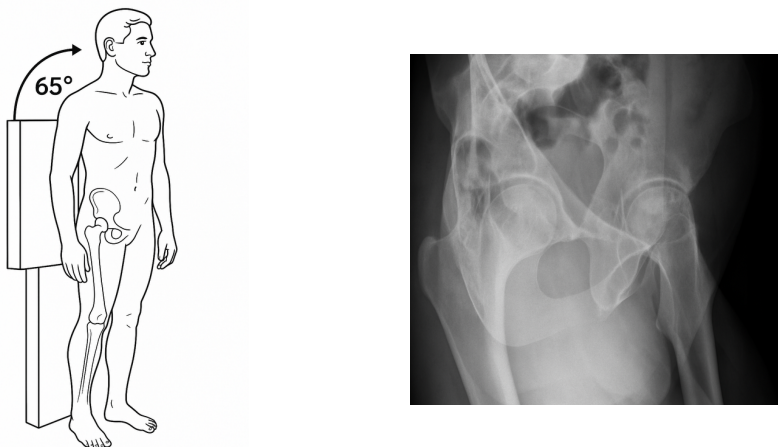


Fig. 13: Esquema del posicionamiento de falso perfil o proyección de Lequense. El paciente debe de estar de pie con 65° de oblicuidad, apoyando el lado afectado. Los criterios de evaluación para un correcto posicionamiento es que la separación de ambas cabezas femorales sea de aproximadamente otra cabeza femoral.

ÁNGULO CENTRO BORDE ANTERIOR (ACEA)

El ACEA mide la cobertura anterior de la cabeza femoral, es posible realizar esta medición desde una proyección de falso perfil. Este ángulo se forma por la unión de una línea que pasa vertical al centro de la cabeza femoral y otra que pasa por la porción anterior del acetábulo. Se considera normal los valores entre 25 a 40°, es indicativo de displasia <20° e indicativo de PFA tipo pincer cuando toma valores >40°. (17) (Fig. 14)

Figura 14.
Proyección Falso Perfil medición de ACEA

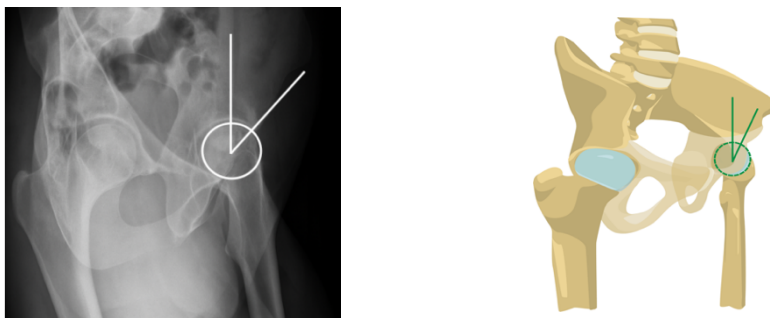


Figura 14: Esquemas de proyección falso perfil con la medición de ACEA. Se muestra la medición del ángulo centro borde anterior. Se representa en el círculo blanco la esfericidad de la cabeza femoral, desde el centro de ésta se traza una vertical y la otra línea blanca al borde de la cobertura anterior la cual se ve en la radiografía donde termina el borde más denso (esclerótico).

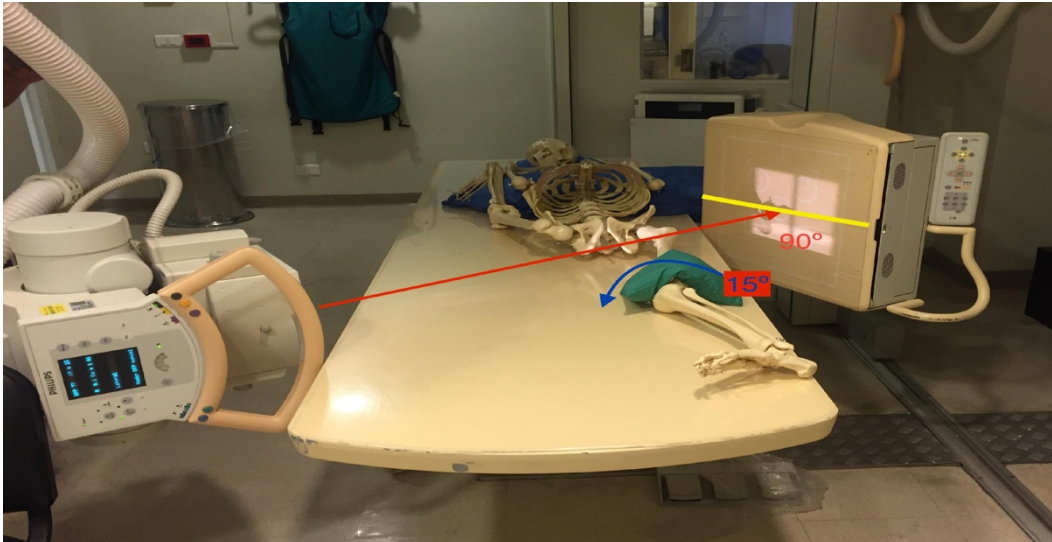
PROYECCIONES PARA EVALUACIÓN DEL CUELLO FEMORAL.

3.3 Proyección axial verdadera (cross-table)

También llamada axial de cuello femoral, axial elongada de cuello femoral o axial de trauma. Inicialmente, esta proyección se creó con el fin de tomar una proyección lateral estricta de cadera especialmente de cuello femoral en pacientes con fractura, sin embargo, al ser una proyección que muestra de forma lateral el cuello femoral junto a las caras anterior y posterior, es ideal para observar deformaciones en la patología del PFA.

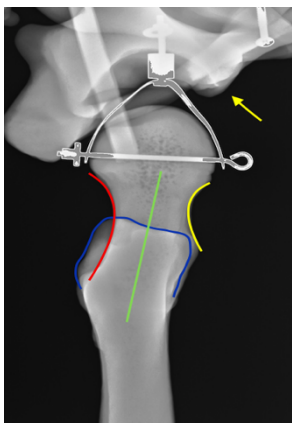
Para la obtención de esta imagen es necesario angular el tubo de rayos X y producto de la incidencia del haz de rayos X, el cuello femoral aparece estirado o elongado. Existen varias formas de posicionar al paciente para adquirir esta imagen, logrando el mismo resultado; en este capítulo las analizaremos.

Figura 15.
Proyección Axial Verdadera (Cross Table)



Nota: Esquema general del posicionamiento de la proyección axial verdadera, se puede observar que el tubo de rayos x está angulado entre los 20 y 30°, el haz de radiación (flecha roja) debe de apuntar al cuello femoral quedando perpendicular al detector (línea amarilla). El pie debe girar aproximadamente 15° hacia interno (flecha azul), la extremidad contraria se debe de elevar para que no se superponga con lo que queremos ver, los valores de exposición para radiología digital, están alrededor de 80 kV y entre 30 y 50 mAs.

Figura 16.
Radiografía representativa de la proyección axial verdadera



Nota: Radiografía de la proyección axial verdadera tomada al esqueleto de material plástico, se dibujaron los bordes del cuello femoral, el borde rojo corresponde a la cara posterior, el borde amarillo es la cara anterior, además, se dibujó de azul el borde del trocánter mayor, el cual es el indicativo que la radiografía está bien posicionada ya que se encuentra en el mismo eje que el cuello femoral (línea verde),

solo así, es posible decir que lo visualizado son las caras anterior y posterior. También se indica el borde anterior del acetábulo (flecha amarilla).

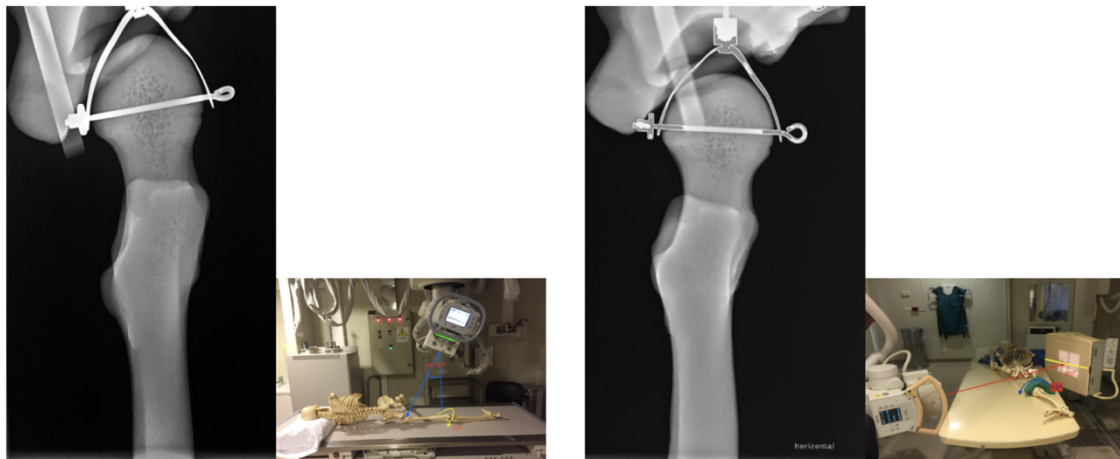
El dolor de los pacientes en que se sospecha de PFA no es invalidante y logran girar la extremidad sin problema, por esta razón, es posible modificar la posición del paciente para adquirir la misma imagen tal como se muestra a continuación:

Figura 17.
Proyección Axial Verdadera modificada



Figura 17: Se muestra la obtención de una proyección axial verdadera, pero, se gira al paciente y no el tubo de rayos, se mantiene la angulación del tubo apuntando al cuello femoral (flecha azul) y la rotación de la extremidad (flecha curva amarilla). Se debe procurar mostrar la misma imagen a como se hubiese adquirido con rayo horizontal. Esta manera de tomarla resulta más fácil y conveniente para el tecnólogo médico, ya que no es necesario sostener el detector al colocar el rayo horizontal recibir radiación innecesariamente, además la calidad de imagen es mejor en cuanto a resolución y nitidez. (elaboración propia)

Figura 18.
Comparación de proyecciones Axial Verdadera y Axial Verdadera modificada



Nota: Comparación de imágenes de ambas proyecciones a. Proyección axial verdadera girando al paciente b. Proyección axial verdadera con angulación del tubo (rayo horizontal).

