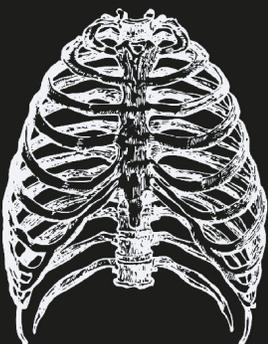




FUNDAMENTOS RADIOLOGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN



1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir

Lcdo. Mendel Arnaldo Steinzappir Navia. MGS.

Lcda. Karen katuska Ruiz Basurto. MGS.

Génessis Melissa Ruiz Basurto. MI.

Lcda. Andrea Elizabeth Cedeño Muñoz. MGS.

Dr. Frank Omar Sánchez Cubarrubia. Esp.

Lcda. Laura Liseth Rodríguez Piguave

Lcda. Chiquito Bravo Gema Melissa

Lcda. Zoila Alejandra Rezabala Alarcón

Lcdo. José Antonio Macías Intriago. MGS.

Lcda. Ana Cristina Pallasco Maisincho

EDICIONES **MAWIL**

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir

AUTORES

INVESTIGADORES

Lcdo. Mendel Arnaldo Steinzappir Navia. MGS.

Licenciado en especialización de radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;

Diplomado en ecografía general “Centro Universitario de
Alta Especialización Lima- Perú”; Diplomado en Bioética y Mala Praxis
Médica “Universidad San Luis Gonzaga de Ica”;

Maestría en Medicina Humana con mención en Ecografía
“Universidad San Luis Gonzaga de Ica”;

Médico Interno General “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Centro Radiológico “STEINAVIA”;

✉ arnold.msn@hotmail.com

Lcda. Karen katuska Ruiz Basurto. MGS.

Licenciada en especialización de radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;

Diplomado en Ecografía General
“Centro Universitario de Alta Especialización Lima- Perú”;
Diplomado en Bioética y Mala Praxis Médica
“Universidad San Luis Gonzaga de Ica”;

Maestría en Medicina Humana con mención en Ecografía “Universi-
dad San Luis Gonzaga de Ica”; Centro Radiológico “STEINAVIA”;

✉ karenruizbasurt@gmail.com

Génessis Melissa Ruiz Basurto. MI.

Médico Interno General;
Universidad Técnica de Manabí “Portoviejo”;
✉ genesismelissaruiz@gmail.com

Lcda. Andrea Elizabeth Cedeño Muñoz. MGS.

Licenciada en Especialización de Radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Diplomado en Ecografía general “Centro Universitario de
Alta Especialización Lima- Perú”;
Diplomado en Bioética y Mala Praxis Médica
“Universidad San Luis Gonzaga de Ica”;
Maestría en medicina humana con mención en ecografía
“Universidad San Luis Gonzaga de Ica”; Centro Radiológico
“Dr. Hernán Cedeño”;
✉ andreacedeno@hotmail.es

Dr. Frank Omar Sánchez Cubarrubia. Esp.

Odontología “Universidad Nacional Experimental de los
Llanos Centrales Rómulo Gallegos”; Implantodontólogo
“Universidad Central de Venezuela”; Eurodent Clínica Odontológica;
✉ sanchezcubarrubia@gmail.com

Lcda. Laura Liseth Rodríguez Piguave

Licenciada en Especialización de Radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Hospital básico de Balzar;
✉ lrodriguezpczs5@gmail.com

Lcda. Chiquito Bravo Gema Melissa

Licenciada en Especialización de Radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Hospital Básico Playas;
✉ meluangel2015@gmail.com

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Lcda. Zoila Alejandra Rezabala Alarcón

Licenciada en Especialización de Radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta;
 zoila_rezabala94@hotmail.com

Lcdo. José Antonio Macías Intriago. MGS.

Licenciado en Especialización de Radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Maestría en Gestión de los Servicios de la Salud; Centro de Salud
Tipo C Ciudad Victoria;
 antoniomaciasmanta@gmail.com

Lcda. Ana Cristina Pallasco Maisincho

Licenciada en Especialización de Radiología e Imagenología
“Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”;
Hospital General Latacunga;
 cristinapallasco@gmail.com

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir

REVISORES

ACADÉMICOS

Yanetzi Loimig Arteaga Yánez

PhD en Ciencias de la Educación;
Magíster en Cuidado Integral al Adulto Críticamente Enfermo;
Especialista en Enfermería Perioperatoria;
Licenciada en Enfermería;
Coordinadora de la Carrera de Enfermería de la
Universidad Metropolitana; Guayaquil, Ecuador;

✉ yanetziarteaga@gmail.com;

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-1004-255X>

Neris Marina Ortega Guevara

Especialista en el Fenómeno de las Drogas;
Especialista en Enfermería Perioperatoria;
Máster en Enfermería Médico Quirúrgico, mención
Cuidado Crítico del Adulto;
Doctora en Enfermería, Salud y Cuidado Humano;
Licenciada en Enfermería; Profesor Titular Principal I;
Carrera Enfermería de la Universidad Metropolitana;
Guayaquil, Ecuador;

✉ nortega@umet.edu.ec;

🆔 <https://orcid.org/0000-0001-5643-5925>

Catalogación Bibliográfica

AUTORES:

Lcdo. Mendel Arnaldo Steinzappir Navia. MGS.
Lcda. Karen katuska Ruiz Basurto. MGS.
Génessis Melissa Ruiz Basurto. MI.
Lcda. Andrea Elizabeth Cedeño Muñoz. MGS.
Dr. Frank Omar Sánchez Cubarrubia. Esp.
Lcda. Laura Liseth Rodríguez Piguave
Lcda. Chiquito Bravo Gema Melissa
Lcda. Zoila Alejandra Rezabala Alarcón
Lcdo. José Antonio Macías Intriago. MGS.
Lcda. Ana Cristina Pallasco Maisincho

Título: Fundamentos radiológicos y proyecciones de diagnóstico por imagen

Descriptores: Radiología, Imágenes, Diagnóstico.

Código UNESCO: 3201.11 Radiología

Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 610.73069/ST823

Área: Ciencias Médicas

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-602-50-3

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2023

Ciudad, País: Quito, Ecuador

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 552

DOI: <https://doi.org/10.26820/978-9942-602-50-3>



Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico. **Fundamentos radiológicos y proyecciones de diagnóstico por imagen**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

Director Académico: PhD. Jose María Lalama Aguirre

Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

Diseñadora de Portada: Milagros Pesantes Celedonio

Editor de Arte y Diseño: Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz

Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir

COAUTORES



Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Cristhian Rubén Vallejo Zambrano MD.

MÉDICO – CIRUJANO. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. (ULEAM)
Vicepresidente Académico Nacional (ANAMER) 2019 – 2020.
Miembro del Colegio de Médico de Manabí.
Miembro del Departamento de Investigación y falla Cardíaca INCAP-CICCMA.
Cursa Estudio para posgrado (EEUU).
Cursa Maestría de Gerencia y Administración en Salud Hospitalaria.
Miembro de la Sociedad Europea de Cardiología.
Docente en Empresa Pública Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí “CENFOR”. (2017)
Cursos de la American Heart Association (BLS – ACLS - PALS).
Curso de Society of Critical Care Medicine (FCCS).
Cursos Internacionales: HARVARD MEDICAL SCHOOL, ST. GEORGE’S UNIVERSITY, JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, WORLD HEALTH ORGANIZATION.
Correo: mdcardiologycrvz@hotmail.com
Manta – Manabí – Ecuador.



Valentina Jaramillo Cabrera

Asesora Académica.
Traductora Inglés – Español.



Angie Maribel Ruiz Basurto

Licenciada en Enfermería
Hospital General Machala
angieruibasurto24@hotmail.com
Machala

Fundamentos Radiológicos y proyecciones de diagnóstico por imagen



Génesis Pamela Rivadeneira Pincay

Educación superior:
Licenciada en Especialización Radiología e Imagenología "U. Laica Eloy Alfaro de Manabí"
Lugar de trabajo: Centro Radiológico "STEINAVIA"
atricia25@hotmail.com
Manta – Manabí – Ecuador.



