

Expertos Invitados

● ULTRASONIDO DE ALTA RESOLUCIÓN DE LAS ARTICULACIONES



**Columnista Experto de SIIC
Dr. Stefano Bianchi**

Privat Docent, Radiologie, Université de Genève . Musculoskeletal Imaging

Anatomía ecográfica articular normal

El ultrasonido puede evaluar sólo en forma parcial las *superficies articulares* de diferentes articulaciones, dependiendo de la anatomía específica de la articulación. Las articulaciones tensas o rígidas son las más difíciles para evaluar, ya que la excursión articular reducida y el recubrimiento de estructuras óseas adyacentes limitan el área disponible para la inspección ecográfica. Por ejemplo, la evaluación de las superficies articulares de la cadera está limitada a la porción anterior de la cabeza femoral. Tanto las caras posterior, medial y la superficie acetabular no pueden evaluarse mediante el ultrasonido, debido a su localización profunda y a la sombra posterior de los componentes acetabulares óseos. Generalmente, las articulaciones más laxas pueden ser mejor examinadas mediante esta técnica, al permitir el examen en diferentes posiciones para lograr la exposición de las distintas superficies articulares al haz de ultrasonido (5). La superficie articular de la cabeza humeral, por ejemplo, puede ser evaluada casi en forma completa si se la examina desde diferentes ángulos (anterior, posterior, axilar) con el brazo en diferentes grados de rotación (interna, neutral o externa) y abducción. De la misma forma, una buena evaluación de la superficie anterior de la tróclea y de los cóndilos se puede obtener mediante la ecografía a través de la flexión forzada de la articulación de la rodilla (6). Ejemplos adicionales incluyen la posibilidad de mejorar la visualización del cartílago humeral del codo con imágenes sagitales obtenidas con el codo completamente extendido (3) o flexionado, o la visión del cartílago patelar medial mediante imágenes axiales cuando la rótula es subluxada lateralmente por la otra mano del examinador. En el ultrasonido las superficies articulares aparecen como una formación lineal continua hiperecogénica que corresponde al platillo óseo subcondral, cubierto por una capa suave, regular hipoecoica o anecoica que se relaciona con el cartílago hialino (8-12) (figura 1).

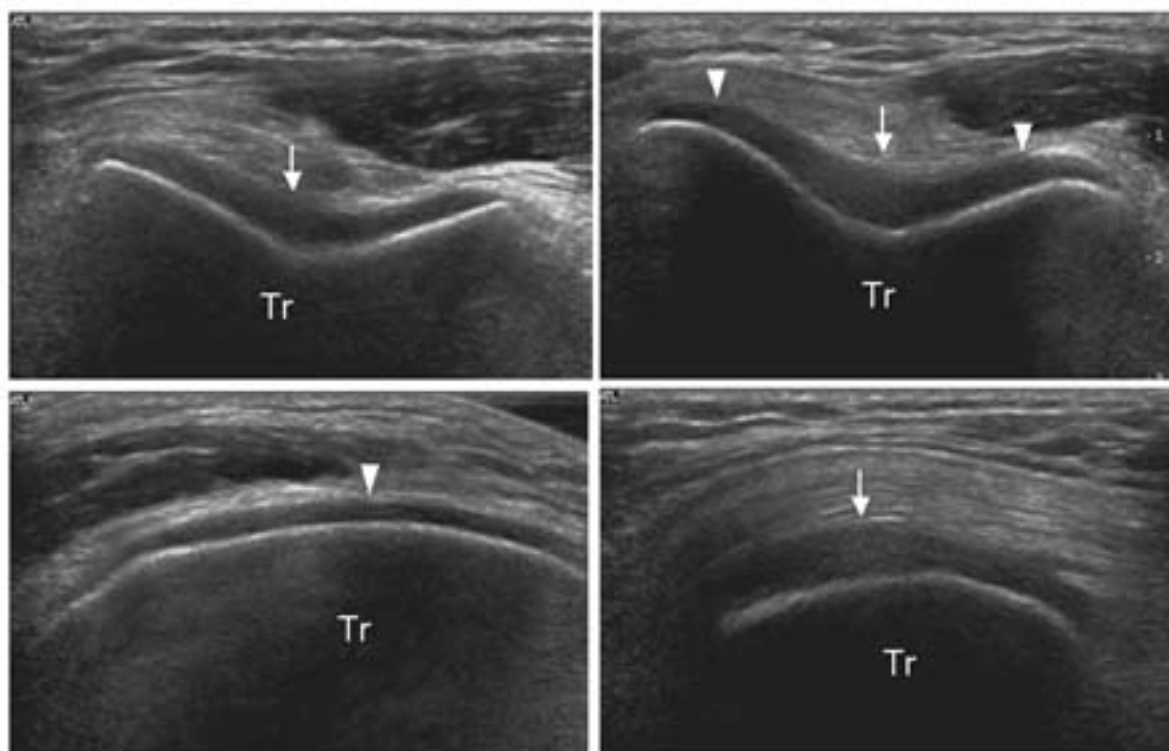


Figura 1. Imágenes axiales obtenidas sobre la cara craneal (a) y mediana (b) del cartílago troclear muestran las diferencias en el grosor del cartílago (flechas). En (b) se nota que el cartílago del tercio medio (flecha) es más grueso que el de los tercios laterales y mediales (puntas de flecha). Las imágenes sagitales obtenidas en la cara lateral (c) y el tercio medio (d) confirman las diferencias en el grosor del cartílago.

Las variantes fisiológicas en cuanto al grosor cartilaginosa tanto en diferentes articulaciones como en diferentes compartimentos de ellas pueden detectarse y medirse bien mediante el ultrasonido. Por ejemplo, se puede detectar el afinamiento en el grosor del cartílago de la tróclea a nivel de las extremidades de las caras mediales y laterales (12). Diferentes estructuras fibrocartilaginosas se pueden encontrar en la pared de la articulación o protruyendo dentro de la cavidad articular. Las primeras (fibrocartílagos periféricos) están representadas por el labrum articular que participa en la estabilización de la articulación mediante el incremento de la superficie articular y concavidad mientras que las segundas (meniscos) aumentan principalmente la congruencia entre los extremos articulares de diferentes formas. Debido a su localización profunda y a su contacto íntimo con las superficies articulares, estas estructuras se pueden evaluar ecográficamente sólo en forma parcial, y aparecen como estructuras hiperecoicas triangulares adheridas al hueso o a la cápsula articular periférica (13-16). El examen dinámico puede aumentar su evaluación. El labrum o rodete glenoideo posterior presenta modificaciones en su forma si se examina con diferentes movimientos rotatorios del brazo. En forma típica, y debido a la inserción capsular en su ápice, la rotación interna hace distender el labrum, apareciendo de forma triangular mientras que la rotación externa consigue obtener una apariencia más globulosa. Desafortunadamente, los segmentos del labrum que más frecuentemente se lesionan durante traumatismos o actividades deportivas pueden ser difícilmente evaluados mediante la ecografía. El labrum glenoideo anterior se desgarran en las dislocaciones antero- posteriores del hombro mientras que el labrum superior se desprende en lesiones superiores antero-posteriores (LSAP). En las dislocaciones, el ultrasonido puede apenas evaluar los desgarros del labrum debido a su localización profunda y oblicuidad. Sin embargo estudios más recientes muestran que cuando se utilizan sondas de frecuencia adecuada y técnicas especializadas de examen, el ultrasonido logra alto grado de sensibilidad y especificidad para la detección de desgarros del labrum (15). No obstante, creemos que se necesitan mayores estudios para corroborar estos datos. El labrum superior no puede visualizarse debido a la sombra posterior que produce el arco coraco-acromial. Algunas porciones de los meniscos rotulianos como el cuerpo pueden visualizarse mediante ultrasonografía mientras que otras, como las astas o cuernos anteriores de los meniscos laterales, son difíciles de evaluar. Los meniscos aparecen como estructuras triangulares hiperecoicas con base externa y vértice dirigido hacia el centro de la articulación. Debido a la localización profunda y a la sombra que producen los componentes óseos

vecinos, el vértice de los meniscos es difícil de evaluar. Otras estructuras fibrocartilaginosas como el fibrocartílago triangular (FT) de la muñeca, que se localiza distalmente a la cabeza ulnar, también son difíciles de ser evaluadas mediante ultrasonido. Chiou y col. informaron la posibilidad de evaluar el FT tanto en condiciones normales como patológicas (16). En este estudio el FT se barrió mediante un enfoque palmar a través de imágenes axiales y sagitales oblicuas. Aparece como un área ecogénica triangular más gruesa que 2.5 mm en ambos planos de barrido (nivel de confianza 95%). La *cápsula articular* aparece en el ultrasonido como una línea hiperecoica que bordea la cavidad articular y que se fusiona con los tejidos paraarticulares. En la mayoría de las articulaciones, sin embargo, no puede distinguirse de la fascia de los músculos adyacentes o de los ligamentos. El ultrasonido muestra a los *ligamentos* como estructuras laminillares (17-23) hiperecoicas que pueden aparecer como un engrosamiento de la cápsula (como en el caso del ligamento colateral medial de la rodilla) o puede estar completamente separada de ella (ligamento colateral lateral de la rodilla) (figura 2).

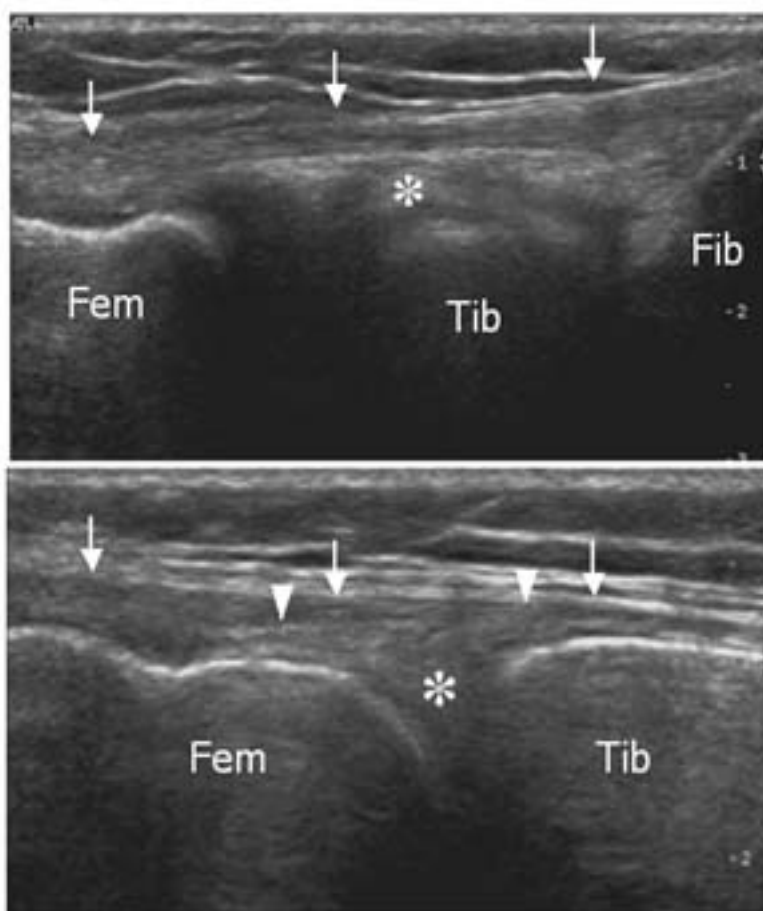


Figura 2. Imágenes coronales obtenidas sobre la cara medial (a) y lateral (b) de la rodilla. En (a) el ligamento colateral lateral (flechas) se visualiza como una estructura fibrilar hiperecoica semejante a una cuerda bien separada de la cápsula lateral. El ligamento se inserta dentro del extremo de la fíbula (peroné) (Fib) y sobre la cara lateral del cóndilo femoral lateral (Fem). Tib=tibia, Asterisco=tendón poplíteo. En (b) se muestra la apariencia ecográfica normal del ligamento colateral medial. El ligamento está formado por una capa superficial (flechas) y las capas profundas formadas por los ligamentos menisco-femorales y menisco-tibiales (puntas de flecha) que se originan del menisco medial (asterisco). Fem=cóndilo femoral lateral del fémur, Tib=tibia.