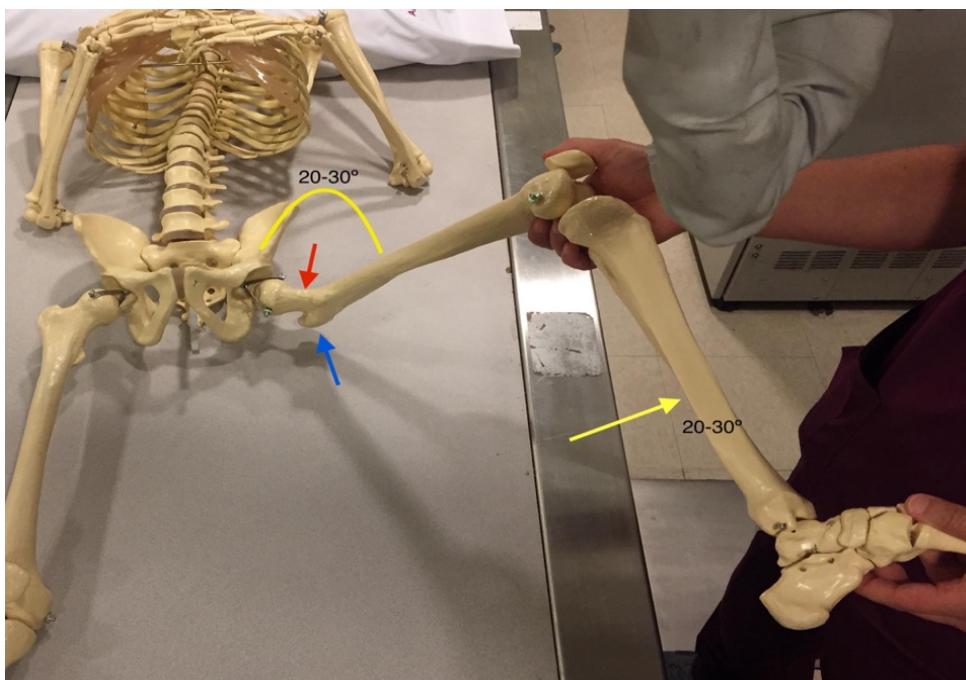
Al comparar ambas imágenes vemos que la axial verdadera girando al paciente, se observa la cabeza femoral más alargada producto de la distorsión del haz de radiación que no está perpendicular al detector (figura 18a), en comparación con la axial verdadera tomada con rayo horizontal el detector si está con el rayo perpendicular. Sin embargo se aprecia muy bien el cuello femoral en ambas proyecciones, en la axial verdadera de la figura 18a, en determinadas ocasiones es mejor, ya que se puede des proyectar de mejor manera el cuello femoral.

Ya tenemos una buena alternativa para adquirir una proyección lateral y observar el cuello femoral en sus caras anterior y posterior, pero existe otra proyección muy solicitada para observar cara anterior y posterior. Esta proyección es la Dunn en 90° la cual elonga el cuello femoral sin modificar el haz de radiación, solo modificando la posición de la cadera. Esto es lo que revisaremos a continuación.

3.4 Proyección Dunn en 90°

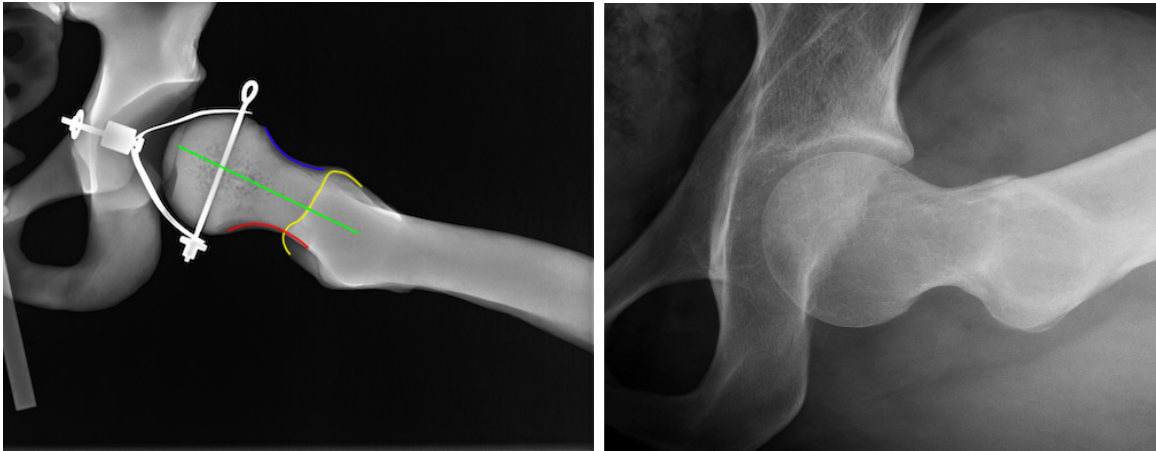
Esta proyección al igual que la axial verdadera (cross-table) permite la evaluación del cuello femoral principalmente en su cara anterior y posterior, además de la evaluación de la esfericidad de la cabeza a través del ángulo alfa(3). Sin embargo, a pesar que la imagen es muy parecida a la axial verdadera, el posicionamiento es distinto ya que no se angula el tubo de rayos x, si no que se flexa y abduce la extremidad a radiografiar tal como se muestra en la figura 19.

Figura 19.
Posicionamiento de la proyección de Dunn en 90°



Nota: Se muestra el posicionamiento de una proyección de Dunn en 90°, el paciente está acostado con una flexión de cadera en 90° con respecto al cuerpo y la pierna de igual manera con respecto al fémur. Luego debe abducir la cadera aproximadamente 20 – 30° (arco amarillo) y también la pierna debe de ser abducida los mismos grados (flecha amarilla). La abducción de la pierna es clave para que la radiografía quede con los parámetros técnicos correctos ya que este movimiento es el que permite que el trocánter mayor quede en el mismo eje que el cuello femoral. Es recomendable ayudarse de un cajón que sostenga la pierna del paciente para evitar el cansancio y el movimiento de éste.

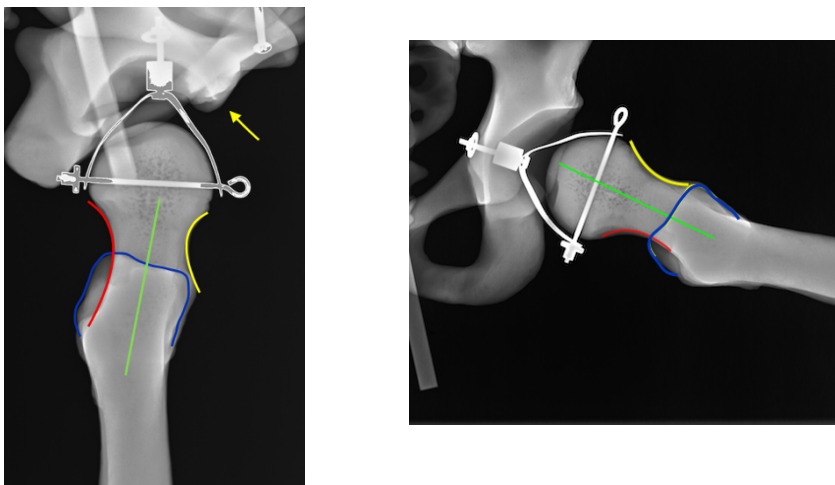
Figura 20.
Radiografía Dunn en 90°



Nota: Observe que el trocánter mayor (borde amarillo) sigue el eje del cuello femoral (línea verde). De ésta manera estamos evidenciando la cara anterior (borde azul) y la cara posterior (borde rojo).

Si se vuelve a la radiografía de la figura 18 que corresponde a una proyección axial verdadera, es posible darse cuenta que es muy parecida a la Dunn en 90°. Aun así, existen diferencias en cuanto a posición del paciente, dado que en la axial verdadera se gira al paciente y también se angula el tubo para des proyectar el trocánter mayor produciendo una distorsión de la imagen, pero, en la Dunn en 90° solo se flexa y abduce la extremidad a radiografiar, de esta manera se des proyecta el trocánter del cuello femoral, además, el paciente permanece decúbito dorsal al igual que en la pelvis AP. Entonces ¿cuál elegir?. Comparemos ambas radiografías:

Figura 21.
Comparación entre la proyección Axial Verdadera y Dunn en 90°



Nota: Comparación de las proyecciones axial verdadera y Dunn en 90°. Estas dos proyecciones evidencian la cara anterior (borde amarillo), la cara posterior (borde rojo) y el trocánter mayor (borde azul) en eje con el cuello femoral (línea verde), pero la gran diferencia está en la relación del acetábulo (flecha amarilla) con la cabeza femoral. En la axial verdadera el paciente está decúbito lateral, por lo tanto el acetábulo también está lateral y se puede apreciar la cobertura anterior, en cambio en la Dunn en 90 el paciente está decúbito dorsal, presentándose el acetábulo con la misma disposición que en la pelvis AP.

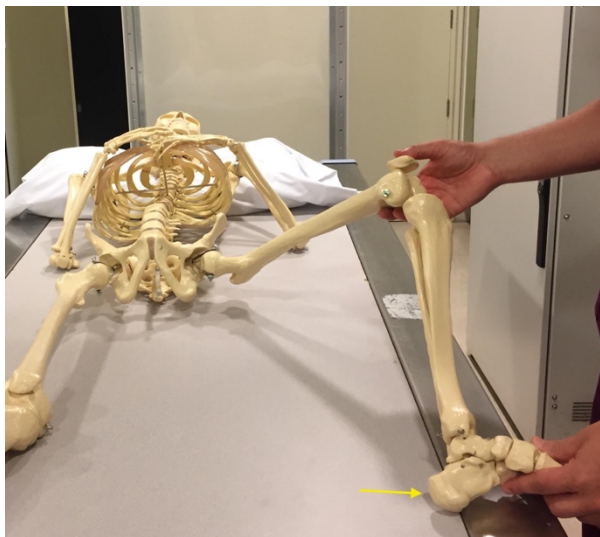
De aquí a que algunos traumatólogos optan por solicitar la axial verdadera y así poder evaluar la relación fémoro acetabular anterior y el cuello femoral en la misma proyección, sin embargo la Dunn en 90° guarda cierta ventaja en cuanto a la visualización del cuello femoral mostrándolo casi siempre desproyectado del trocánter mayor, no ocurriendo siempre con la axial verdadera. Creemos que sería contraproducente la solicitud de ambas proyecciones para la evaluación de cuello femoral anterior.

3.5 Proyección de Dunn en 45°

Esta proyección ya no muestra la cara anterior como tal, si no la cara “antero lateral”, viendo el cuello como un cilindro, por lo que es una proyección complementaria a la pelvis AP verdadera y a la Dunn en 90°. Esta proyección suele ser solicitada con mayor

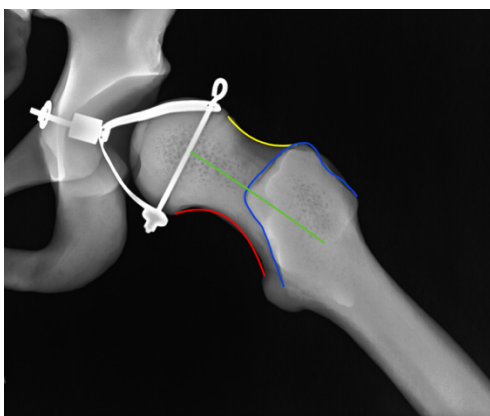
frecuencia, ya que para la evaluación de esfericidad de la cabeza femoral a través del ángulo alfa es la proyección radiográfica con mayor sensibilidad(3)(4). Veamos cuales son las claves para el correcto posicionamiento de esta proyección.

Figura 22.
Posicionamiento Dunn en 45°



Nota: Posicionamiento de la proyección de Dunn en 45°. Esta proyección sigue los mismos patrones que la Dunn en 90° en cuanto a flexión de la cadera y abducción de la pierna, lo que se modifica es el ángulo del fémur con la pierna que es en 45°, quedando el talón apoyado en la mesa (flecha amarilla). De esta manera el trocánter mayor saldrá levemente del eje del cuello.