Mendel Enrique Steinzappir Navia

Auxiliar en Radiografía
Bachillerato: Colegio Nacional 5 de junio.
Lugar de trabajo: Centro Radiológico "STEINAVIA".
mendelsteinzappir@gmail.com
Manta – Manabí – Ecuador.



Karla Tatiana Carrillo Espinal

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ney Antonio Moreira Briones

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Víctor Josué Loor Moreira

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Bryan Paul Casanova Conforme

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.

Fundamentos Radiológicos y proyecciones de diagnóstico por imagen



María Elisa Moreira Macías

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Gisselle Elizabeth Moretta Romo

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Jailenne Odalys Cotera Pin

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Natali Xiomara Guevara Paz

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Rosa Tatiana Castillo Jima

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Melanie Valentina Mero Reinado

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.

Fundamentos Radiológicos y proyecciones de diagnóstico por imagen



Sebastián Elías Sabando Pita

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.



Gema Lisbeth Sánchez Intriago

Estudiante de Noveno semestre de la Facultad de Ciencias Médicas (ULEAM)
Manta – Manabí – Ecuador.

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir

DEDICATORIA





Dedicatoria

Dedico con todo corazón este libro a mis padres Vicente Mendel y María Cecilia por sus buenos ejemplos que nos enseñaron desde niños, cuento con la bendición de Dios que siempre está conmigo, me protege y me permite seguir por el camino correcto, mi Madre que siempre nos desea lo mejor, mi Padre que ya no nos acompaña, pero estoy seguro que desde el cielo nos esta iluminando en cada paso que demos. Siéntanse orgulloso por cada logro conquistado.

Lcdo. Mendel Steinzappir, Mgs

Agradecimiento

*Agradezco a dios, por darme la vida y guiar mi camino día a día.
A mi esposa Karen Ruiz por ocupar un espacio transcendental en mi vida y ser
partícipe de este encantador libro.
A mis colegas Autores que son partícipe de esta edición ejemplar, que han brindado un aporte de sus conocimientos.
"siempre que tengamos claro las metas propuesta, la perseverancia será la clave del éxito de todo lo que hagamos".
Lcdo. Mendel Steinzappir, Mgs.*

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir



Ecografía

1. Bases de la ecografía

Física de los ultrasonidos

Los ecógrafos o máquinas de ultrasonido médico generan ondas de ultrasonido y reciben los ecos reflejados. El modo de brillo (modo B) es el modo básico que se suele utilizar. El modo B proporciona una imagen bidimensional (2D) en blanco y negro que depende del sitio anatómico del corte ⁽¹⁾.

La impedancia acústica se define como la resistencia a la propagación de las ondas de ultrasonido. Cuando el material es más sólido, las partículas son más densas y las ondas ecográficas reflejarán más. El fluido transmite más ondas sonoras que el material sólido ⁽¹⁾.

Menos ondas de ultrasonido se reflejarán en los fluidos. Esto produce una imagen negra ecogénica. Las piedras y los huesos reflejan más ondas sonoras que fluidos y producen imágenes brillantes blancas. Dado que las ondas de ultrasonido no pueden transmitirse a través de piedras, se presentará una sombra acústica negra detrás de ellas (Ilustración 1). El aire es un fuerte reflector de haz de ultrasonido que dificulta la visualización de estructuras detrás de él ⁽¹⁾.

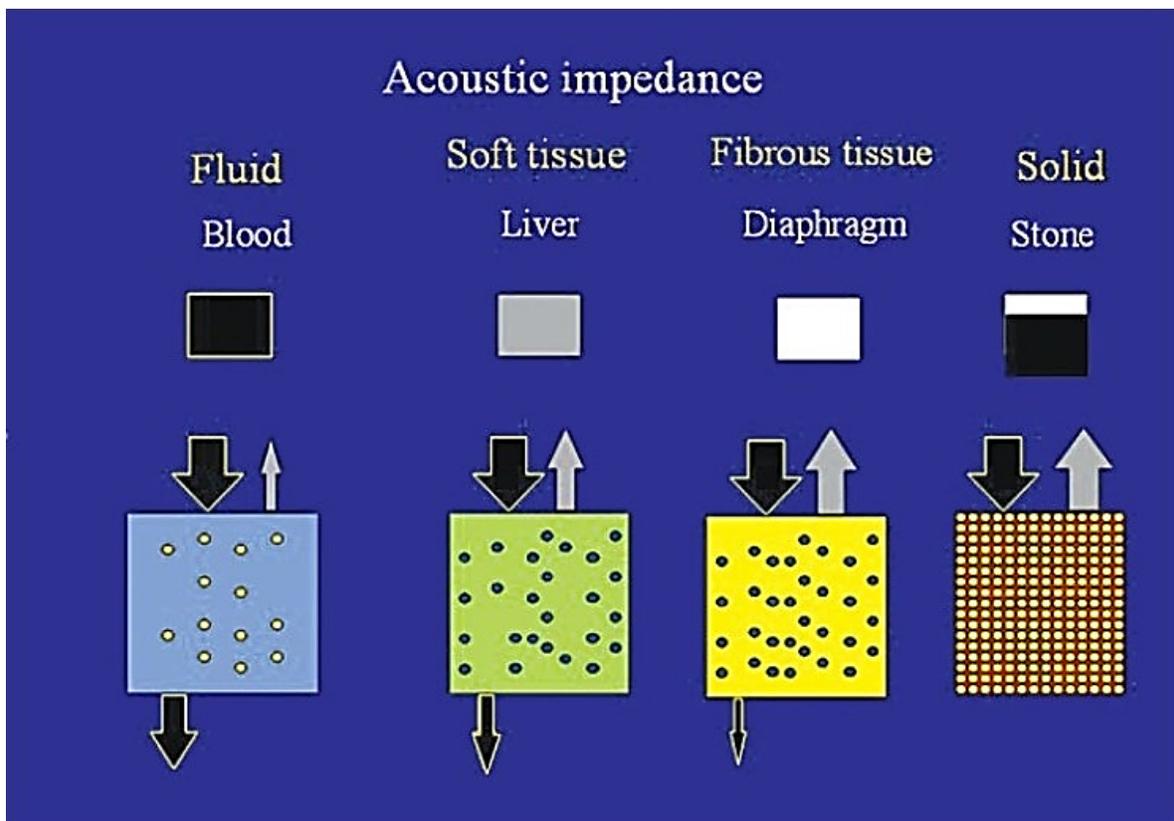


Ilustración 1. Los fluidos como la sangre transmiten ondas de ultrasonido y tienen un mínimo de ondas reflejadas. Esto produce una imagen negra ecogénica. Las piedras producen imágenes blancas con una sombra detrás de ellas. Los tejidos blandos como el hígado producen diferentes escalas de color gris ⁽¹⁾.

Fuente: Abu-Zidan, F. M., Hefny, A. F., & Corr, P. (2011). Clinical ultrasound physics. *Journal of emergencies, trauma, and shock*, 4(4), 501–503. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.86646>

Ciertos cristales producen una corriente eléctrica cuando se les aplica presión mecánica, como una onda de sonido. Este es el efecto piezoeléctrico. Por el contrario, cuando se aplica una corriente eléctrica a estos cristales, vibran y producen sonido. Este es el efecto piezoeléctrico inverso. Los cristales sintéticos, como el titanato de zirconato de plomo o la cerámica, se utilizan para producir y recibir ultrasonido ⁽²⁾.



Una máquina de ultrasonido produce un pulso corto de sonido de alta frecuencia y espera a que parte de ese sonido se refleje en los tejidos del campo de exploración (Ilustración 2). El pulso suele tener una duración de 2 a 4 ciclos ⁽²⁾.