Como los tendones, los ligamentos son anisotrópicos, es decir, cambian de ecogenicidad de acuerdo al ángulo de incidencia del haz ultrasónico. La apariencia típica fibrilar hiperecoica se demuestra bien sólo si el haz de incidencia se ubica en forma perpendicular a las superficies de los ligamentos. El haz incidente oblicuo puede generar distorsiones de la imagen y los ligamentos aparecerán como hipoecoicos. Se necesita una buena técnica de examen para evitar la falsa hipoeogenicidad que puede imitar cambios patológicos. Los ligamentos que estabilizan a las articulaciones se evalúan mejor en posiciones funcionales, por ejemplo, cuando están distendidos. Mediante este enfoque, el ultrasonido no sólo permite la evaluación morfológica sino también su estudio funcional. El ligamento externo del tobillo por ejemplo, debe ser evaluado durante la aplicación de estrés en rotación externa (22), mientras que el ligamento colateral medial de la

rodilla puede visualizarse en forma dinámica durante el estrés en valgo para evaluar su comportamiento funcional (18). Los ligamentos complejos, como el ligamento deltoide del tobillo y el ligamento colateral medial de la rodilla, están compuestos por diferentes partes que pueden distinguirse y evaluarse mediante el ultrasonido (23). Las *almohadillas adiposas* articulares son estructuras grasas que se encuentran dentro de las articulaciones. Se cree que se adaptan a los cambios en tamaño y presiones durante las diferentes posiciones articulares. Estas almohadillas adiposas son extrasinoviales e intracapsulares. Aparecen en el ultrasonido como estructuras fibrograsas hiperecoicas (figura 3).

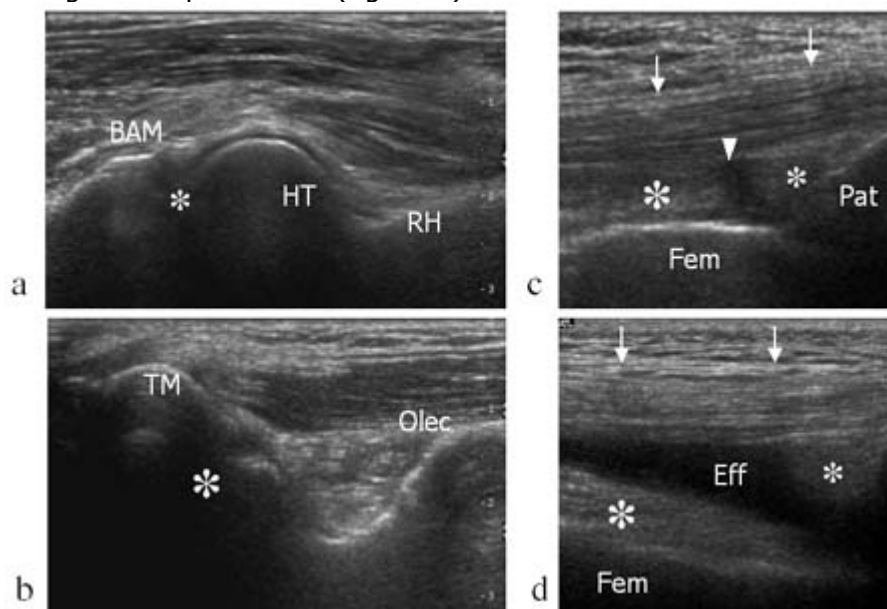


Figura 3. Imágenes sagitales obtenidas sobre la cara anterior (a) y posterior (b) del hombro muestran las almohadillas adiposas (asteriscos) localizadas dentro de la fosa femoral. Las almohadillas adiposas aparecen como áreas hiperecoicas al ser comparadas con los músculos adyacentes. RH=cabeza radial, HT=tróclea humeral, BAM=músculo braquial anterior, Olec=proceso del olécranon, TM=músculo tríceps. Imágenes sagitales sobre el tendón del cuádriceps en condiciones normales (c) y en efusiones rotulianas. En (a) se nota la almohadilla adiposa suprapatelar y la almohadilla adiposa prefemoral (asterisco grande) y el receso suprapatelar normal aparece como un área lineal hipoeoica (punta de flecha). En el derrame de la rodilla (b) el líquido (Eff) contenido dentro del receso suprapatelar se puede visualizar como un área hipoeoica localizada entre las dos almohadillas adiposas desplazadas y el tendón del cuádriceps (flechas).

Las más frecuentemente reconocidas son las localizadas en la rodilla y el codo. En la rodilla, la almohadilla adiposa de Hoffa llena el espacio entre el tendón rotuliano, hacia adelante, y los ligamentos cruzados y la cara anterior de los cóndilos hacia posterior. La almohadilla adiposa suprapatelar está localizada en posición superior al polo rotuliano superior, posterior al tendón distal del cuádriceps y anterior a la bolsa serosa suprapatelar, mientras que la almohadilla prefemoral descansa sobre la metáfisis femoral anterior (24). En el codo, las almohadillas anteriores y posteriores se localizan dentro de la fosa coronoides y de la fosa del olécranon, respectivamente (25-27). La detección de las almohadillas y la evaluación de su posición puede ser útil en el estudio de la patología intraarticular principalmente ante la presencia de derrames ecogénicos. El ultrasonido no permite el reconocimiento de la delgada *membrana sinovial* normal. Por otro lado, es muy útil en condiciones patológicas que conducen a su engrosamiento o hipertrofia, como en la sinovitis. En condiciones normales, la pequeña cantidad de *líquido intraarticular* localizado en la cavidad articular puede detectarse mediante ultrasonido de alta resolución en la mayoría de las articulaciones. El líquido sinovial normal acumulado en los recesos articulares aparece generalmente como un área anecoica. El conocimiento del receso sinovial de las diferentes articulaciones es de esta manera decisivo o crucial en la evaluación de los derrames de las pequeñas articulaciones (27). A nivel del hombro se puede encontrar fluido alrededor de la cabeza del tendón del bíceps, en el receso axilar o dentro del receso subcoracoideo. En la rodilla el líquido generalmente se acumula dentro del suprapatelar que debe ser estudiado con la rodilla ligeramente flexionada. Adicionalmente, la evaluación de los recesos laterales y mediales parapatelares pueden revelar aún pequeñas cantidades de líquido. Las derrames del tobillo se demuestran rutinariamente mediante barridos sagitales obtenidos sobre la cara anterior de la articulación (receso anterior) mientras que los derrames de la cadera se demuestran mediante

barridos axiales oblicuos obtenidos en posición anterior sobre el eje de la cabeza femoral. Los tendones paraarticulares aparecen en el ultrasonido como estructuras hiperecoicas con ecotextura fibrilar interna (28,29). Al igual que los ligamentos, los tendones son fuertemente anisotrópicos y pueden mostrar ecogenicidad dependiendo de los diferentes ángulos del haz ultrasónico (30). Para la correcta evaluación, los tendones deben estar en posición lineal y paralelos a la sonda ya que la hipocogenicidad producto de distorsiones causadas por la oblicuidad del haz puede conducir a diagnósticos equivocados de tendinopatía o ruptura parcial. Esto se logra mediante el cambio de la posición del transductor para explorar diferentes porciones de los tendones con diferente angulación, o pidiéndole al paciente que contracture el músculo para inducir al tendón a que adopte una posición rectilínea (24) (figura 4). En los tendones curvilíneos como los del tobillo, las imágenes transversas son más precisas para la evaluación ya que la sonda se puede inclinar más fácilmente en el plano perpendicular a las diferentes porciones del tendón (23).

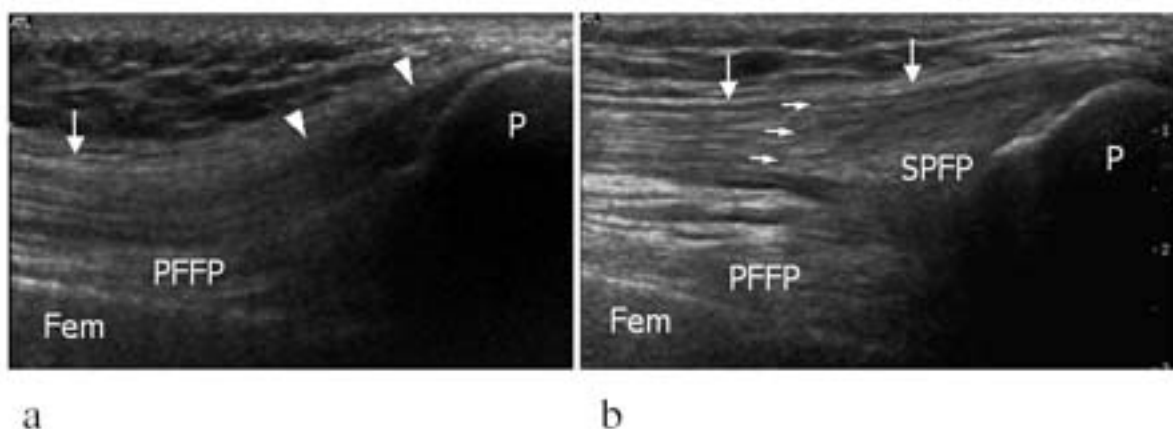


Figura 4. Imagen longitudinal obtenida en el nivel del tendón del cuádriceps con la rodilla extendida (a) y flexionada (b). En (a) el tendón del cuádriceps aparece hiperecoico en la porción craneal (flecha blanca) e hipococico en la porción distal (puntas de flecha) debido a la incidencia oblicua del haz ultrasónico. La flexión de la rodilla permite que el tendón (flechas blancas) se estire y que aparezca regularmente hiperecogénico en todas sus porciones. Por favor notar cómo la ecotextura interna puede difícilmente evaluarse en (a) mientras que la apariencia típica en tres capas (flechas pequeñas) se hace directamente evidente en (b). Fem=fémur, P=patella, SPFP=almohadilla adiposa suprapatelar, PFFP= almohadilla adiposa prefemoral.