Figura 23.
Radiografía de la proyección Dunn en 45°



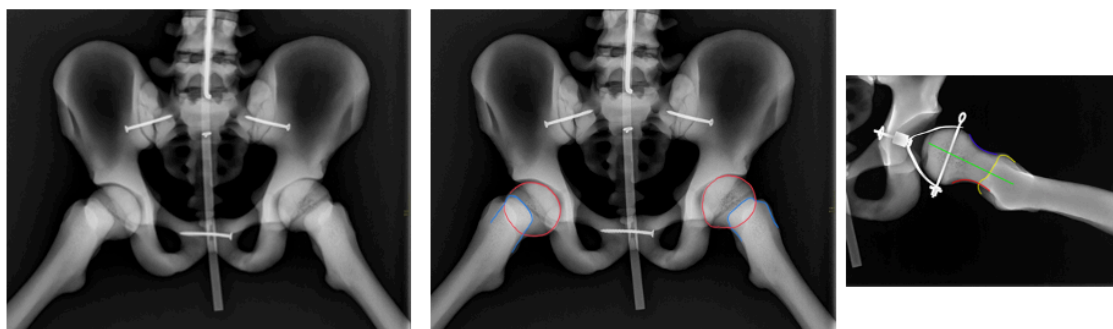
Nota: Radiografía representativa de la proyección de Dunn en 45°. Se puede observar la cara Antero-lateral (borde amarillo) la cara Postero medial (borde rojo) y el trocánter mayor (borde azul), esta posición

difiere de la Dunn en 90° en que ya no está en el eje del cuello femoral (línea verde) si no que sobresale hacia lateral levemente y esta es la idea de la Dunn en 45° mostrar la otra cara antero-lateral del cuello femoral. Tal como se mencionó anteriormente esta proyección demuestra de manera bastante precisa la esfericidad de la cabeza femoral, entendiendo además que el PFA es tridimensional.

En determinadas ocasiones pueden solicitar la proyección de Lowenstein o Frog Leg para evaluación de cuello femoral, sin embargo esta proyección no es la más adecuada para valorar el cuello femoral como veremos a continuación.

Figura 24.

Comparación de la proyección de Lowenstein y Dunn en 90°



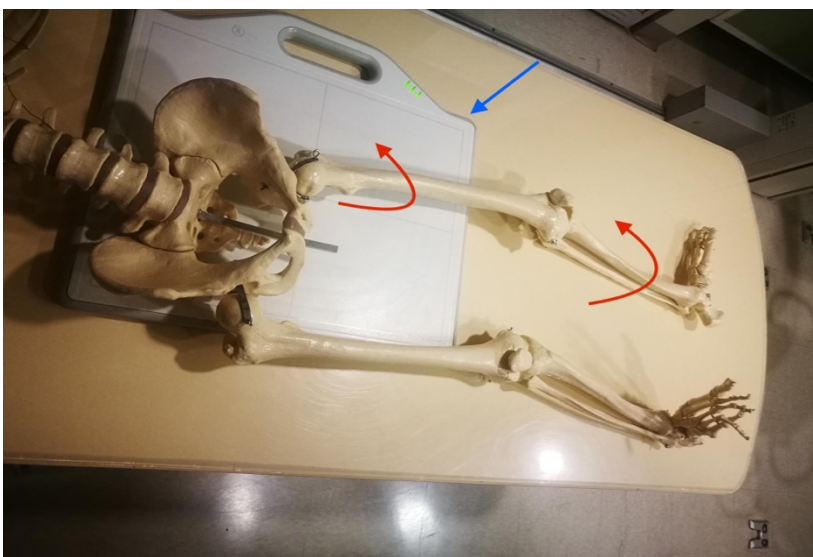
Nota: Comparativa entre proyección de Lowenstein y Dunn en 90° para la valoración de cuello femoral anterior. La imagen de la izquierda representa la proyección de Lowenstein. La imagen central está marcada en rojo la cabeza femoral, y en azul el trocánter mayor, este se superpone completamente al cuello femoral, mientras que la Dunn en 90 (imagen de la derecha) está totalmente desproyectado (borde azul). En algunas ocasiones por morfología propia del paciente en la proyección de Lowenstein el cuello femoral se ve desproyectado, pero es en la minoría de los casos.

3.6 PROYECCIÓN AXIAL MODIFICADA PARA PACIENTES CON FRACTURA

Cuando el paciente tiene fractura de cuello femoral y no es posible rotar la extremidad y tampoco puede mover la extremidad contra lateral (poli trauma), con mucha dificultad se puede adquirir una proyección frontal, para ello podemos describir una alternativa para poder observar si la fractura está desplazada en sentido anterior o posterior.

El paciente llega en camilla del servicio de urgencia con una evidente rotación de la extremidad y sin posibilidad de mover la extremidad contra lateral. (figura 25 flechas curvas rojas). El médico tratante le solicitará radiografías de pelvis antero-posterior y una axial verdadera de cuello femoral. Si en el servicio se cuenta con detector inalámbrico (flecha azul), esta alternativa le puede facilitar la adquisición de estas radiografías y evitar el dolor que siente el paciente al trasladarlo, ya que se puede colocar este detector por debajo del paciente, solo sufrirá lo mínimo al levantarlo levemente para colocar el detector. Como recomendación en pacientes gruesos se debería colocar una bucky portátil pero si el paciente es delgado y añoso no es necesario.

Figura 25.
Esquema para adquirir imagen axial de cadera

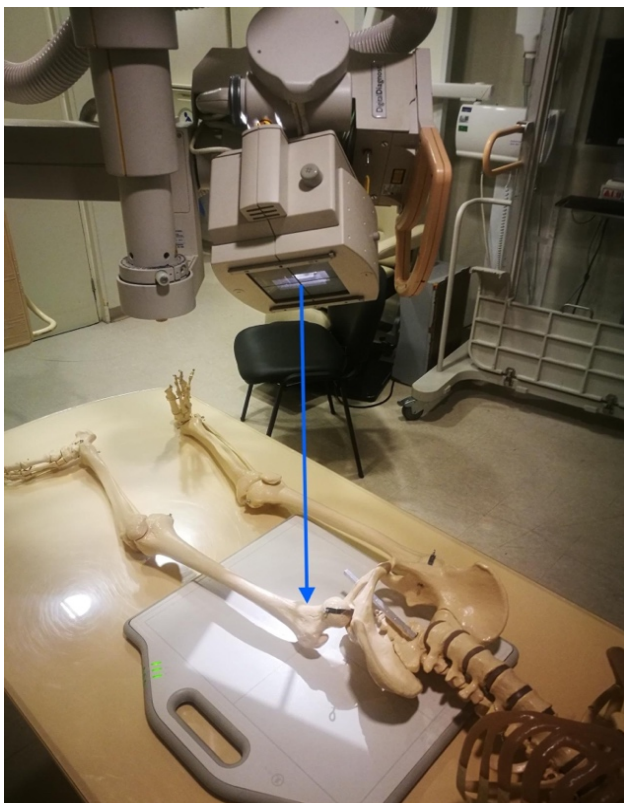


Nota: Figura representativa de paciente fractura con rotación de extremidad. Fotografía de esqueleto simulando la posición que adquiere el paciente cuando tiene una fractura de cuello femoral. Flecha roja indica rotación natural del paciente por fractura de cuello femoral. Flecha azul muestra el detector inalámbrico.

Para adquirir la proyección antero-posterior no habría problema, ahora si se quiere adquirir la axial verdadera, hay puntos que considerar, como la rotación de la extremidad, anteriormente dijimos que para adquirir la axial verdadera había que rotar

la extremidad hacia interno, en este caso de fractura “eso no es posible”, entonces lo que podemos hacer es modificar el tubo de rayos x para incidir perpendicular al cuello femoral como se muestra a continuación.

Figura 26.
Adquisición de proyección axial de cadera modificada

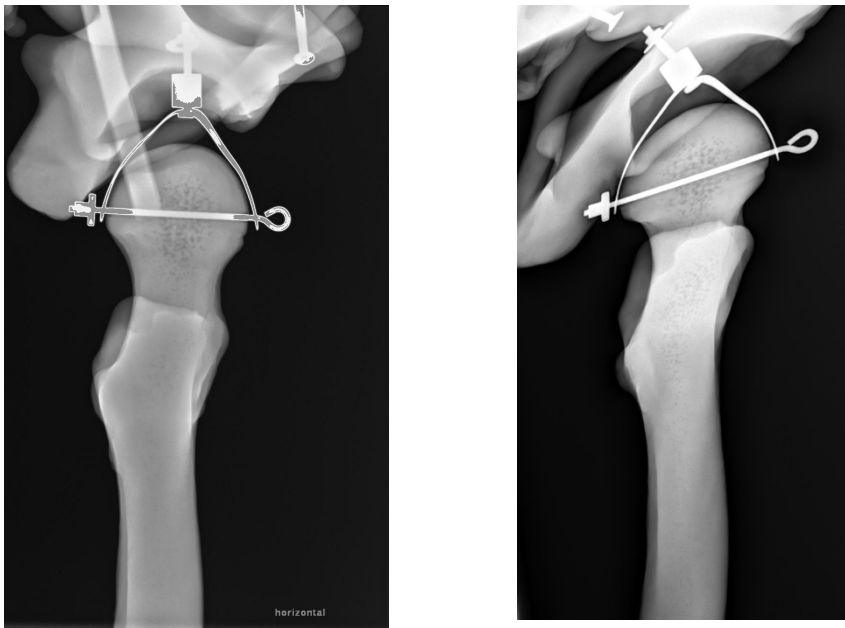


Nota: Esquema de adquisición de proyección axial modificada por fractura. El tubo de rayos x se debe de modificar apuntando al cuello femoral afectado (flecha azul), esta angulación del tubo dependerá de cuanta rotación tenga el paciente, generalmente entre los 20 y 40° hacia lateral y entre 20 y 30° en sentido craneal. La sombra de la cadera en la fotografía ya nos da indicios de cómo va a ser la radiografía. Los valores de exposición para esta radiografía en radiología digital serían de 70 kV y entre 8 y 20 mAs (sin bucky) o entre 20 y 40 mAs (con bucky)

A continuación se presenta una comparación de radiografías representando una axial verdadera y axial verdadera modificada para este tipo de pacientes.

Figura 27.

Comparación de proyecciones axial verdadera y axial modificada



Nota: Comparación de radiografías representativas entre la axial verdadera y la axial verdadera modificada. Esquema comparativo entre ambos métodos de adquisición. La figura (A) corresponde a una axial verdadera tomada con rayo horizontal y la extremidad girada hacia interno, la figura (B) Es una imagen de axial modificada por angulación del tubo (figura 19). La diferencia entre ambas proyecciones es que la axial modificada sufre distorsión de la imagen producto de la angulación del tubo y el detector no queda perpendicular al haz de radiación. De todas maneras la imagen cumple con el objetivo de evaluar desplazamientos de la fractura en sentido antero – posterior en pacientes críticos o que no puedan mover ninguna de las dos extremidades.