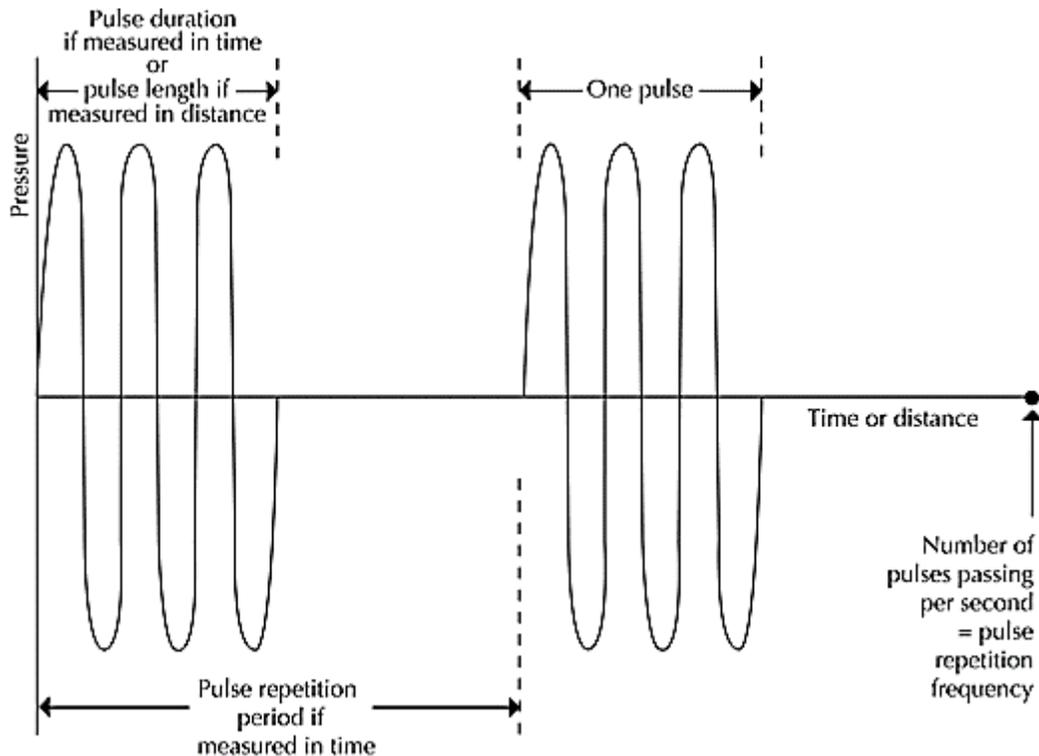


Ilustración 2. Pulsos de sonido. Durante el tiempo relativamente largo entre pulsos, la máquina escucha el retorno de los ecos ⁽²⁾.

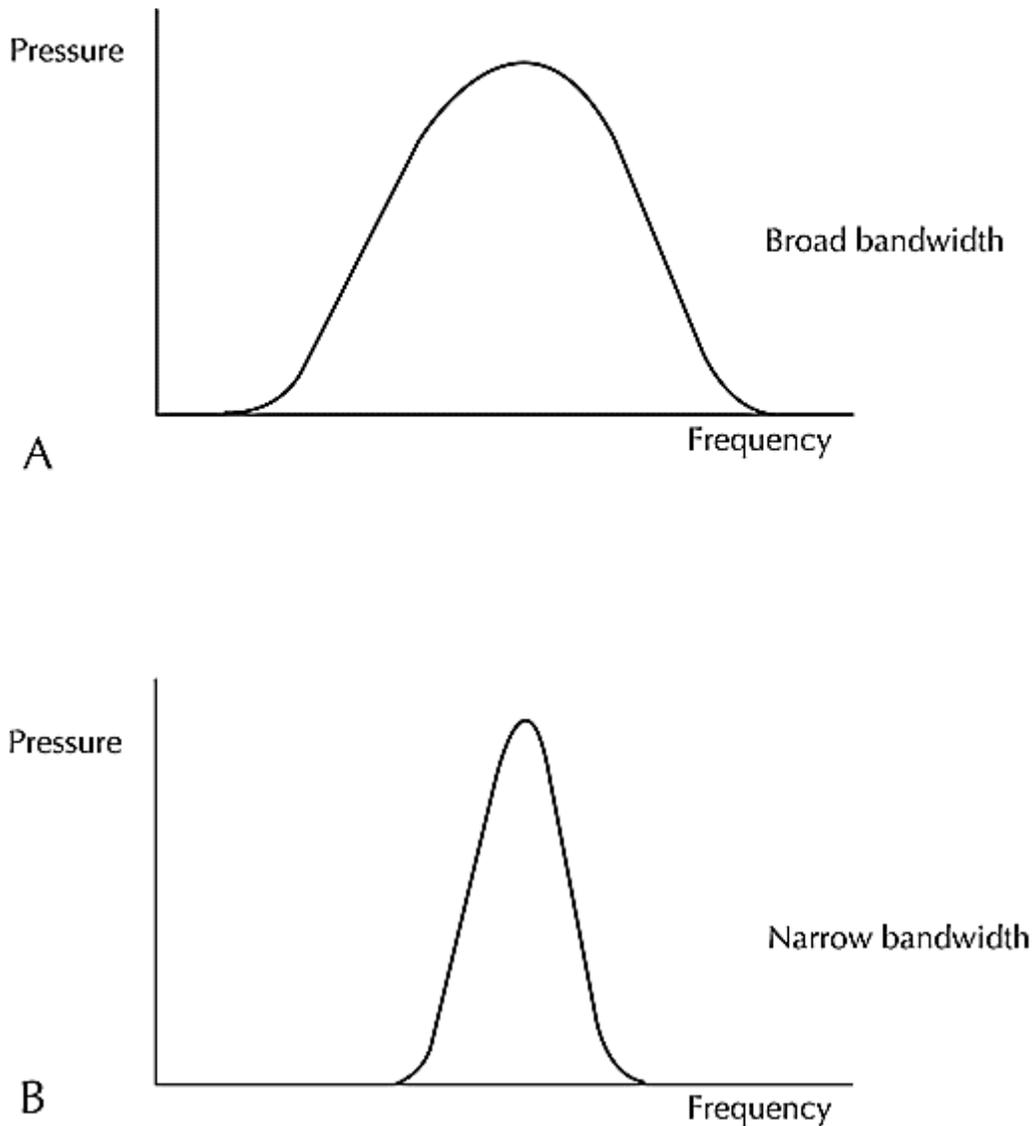
Lieu, D. (2010). Ultrasound physics and instrumentation for pathologists. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 134(10), 1541–1556. doi:10.5858/2009-0730-RA.1

El sonido producido por los cristales en un transductor no es de una sola frecuencia sino de una amplia banda de frecuencias distribuidas alrededor de la frecuencia resonante central. Un transductor de 10 MHz puede producir una banda de sonido de 8 a 12 MHz (Ilustración 3). Otro transductor de 10 MHz puede producir sonido de 7 a 13 MHz ⁽²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 3. El ultrasonido es una banda ancha de sonido centrada en una frecuencia resonante. Una banda ancha de sonido de un transductor A produce mejores imágenes que una banda estrecha de sonido de un transductor B ⁽²⁾.

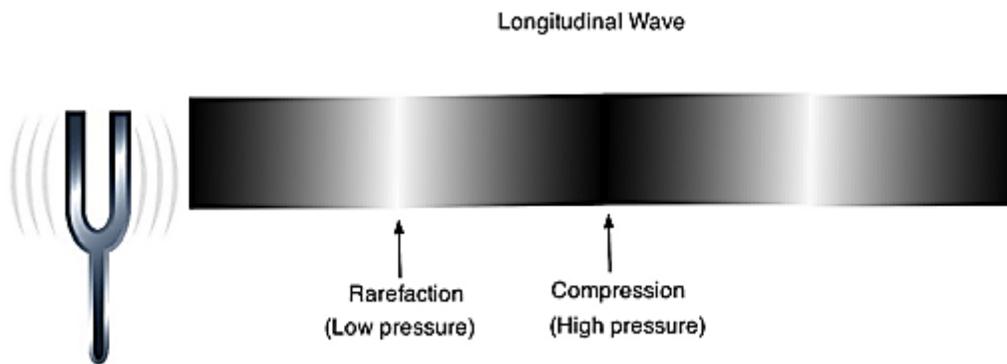


Fuente: Lieu, D. (2010). Ultrasound physics and instrumentation for pathologists. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 134(10), 1541–1556. doi:10.5858/2009-0730-RA.1



Las ondas de sonido rara vez tienen una sola frecuencia y generalmente se componen de múltiples frecuencias y estas ondas pueden interferir entre sí, puede tener zonas de alta presión o densidad y de baja presión o baja densidad. Las áreas de alta presión (compresión) son donde las ondas de sonido se comprimen juntas y las áreas de baja presión (rarefacción) son donde las ondas de sonido están espaciadas como se muestra en la ilustración 4 ⁽³⁾.