En condiciones normales las paredes delgadas y la pequeña cantidad de líquido contenidos en la *bolsa serosa paraarticular* explican por qué el ultrasonido puede difícilmente detectarlas. Solamente las sondas de alta frecuencia pueden obtener imágenes de las bolsas más superficiales como estructuras lineales hipococicas.

Cambios articulares patológicos

La ultrasonografía puede detectar alteraciones del cartílago hialino y de las superficies articulares. En los trastornos degenerativos de las articulaciones se puede observar desde afinamiento progresivo e irregularidad del cartílago hasta su ausencia completa, así como irregularidades de la línea hiperecoica que corresponde al hueso subcondral (10,11). Además, los osteofitos se pueden demostrar bien mediante este método a nivel de las porciones articulares periféricas como proyecciones hiperecoicas semejantes a picos cubiertas por cartílago (figura 5).

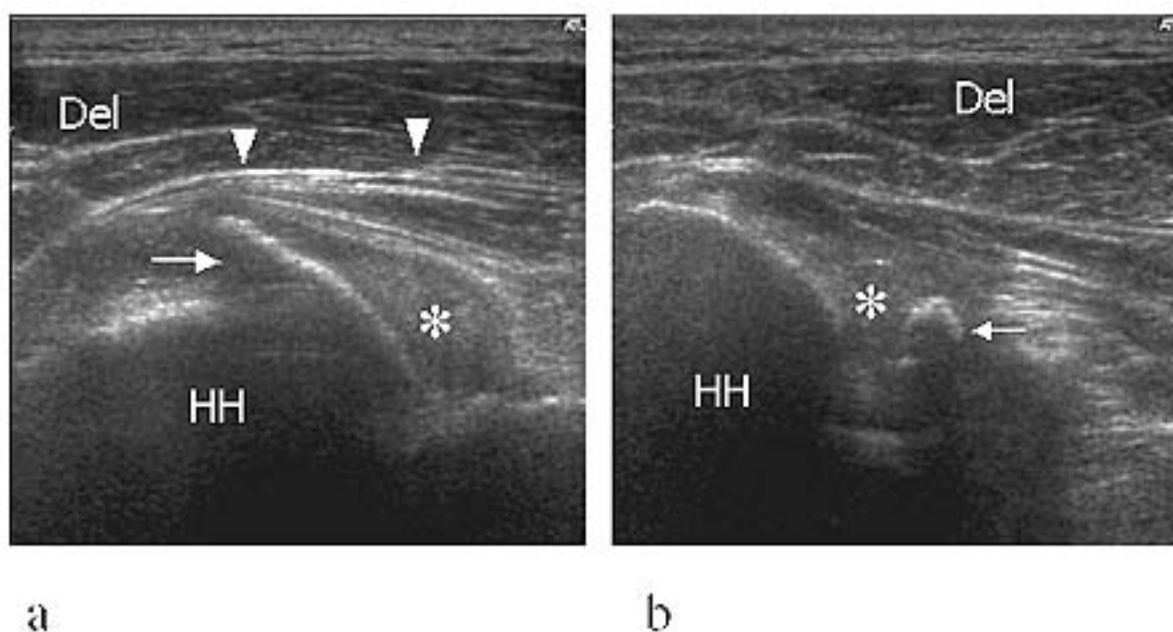


Figura 5. Imágenes axiales obtenidas a nivel de la cara posterior del hombro en un paciente con enfermedad degenerativa. (a) imagen obtenida sobre el tercio medio de la cabeza femoral muestra un osteofito como una estructura hiperecogénica similar a un pico que se proyecta posteriormente (flecha). Notar que el desplazamiento del tendón infraespinatus (puntas de flecha) y la presencia de un derrame intraarticular ecogénico dentro del receso articular posterior (asterisco). (b) imagen obtenida a nivel del receso axilar muestra la presencia de un derrame ecogénico así como un cuerpo suelto intraarticular (flecha pequeña) que aparece como un fragmento redondeado hiperecoico rodeado por líquido (asterisco). HH=cabeza humeral, Del=músculo deltoides.

Los osteofitos se pueden detectar en localizaciones típicas de acuerdo con la articulación examinada. Las mejores imágenes para detectar estas lesiones son: para el hombro, las axiales obtenidas sobre la cabeza humeral posterior; para la rodilla, las imágenes coronales y axiales obtenidas sobre los espacios articulares femorotibiales y femoropatelares respectivamente; para el tobillo se prefieren las imágenes anteriores obtenidas sobre el plano sagital; y para la cadera, las imágenes antero-oblicuas. En la enfermedad por depósitos de cristales de pirofosfato, se pueden encontrar múltiples imágenes hiperecoicas dentro del cartílago hialino. Las calcificaciones aparecen en el ultrasonido como manchas o puntos diminutos e hiperecoicos localizados principalmente en la capa media de los cartílagos articulares y reflejan los agregados de cristales cálcicos condrales. Estas lesiones son particularmente evidentes a nivel de los cóndilos femorales (31,32). La osteocondritis o las fracturas osteocondrales no son indicadas para la evaluación ecográfica ya que esta técnica por imágenes puede detectar sólo aquellas lesiones que afecten las porciones de las articulaciones que puedan ser evaluadas. Cuando son visibles, aparecen como irregularidades del cartílago y de la superficie ósea subcondral (33). Algunas fracturas óseas intraarticulares pueden ser detectadas efectivamente mediante esta técnica, como la fractura-compresión humeral de Hill-Sachs (H-S) que afecta la cara posterosuperior de la cabeza humeral y se relaciona con el impacto sobre del borde anteroinferior de la glena siguiente a la dislocación anterior del hombro. En el ultrasonido, la lesión H-S aparece como una escotadura localizada de la superficie articular generalmente rellena de líquido y cubierta por la porción anterior del tendón del músculo infraespinoso (34-36). Los datos ecográficos se correlacionan bien con los encontrados en las tomografías computadas o artrotomografías en cuanto a la evaluación de la presencia y el tamaño de la lesión (34,35). De la misma manera, la lesión conocida como Hill-Sachs invertida (o fractura de McLaughlin) afecta la cara anterior de la cabeza y se debe a la dislocación posterior del hombro. El mecanismo patogénico de esta lesión es similar al de la fractura de H-S, que es el impacto de la superficie anterior de la cabeza contra el borde posterior de la glena. Estas fracturas no son difícilmente observadas en la práctica clínica y son bien evaluadas a través de imágenes axiales oblicuas obtenidas sobre la cara postero-lateral de la cabeza rotada hacia adentro (lesiones de H-S) o mediante imágenes axiales obtenidas sobre la cabeza anterior extrarrotada. Debido a sus posibilidades tomográficas, el ultrasonido puede obtener imágenes de las dislocaciones o subluxaciones de las articulaciones. Mientras que las dislocaciones anteriores del hombro son fácilmente diagnosticadas a través del examen físico y las radiografías convencionales, las

dislocaciones posteriores pueden no detectarse en cerca del 50% de los pacientes. En estos pacientes el dolor crónico y la rigidez así como la enfermedad degenerativa secundaria siguen a la dislocación no reducida. El ultrasonido ha demostrado ser una técnica de imágenes eficiente para detectar las dislocaciones posteriores del hombro (37). Esta condición puede reconocerse por imágenes axiales anteriores y posteriores sobre la base de un desplazamiento de la cabeza redondeada con respecto al extremo de la apófisis coracoide o el borde glenoideo posterior respectivamente (37).. Otra dislocación que puede no ser reconocida mediante el examen estándar pero sí por el ultrasonido es la dislocación de hueso semilunar de la muñeca. En la artritis reumatoidea el ultrasonido puede mostrar las erosiones marginales en forma efectiva, localizadas en el nivel de las áreas intraarticulares desprovistas o vacías (38-41). A nivel de la articulación metacarpofalángica un defecto dorsal sobre los huesos del metacarpo es un hallazgo normal y no debe confundirse con una erosión patológica. La diferenciación entre las dos condiciones puede realizarse basándose en los bordes más regulares y en punta de los defectos normales. Las erosiones se asocian mayormente con el pannus y habitualmente este puede verse llenándolos en forma parcial o completa. La posibilidad de diagnosticar desgarros meniscales con el ultrasonido es tema de debate. Aunque algunos autores informaron sensibilidad y especificidad altas para diagnosticar rupturas meniscales, existe consenso general de que son necesarios más experiencia y nuevos estudios realizados a doble ciego para proponer a la ecografía como técnica de rutina para su evaluación. Por el contrario, la ecografía es una modalidad bien reconocida y efectiva para diagnosticar quistes meniscales (42,43).. Ya que estos quistes siempre se asocian con desgarros de los meniscos, su detección permite el diagnóstico de rotura de meniscos. Estos quistes aparecen como lesiones expansibles localizadas cerca del espacio articular femorotibial y muestran típicamente bordes regulares y ecoestructura interna mixta con áreas hipo y anecoicas (figura 6).

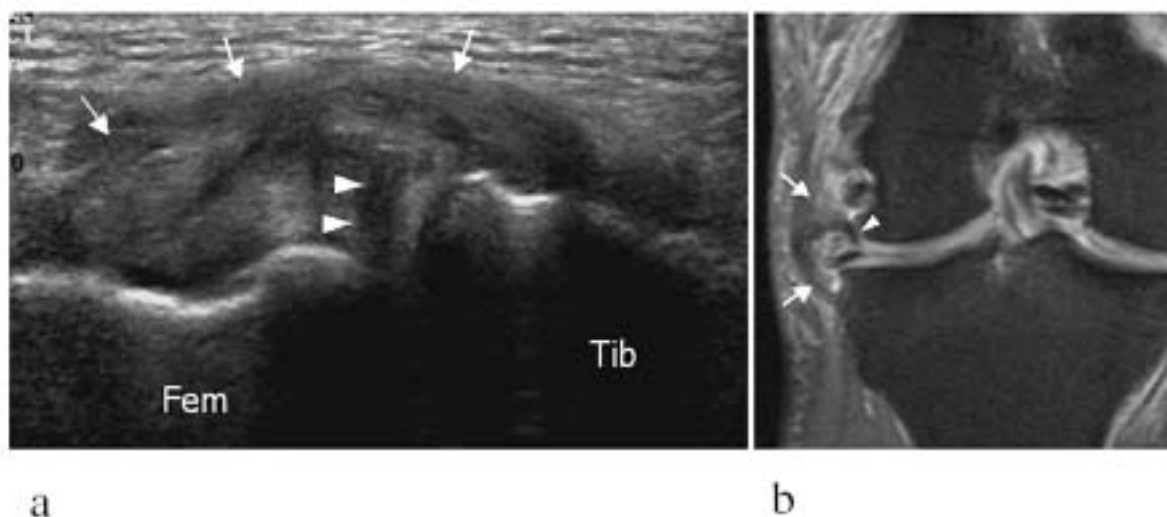


Figura 6. (a) Imagen coronal obtenida en el nivel de la cara lateral de la rodilla en un paciente con un quiste meniscal. El ultrasonido muestra la extrusión del cuerpo meniscal. El menisco presenta un desgarramiento oblicuo degenerativo interno (puntas de flecha). El quiste meniscal se evidencia como una masa hipo-hiperecoica adyacente al menisco (flechas). Fem=fémur, Tib=tibia. (b) La imagen de la resonancia magnética con densidad de protones y saturación de grasa confirma la presencia del quiste (flechas) así como el desgarramiento meniscal (puntas de flecha).