4. PATOLOGÍAS Y CORRELACIÓN IMAGENOLÓGICA

4.1 Pinzamiento FemoroAcetabular (PFA)

Anatómicamente y en condiciones normales, la articulación de la cadera da el espacio suficiente para la movilidad de la cabeza femoral en el acetábulo (5), cuando la morfología ya sea en el fémur o acetábulo se ve alterada, provoca un contacto anormal entre ellas, perturbando el movimiento y llegando a generar consecuencias a nivel de

la unión labrocondral, intracapsular y/o del labrum acetabular (6) (7) por lo que ha sido descrito también como una de las causas de aparición temprana de osteoartritis (8). De hecho, el PFA fue descrito como causa temprana de osteoartritis el 2003 por Ganz et al., en pacientes jóvenes activos.(1)

Los pacientes con PFA usualmente presentan sintomatología como limitación en el rango de movimiento, dolor en la flexión prolongada de cadera o en actividades con flexión rotación o el llamado dolor en C. (5)(6)(9). Generalmente, los pacientes con PFA relatan dolor inguinal cuando giran la cadera al estar sentados o dolor posterior a actividad física, además de una limitación al movimiento que se hace evidente en el examen físico donde también se pueden ver signos como *“postura encorvada, disminución en la flexión de cadera y de la rotación interna a 90°, prueba de flexión-abducción-rotación externa positiva y/o prueba de pinzamiento posterior positiva.”* (9). Es común que los pacientes previo a tener un diagnóstico, experimenten esos síntomas durante aproximadamente 3 años (10) por lo que cuando se realiza un diagnóstico poco adecuado significa un tratamiento aún más tardío, por ende, resultando en daño condral progresivo o morbilidad por tratamiento inapropiado. Existe un énfasis creciente en el diagnóstico preciso para guiar el manejo de la patología, puesto que el PFA se ha asociado al desarrollo de otras consecuencias que fueron nombradas previamente, por lo que el diagnóstico oportuno es esencial.

El PFA se ha clasificado de dos formas, tipo *Pincer* y *Cam*, aunque también puede presentarse de forma mixta (5). El PFA tipo CAM engloba las deformidades y sobrecrecimiento ya sea en cuello o cabeza femoral, y por su parte el PFA tipo PINCER hace referencia a una sobre cobertura de la cabeza femoral ya sea difusa o focal. Ambas lesiones son evaluables en radiografías simples de la pelvis.

4.1.1 PFA TIPO PINCER

Este tipo de pinzamiento, como se mencionó anteriormente se caracteriza por una sobre cobertura del acetábulo en relación a la cabeza femoral ya sea focal o difusa (6) lo cual altera el correcto movimiento de esta en el acetábulo. (5)

Imagenológicamente existen ciertos signos característicos que pueden llevar al diagnóstico del PFA tipo pincer, dentro de los cuales destacan índice acetabular, índice de extrusión, coxa profunda, protrusión acetabular, y la retroversión acetabular ya explicadas anteriormente.

4.1.2 PFA TIPO CAM

El pinzamiento tipo CAM, se caracteriza por la deformidad o pérdida de la esfericidad de la unión cabeza-cuello femoral que en determinadas ocasiones se asocia a crecimientos óseos en la unión cabeza – cuello femoral denominadas *Bump* junto a la consecuente reducción de la cintura de esta unión (8) (11) (Fig.28), conduciendo a una disminución del offset femoral con una consecuente compresión, daño del cartílago y labrum acetabular hasta incluso terminar en osteoartritis. (6) (18).

Figura 28.
Pinzamiento tipo CAM

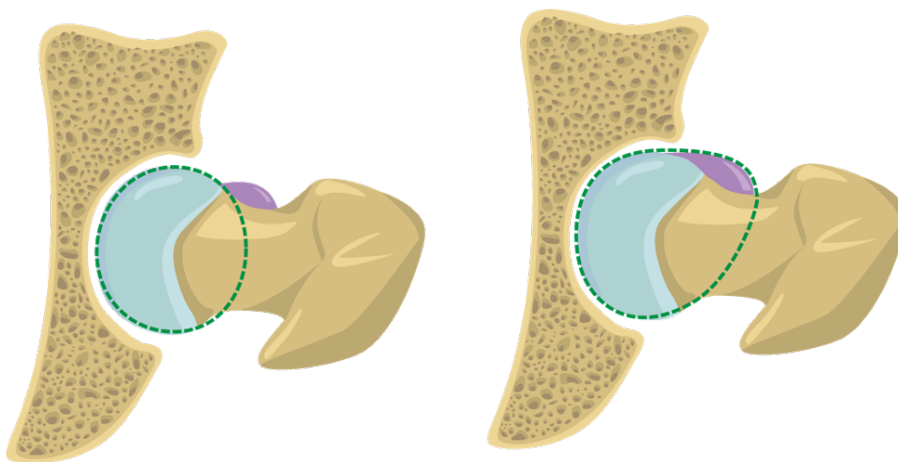
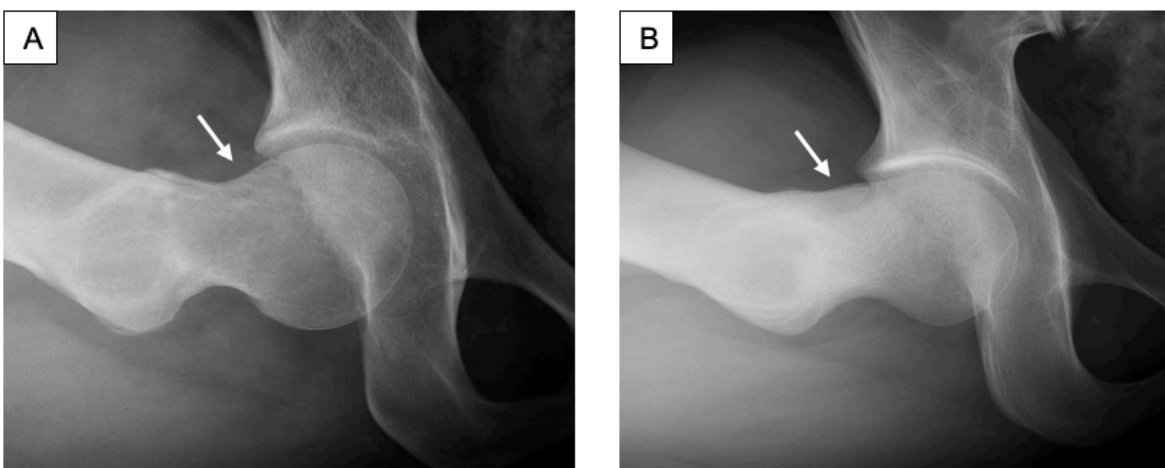


Figura 28: Esquema que muestra el cambio de la morfología de esférica a asférica producto de la formación del bump femoral.

Esta patología es tridimensional por lo que se hace necesario evaluar todas las caras del cuello femoral, especialmente en la cara anterior, donde es principalmente observable; para esto en el contexto de la patología CAM se utilizan ciertas proyecciones con el objetivo de estudiar las caras del cuello femoral y evidenciar pérdidas de la concavidad normal del cuello como las proyecciones axial verdadera (*cross-table*), Dunn en 90° y Dunn en 45°, ya descritas anteriormente.

Figura 29.

Comparación de imágenes en proyección de Dunn en 90° para la patología tipo CAM



Nota: Dunn en 90° demostrando PFA tipo cam. La flecha blanca en la imagen (A) muestra una concavidad normal del cuello femoral, mientras que la imagen (B) muestra cambios en la morfología del cuello indicando PFA tipo cam.

Offset femoral

Se calcula dibujando líneas paralelas, una a través del centro del cuello femoral y otras paralelas a esta, una se traza en una tangente al cuello cóncavo y la segunda en una tangente a la cabeza convexa; se mide la distancia perpendicular entre estas últimas para poder tener el resultado del offset. La proporción se mide como la división dada por el offset de la cara anterior y posterior; el valor estándar para considerar PFA tipo cam es que esta proporción sea menor a 0,17. (6) (22)

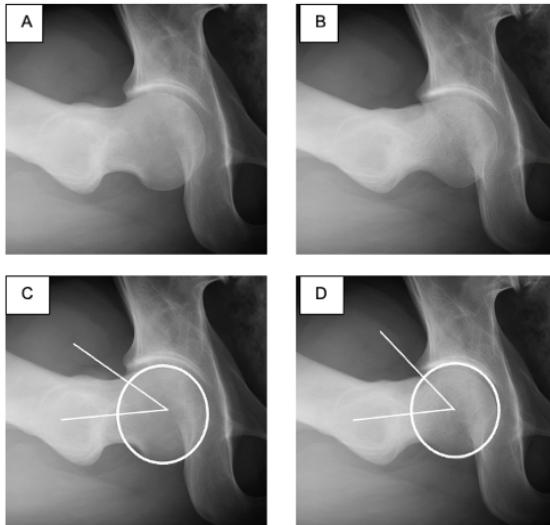
Angulo alfa.

Un método cuantitativo para la medición de la pérdida en la esfericidad y determinar la extensión de la lesión en el PFA tipo cam, es el ángulo alfa, utilizado en distintas modalidades imagenológicas como artrografías por RM, radiografías, RM o tomografía computada (23) (11).

Para trazar el ángulo alfa en radiología se utiliza un círculo alrededor de la circunferencia de la cabeza femoral, una línea que conecta el centro de la cabeza femoral con el cuello femoral y otra que conecta cabeza femoral con la zona del círculo donde se pierde la forma redonda de la cabeza femoral, el ángulo formado entre estas líneas es el ángulo alfa (10). Se utilizan proyecciones de Pelvis AP, Dunn 45°, Lowenstein, Lateral verdadera y Falso perfil, pero como se nombró anteriormente las proyecciones Dunn en 45° y axial verdadera son las que más se correlacionan con la axial oblicua de una tomografía computada para medición del ángulo alfa. (19)

En resonancia magnética (RM) y tomografía computada (TC) se mide de forma similar, el ángulo alfa oblicuo axial se mide utilizando imágenes del corte oblicuo donde se ubica el centro del cuello femoral en el cual se traza el círculo que se ajuste a la cabeza femoral y dos líneas que vienen desde ésta hacia el centro del cuello femoral, la otra línea irá hasta donde el borde del hueso excede el radio del círculo, el ángulo formado entre las líneas es el ángulo alfa.

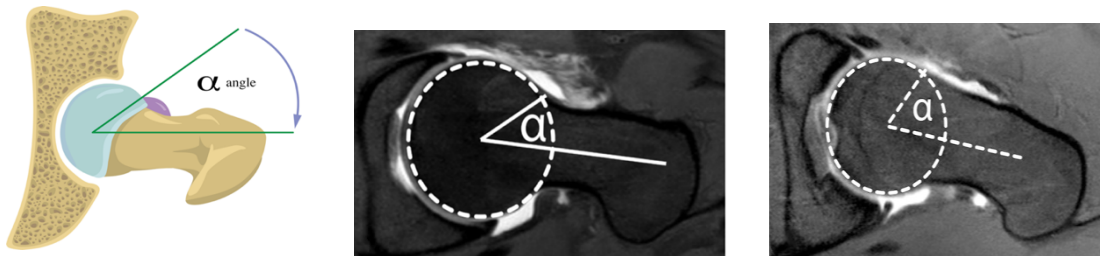
Figura 30.
Proyección de Dunn en 90° para la evaluación del ángulo alfa



Nota: Medición del ángulo alfa en proyecciones radiográficas trazando las líneas nombradas anteriormente, se puede observar cómo en la figura (D) el ángulo es mayor comparado con (C).