Ilustración 4. Ondas sonoras de áreas de alta presión (representadas por áreas negras) y de baja presión (representadas por áreas blancas) ⁽³⁾.



Fuente: Shriki J. (2014). Ultrasound physics. Critical care clinics, 30(1), 1–v. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.004>

Artefactos de ultrasonido

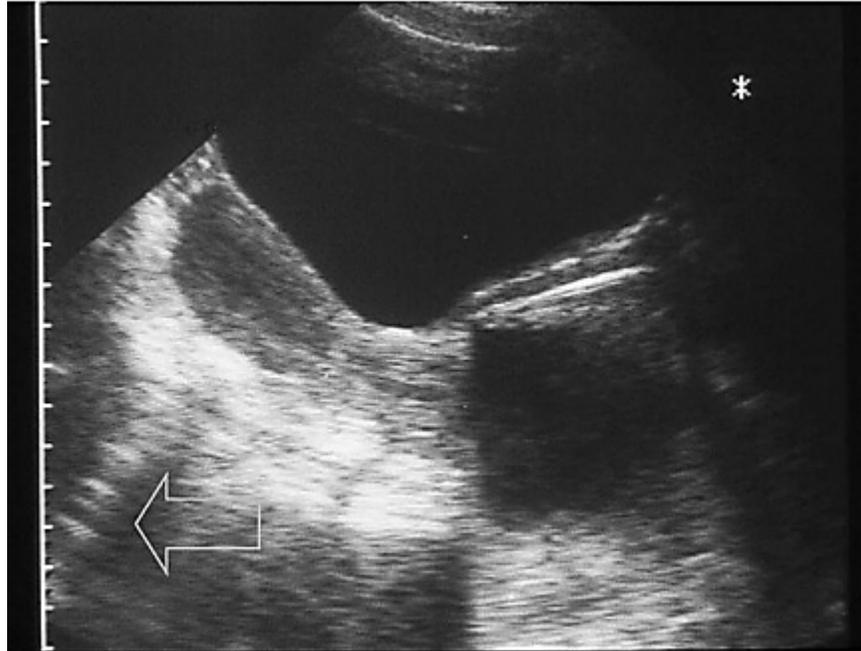
Son cualquier alteración que no represente una imagen real del área examinada. Reverberación: Los artefactos de reverberación aparecen como múltiples líneas igualmente espaciadas a lo largo de una línea de rayos. La reverberación es causada por el sonido que rebota de un lado a otro entre los límites del tejido y luego regresa al receptor, tal cual la ilustración 5 ⁽⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



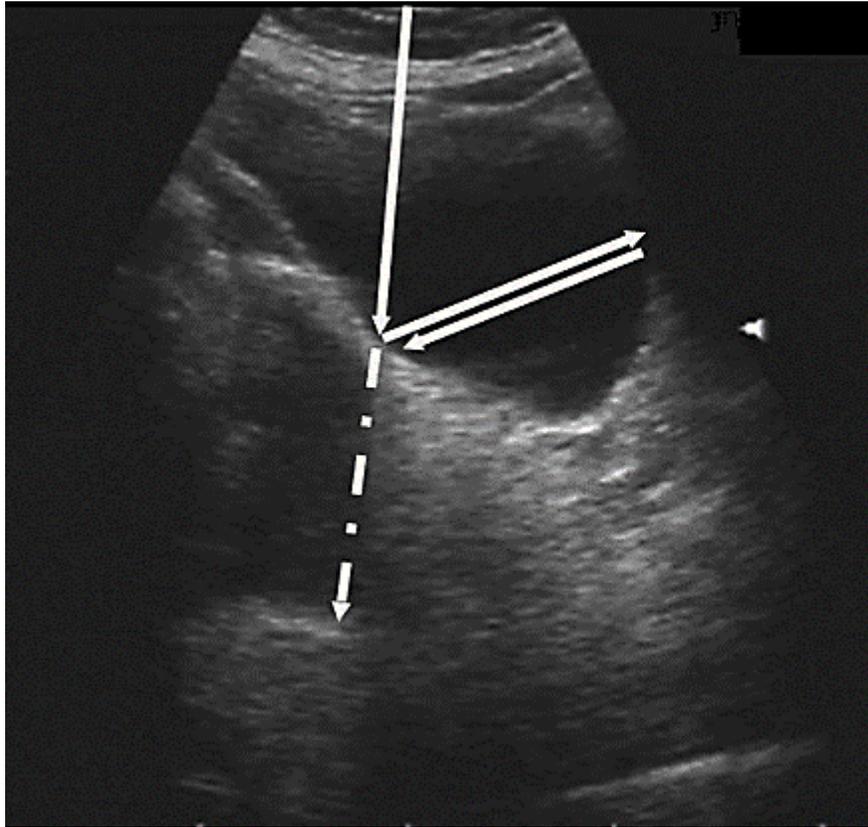
Ilustración 5. Ejemplo de artefacto de reverberación ⁽⁴⁾.



Fuente: Aldrich J. E. (2007). Basic physics of ultrasound imaging. Critical care medicine, 35(5 Suppl), S131–S137. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000260624.99430.22>

El sonido puede rebotar, como en la pared posterior de la vejiga, y volver a reflejarse en el transductor, lo que da la apariencia de una estructura profunda a la pared de la vejiga, como se vería con la acumulación de líquido como se ve en la imagen de la ilustración 6 ⁽⁴⁾.

Ilustración 6. Ejemplo de un artefacto de reflexión ⁽⁴⁾.



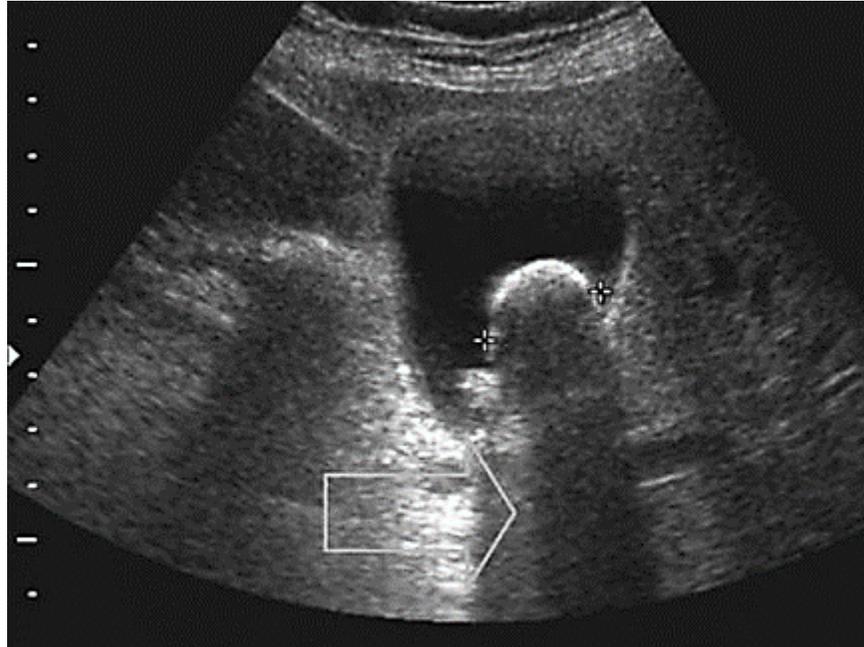
Fuente: Aldrich J. E. (2007). Basic physics of ultrasound imaging. Critical care medicine, 35(5 Suppl), S131–S137. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000260624.99430.22>

Atenuación. El tejido más profundo que los objetos fuertemente atenuantes, como la calcificación, aparece más oscuro porque la intensidad del haz transmitido es menor. En la ilustración 7 de la vesícula biliar del lado izquierdo se aprecia realce ⁽⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 7. Exploración de la vesícula biliar, el lado izquierdo muestra realce; el lado derecho muestra una disminución de la intensidad del haz debido a la atenuación en los cálculos biliares calcificados ⁽⁴⁾.