Se debe prestar atención al evaluar quistes internos ya que se pueden expandir a distancias considerables del espacio articular debido a pedículos largos que los conectan con los meniscos. Recientemente se informó la apariencia ultrasonográfica de los osículos o huesecillos (44), que son vestigios remanentes localizados generalmente dentro del cuerno posterior del menisco medial y pueden ser clínicamente sintomáticos (45,46). La ecografía los visualiza como estructuras intrameniscales regulares e hiperecogénicas. Clínicamente, el ultrasonido es útil ya que puede demostrar la localización intrameniscal de los huesecillos, fácilmente visualizables mediante radiografías estándar, y ayudan a excluir la presencia de cuerpos sueltos (44). Algunos artículos informaron la utilidad del ultrasonido en la detección de patologías del labrum en la inestabilidad del hombro anterior (15,47,48). La evaluación de los desgarramientos labrales requieren una sonda de 5 MHz dada la localización profunda de este fibrocartilago. Se examina al paciente habitualmente en posición supina con el brazo superior abducido a 90° y rotado externamente. Los barridos axiales son así obtenidos sobre la cara anterior del hombro con utilización de una zona focal profunda

apropiada. En relación con los meniscos de la rodilla, la degeneración del fibrocartilago del labrum glenoideo puede conducir a la formación de quistes mucosos (49) . Los quistes paraglenoideos generalmente provienen de fisuras superiores y posteriores del labrum (lesiones LSAP), que usualmente son pequeñas en tamaño pero clínicamente evidentes debido a la compresión de estructuras nerviosas (50- 52) (figura 7).

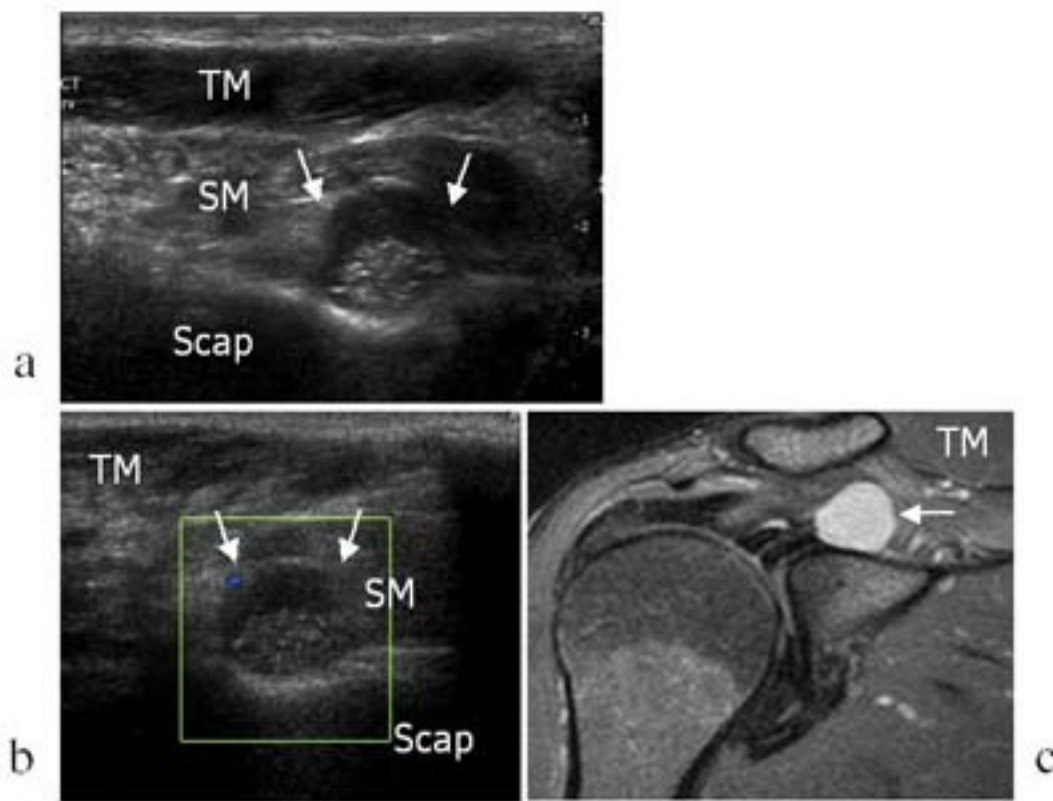
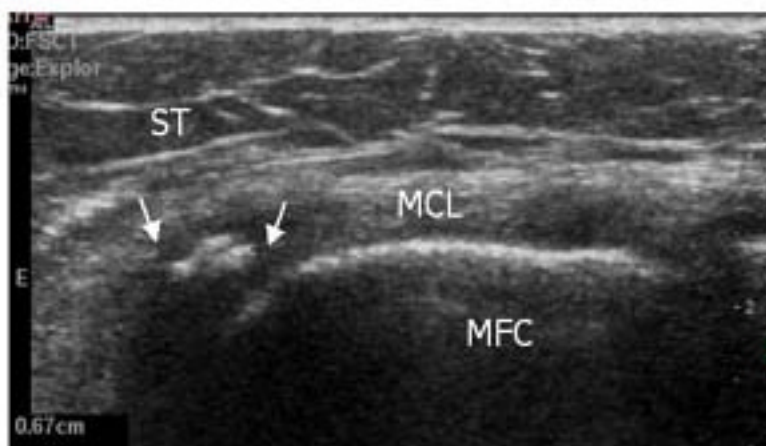


Figura 7. (a) Imagen sagital y (b) imagen Doppler Color obtenidos sobre la fosa supraescapular en un paciente con un ganglio espinoglenoideo. El ultrasonido muestra el ganglion (flechas) como una masa de ecotextura mixta localizada dentro del músculo supraespinoso (SM). No se visualizan señales de flujo interno en el Doppler Color. Notar la apariencia normal del músculo trapecio (TM). Scap=escápula. La imagen de resonancia magnética coronal y oblicua con densidad de protones y saturación de grasa confirma los datos aportados por el ultrasonido al mostrar el ganglio como una lesión hiperintensa bien delimitada (flecha).

Los nervios supraescapulares se originan del plexo braquial y llegan a la fosa supraespinosa a través de la incisura espino-glenoidea. Luego de dejar ramas colaterales motoras para el supraespinoso se dirige posteriormente para entrar en la fosa infraespinosa recorriendo la incisura espino-glenoidea. El nervio supraescapular se puede lesionar a nivel de la incisura de la escápula o escotadura coracoidea con paresia resultante de los músculos supraescapular e infraespinoso. Por otro lado, los ganglios que se desarrollan a nivel de la escotadura coracoidea pueden comprimir al nervio infraescapular con parálisis resultante limitada al músculo infraespinoso. Ya que los hallazgos clínicos del dolor de hombros pobremente localizado y la hipotrofia muscular periarticular son inespecíficos y pueden imitar la rotura del manguito de los rotadores, el examen de las incisuras debe realizarse en todos los pacientes con dolor de hombros. Algunos autores han informado hallazgos ultrasonográficos en trozos del fibrocartilago triangular de la muñeca (16) . En casos patológicos comprobados en forma artrográfica, estos desgarros se vieron como áreas localizadas hipoecoicas o como un afinamiento focal (menor de 2.5 mm). Los autores informaron una sensibilidad de 68.4% y una especificidad de 96.4%. Nosotros hemos hallado dificultosa la evaluación precisa del grosor de los fibrocartilagos triangulares en casos normales y patológicos. Ya que el TF, al menos en nuestra experiencia, aparece como una estructura hipoecoica, hemos tenido limitaciones para detectar desgarros. Más aún, la ecografía parece inadecuada para la diferenciación de lesiones traumáticas y degenerativas que pueden tener tanto consecuencias médico-legales como terapéuticas. Aunque los resultados de algunos grupos de autores son prometedores, nosotros creemos que se deben realizar esfuerzos adicionales para evaluar el papel exacto del ultrasonido en la evaluación de las lesiones del FT. En condiciones normales, la *cápsula articular* se fusiona con los tejidos paraarticulares que los rodean y no puede detectarse mediante

ultrasonografía. Los pocos informes que tratan de la apariencia ecográfica de la capsulitis adhesiva del hombro requieren confirmaciones posteriores. Los desgarros de los *ligamentos* son bien demostrados por la ecografía particularmente a nivel de la rodilla y del tobillo (53) . Un desgarro parcial ligamentario aparece como hinchazón e hipogenicidad. En los desgarros completos agudos, los extremos del ligamento pueden detectarse rodeados por una colección líquida que se relaciona con el hematoma (54). Las calcificaciones ligamentarias son halladas principalmente en los desgarros crónicos. Un ejemplo característico típico es el síndrome de Pellegrini-Stieda, donde se encuentra una calcificación lineal a nivel del extremo proximal del ligamento medial colateral de la rodilla y aparece como una estructura curvilínea hiperecoica (figura 8). Otros ligamentos que pueden evaluarse mediante la ecografía son el ligamento ulnar colateral del codo y el ligamento ulnar colateral de la articulación metacarpofalángica del dedo pulgar (55). Debido a la proximidad con la cápsula articular y la posición profunda los ligamentos glenohumerales anteriores, generalmente lesionados en la inestabilidad del hombro, no pueden ser evaluados en forma



precisa mediante ecografía.

Figura 8. Imagen coronal obtenida sobre la cara medial de la rodilla en un paciente con historia previa de torcedura. En el nivel de la porción más craneal del ligamento colateral medial (MCL) una imagen hiperecoica (flecha) con sombra posterior representa una calcificación ligamentaria (lesión de Pellegrini-Stieda) secundaria a un desgarro parcial del componente superficial del ligamento. El ultrasonido permite una detección precisa y la medida de la calcificación (calibradores). ST=tejido subcutáneo, MFC=cóndilo femoral medial.

Aunque la ecografía puede permite la demostración del desplazamiento de las *almohadillas adiposas* por un derrame intraarticular, esto tiene poco valor clínico ya que el derrame en sí mismo se detecta generalmente sin dificultades. La artritis crónica puede conducir a la hipertrofia de la *membrana sinovial* (pannus)(56) . En estos casos la sinovial hipertrófica (pannus) aparece como una masa hipoecoica frondosa que puede encontrarse en la periferia del espacio articular. En los casos más severos el pannus puede proyectarse dentro de la cavidad o llenar completamente el espacio articular. La compresión de los recesos sinoviales mediante la sonda puede ayudar en la diferenciación de un derrame ecogénico del pannus que llena el espacio articular. En la primera situación, el líquido es fácilmente desplazado mediante la presión firme aplicada a través del transductor mientras que en el pannus esto es menos evidente. En los casos dudosos, la ecografía Doppler color puede mostrar signos vasculares dentro de la sinovial inflamada. Sin embargo un pannus fibroso no puede mostrar señales de flujo (figura 9).