Se puede aportar más información de la patología con las técnicas de RM la cual caracteriza tejidos blandos. Para evaluar labrum y cartílago, la artrografía por RM tiene una gran especificidad y sensibilidad, también con TC representa los cambios morfológicos sobre todo cuando hay una representación 3D. (8)

Figura 31.
Medición del ángulo alfa en Resonancia Magnética



Nota: Esquema de medición del ángulo alfa en una vista axial oblicua. Comparación del ángulo alfa en un paciente sano (a) y un paciente con pinzamiento tipo cam (b) en RM.

El valor para el ángulo alfa de un paciente con PFA tipo CAM aún no es estándar, según ciertos autores un ángulo alfa normal es menor a 42° o 50.5°. En una revisión sistemática reciente realizada por Van Klij et al surgió un valor de corte para el ángulo alfa patológico $\geq 60^\circ$. (6) (8) (24).

Una vez realizado el diagnóstico de PFA, se opta por un tratamiento adaptado a las necesidades del paciente en base a la sintomatología presentada y el avance de la patología; el objetivo principal es recuperar funcionalidad, disminuir síntomas y evitar el progreso hacia la artrosis. Dentro del tratamiento no quirúrgico es posible modificar la actividad y rangos de movimiento para el fortalecimiento de la musculatura periarticular, aumento en el control neuromuscular y equilibrio, junto al uso de antiinflamatorios no esteroideos. Pese a estas medidas es probable que el paciente requiera con el tiempo un tratamiento quirúrgico puesto que las anomalías físicas no han sido resueltas. En general, la sintomatología junto a los hallazgos imagenológicos son indicativos para osteoplastia.

El objetivo de la cirugía es realizar una remodelación de la zona, eliminando las causas del pinzamiento, también es posible reparar las lesiones del labrum y de la articulación que hayan sido afectadas. Dentro del abordaje quirúrgico se puede optar por artroscopia u osteoplastia. (25) La artroscopia y la cirugía de PFA desde el inicio de la descripción de esta patología, han demostrado ser tratamientos que disminuyen el dolor, restauran la función de la cadera y previenen la progresión de osteoartritis hasta en un 80% de los pacientes (26)

4.1.3 PFA MIXTO

Este pinzamiento combina los dos previamente descritos, es el tipo más frecuente, donde aparentemente comienza un pinzamiento tipo pincer que desarrolla la aparición de un bump anterolateral lo cual genera el pinzamiento tipo cam secundario, teniendo así la presencia de ambos. (27)

Entrando en lo que corresponde al protocolo inicial para PFA estarían las proyecciones pelvis AP centrada, Dunn en 90° o axial verdadera y Dunn en 45°. Entendiendo ello, a continuación se muestra toda la rotación del cuello femoral para evidenciar si es que existe PFA.

Figura 32.
Proyecciones para el PFA

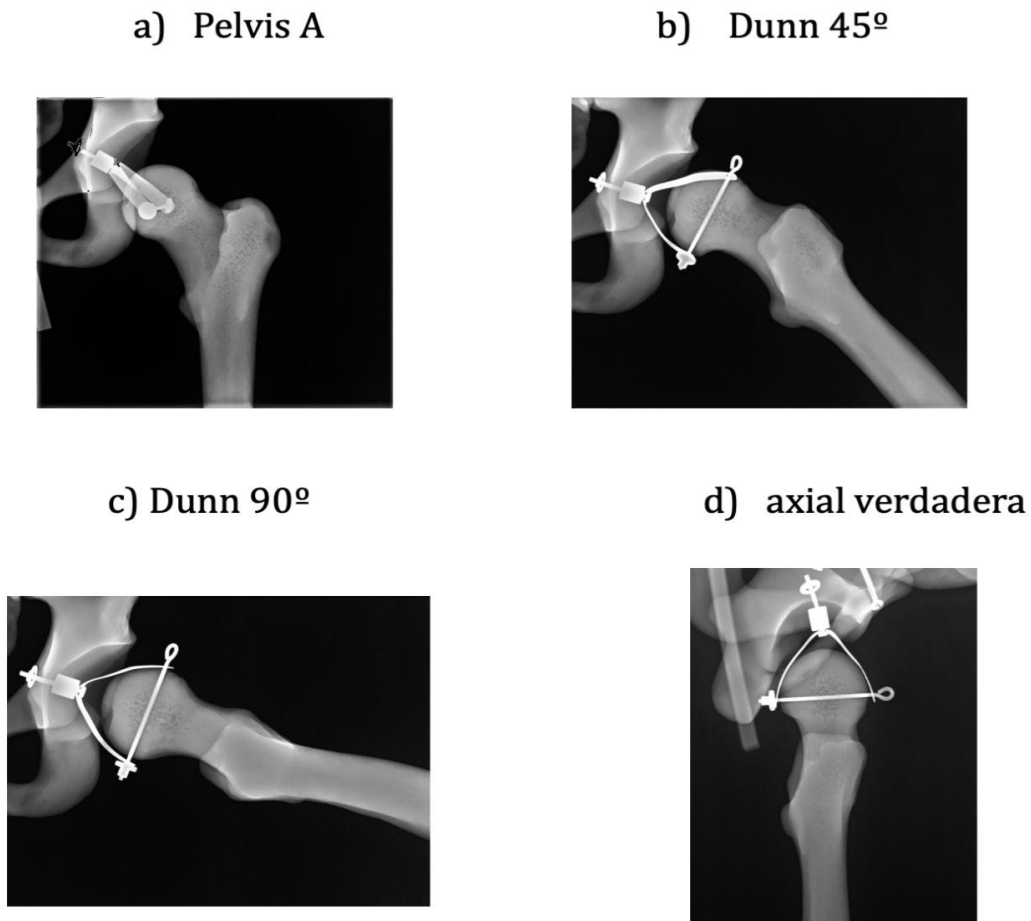
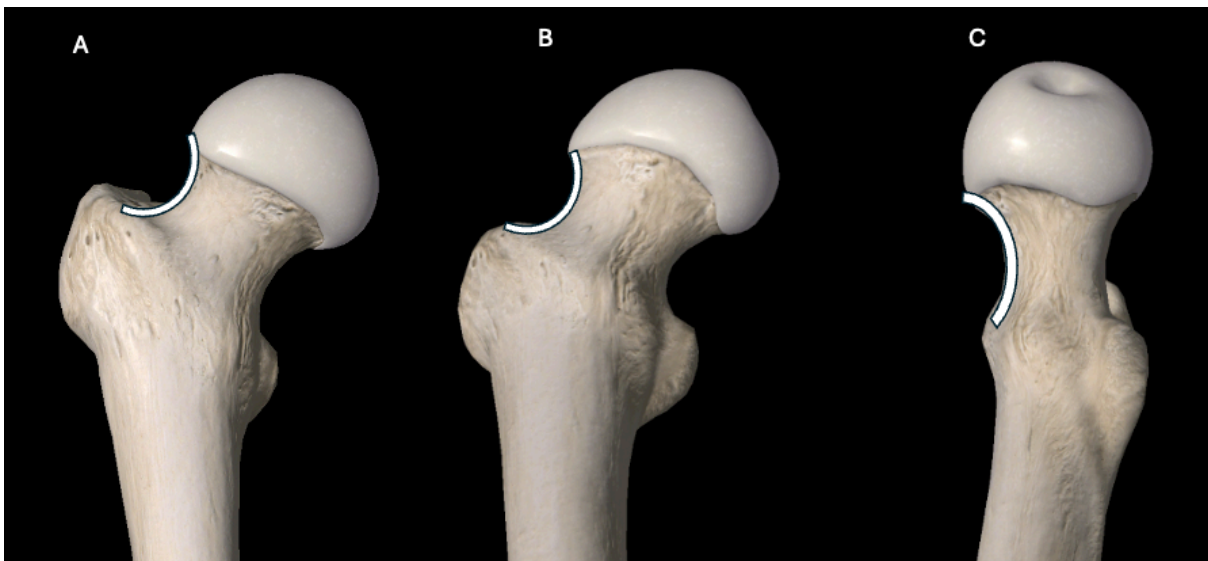


Figura 32: Esquema representativo de las proyecciones para PFA. (a) muestra una imagen recortada de una pelvis AP centrada (solo se muestra la cadera izquierda). Entendiendo esto, se observa la cara lateral y medial del cuello femoral, luego girando y abduciendo la cadera tenemos la proyección Dunn en 45° mostrando la cara antero-lateral del cuello femoral (b) y por último, con las imágenes de Dunn en 90°(c) o axial verdadera (d) se visualiza la cara anterior. En resumen, es este el objetivo de las proyecciones para evaluar el pinzamiento, rotar la cadera e identificar algún defecto óseo en cualquiera de estas caras.

Figura 33.

Modelos óseos representando las caras visibles del cuello femoral



Nota: Todas las proyecciones para evaluar PFA . Estas simulaciones muestran las distintas caras del cuello femoral (borde blanco). La figura A es una vista Antero-Posterior, muestra el borde superior del cuello, luego la figura B simula una vista de Dunn en 45° el cual muestra la cara “antero-superior” y por último la figura C en una vista lateral, simula la proyección de Dunn en 90° mostrando el borde anterior del cuello femoral.

Un estudio que buscaba determinar qué proyección se correlaciona de mejor manera con la axial oblicua de una tomografía para medir ángulo alfa(4), resultando las proyecciones Dunn en 45° y axial verdadera, las que más fuerte se correlacionaron. Sin embargo, la idea de este apartado es mostrar todas las proyecciones que hemos visto para evaluar el cuello femoral. Es importante fijarse en la pérdida de concavidad del cuello femoral y la deformación de la cabeza femoral en todas las proyecciones.

4.2 DISPLASIA DE CADERAS EN EL ADULTO (DDC)

La displasia es una deformidad en el desarrollo de la cadera donde se genera un crecimiento anormal o incompleto del acetábulo y puede ir acompañado de alteraciones en el fémur proximal, esto genera que existan fuerzas mecánicas

irregulares y detención del crecimiento en la articulación de la cadera, llevando a inestabilidad en la cadera, sobrecarga acetabular y lesión condrolabral junto a un techo acetabular aplanado e inclinado. Existen otras causas aparte de la displasia acetabular, las cuales están asociadas a la biomecánica de la articulación como enfermedad de Perthes, síndrome de Ehlers-Danlos, displasias esqueléticas, entre otras. En pacientes adultos jóvenes pueden presentar como sintomatología dolor a nivel de la ingle o hacia lateral de la cadera relacionado con la actividad o cojera, un atrapamiento o coxa saltans.

La DDC es un factor de riesgo para el desarrollo de osteoartritis por el aumento en la tensión del contacto articular y la subluxación femoral que dañan el cartílago e hipertrofian el labrum. Un pronto diagnóstico y tratamiento pueden retrasar o prevenir esta patología. (17) (28) (29)

Morfológicamente en la displasia acetabular existe poca profundidad y anteversión del acetábulo con una deficiencia de la cobertura de la cabeza femoral. Se evalúan radiografías de Pelvis Anteroposterior(AP), Falso Perfil, Lowenstein y Dunn 45°. De las cuales en la radiografía de pelvis AP y falso perfil muestra gran cantidad de información para esta patología.

Para establecer el diagnóstico de displasia se han descrito diferentes indicadores como el **ángulo centro borde lateral (LCEA)** y el **índice acetabular (ángulo de Tönnis)** descritos anteriormente.