Fuente: Aldrich J. E. (2007). Basic physics of ultrasound imaging. Critical care medicine, 35(5 Suppl), S131–S137. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000260624.99430.22>

Ultrasonido Doppler

El Doppler se puede presentar de dos maneras. En el Doppler color, se muestra principalmente la dirección del flujo sanguíneo o el movimiento, con el flujo que se aleja de la sonda en color rojo y el flujo hacia la sonda en color azul ⁽⁴⁾.

Procedimientos ecoguiados

Acceso vascular, catéter venoso central y periférico: el uso de ultrasonido en el acceso vascular ayuda a visualizar las venas periféricas y centrales (Ilustración 8), evalúa la permeabilidad de los vasos para el acceso, permite la punción y canulación arterial guiada por ultrasonido y minimiza el número de intentos de acceso ⁽⁵⁾.



Ilustración 8. Evaluación ecográfica de la vena yugular interna. La imagen muestra la vena yugular interna y la arteria carótida en el eje corto axial ⁽⁵⁾.



Fuente: Sahlani, L., Thompson, L., Vira, A., y Panchal, A. (2016). Bed-side ultrasound procedures: musculoskeletal and non-musculoskeletal. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*, 42(2), 127–138. <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0539->

Toracocentesis: las indicaciones para la toracocentesis incluyen el drenaje de derrame pleural diagnóstico o terapéutico (Ilustración 9). Las complicaciones del procedimiento incluyen neumotórax, lesión del hígado o del bazo o hematoma. Se tiene acceso a la pleura ya sea para un procedimiento de intervención o para completar el drenaje ⁽⁵⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 9. Colección de líquido torácico. Se visualiza un derrame pleural antes de la toracocentesis ⁽⁵⁾.



Fuente: Sahlani, L., Thompson, L., Vira, A., y Panchal, A. (2016). Bed-side ultrasound procedures: musculoskeletal and non-musculoskeletal. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*, 42(2), 127–138. <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0539->

Propiedades acústicas de las microburbujas

Las pequeñas burbujas de gas (encapsuladas) en un medio de contraste reaccionan a un campo de presión oscilante externo con pulsaciones de volumen y la frecuencia emitida, el tamaño de la burbuja, y los efectos de propagación no lineal tienen una influencia que abrirá nuevas perspectivas en imagen y análisis para el diagnóstico médico ⁽⁶⁾.

El desarrollo de los agentes de contraste para ultrasonido comenzó hace aproximadamente 30 años en 1968, Gramiak y colaboradores observaron un aumento de los ecos de ultrasonido después de la inyección de pequeñas burbujas de gas libre ⁽⁶⁾.

Algunos autores refieren el mecanismo de destrucción de microburbujas donde dependiendo del agente, las altas presiones acústicas rompen la microburbuja y el gas contenido se libera al medio circundante, actuando como nuevas burbujas de gas libre que pueden ser detectadas y esto ayudaría en avances de la instrumentación de ultrasonido con mayor sensibilidad ⁽⁶⁾.

Ultrasonido en dermatología

Los tumores son generalmente eco-pobres. La mayoría de los tumores benignos de la piel tienen más ecos internos a diferencia del melanoma. Sin embargo, Gassenmaier et al. mostró una fuerte correlación ($r = 0,95$) entre las mediciones sonométricas e histológicas del grosor del tumor ⁽⁷⁾.

La ecografía dúplex (B-scan combinado con ultrasonido Doppler) podría tener buen potencial en ese sentido, particularmente en relación con la evaluación de los ganglios linfáticos ⁽⁷⁾.

Elastografía por ultrasonido

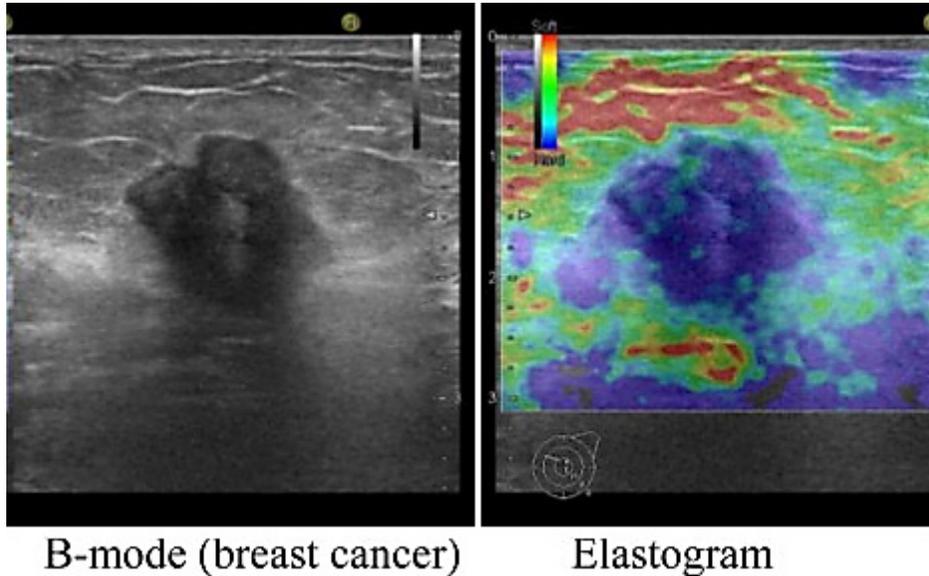
Las imágenes de ultrasonido de diagnóstico convencionales de anatomía revelan diferencias en las propiedades acústicas de los tejidos blandos (ecogenicidad y atenuación), mientras que las imágenes de elasticidad basadas en ultrasonido pueden revelar las diferencias en las propiedades elásticas de los tejidos blandos como elasticidad y viscosidad ⁽⁸⁾.

El beneficio de las imágenes de elasticidad radica en el hecho de que muchos tejidos blandos pueden compartir ecogenicidades ultrasónicas similares, pero pueden tener diferentes propiedades mecánicas que pueden usarse para visualizar claramente la anatomía normal y diferenciar lesiones patológicas como en la imagen ilustrativa ⁽⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 10. Deformación normalizada como la media dentro del ROI e imagen estable sin fluctuaciones en la intensidad de la compresión.⁽⁸⁾



Fuente: Shiina, T., Nightingale, K. R., Palmeri, M. L., Hall, T. J., Bamber, J. C., Barr, R. G., ... Kudo, M. (2015). WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 41(5), 1126-1147. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009

Ecografía Doppler fetal y umbilical en el embarazo normal

Debido a que hay a la incertidumbre de su uso en embarazos de alto riesgo se evalúa su valor como instrumento de cribado en todos los embarazos (Tabla 1), ya que existe la posibilidad de que se produzcan intervenciones innecesarias y efectos adversos. Aquí no se identificaron mejoras para el feto ni para la madre, pero se necesitan más datos revisados para probar beneficios de su uso⁽⁹⁾.

Tabla 1. Todos los ultrasonidos Doppler de rutina versus ningún ultrasonido Doppler ⁽⁹⁾.