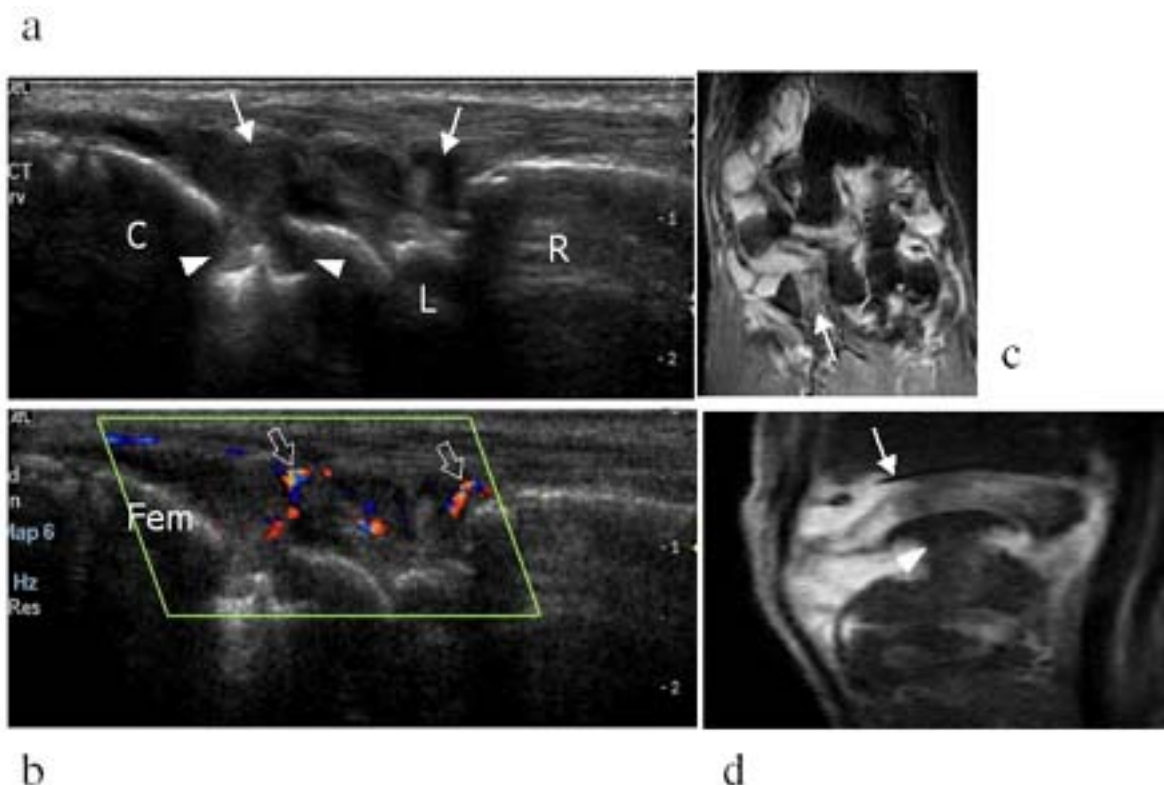


Figura 9. Imágenes sagitales (a) y sagitales Doppler Color obtenidos sobre la cara dorsal de la muñeca en un paciente que padece de artritis reumatoidea. El ultrasonido muestra la presencia de derrame e hipertrofia sinovial a nivel de las articulaciones radiocarpales y mediocarpales (flechas). Una erosión en la cara dorsal del hueso capitatum se hace también evidente. Notar el incremento en la señal Doppler color que consiste en un pannus agudo e hipervascular (flechas vacías). Las imágenes coronales (c) y sagitales (d) por resonancia magnética con señal T1 luego de la administración de gadolinio confirman la presencia de las erosiones óseas (punta de flecha) y el refuerzo del pannus (flechas). R=radio, L=lunar, C=capitatum

El Doppler color puede ser útil en el monitoreo de la respuesta a la terapéutica. En la osteocondromatosis el ultrasonido puede detectar la hipertrofia de la membrana sinovial así como la intrasinovial cartilaginosa y focos óseos como estructuras hipoeoicas e hiperecoicas con sombra posterior (57), respectivamente. El aumento patológico del *líquido sinovial intraarticular* se puede demostrar en forma precisa en casi todas las articulaciones periféricas. Dependiendo de la constitución del fluido, la ecografía puede presentarlo como anecoico (*líquido mecánico o inflamatorio*), hiperecoico (derrame sanguinolento) o líquidos que contienen puntos hiperecoicos densos y detritus (*líquido infectado*). Sin embargo, debe puntualizarse que la diferenciación precisa del tipo de fluido no puede lograrse basándose solo en la ecografía, por lo que se requiere una punción articular, eventualmente guiada mediante ecografía, y examen del líquido. La demostración de derrames intraarticulares en una única articulación es una indicación definida de punción para análisis del líquido y cultivo. El ultrasonido puede diferenciar la hipertrofia de la membrana sinovial del líquido y puede ser útil como guía en tiempo real para la punción con aguja. Puede hallarse tejido adiposo proveniente de la médula amarilla epifisaria mezclado con sangre dentro de la cavidad articular luego de fracturas intraarticulares. Esta patología llamada lipoheamartrosis puede ser detectada mediante técnicas por imágenes y es un indicador útil de una lesión más seria en presencia de radiografías normales estándares. Su demostración requiere de proyecciones radiológicas adicionales para descartar fractura intraarticular. Clásicamente, la demostración de lipoheamartrosis se basa en la realización de radiografías en posición supina que muestran el nivel de la sangre y el recubrimiento graso. No obstante, las radiografías, debido a limitaciones técnicas, no puede mostrar el nivel en algunas articulaciones (cadera, hombro, etc.). La demostración de lipoheamartrosis puede hacerse directamente mediante ultrasonido (59). El examen puede realizarse en forma más cómoda con el paciente recostado sobre la cama sin necesidad de cambiar la posición de la articulación afectada. El ultrasonido muestra una capa de grasa hiperecoica cubriendo a una capa delgada anecoica relacionada con el suero y los eritrocitos hipoeoicos (59). Los cuerpos intraarticulares sueltos (CIS) son fragmentos condrales u osteocondrales localizados dentro de la cavidad articular que pueden provenir principalmente de

fracturas de la superficie articular, osteoartritis, osteocondromatosis o enfermedad neuropática de las articulaciones. Estos cuerpos pueden causar bloqueo de la articulación y cambios degenerativos tempranos. La ecografía los muestra como estructuras hiperecoicas con sombra posterior variable (figura 10).

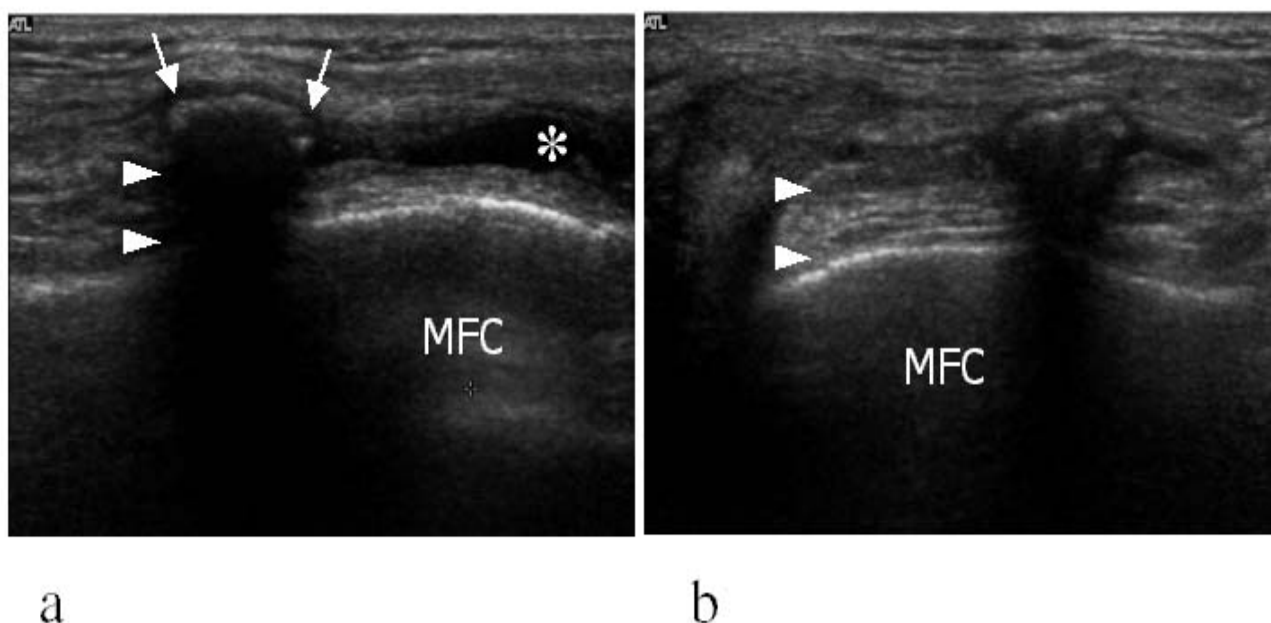


Figura 10. Imágenes axiales y sin compresión (a) y con compresión (b) obtenidas sobre la cara medial de la rodilla en un paciente con un cuerpo suelto intraarticular calcificado. El fragmento óseo aparece como una estructura (flechas) hiperecoica, redondeada, con sombra posterior (puntas de flecha). El cuerpo suelto aparece localizado dentro del receso suprapatelar medial. En (a) notar el derrame anecoico (asterisco) que no es detectable una vez que se aplica presión con el transductor.

Los fragmentos osteocondrales pueden visualizarse como lesiones hiperecoicas (componente óseo) cubiertas por una capa hipo-anecoica que representa al cartílago. Adicionalmente, cuando el fragmento queda en un nicho relleno por líquido, una línea adicional hiperecoica se puede detectar en la interfase entre el cartílago del derrame sinovial. La demostración de líquido rodeando los fragmentos y de su movilidad intraarticular inducida por los movimientos de la articulación o presión aplicada con la sonda son pruebas diagnósticas definitivas. La utilidad principal del ultrasonido en este campo es la posibilidad de probar la localización intraarticular de una estructura cálcica demostrada mediante radiografías estándares y para excluir una calcificación paraarticular (60). La ecografía puede demostrar cambios patológicos de la *bursa paraarticular*. En la bursitis aguda se puede demostrar una cantidad variable de líquido interno asociada con engrosamiento de la pared o sin el mismo (figura 11 a). Los quistes de Baker son causados por la distensión de la bursa sinovial semimembranoso-gastrocnemius, localizada en la cara medial del espacio poplíteo, y en los adultos casi siempre se comunica con la articulación femorotibial. La bursa progresivamente se agranda debido a un mecanismo univalvular que permite el pasaje de líquido sólo desde la cavidad articular. En sinovitis crónicas como la artritis reumatoidea la bursa puede llenarse parcialmente de pannus que pueda mostrar hiperemia en la evaluación Doppler color (figuras 11 b y c). En la bursitis crónica, la cantidad de líquido se reduce mientras que la pared aparece frecuentemente engrosada. Al igual que en los derrames articulares, habitualmente se necesita la punción con aguja si se sospecha infección de acuerdo con los hallazgos clínicos.