Se tiene otro indicador, medido en la proyección falso perfil, el **ángulo centro borde anterior (ACEA) o ángulo de Lequesne**, el cual evalúa la cobertura anterosuperior de la cabeza femoral y descrito previamente en el apartado de PFA. Cuando el ángulo formado toma valores entre 25° a 40° se considera una cobertura normal. Será sugerente de displasia y cobertura anterior deficiente cuando estos valores sean menores a 20°, valores entre 20 a 25° se consideran borderline. (17)

Las radiografías simples entregan gran información para establecer el diagnóstico adecuado; pero por su parte, las imágenes tridimensionales como resonancia magnética y tomografía computada evalúan de mejor forma intra articularmente y la morfología de la cadera lo que facilita la toma de decisiones para el tratamiento y planificación de cirugía en caso de ser requerida.(17) (27)

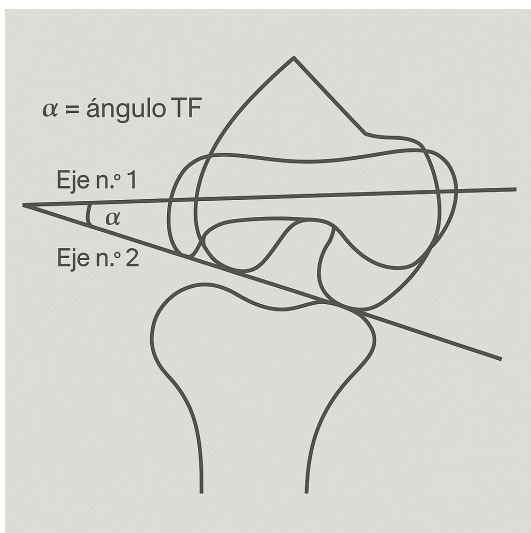
La tomografía es útil para poder visualizar objetivamente la anatomía ósea del complejo de la cadera y pelvis, también para medir la versión femoral lo que influye en la inestabilidad de la cadera, los pacientes con displasia límite y anteversión excesiva del fémur tiende a la subluxación y daño articular. (17) (27) (28)

Se realizan distintas mediciones ya sea en cortes axiales o coronales. En los cortes coronales es posible realizar mediciones similares a las expuestas anteriormente para radiología simple. Dentro de los cortes axiales se tiene la medición de:

- Ángulo de sector acetabular anterior (ASAA)
- Ángulo de sector acetabular posterior (PASA)
- Ángulo de sector acetabular horizontal (HASA)
- Valoración del ángulo anteversión femoral

Este último ángulo es relevante en pacientes que van a ser sometidos a cirugía puesto que mide el grado de rotación entre el cuello femoral y la diáfisis. Se fusionan dos cortes axiales de TC, una al nivel de los cóndilos femorales y otra en la primera adquisición de cuello y cabeza femoral, el ángulo va a estar formado por dos líneas que pasan a través de los cóndilos. Los valores normales están entre 10° a 15°, en general, los pacientes con displasia tienen aumentado este ángulo. (29),(31)

Figura 34.
Ilustración de la medición del ángulo de anteversión femoral

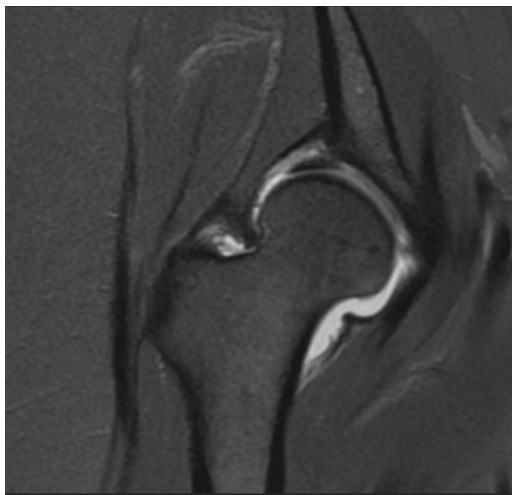


Nota: Imagen ilustrativa de la medición del ángulo de anteversión femoral. Imágenes axiales de tomografía computada a nivel de los cóndilos femorales y cabeza y cuello femoral. Imagen adaptada de referencia (31)

La resonancia magnética, va a ser útil para entregar información del estado del cartílago, del labrum acetabular y aparte detectar lesiones quísticas subcondrales; también es posible realizar las mediciones antes descritas en radiología y tomografía.

Se utiliza artrografía por RM para evaluar con mayor sensibilidad el labrum, el cual puede estar afectado y también para descartar patologías que pueden generar sintomatología similar. Como hallazgo dentro de este examen puede haber *“hipertrofia, desgarro del labrum, engrosamiento capsular, hipertrofia iliocapsularis y otras lesiones del cartílago.”* (17) (28) .

Figura 35.
Artroresonancia de cadera



Nota: Artroresonancia de paciente con displasia, se evidencia lesión e hipertrofia labral.

Existe en resonancia un método llamado D-GEMRIC (delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage) con el cual es posible evaluar el daño en el cartílago cuantitativamente en base a la cantidad de glicosaminoglicanos (GAG), cuando el índice D-GEMRIC es más elevado, se asocia a más GAG y por ende un cartílago más sano. Esto sirve para establecer un pronóstico previo a realizar los tratamientos, sirve también para segmentar el cartílago facilitando el modelado 3D(32).

Como tratamiento se realiza el procedimiento llamado osteotomía periacetabular reconstructiva (OPA) u osteotomía de Ganz, se reorienta la cavidad acetabular logrando una mecánica normal de la articulación de la cadera, esto mejora la cobertura del acetábulo y junto con eso la función de la articulación, aparte de disminuir el dolor asociado previamente es posible retrasar los cambios degenerativos. Es importante recalcar que la cirugía es indicada para pacientes jóvenes, con buen rango de movimiento pre-operatorio y que no tengan osteoartritis. En caso de existir cambios degenerativos en la articulación se opta por otras opciones como la artroplastia. (28) (29)

Figura 36.
Modelo de impresión 3D con DDC



Nota: Modelo de impresión 3D mostrando cadera izquierda displásica, sin la cobertura necesaria por parte del acetábulo.

4.3 ARTROSIS

La artrosis u osteoartrosis, es una patología degenerativa de las articulaciones, en la cual se ven afectados aparte del cartílago articular, los tejidos cercanos como el hueso subcondral y el revestimiento de la articulación sinovial. Puede tener origen idiopático o ser secundario a otras patologías que cambien la articulación, como por ejemplo la displasia, PFA o traumatismos donde existen fracturas que involucren la superficie de la articulación. Es posible también asociarlo a la edad (pacientes mayores de 60 años), a ciertas ocupaciones laborales, sexo, obesidad o genética. (33)

Esta patología conlleva para el paciente movilidad reducida, deterioro físico, crepitación, dolor en la zona el cual puede ser irradiado, entre otros signos y síntomas, esto producto del avance de la enfermedad en la que existe una pérdida progresiva del

cartílago, formación de osteofitos, remodelación ósea, laxitud de los ligamentos, debilidad muscular e inflamación sinovial. (34)

Metcalfe D., et al. mencionan que “*existe el síndrome de dolor del trocánter mayor, síndrome del piriforme, fracturas por estrés, artropatías inflamatorias, radiculopatía lumbar, tumores óseos de la pelvis, osteonecrosis, fracturas por insuficiencia pélvica y meralgia parestésica, afecciones no musculoesqueléticas como hernias inguinales o aneurisma aórtico abdominal con fuga también puede presentar esta sintomatología*” (33) por lo que deben ser considerados como diagnósticos diferenciales.

Es necesaria la adquisición de imágenes en radiología de pelvis AP y laterales para poder evaluar una disminución en el espacio articular de la cadera afectada, artrosis, formación de osteofitos y quistes. La tomografía y resonancia magnética en general no serán utilizadas para el diagnóstico, únicamente para evaluar diagnósticos diferenciales y planificación pre-quirúrgica.

Como tratamiento, se puede manejar la sintomatología con terapia física, medicamentos y cirugía. En general la artroscopia realizada en pacientes recientemente diagnosticados con artrosis da alivio temporal y tienen según García J, Et al. una tasa de conversión a reemplazo total de cadera entre 9.5% a 50%. (34)

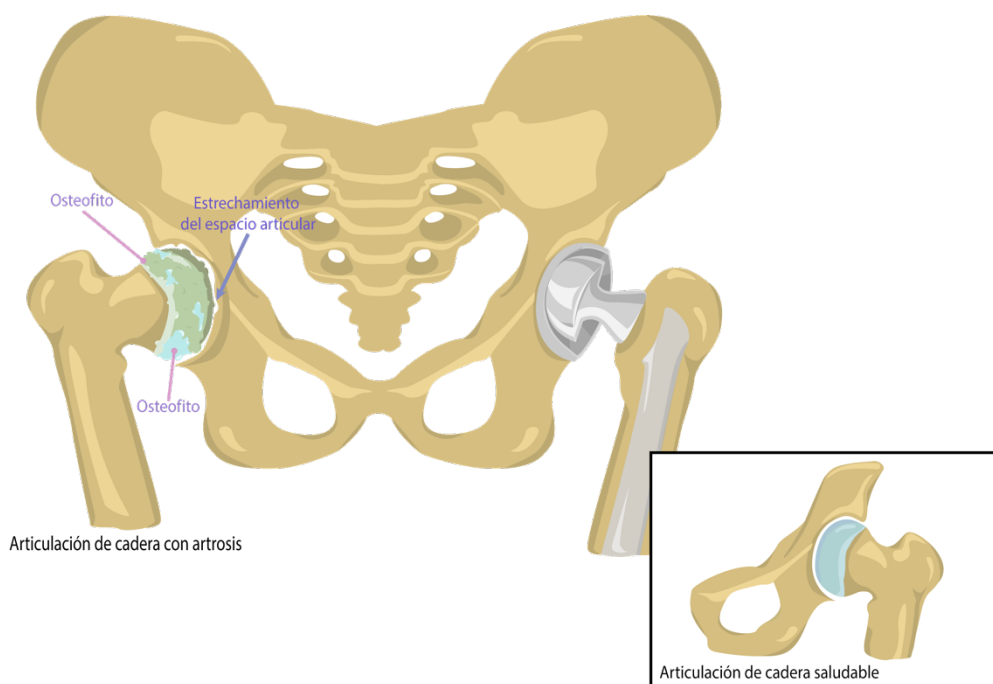
Figura 37.
Radiografía de pelvis AP con artrosis de cadera



Nota: Radiografías AP de cadera. Muestra el estrechamiento del espacio articular, artrosis del hueso con formación de osteofitos con osteoartritis avanzada con deformación de la cabeza femoral y formación de quistes.

Para los pacientes con dolor crónico que no se alivia y en quienes fallan las otras vías de tratamiento, el reemplazo total de cadera o artroplastia total de cadera se ha convertido en la modalidad quirúrgica actual demostrando los implantes una duración adecuada con hasta 25 años de duración si los pacientes tienen una buena salud física general y se mantienen activos. (34)

Figura 38.
Imagen representativa de los signos de artrosis



Nota: Esquema de los signos más comunes de artrosis y reemplazo total de cadera. Imagen elaboración propia en base a figura de referencia (33).