Resultados	Riesgos comparativos ilustrativos * (95% CI)	Efecto relativo (95% CI)	Número de participantes (estudios)	Calidad de la evidencia (grado)	Comentarios
	Riesgo asumido	Riesgo correspondiente			
	Sin ultrasonido Doppler	Todos los ultrasonidos Doppler de rutina			
Muerte perinatal (mortinatos y muertes neonatales, incluidas las anomalías)	Población de estudio	RR 0.8 (0.35 a 1.83)	11183 (4 estudios)	⊕⊕⊕⊕ bajo ^{1,2}	
	9 por 1000	7 por 1000 (3 a 16)			
	Moderado				
	7 por 1000	6 por 1000 (2 a 13)			
Morbilidad neonatal grave	Población de estudio	RR 0.99 (0.06 a 15.75)	2016 (1 estudio)	⊕⊕⊕⊕ bajo ³	
	1 por 1000	1 por 1000 (0 a 16)			
	Moderado				
	1 por 1000	1 por 1000 (0 a 16)			
Nacimiento de muerte fetal: solo vasos fetales/umbilicales	Población de estudio	RR 0.34 (0.12 a 0.95)	6877 (2 estudios)	⊕⊕⊕⊕ moderado ⁴	Evidencia del resultado de muerte fetal se ha clasificado por separado según el subgrupo.
	4 por 1000	1 por 1000 (0 a 4)			
	Moderado				
	4 por 1000	1 por 1000 (0 a 4)			
Muerte fetal: vasos fetales/umbilicales + arteria uterina	Población de estudio	RR 1.41 (0.44 a 4.46)	5276 (2 estudios)	⊕⊕⊕⊕ bajo ^{2,5}	
	6 por 1000	9 por 1000 (3 a 27)			
	Moderado				

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

	6 por 1000	8 por 1000 (3 a 27)			
Cesárea (electiva y de emergencia)	Población de estudio	RR 0.98 (0.85 a 1.13)	6373 (2 estudios)	⊕⊕⊕⊕ alto	
	108 por 1000	106 por 1000 (92 a 122)			
	Moderado				
	102 por 1000	100 por 1000 (87 a 115)			
Nacimiento prematuro (antes de las 37 semanas))	Población de estudio	RR 1.02 (0.86 a 1.21)	12162 (4 estudios)	⊕⊕⊕⊕ alto	
	51 por 1000	52 por 1000 (44 a 62)			
	Moderado				
	47 por 1000	48 por 1000 (40 a 57)			
Ingreso neonatal en unidad de cuidados especiales para bebés/unidad de cuidados intensivos neonatales	Población de estudio	RR 0.99 (0.84 a 1.17)	7477 (3 estudios)	⊕⊕⊕⊕ moderado ⁴	
	66 por 1000	65 por 1000 (55 a 77)			
	Moderado				
	35 por 1000	35 por 1000 (29 a 41)			

Fuente: Ifirevic, Z., Stampalija, T., y Medley, N. (2015). Fetal and umbilical Doppler ultrasound in normal pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD001450. doi:10.1002/14651858.CD001450.pub4

Nota. Paciente o población: Mujeres embarazadas en poblaciones no seleccionadas o de bajo riesgo.

El riesgo correspondiente (y su intervalo de confianza del 95 %) se basa en el riesgo asumido en el grupo de comparación y el efecto relativo de la intervención (y su IC del 95 %).

IC: Intervalo de confianza; RR: Razón de riesgo

1. Heterogeneidad estadística ($I^2 = 67\%$).
2. Amplio intervalo de confianza que cruza la línea de no efecto.



3. Pocos eventos y amplio intervalo de confianza cruzando la línea de no efecto (-2).
4. La mayor parte del efecto de un estudio con limitaciones de diseño, específicamente problemas con la asignación al azar.
5. Heterogeneidad estadística ($I^2 = 63\%$).

Efectos biológicos

Cuando se habla de la física del ultrasonido de diagnóstico, es importante mencionar los efectos biológicos. Las intensidades del sonido son importantes para determinar los efectos biológicos del ultrasonido en el tejido humano. Debido a que se sabe que el hueso absorbe las ondas de ultrasonido, se esperan ligeras elevaciones de temperatura en la interfaz entre el tejido y el hueso ⁽³⁾.

El Instituto Estadounidense de Ultrasonido en Medicina afirma que no hay efectos biológicos confirmados en los pacientes o en los operadores de instrumentos causados por la exposición de los instrumentos de ultrasonido de diagnóstico actuales. Los datos actuales indican que los beneficios para los pacientes con un uso prudente del ultrasonido como utilidad diagnóstica superan los riesgos, si es que los hubiera presentes ⁽³⁾.

Se deben considerar los posibles beneficios y riesgos de cada examen. El Doppler pulsado por otro lado tiene las intensidades de salida más altas y las imágenes en escala de grises (modo B) con intensidades de salida más bajas. La duración del examen tiene el mayor efecto sobre la exposición del paciente ⁽³⁾.



2. Tiroides y paratiroides

Tiroides

Descripción anatómica normal

Consta de dos lóbulos laterales que están unidos por un istmo ubicado anterior a la tráquea y pesa alrededor de 15 a 25 g en adultos. Los lóbulos tiroideos miden alrededor de 4 cm de arriba a abajo, 15 a 20 mm de ancho y 20 a 39 mm de espesor ⁽¹⁰⁾.

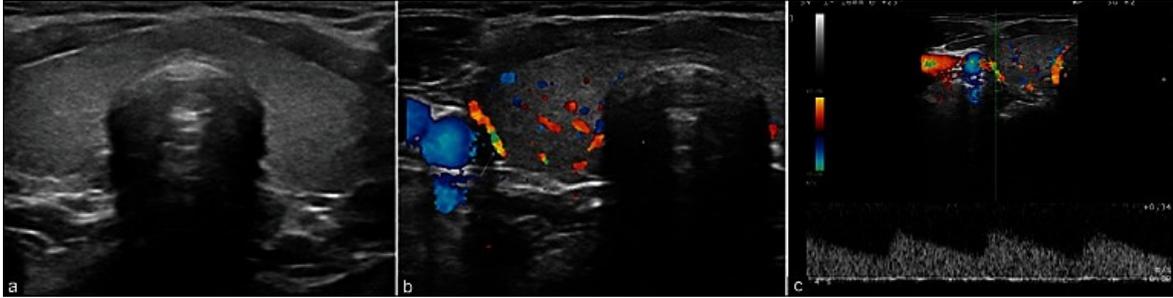
La glándula tiroides obtiene su suministro de sangre principalmente de las arterias tiroideas superior e inferior. En las venas tiroideas se puede producir una hemorragia no solo durante la cirugía de tiroides sino también durante las traqueotomías ⁽¹⁰⁾.

Técnicas ecográficas

El examen se realiza en posición supina con el cuello hiperextendido, utilizando un transductor de matriz lineal de alta frecuencia (7-15 MHz). El escaneo se realiza tanto en planos transversales como longitudinales ⁽¹¹⁾.

La velocidad sistólica máxima normal en las arterias intratiroides oscila entre 15 y 30 cm/segundo, pero puede aumentar en determinadas patologías (como la enfermedad de Graves) a más de 100 cm/seg (Ilustración 11) ⁽¹¹⁾.

Ilustración 11. Glándula tiroides normal. (a) Ecografía en escala de grises (b) Doppler color, arteria tiroidea inferior (flecha), (c) visualización espectral flujo de baja resistencia con alta velocidad sistólica máxima (11).