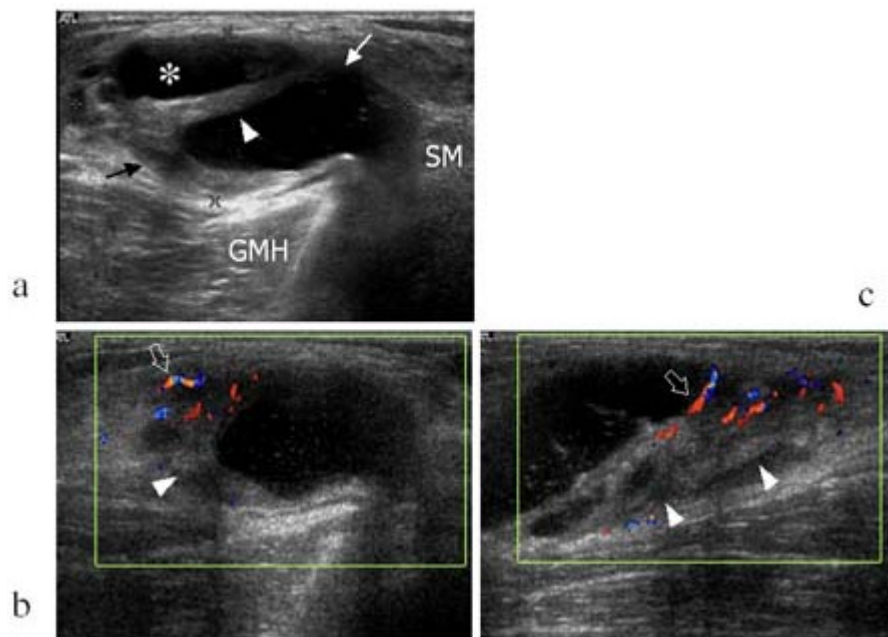


Figura 11. Imágenes axial (a), Doppler Color axial (b) y sagital (c) obtenidas sobre la cara medial del espacio poplíteo en un paciente con enfermedad degenerativa de la rodilla de larga data. Las imágenes evidencian la presencia de un quiste de Baker localizado a nivel de la bolsa sinovial gastrocnemius-semimembranoso, entre la cabeza medial del gastrocnemius (GMH) y el tendón del músculo semimembranoso (SM). El quiste presenta septos internos y un engrosamiento evidente de la pared anterior (puntas de flecha). Dentro de la pared las señales de flujo son evidentes en el Doppler-color (flechas vacías)

BIBLIOGRAFÍA

1. Bianchi S, Martinoli C, Zamorani, Valle. Ultrasound of joints. *Eur Radiology* 12 :56- 61. 2002
2. Bianchi S, Martinoli C, Abdelwahab IF. High resolution ultrasound of the hand and wrist. Review article. *Skeletal Radiol* 28:121-129, 1999
3. Martinoli C, Bianchi S, Giovagnorio . Ultrasound of the elbow. *Skeletal Radiol* (2001) 30: 605-614
4. Alasaarela E, Tervinene O, Takalo R, et al (1997) Ultrasound evaluation of the acromioclavicular joint. *J Rheumatology* 24:1959-1963
5. Bouffard JA, Lee SM, Dhanju J (2000) Ultrasonography of the shoulder. *Semin Ultrasound CT MR* 21:164-91
6. Friedman L, Finlay K, Jurriaans E (2001) Ultrasound of the knee. *Skeletal Radiol* 30:361-377
7. Martinoli C, Bianchi S, Valle, Zamorani Ultrasound of tendons and nerves. *Eur Radiology* 12 :44-55, 2002
8. Aisen AM, McCune WJ, MacGuire A et al (1984) Sonographic evaluation of the cartilage of the knee. *Radiology* 153:781-4
9. Martino F, De Serio A, Macarini L, et al. (1998) Ultrasonography versus computed tomography in evaluation of the femoral trochlear groove morphology: a pilot study on healthy, young volunteers. *Eur Radiol* 8:244-7
10. Grassi W, Lamanna G, Farina A, et al. (1999) Sonographic imaging of normal and osteoarthritic cartilage. *Semin Arthritis Rheum* 28:398-40
11. Iagnocco A, Coari G, Zoppini A (1992) Sonographic evaluation of femoral condylar cartilage in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol* 21:201-3
12. Nietosvaara Y, Aalto K. (1997) The cartilaginous femoral sulcus in children with patellar dislocation: an ultrasonographic study. *J Pediatr Orthop*; 17:50-3
13. Gerngross H, Sohn C (1992) Ultrasound scanning for the diagnosis of meniscal lesions of the knee joint. *Arthroscopy* 8:105-10
14. Schydrowsky P, Strandberg C, Galatius S et al (1998) Ultrasonographic examination of the glenoid labrum of healthy volunteers. *Eur J Ultrasound* 8:85-9
15. Rasmussen OS, Knudsen PR., Suder P et al (1995) Sonographic evaluation of the glenoid labrum : correlation with arthroscopy. *J Ultrasound Med* 4 (S):41
16. Chiou HJ, Chang CY, Chou YH, Hsu CC, Jim YF, Teng MM. Triangular fibrocartilage of wrist: presentation on high resolution ultrasonography. *J Ultrasound Med.* 1998;17:41-8.
17. Lee JI, Song IS, Jung YB, et al. (1996) Medial collateral ligament injuries of the knee: ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med* 15:621-5
18. De Flaviis L, Nessi R, Leonardi M, et al. (1988) Dynamic ultrasonography of capsulo- ligamentous knee joint traumas. *J Clin Ultrasound* 16:487-92.
19. Cho KH, Lee DC, Chhem RK et al 2001 Normal and acutely torn posterior cruciate ligament of the knee at US evaluation: preliminary experience. *Radiology* 219:375-80
20. Miller TT. 2002 Sonography of injury of the posterior cruciate ligament of the knee *Skeletal Radiol Mar*;31(3):149-54
21. Mathieu P, Wybier M, Busson J, et al. (1997) The medial collateral ligament of the knee. *Ann Radiol* 40:176-81
22. Brasseur JL, Luzzati A, Lazennec JY et al (1994) Ultrasono-anatomy of the ankle ligaments. *Surg Radiol Anat* 16:87-91

23. Morvan G, Mathieu P, Busson J, Wybier M. (2000) Ultrasonography of tendons and ligaments of foot and ankle. *J Radiol* 81:361-80
24. Bianchi S, Zwass A, Abdelwahab IF, et al: Diagnosis of tears of the quadriceps tendon of the knee: value of sonography. *AJR* 162:1137, 1994
25. Ferrara MA, Marcellis S. Ultrasound of the elbow. *J Belge Radiol* 80: 122-123, 1997.
26. Miles KA, Lamont AC. Ultrasonic demonstration of the elbow fat pad. *Clinical Radiolog* 40: 602-604, 1989.
27. Bianchi S, Martinoli C. Ultrasound of loose bodies. *Radiol Clin North Am* 37: (July) 679-690, 1999
28. Martinoli C, Bianchi S, Derchi L.E. Ultrasound of tendon and nerves. *Radiol Clin North Am* 37: (July) 691-711, 1999
29. Silvestri E, Martinoli C, Derchi LE, et al: Echotexture of peripheral nerves: correlation between US and histologic findings and criteria to differentiate tendons. *Radiology* 197:291, 1995
30. Fornage BD (1987) The hypoechoic normal tendon. A pitfall. *J Ultrasound Med* 6:19- 22.
31. Kellner H, Zoller W, Herzer P. Ultrasound findings in chondrocalcinosis. *Z Rheumatol* 1990; 49: 147-150.
32. Coari G, Iagnocco A, Zoppini A (1995) Chondrocalcinosis: sonographic study of the knee. *Clin Rheumatol* 14:511-4
33. Takahara M, Shundo M, Kondo M, Suzuki K, Nambu T, Ogino T. Early detection of osteochondritis dissecans of the capitellum in young baseball players. Reports of three cases. *J Bone Joint Surg Am* 80: 892-897, 1998.
34. Farin PU, Kaukanen E, Jaroma H, Harju A, Vaatainen U. Hill-Sachs lesion: sonographic detection. *Skeletal Radiol.* 1996; 25:559-62.
35. Pancione L, Gatti G, Mecozzi B (1997) Diagnosis of Hill-Sachs lesion of the shoulder. Comparison between ultrasonography and arthro-CT. *Acta Radiol* 38:523-6
36. Cacak N, Bilic R, Delimar D (1998) Hill-Sachs lesion in recurrent shoulder dislocation : sonographic detection . *J Ultrasound Med* 17:557-560
37. Bianchi S, Zwass A, Abdelwahab IF Sonographic evaluation of posterior instability and dislocation of the shoulder: prospective study. *J Ultrasound Med* 13:389-393, 1994
38. Backhaus M, Kamradt T, Sandrock D et al (1999) Arthritis of the finger joints. A comprehensive approach comparing conventional radiography, scintigraphy, ultrasound, and contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum* 42: 1232-1245
39. Grassi W, Tittarelli E, Blasetti P et al (1995) Finger tendon involvement in rheumatoid arthritis. Evaluation with high-frequency sonography. *Arthritis Rheum* 38: 786-794
40. Fornage BD (1989) Soft tissue changes in the hand in rheumatoid arthritis: evaluation with US. *Radiology* 173: 735-737
41. Klausner A, Frauscher F, Schirmer M et al (2002) The value of contrast-enhanced color Doppler ultrasound in the detection of vascularization of finger joints in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 46: 647-653
42. Peetrans P, Allaer D, Jeanmart L (1990) Cysts of the semilunar cartilages of the knee: a new approach by ultrasound imaging. A study of six cases and review of the literature. *J Ultrasound Med* 9:333-7.
43. Rutten MJ, Collins JM, van Kampen A, et al. (1998) Meniscal cysts: detection with high-resolution sonography. *AJR* 171:491-6.
44. Martinoli C, Bianchi S, Spadola L, et al. (2000) Multimodality imaging assessment of meniscal ossicle. *Skeletal Radiol.* 29:481-4.
45. Glass RS, Barnes WM, Kells DU et al (1975) Ossicle of the knee menisci. Report of seven cases. *Clin. Orthop* 111: 163-171
46. Schnarkowski P, Tirman PF, Fuchigami K et al (1995). Meniscal ossicle: radiographic and MR imaging findings. *Radiology* 196: 47-50
47. Hammar MV, Wintzell GB, Astrom KG, Larsson S, Elvin A. Role of us in the preoperative evaluation of patients with anterior shoulder instability. *Radiology.* 2001 ;219:29-34.
48. Schydrowsky P, Strandberg C, Galbo H, Krogsgaard M, Jorgensen U. The value of ultrasonography in the diagnosis of labral lesions in patients with anterior shoulder dislocation. *Eur J Ultrasound.* 1998; 8:107-13.
49. Fehrman DA, Orwin JF, Jennings RM (1995) Suprascapular nerve entrapment by ganglion cysts: A report of six cases with arthroscopic findings and review of literature. *J of Arthroscopic and Related Surgery* 11:727-734
50. Martinoli C, Bianchi S, Gandolfo N, Valle M, Simonetti S, Derchi LE. Ultrasound of nerve entrapments in osteofibrous tunnels. *RadioGraphics* 20: 199-217, 2000.
51. Hashimoto BE, Hayes AS, Ager JD: Sonographic diagnosis and treatment of ganglion cysts causing suprascapular nerve entrapment. *J Ultrasound Med* 13:671, 1994
52. Takagishi K, Maeda K, Ikeda T et al (1991) Ganglion causing paralysis of the suprascapular nerve. Diagnosis by MRI and ultrasonography. *Acta Orthop Scand* 62:391- 3
53. Jacobson JA, van Holsbeeck MT. Musculoskeletal ultrasonography. *Orthop Clin North Am* 29: 135-167, 1998.
54. Campbell DG, Menz A, Isaacs J (1994) Dynamic ankle ultrasonography. A new imaging technique for acute ankle ligament injuries. *Am J Sports Med* 22:855-8
55. Noszian IM, Dinkhauser LM, Orthner E, Straub GM, Csanady M. Ulnar collateral ligament: differentiation of displaced and nondisplaced tears with US. *Radiology* 1995; 194: 61-63.
56. Lund PJ, Heikal A, Maricic MJ, Krupinski EA, Williams CS. Ultrasonographic imaging of the hand and wrist in rheumatoid arthritis. *Skeletal Radiol* 1995; 24: 591-596.
57. Pai VR, van Holsbeeck M. Synovial osteochondromatosis of the hip: role of sonography. *J Clin Ultrasound.* 1995; 23:199-203.
58. Roy S, Dewitz A, Paul I (1999) Ultrasound-assisted ankle arthrocentesis *Am J Emerg Med* 17:300-1
59. Bianchi S, Zwass A, Abdelwahab IF, et al. (1995) Sonographic evaluation of lipohemarthrosis: clinical and in vitro study. *J Ultrasound Med* 14:279-82
60. Bianchi S, Martinoli C. Detection of loose bodies in joints. *Radiol Clin North Am* 37: 679-690, 2000.