4.4 FRACTURAS DE CADERA

Las fracturas son definidas como una “*interrupción de la continuidad ósea o cartilaginosa*” (35). Específicamente cuando se habla de fracturas de cadera, se hace referencia a cualquier fractura que esté en la zona desde el cuello femoral hasta la diáfisis femoral proximal (36).

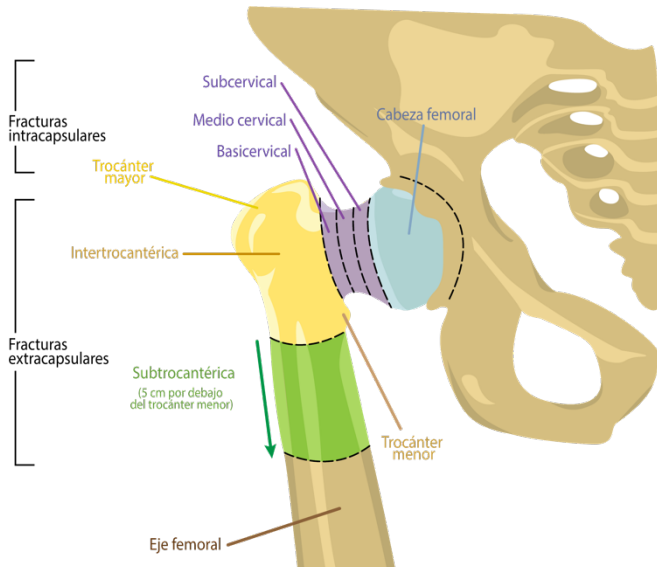
En general, el mecanismo de esta lesión es de baja energía como lo son las caídas desde una altura de pie o pueden también deberse a cargas axiales en traumatismos de alta energía. (36) Otra causa posible es por insuficiencia en pacientes con enfermedades degenerativas como osteoporosis grave, trastornos metabólicos, metástasis o infecciones.

Es posible clasificar estas fracturas en:

- Intracapsulares: Esta fractura ocurre sobre la inserción de la cápsula de la articulación de la cadera y se subclasifica dependiendo la ubicación en: fracturas capitales, subcapitales, transcervical y basicervical. Si se clasifican en base al desplazamiento se utiliza la clasificación de Garden.
- Extracapsulares: En caso de la fractura estar por debajo de la inserción de la cápsula. También se subdividen dependiendo la ubicación en: intertrocantéreas, es decir, entre trocánter mayor y menor y subtrocantéreas que pueden estar hasta 5 cm distal al trocánter menor.

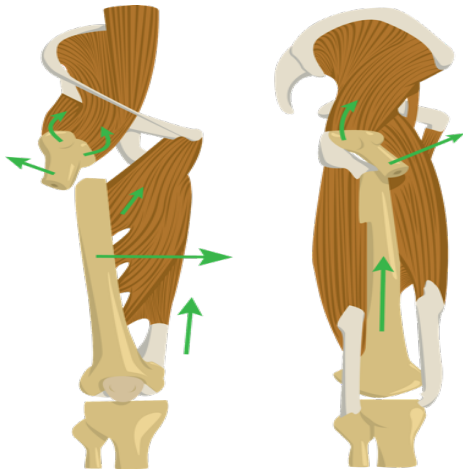
Los patrones de fractura característicos están dados por las inserciones musculares en el trocánter mayor y menor. El fragmento proximal es abducido, flexionado y rotado externamente por los músculos glúteos, iliopsoas y rotadores externos cortos. El fragmento distal es aducido por los músculos aductores que se acortan. (36)

Figura 39.
Clasificación de fracturas de cadera



Nota: Esquema de la clasificación de fracturas Intracapsulares y Extracapsulares junto a las subclasificaciones mencionadas previamente. Imagen adaptado a figura de referencia (37).

Figura 40.
Esquema de movimiento muscular por fractura de cuello femoral



Nota: Esquema de los movimientos generados en base a la fuerza realizada por los músculos en una lesión. Imagen adaptada a figura de referencia (38)

Figura 41.
Esquema de la irrigación sanguínea de la cabeza femoral

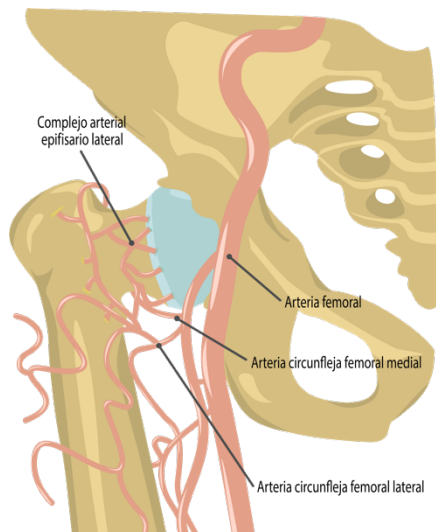


Figura 41: Esquema de la irrigación de la cabeza femoral proveniente de la Arteria Femoral profunda. Esquema adaptado de la referencia (37)

La irrigación de la cabeza femoral está dada principalmente por las arterias circunflejas provenientes de la arteria femoral profunda; en fracturas intracapsulares desplazadas es posible que se dañe uno de estos vasos interrumpiendo el suministro de sangre normal pudiendo generar necrosis avascular de la cabeza femoral por lo que en cirugía probablemente se reemplace la cabeza femoral mientras que en las fracturas extracapsulares sin compromiso se realiza mantenimiento y fijación del cuello femoral.

Los pacientes con fractura de cadera se van a presentar con la extremidad acortada, abducida y rotada externamente, en las fracturas impactadas o no desplazadas puede no presentarse una deformidad clínica pero va a existir dolor en movimientos de la cadera.

Como estudio inicial se obtienen radiografías en proyección AP de pelvis y una vista lateral de la cadera afectada; es importante complementar con proyecciones de fémur en caso de ser una fractura subtrocantérea para evaluar completamente la fractura. En general un estudio de radiología es suficiente para confirmar las fracturas, de persistir

la sospecha y no estar clarificado con radiografías, se debe evaluar con otras modalidades de imágenes.

Cuando el paciente tiene fractura de cuello femoral no es posible rotar la extremidad, con mucha dificultad se puede adquirir una proyección frontal, para ello existe una alternativa para observar si la fractura está desplazada en sentido anterior o posterior, esta es la proyección axial modificada.

En consecuencia: el protocolo por fractura de cuello femoral debería ser pelvis AP (no necesariamente centrada dadas las características del paciente) y lateral de cuello femoral la adquisición de la lateral dependerá de cómo esté el paciente teniendo como opción la proyección axial verdadera o una axial modificada.

El tratamiento difiere dependiendo de la fractura:

- ***Fracturas intracapsulares desplazadas***

Como fue mencionado previamente, en estas fracturas es probable que el flujo sanguíneo no esté fluyendo con normalidad por lo que se suele sustituir la cabeza femoral por una prótesis.

- ***Fracturas intracapsulares no desplazadas***

En esta lesión, cabeza y cuello femoral aún permanecen unidos por lo que el suministro de sangre no ha sido interrumpido, se realiza fijación interna con tornillos dinámicos de cadera o tornillos canulados, hemiartroplastia o artroplastia total de cadera.

● **Fracturas extracapsulares**

Se utilizan tornillos de cadera deslizante para cuando la fractura está sobre el trocánter menor o lo incluye. En caso de que la fractura tenga una extensión mayor se realiza procedimiento para posicionar un clavo intramedular.

4.5 NECROSIS AVASCULAR DE CADERA

La necrosis avascular (NAV), es un tipo de osteonecrosis aséptica causada por una isquemia en la cadera ya sea de origen traumático o no traumático, generalmente está asociado a fracturas de cadera, luxaciones, procedimientos médicos, uso de esteroides, alcoholismo, entre otros. En general lo que ocurre en esta patología es que existe interrupción en el suministro normal de sangre al fémur proximal y por consiguiente muerte de los osteocitos y el hueso subcondral derrumbado. (39)(40)

El paciente va a presentar dolor principalmente en la ingle aparte de dolor en muslos y glúteos, crépito, claudicación y rigidez de la articulación con limitación en los rangos de movimiento específicamente en el movimiento de rotación interna. Es relevante el diagnóstico precoz puesto que el avance de la enfermedad genera artritis secundaria de cadera en el 70-80% de los pacientes y se limita el rango de movimiento por micro fracturas producidas en el área de necrosis. (39)(41)

El diagnóstico se basa principalmente en la clínica y los hallazgos imagenológicos. Dentro de los exámenes imagenológicos es posible encontrar que se utilizan radiografías, resonancias magnéticas, tomografía computada o exámenes de medicina nuclear.

Las radiografías de pelvis AP y Lowenstein, sirven para comparar ambas caderas y excluir diagnósticos diferenciales, pero, es poco sensible en etapas tempranas de la enfermedad. Se observan signos como radiolucidez a causa de la resorción ósea y zonas de esclerosis de hueso reparador y muerto junto también a cambios quísticos. Una vez ya avanzado el tiempo se pierde la esfericidad de la cabeza femoral (colapso

de la cabeza femoral), se reduce el espacio subcondral y aparecen signos de artritis secundaria.

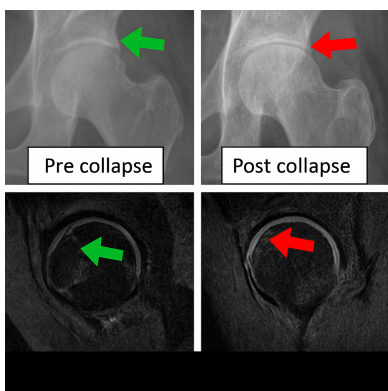
La RM es el Gold Standard para diagnosticar osteonecrosis, pese a que en las radiografías y tomografías se encuentran signos, estos van a ser mostrados en etapas más avanzadas de la NAV. La RM permite un diagnóstico precoz, evaluar la extensión de la necrosis en la cabeza femoral y diferenciar de otras patologías que podrían simular una necrosis.

En resonancia las imágenes T1 muestran el área infartada como una hiposeñal limitada en forma lineal. En las imágenes T2 se muestra el signo de la doble línea, que representa aumento de la vascularización en el tejido de granulación. (39)(41)

Inicialmente en pacientes cuya causa es no traumática, se tiene un tratamiento conservador limitando el soporte de peso con uso de muletas o bastón, esto, para mejorar la sintomatología e idealmente retrasar los cambios de la cabeza femoral. Es posible también que se indiquen medicamentos como anticoagulantes, estatinas, vasodilatadores o bifosfonatos, pero aún se necesita mayor evidencia para esclarecer los beneficios de estos.

Figura 42.

Imágenes de RM y Radiográficas de la necrosis avascular de la cabeza femoral



Nota: Imágenes de radiografía y resonancia magnética de cadera en inicios (pre-collapse) y finales (post-collapse) de NAV. Es posible evidenciar que los cambios previos al colapso no son visibles en la radiografía pero sí son visibles en resonancia y una vez que la enfermedad ha avanzado. Imagen adaptada de referencia (40).

En el tratamiento quirúrgico para pacientes jóvenes y que siguen en el inicio de la patología, se intenta preservar la articulación descomprimiendo el núcleo perforando la cabeza femoral para reducir la presión intraósea y restaurar la circulación de la cabeza femoral.