Fuente: Chaudhary, V., y Bano, S. (2013). Thyroid ultrasound. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 17(2), 219–227. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.109667>

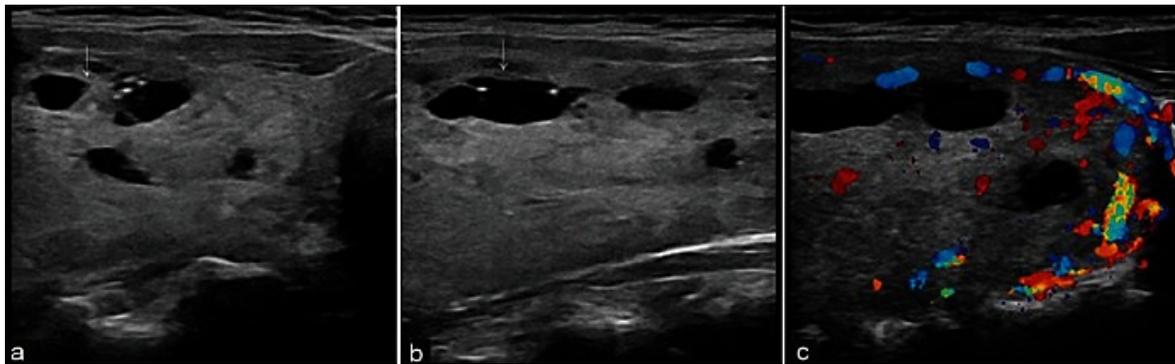
Diagnósticos más comunes

El bocio multinodular es la causa más común de agrandamiento asimétrico difuso de la glándula tiroides. Las mujeres entre 35 y 50 años de edad son las más comúnmente afectadas. Histológicamente, coloide o adenomatosa es común. El diagnóstico ecográfico se basa en el hallazgo de múltiples nódulos dentro de una glándula difusamente agrandada (Ilustración 12) (11).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 12. Bocio multinodular coloide en una paciente de 50 años. Las imágenes transversales (a) y longitudinales (b) revelan agrandamiento de la glándula tiroides que tiene múltiples nódulos coloides hiperecogénicos con áreas quísticas internas (flechas) que muestran el signo de anillo hacia abajo. La imagen Doppler color (c) muestra un aumento de la vascularización periférica, con algo de vascularización intrabocio⁽¹¹⁾.

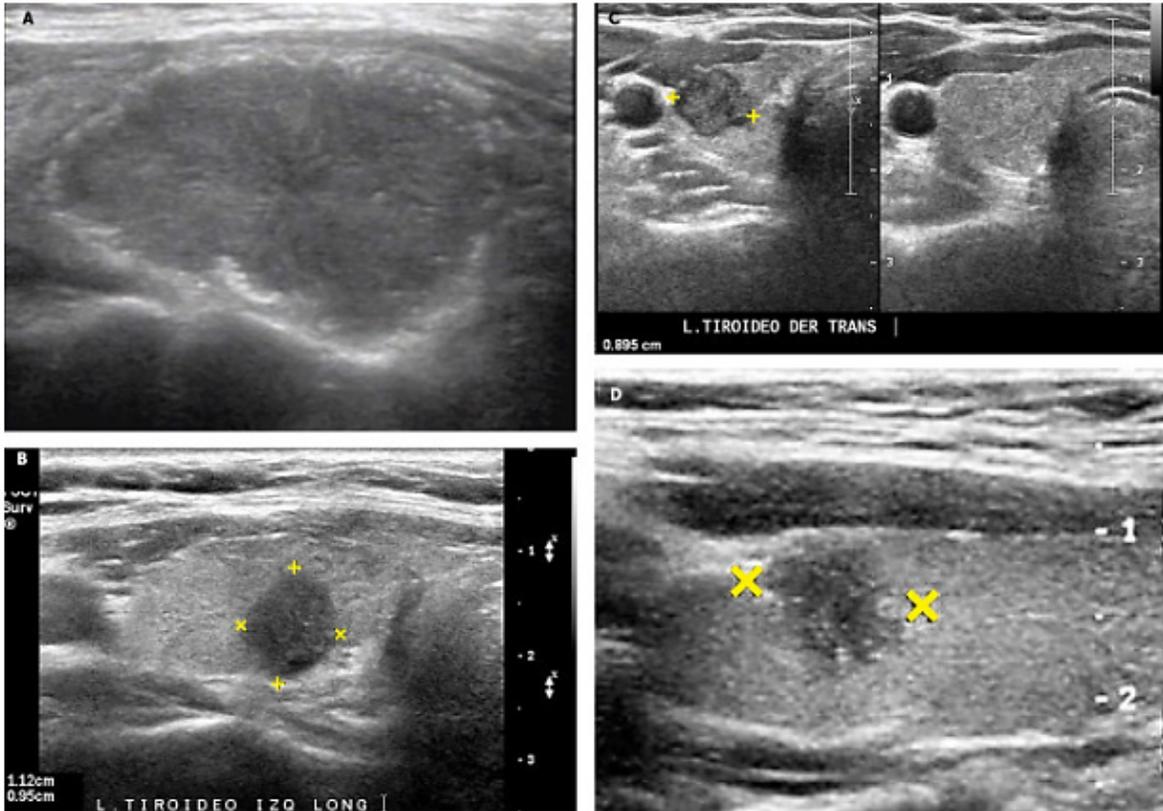


Fuente: Chaudhary, V., y Bano, S. (2013). Thyroid ultrasound. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 17(2), 219–227. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.109667>

En la enfermedad nodular de la tiroides la ecografía puede demostrar con precisión la presencia de nódulos tiroideos tan pequeños como 2 mm con una sonda lineal de 10 a 14 MHz también existe la vascularización intranodular, invasión de estructuras extratiroides y ganglios linfáticos anormales ilustración⁽¹²⁾.

Las características ecográficas que se han encontrado consistentemente asociadas con un mayor riesgo de malignidad incluyen una lesión predominantemente sólida, hipoecogenicidad, calcificación, márgenes irregulares y ausencia de halo, un nódulo alto y delgado como la ilustración 13⁽¹³⁾.

Ilustración 13. Nódulos tiroideos ⁽¹³⁾.



Fuente: Lobo, M. (2018). Ecografía de tiroides. *Revista médica Clínica Las Condes*, 29(4), 440-449. doi: 10.1016/j.rmclc.2018.06.002

Para el carcinoma tiroideo La Sociedad Estadounidense de Radiólogos en Ultrasonido ha revisado recientemente los patrones de ultrasonido asociados con el cáncer en los nódulos tiroideos. En particular, las características ecográficas asociadas con la malignidad fueron microcalcificaciones, hipoecogenicidad, márgenes irregulares o ausencia del signo del halo, patrón sólido, vascularización intranodular y forma más alta que ancha ⁽¹⁴⁾.

Paratiroides

Descripción anatómica normal

Existen glándulas superiores e inferiores emparejadas para un total de cuatro, aunque se ha descrito una incidencia de hasta el 13% de glándulas supernumerarias, hasta 11 glándulas en series de autopsias. Cada glándula pesa de 35 a 40 mg, mide de 3 a 8 mm en las 3 dimensiones y puede variar en color de amarillo claro a marrón rojizo ⁽¹⁵⁾.

Técnicas ecográficas

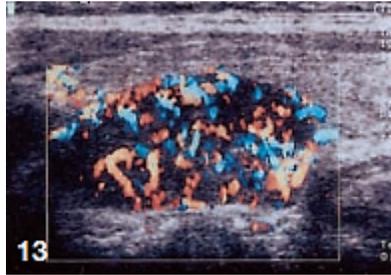
El líquido quístico tiene altos niveles de parahormona y las calcificaciones son raras en los adenomas, pero frecuentes en los carcinomas e hiperplasias por hiperparatiroidismo secundario, debido a la larga duración de estas enfermedades ⁽¹⁶⁾.

Los adenomas e hiperplasias de paratiroides suelen tener forma ovalada, con un diámetro longitudinal que oscila entre 7 y 15 mm. los adenomas más grandes pueden tener forma tubular y superar los 4-5 cm de tamaño longitudinal. En su mayoría son sólidos hipoecogénicos más que el tejido tiroideo adyacente, por ende, pocas interfaces para reflejar el sonido ⁽¹⁶⁾.

Diagnósticos más comunes

Las lesiones paratiroides están separadas del tejido tiroideo por un plano ecogénico, que representa la cápsula. La mayoría de los adenomas e hiperplasias son hipervasculares en el Doppler color (Ilustración 14), con flujo diastólico prominente El quiste paratiroides solitario, más frecuente en mujeres. El 65 % de ellos involucran las glándulas paratiroides inferiores ⁽¹⁶⁾.