● ABSORCIOMETRÍA DE RAYOS X DE ENERGÍA DUAL (DXA): GUÍA COMPLETA PARA LA INTERPRETACIÓN Y EL ANÁLISIS DE LOS EXÁMENES

Columnista Experto de SIIC

Dra. Stavroula J. Theodorou

Radiólogo, especializado en Radiología Musculoesquelética. Departamento de Radiología, Escuela de Medicina, UCSD

Introducción

La osteoporosis es la patología metabólica ósea más común, en la cual el diagnóstico precoz y preciso es de la mayor importancia (1-13). La absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) se ha transformado en la técnica densitométrica más moderna para la determinación no invasiva de la densidad mineral ósea (DMO) y el diagnóstico de osteoporosis. En los EE.UU., aproximadamente el 80% de las DXA miden DMO en la columna anteroposterior, 10% a 15% en el fémur proximal y 5% en cuerpo total, columna lateral o antebrazo (14). Como muchos otros exámenes diagnósticos, las DXA deberían ser cuidadosamente evaluadas por parte del médico y el técnico radiólogo que las interpretan en busca de anomalías que puedan afectar las mediciones de DMO (12,13). En la práctica clínica, es muy importante el reconocimiento de los diversos defectos de imagen y procesos patológicos que pueden influir sobre los resultados de la DMO, para lograr la interpretación óptima de la DXA. Nosotros presentamos las fuentes más comunes de error que pueden encontrarse en los exámenes rutinarios efectuados en la columna y la cadera (los sitios más comúnmente evaluados) por DXA, con el fin familiarizar a los médicos y los técnicos radiólogos con los hallazgos que desvían los resultados del estándar normal, y que pueden requerir un enfoque especial en cuanto al posicionamiento del paciente y el análisis y/o interpretación del estudio. Las imágenes de las DXA aquí presentadas fueron obtenidas con un sistema Lunar DPX (Lunar, Madison, Wisconsin). Sin embargo, en estos casos ilustrativos se abordaron y analizaron los hallazgos imagenológicos incidentales y los obstáculos más comunes, independientemente del equipo utilizado.

Regiones de interés y posicionamiento del paciente

El correcto posicionamiento del paciente y la adecuada colocación de las regiones de interés son fundamentales para la precisa y reproducible adquisición y análisis de los exámenes, especialmente si los pacientes serán seguidos mediante DXA. La experiencia en la operación del equipo, la conciencia de las dificultades técnicas encontradas en la adquisición de las imágenes y su análisis, y el conocimiento del rango de variaciones anatómicas pueden eliminar los errores operador-dependientes en las mediciones, contribuir a mejorar la calidad y asegurar la consistencia de los datos adquiridos. Dado que los movimientos del paciente pueden afectar las mediciones del contenido mineral óseo (15), es importante que el técnico explique los requerimientos técnicos al paciente y que el paciente permanezca quieto en una posición conveniente dentro del equipo. La presencia de tejidos blandos adecuados, adyacentes a las estructuras óseas a ser evaluadas, permite la fácil identificación de los bordes óseos, y debería ser cuidadosamente determinada por el operador. Por ejemplo, los exámenes efectuados en la cadera de un paciente muy delgado podrían requerir la utilización de un recubrimiento adicional sobre esta región que contenga material de relleno equivalente a tejido blando (por ejemplo, arroz). Los exámenes postero-antteriores de la columna pueden ser llevados a cabo con el paciente yaciendo en decúbito supino en la mesa de imágenes. El paciente es ubicado en la mitad de la mesa del equipo, con su columna derecha y paralelo al eje longitudinal de la mesa. Las piernas del paciente son elevadas mediante una cuña de espuma para minimizar la lordosis espinal, incrementando los espacios intervertebrales. La correcta determinación de los niveles vertebrales de la columna y la precisa colocación de las regiones de interés podrían evitar mediciones incorrectas de la DMO. La adquisición de las imágenes comienza desde un punto ubicado 2.5-5 cm (1-2 pulgadas) por debajo del margen anterior de la cresta ilíaca (ambas crestas ilíacas deberían ser visualizadas), y termina justo por encima de la punta de la apófisis xifoides. Si la vértebra L1 ha de ser incluida en el análisis de DMO, el examen debería terminar aproximadamente 4 cm (1.5 pulgadas) por encima de la punta del esternón. Así, el examen debería iniciarse en la mitad de la vértebra L5 y concluir

en la mitad de la vértebra T12. Dado que en los pacientes con cifosis torácica el esternón se encuentra más próximo a la pelvis, el examen debería iniciarse 2.5-5 cm (1-2 pulgadas) más arriba sobre el esternón. A medida que el estudio progresa y la imagen es gradualmente mostrada en el monitor, el operador debería controlar, y de ser necesario ajustar, la colocación de los marcadores de las regiones de interés. En los pacientes con escoliosis espinal se recomienda el uso del software para escoliosis provisto por el fabricante, el cual permite la colocación de regiones de interés no rectangulares, con líneas no horizontales, para la mejor definición de los espacios discales intervertebrales (figura 1).

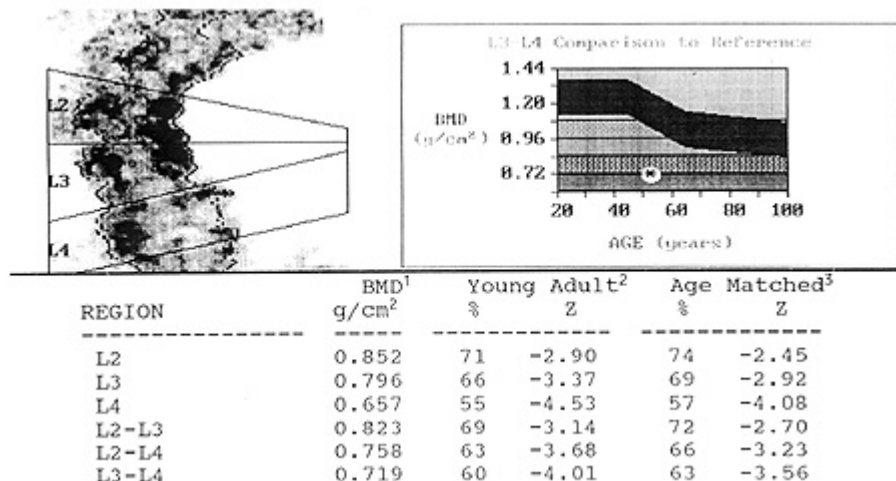


Figura 1. Examen por absorciometría de rayos X de energía dual de la columna lumbar de una mujer de 53 años de edad, la cual muestra cifoescoliosis grave y fracturas compresivas de las vértebras L2 y L4, y cambios degenerativos asociados en varios niveles. Nótese que las apófisis espinosas no se encuentran centradas, que el hueso muestra apariencia densa en el lado cóncavo de la columna, y que las placas terminales vertebrales no horizontales no son claramente visibles. Este examen fue analizado utilizando el software para escoliosis, el cual permite que los espacios vertebrales se marquen con líneas no horizontales. En este caso se recomienda el examen de un sitio esquelético alternativo, tal como la cadera proximal o un sitio periférico.

En aquellos pacientes con fusión espinal (por ejemplo, espondilitis anquilosante), la colocación de las regiones de interés puede ser difícil, derivando en mediciones imprecisas de la DMO. En pacientes ancianos con cambios degenerativos espinales prominentes, la inclusión de las anomalías escleróticas en las regiones de interés podría incrementar falsamente las mediciones de la DMO. El examen lateral por DXA de la columna lumbar permitiría excluir los cambios degenerativos de las regiones de interés. Pese a que son infrecuentes las anomalías de la cadera que pueden aumentar falsamente las mediciones de la DMO cuando son incluidas en las regiones de interés, las determinaciones puedan ser afectadas por el posicionamiento inadecuado del paciente o la incorrecta colocación de las regiones de interés. Al momento de la evaluación de la cadera, ésta es posicionada en rotación interna, colocando la diáfisis femoral en forma recta; el examen comienza distal al isquion, y finaliza proximal al trocánter mayor. El área evaluada debería incluir la cabeza femoral completa, el trocánter mayor y el límite proximal de la diáfisis femoral, al menos 2.5 cm (1 pulgada) por debajo del trocánter menor. Al analizar los estudios de la cadera, es importante que la región de interés del cuello femoral no incluya el trocánter mayor ni el isquion. El software para DXA puede compensar las variantes anatómicas del cuello femoral y los tejidos blandos adyacentes; sin embargo, la estandarización de la rotación interna (25°-30°) de la extremidad inferior es esencial para minimizar la variabilidad de las mediciones.

Aspectos problemáticos que pueden provocar mediciones falsas de la DMO

Los equipos para DXA de tercera generación se caracterizan por su resolución mejorada, casi radiográfica. El software para DXA no puede diferenciar entre hueso y otros materiales altamente atenuantes, o estructuras calcificadas extrañas dentro de las regiones de interés, las cuales pueden aumentar falsamente los valores obtenidos respecto de la DMO. Por este motivo, todos los elementos metálicos son cuidadosamente removidos de las vestimentas del paciente para evitar defectos imagenológicos que puedan alterar las mediciones de la DMO. En aquellos pacientes con prótesis espinales ortopédicas o con reemplazo de cadera, la utilización de dichos dispositivos ortopédicos impide la correcta evaluación de la densidad ósea (figura 2).