En caso de que la descompresión del núcleo falle, pueden realizarse injertos óseos no vascularizados los cuales llenan zonas necróticas de la cabeza femoral. Existen también injertos vascularizados el cual restaura la circulación y mejora la arquitectura subcondral, se extrae parte del hueso fibular con una arteria nutritiva y se inserta en el núcleo de descompresión para anastomosar con la arteria circunfleja lateral; es importante tener en cuenta que se realiza este procedimientos en pacientes con un colapso articular <3 mm y con la cabeza femoral afectada en <50%.

La artroplastia total de cadera, está indicada para los pacientes que tengan un colapso significativo, dolor intenso y pérdida en la función.

5. VALORES DE EXPOSICIÓN APROXIMADO PARA PACIENTE NORMO-TIPO EN RADIOLOGÍA DIGITAL DIRECTA.

Proyección	Distancia (cm)	kiloVolt (kV)	miliAmper-seg (mAs)
Pelvis AP	150 (mínimo)	70	25
Dunn 90° y 45°	100	70	32
Axial verdadera	100	80	40
Falso perfil	100	80	40

Tabla de valores sugerentes, elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. Clin Orthop. diciembre de 2003;(417):112-20.
2. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. El atrapamiento femoroacetabular: diagnóstico radiográfico. Lo que el radiólogo debería saber*. Radiología. 1 de julio de 2008;50(4):271-84.
3. Meyer DC, Beck M, Ellis T, Ganz R, Leunig M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. Clin Orthop. abril de 2006;445:181-5.
4. Harris MD, Kapron AL, Peters CL, Anderson AE. Correlations between the alpha angle and femoral head asphericity: Implications and recommendations for the diagnosis of cam femoroacetabular impingement. Eur J Radiol. mayo de 2014;83(5):788-96.
5. Prevalence of Radiographic Findings Thought to Be Associated with Femoroacetabular Impingement in a Population-based Cohort of 2081 Healthy Young Adults | Radiology [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.11102354>
6. Matsumoto K, Ganz R, Khanduja V. The history of femoroacetabular impingement. Bone Jt Res. 1 de septiembre de 2020;9(9):572-7.
7. Surgery for treating hip impingement (femoroacetabular impingement) - Wall, PDH - 2014 | Cochrane Library [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010796.pub2/full?highlightAbstract=femoroacetabular%7Cimpingement%7Cimping>

8. Trigg SD, Schroeder JD, Hulsopple C. Femoroacetabular Impingement Syndrome. *Curr Sports Med Rep.* septiembre de 2020;19(9):360-6.
9. Smith JT, Jee Y, Daley E, Koueiter DM, Beck M, Zaltz I. Can the Femoro-Epiphyseal Acetabular Roof (FEAR) Index Be Used to Distinguish Dysplasia from Impingement? *Clin Orthop.* mayo de 2021;479(5):962-71.
10. Wong TT, Weeks JK, Ahmed FS, Francescone MA, Rasiej MJ, Liu MZ, et al. How Many Radiographs Does It Take to Screen for Femoral Cam Morphology?: A Noninferiority Study. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2021;50(1):48-53.
11. O'Rourke RJ, Bitar YE. Femoroacetabular Impingement. En: StatPearls [Internet] [Internet]. StatPearls Publishing; 2022 [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547699/>
12. ACARO REVISTA - Evaluación Radiográfica del Síndrome de Fricción Fémoro-Acetabular tipo Pincer: ¿La coxa profunda o el signo del lazo cercioran sobrecobertura acetabular? [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://acarorevista.org.ar/joomla-pages-iii/categories-list/50-la-revista/ediciones-anteriores/septiembre-2017-vol-3-num-3/159-evaluacion-radiografica-del-sindrome-de-friccion-femoro-acetabular-tipo-pincer-la-coxa-profunda-o-el-signo-del-lazo-cercioran-sobrecobertura-acetabular>
13. Mascarenhas VV, Caetano A, Dantas P, Rego P. Advances in FAI Imaging: a Focused Review. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 26 de agosto de 2020;13(5):622-40.
14. Rhee C, Le Francois T, Byrd JWT, Glazebrook M, Wong I. Radiographic Diagnosis of Pincer-Type Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review. *Orthop J Sports Med.* 31 de mayo de 2017;5(5):2325967117708307.

15. ActualizacionenPinzamiento.pdf [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible::<https://www.sccot.org.co/pdf/RevistaDigital/26-01-2012/07ActualizacionenPinzamiento.pdf>
16. Hodgson F, Ibáñez A. DOLOR DE CADERA EN ADOLESCENTES: ESTUDIO Y TRATAMIENTO. Rev Médica Clínica Las Condes. 1 de mayo de 2021;32(3):277-85.
17. Schmitz MR, Murtha AS, Clohisy JC, ANCHOR Study Group. Developmental Dysplasia of the Hip in Adolescents and Young Adults. J Am Acad Orthop Surg. 1 de febrero de 2020;28(3):91-101.
18. Fernquest S, Arnold C, Palmer A, Broomfield J, Denton J, Taylor A, et al. Osseous impingement occurs early in flexion in cam-type femoroacetabular impingement: a 4D CT model. Bone Jt J. 1 de abril de 2017;99-B(4_Supple_B):41-8.
19. Dijkstra HP, Ardern CL, Serner A, Mosler AB, Weir A, Roberts NW, et al. Primary cam morphology; bump, burden or bog-standard? A concept analysis. Br J Sports Med. noviembre de 2021;55(21):1212-21.
20. Banerjee P, McLean CR. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. Curr Rev Musculoskelet Med. 2011;4(1):23–32.
21. Hellman MD, Mascarenhas R, Gupta A, Fillingham Y, Haughom BD, Salata MJ, et al. The False-Profile View May Be Used to Identify Cam Morphology. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc. 2015 Sep;31(9):1728–32.
22. Morris WZ, Li RT, Liu RW, Salata MJ, Voos JE. Origin of Cam Morphology in Femoroacetabular Impingement. Am J Sports Med. febrero de 2018;46(2):478-86.
23. Gollwitzer H, Suren C, Strüwind C, Gottschling H, Schröder M, Gerdesmeyer L, et al. The natural alpha angle of the femoral head-neck junction: A cross-sectional CT study in 1312 femurs. Bone Jt J. 1 de mayo de 2018;100-B(5):570-8.

24. Van Klij P, Reiman MP, Waarsing JH, Reijman M, Bramer WM, Verhaar JAN, et al. Classifying Cam Morphology by the Alpha Angle: A Systematic Review on Threshold Values. *Orthop J Sports Med.* agosto de 2020;8(8):2325967120938312.
25. Gurría MF. PINZAMIENTO FEMOROACETABULAR.
26. Best Practices: Hip Femoroacetabular Impingement - PMC [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8116615/>
27. Mardones R R, Barrientos C V, Nemtala U F, Tomic A, Salineros U M. Pinzamiento femoroacetabular: Conceptos básicos en una nueva causa de dolor inguinal. *Rev Médica Chile.* enero de 2010;138(1):102-8.
28. Breidel KE, Coobs BR. Evaluating and managing acetabular dysplasia in adolescents and young adults. *JAAPA.* agosto de 2019;32(8):32.
29. Galeano NA, Uriel ED, Guinea NS, Molinero JG, Barez MG, Garcia EB. Hallazgos radiológicos de la displasia de cadera en el adulto. *Seram* [Internet]. 22 de noviembre de 2018 [citado 31 de julio de 2023]; Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1606>
30. Silva-Caicedo O, Garzón-Alvarado IDA. Antecedentes, historia y pronóstico de la displasia del desarrollo de la cadera.
31. Moreno Fernández F, Villanueva Martínez M. Medición de la torsión del miembro inferior con tomografía computarizada. *Rev Soc Andal Traumatol Ortop.* 1 de julio de 2004;24(1):17-21.
32. Lerch TD, Ambühl D, Schmaranzer F, Todorski IAS, Steppacher SD, Hanke MS, Haefeli PC, Liechti EF, Siebenrock KA, Tannast M. Biochemical MRI With dGEMRIC Corresponds to 3D-CT Based Impingement Location for Detection of Acetabular Cartilage Damage in FAI Patients. *Orthop J Sports Med.* 2021 Mar

- 19;9(3):2325967120988175. doi: 10.1177/2325967120988175. PMID: 33816640; PMCID: PMC7988263.
33. Metcalfe D, Perry DC, Claireaux HA, Simel DL, Zogg CK, Costa ML. Does This Patient Have Hip Osteoarthritis? JAMA. 17 de diciembre de 2019;322(23):2323-33.
34. Lespasio MJ, Sultan AA, Piuizzi NS, Khlopas A, Husni ME, Muschler GF, et al. Hip Osteoarthritis: A Primer. Perm J. 3 de enero de 2018;22:17-084.
35. Vera JJG, Palomo JMG. CAPÍTULO 47 - CLASIFICACIÓN FRACTURAS. PRINCIPIOS GENERALES.
36. Li L, Bennett-Brown K, Morgan C, Dattani R. Hip fractures. Br J Hosp Med Lond Engl 2005. 2 de agosto de 2020;81(8):1-10.
37. Tratamiento de la fractura de cadera [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.intramed.net/92818/Tratamiento-de-la-fractura-de-cadera>
38. Subtrochanteric Femur Fractures Deformity [Internet]. 2022 Disponible en: <https://orthofixar.com/trauma/subtrochanteric-femur-fractures-deformity/>
39. Konarski W, Poboży T, Śliwczyński A, Kotela I, Krakowiak J, Hordowicz M, et al. Avascular Necrosis of Femoral Head—Overview and Current State of the Art. Int J Environ Res Public Health. 15 de junio de 2022;19(12):7348.
40. Lamb JN, Holton C, O'Connor P, Giannoudis PV. Avascular necrosis of the hip. BMJ. 30 de mayo de 2019;365:l2178.
41. Pabón Páramo CA, Solano Sandí LA, Antúnez Oliva JA. Necrosis avascular de cabeza femoral. Rev Medica Sinerg. 1 de julio de 2020;5(7):e535.
42. Lerch T, Meier M, Boschung A, Steppacher S, Siebenrock K, Tannast M, et al. Diagnosis of acetabular retroversion: Three signs positive and increased retroversion

index have higher specificity and higher diagnostic accuracy compared to isolated positive cross over sign. *European Journal of Radiology Open*. 25 de febrero de 2022;9:100407.

43. Smith KM, Gerrie BJ, McCulloch PC, Lintner DM, Harris JD. Comparison of MRI, CT, Dunn 45° and Dunn 90° alpha angle measurements in femoroacetabular impingement. *Hip Int*. 2018 Jul;28(4):450-455. doi: 10.5301/hipint.5000602. Epub 2017 Apr 12. PMID: 29218683.

SOBRE LOS AUTORES.

Marco Jimenez Herrera, Licenciado en Radiología y Física Médica de la Universidad de Tarapacá, con más de 20 años trabajando en Clínica Alemana de Santiago. Docente Universitario, Magíster en Epidemiología y doctorando en Ciencias de la Educación. Sus líneas de investigación se centran en el desarrollo de competencias en investigación y uso de tecnologías aplicadas a la docencia.

Eloise de la Cruz Fuentes, Licenciada en Tecnología Médica de la Universidad del Desarrollo de Santiago de Chile. Trabaja en Clínica Alemana. Diploma en Investigación en salud y su línea de investigación se centra en el uso de tecnologías aplicada a la educación.