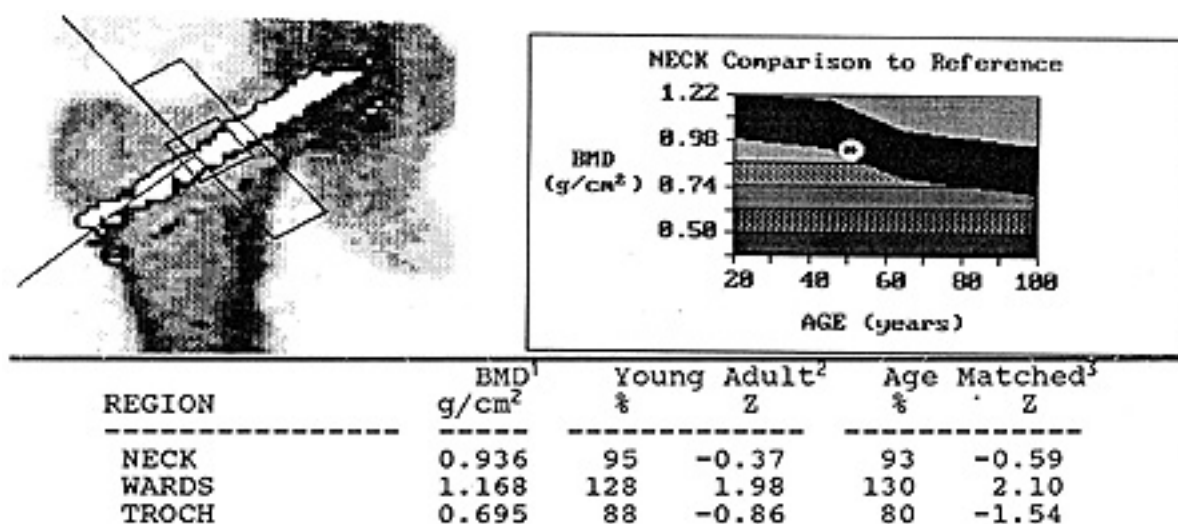
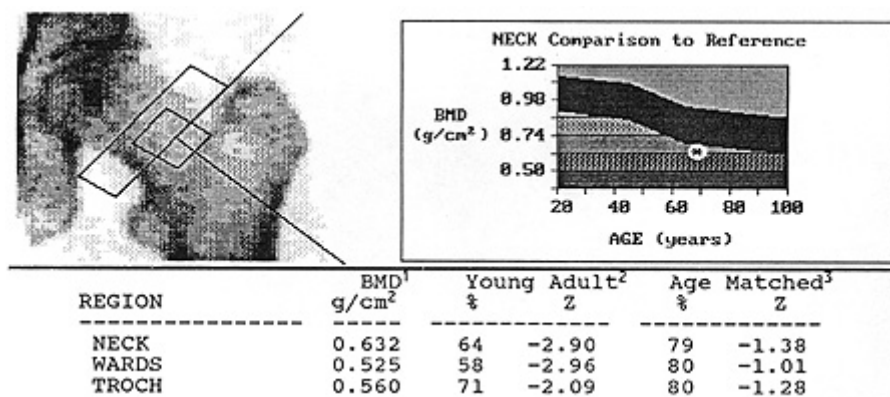


Figura 2. Examen por absorciometría de rayos X de energía dual de la cadera derecha de una mujer de 51 años de edad, el cual muestra una prótesis de fijación interna atravesando el fémur proximal, a lo largo del eje del cuello femoral. Dado que la prótesis de fijación interfiere con la medición de densidad mineral ósea, debería seleccionarse la cadera contralateral u otro sitio esquelético para el examen.

En estos casos, debería elegirse otro sitio para el examen. Las fracturas, las lesiones metastásicas, las calcificaciones aórticas, las prótesis ortopédicas, los implantes espinales, las laminectomías, la escoliosis o las enfermedades degenerativas deberían ser identificados antes de efectuar el examen por DXA. Para ello se requiere típicamente el reposicionamiento de las regiones de interés a fin de excluir las áreas anómalas del examen, o la evaluación de un sitio esquelético alternativo. Es claro, sin embargo, que las imágenes por DXA no tienen la calidad diagnóstica de las radiografías, y no deberían ser utilizadas como sustitutos de ellas para excluir o confirmar una anomalía. Pese a que en general no es necesario efectuar rutinariamente radiografías convencionales como parte de los exámenes por DXA, la cuidadosa evaluación de las radiografías disponibles antes de efectuar el examen por DXA sería muy conveniente. En la columna lumbar, el estrechamiento de los espacios discales intervertebrales, la esclerosis ósea subcondral, la osteoartritis de las facetas y los osteofitos pueden producir aumento espurio de las medidas de DMO. Por ese motivo, los niveles degenerativos espinales deberían ser cuidadosamente identificados y excluidos del análisis. La correlación de los hallazgos con las radiografías disponibles de la columna podría contribuir al análisis de las imágenes. Más aún, el examen lateral de la columna lumbar podría permitir eliminar los cambios degenerativos que afectan las articulaciones de las facetas de las regiones de interés (16). En cuanto a la DXA, las fracturas por compresión acaecidas por cambios degenerativos pueden ser identificadas tanto por inspección visual de las imágenes generadas como por los valores no uniformes de DMO obtenidos entre vértebras (figura 1). Se requiere prestar especial atención cuando los valores individuales de DMO no se incrementan desde la vértebra L1 hasta la L3. Del mismo modo, el desplazamiento desde el L3 hasta L4 debería producir valores de DMO constantes o levemente disminuidos. En presencia de fracturas vertebrales, los valores de DMO pueden ser mayores, iguales o menores que los de otros niveles espinales (17). Las facturas por compresión se manifiestan típicamente como disminución de la altura de los cuerpos vertebrales y aumento espurio de la DMO. La osteoartritis, la enfermedad de Paget, las fracturas, las calcificaciones vasculares, las tendinitis calcificadas y la enostosis (isla ósea) se encuentran entre las anomalías que pueden influir sobre las mediciones de DMO en la cadera, si son incluidas en las regiones de interés. La identificación de estas patologías dentro de las regiones de interés debería promover la exclusión de las mismas del análisis, seleccionando otras regiones de interés o sitios esqueléticos alternativos. Sin embargo, ciertas patologías tales como la necrosis avascular de la cabeza femoral y la displasia de cadera vinculada al desarrollo pueden no requerir el reposicionamiento de las regiones de interés o ni mediciones en otros sitios, ya que estas patologías no son incluidas habitualmente en la región de interés del



cuello femoral (figura 3).

Figura 3. Examen por absorciometría de rayos X de energía dual de la cadera izquierda de una mujer de 69 años, la cual había recibido tratamiento con corticoides, que muestra creciente esclerosis y aplanamiento de la porción de la cabeza femoral que soporta el peso corporal, así como cambios degenerativos sobregregados compatibles con osteonecrosis.

Comentarios finales

El óptimo desempeño de los exámenes por DXA requiere operadores habilidosos y bien entrenados, familiarizados con los aspectos técnicos del examen y sus complejidades. Los médicos que interpretan e informan los estudios de densitometría ósea deben poseer suficiente experiencia en la comprensión de las enfermedades óseas/metabólicas y la osteoporosis, puesto que esto les permitirá efectuar un análisis preciso y clínicamente útil de los datos. Las radiografías simples de la columna o la cadera pueden complementar a la DXA, quizá con datos adicionales de importancia clínica. Dado que los radiólogos y otros clínicos que solicitan exámenes por DXA podrían poseer limitada experiencia en cuanto a interpretación de estos estudios, se exponen aquí las fuentes de error habitualmente encontradas durante la adquisición de las imágenes y el análisis de las mismas. El estudio de los casos aquí ilustrados puede contribuir a la adquisición de más experiencia por parte del médico y el técnico en cuanto a la aplicación y limitaciones de la DXA, tal como se la emplea para evaluación de la DMO y la osteoporosis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Consensus Development Conference: Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993; 94: 646-650
2. Theodorou SJ, Theodorou DJ, Sartoris DJ. Osteoporosis and fractures: The size of the problem. *Hosp Med* 2003; 64 (2): 87-91
3. Theodorou SJ, Theodorou DJ, Sartoris DJ. Evaluation of osteoporosis in orthopedic practice: A review of current diagnostic modalities. *Am J Orthop* 2003; 32(4): 178-188
4. Chrischilles E, Butler C, Davis C, Wallace R. A model of the lifetime osteoporosis impact. *Arch Intern Med* 1991; 151: 2026-2032
5. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Sartoris DJ. Osteoporosis: Prevention and diagnostic work-up. *Hosp Med* 2002; 63(7): 396-400
6. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Sartoris DJ. Imaging modalities in the assessment of osteoporosis. *Comp Ther* 2002; 28(4): 189-199
7. Praemer A, Furner S, Rice D. Musculoskeletal conditions in the United States. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992
8. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Sartoris DJ. Treatment of osteoporosis: Current status and recent advances. *Comp Ther* 2002; 28 (2): 109-122
9. U.S. Congress Office of Technology Assessment. Hip fracture outcomes in people age 50 and over: Background paper. OTA-BP-H-120. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1994, 95 pp
10. Theodorou SJ, Theodorou DJ, Sartoris DJ. Osteoporosis: A global assessment of clinical and imaging features. *Orthopedics* (in press)
11. U.S. Congress Office of Technology Assessment. Effectiveness and Costs of Osteoporosis Screening and Hormone Replacement Therapy, Vol II: Evidence on Benefits, Risks and Costs, OTA-BP-H-144. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, August 1995

12. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Sartoris DJ. Dual-energy X-ray absorptiometry in diagnosis of osteoporosis: Basic principles, indications, and scan interpretation. *Comp Ther* 2002; 28(3): 190-200
13. Theodorou DJ, Theodorou SJ. Dual-energy X-Ray absorptiometry in clinical practice: Application and interpretation of scans beyond the numbers. *Clin Imaging* 2002; 26 (1): 43-49
14. Mazess R. Dual-energy X-ray absorptiometry for the management of bone disease. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 1995; 6: 507-537
15. Cawkwell G. Movement artifact and dual X-ray absorptiometry. *J Clin Densitom* 1998; 1: 141-147
16. Staron RB, Greenspan R, Miller TT, Bilezikian JP, Shane E, Haramati N. Computerized bone densitometric analysis: operator-dependent errors. *Radiology* 1999; 211: 467-470
17. Ryan P, Evans P, Blake G, Fogelman I. The effect of vertebral collapse on spinal bone mineral density measurements in osteoporosis. *Bone Miner* 1992; 18: 267-272

Trabajos Distinguidos, Serie Osteoporosis y Osteopatías Médicas, integra el Programa SIIC de Educación Médica Continua