Ilustración 14. Hiperparatiroidismo primario ⁽¹⁶⁾.



Fuente: Solbiati, L., Osti, V., Cova, L., y Tonolini, M. (2001). Ultrasound of thyroid, parathyroid glands and neck lymph nodes. *European Radiology*, 11(12), 2411-2424. doi:10.1007/s00330-001-1163-7

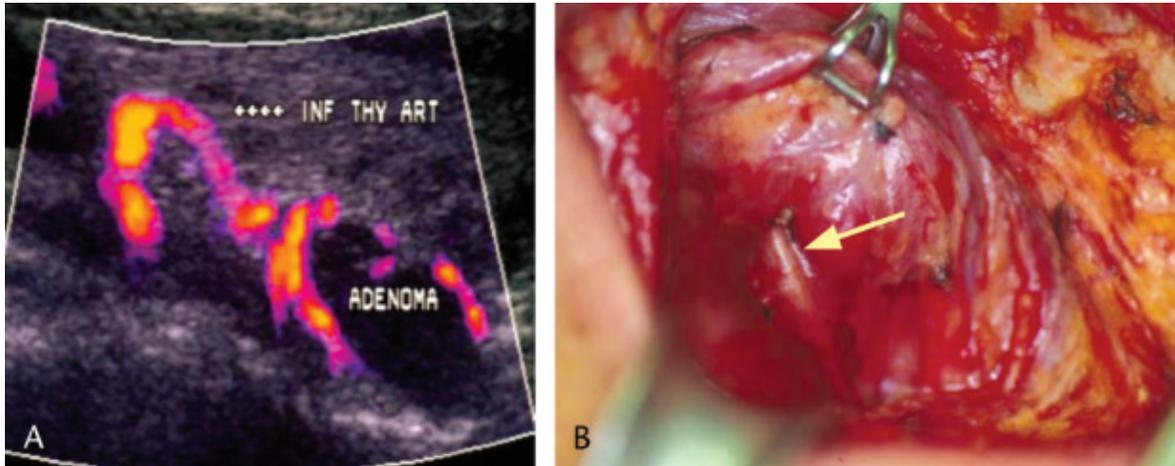
Los carcinomas de paratiroides son indistinguibles ecográficamente de los grandes adenomas benignos. La evidencia macroscópica de invasión de estructuras adyacentes, como vasos o músculos, es el único criterio ecográfico preoperatorio confiable para el diagnóstico de malignidad, pero este es un hallazgo poco común ⁽¹⁶⁾.

La ecografía es menos eficaz en comparación con la gammagrafía con sestamibi Tc-99m en pacientes que tienen ectópicamente glándulas paratiroides, especialmente en el mediastino, que puede ser difícil de visualizar ecográficamente debido a las estructuras óseas suprayacentes. Son lesiones muy vascularizadas, así como se ve en la ilustración 15 ⁽¹⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 15. A, Doppler arco vascular que rodea el adenoma paratiroideo. B, Imagen intraoperatoria de adenoma paratiroideo con presencia de una arteria de gran tamaño, flecha ⁽¹⁷⁾.



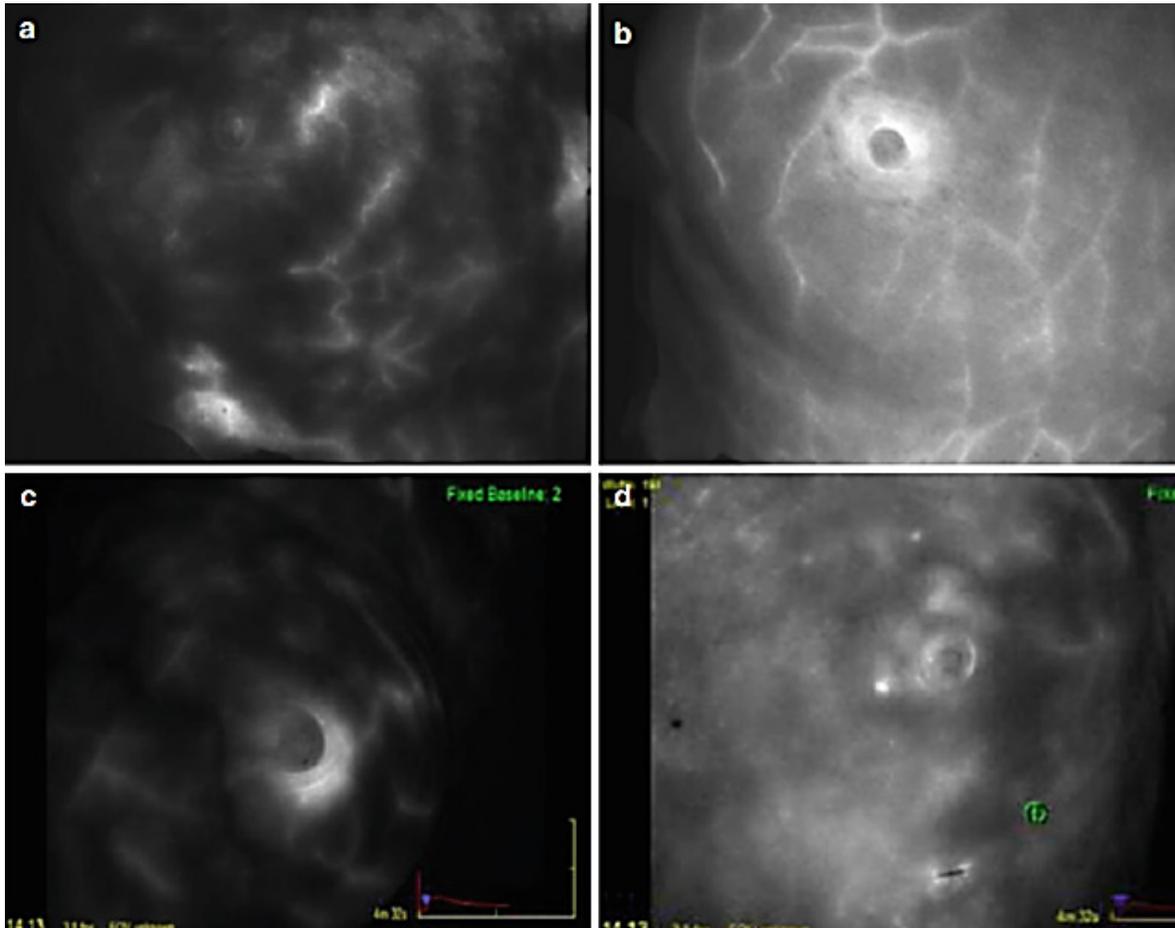
Fuente: Solbiati, L., Osti, V., Cova, L., y Tonolini, M. (2001). Ultrasound of thyroid, parathyroid glands and neck lymph nodes. *European Radiology*, 11(12), 2411-2424. doi:10.1007/s00330-001-1163-7

3. Mama

Descripción anatómica normal

La piel es la capa más superficial de la mama. La dermis se fusiona con la fascia superficial. Fascia superficial: esta capa se encuentra justo debajo de la piel. Se continúa con la fascia abdominal superficial y cervical. Junto con la fascia profunda, envuelve el parénquima mamario (Ilustración 16) ⁽¹⁸⁾.

Ilustración 16. Patrones de perfusión del pezón ⁽¹⁸⁾.



Fuente: McGuire, K. P. (2016). Breast anatomy and physiology. En *Breast Disease* (pp. 1-14). Cham: Springer International Publishing.

El parénquima se compone de tres tipos principales de tejido: epitelio glandular, estroma fibroso y estructuras de soporte y grasa. El epitelio glandular comprende aproximadamente del 10 al 15% de la mama femenina adulta. Se compone de 15 a 20 lóbulos ⁽¹⁸⁾.

Técnicas ecográficas

La biopsia de mama guiada por imágenes es actualmente el estándar de oro para la evaluación patológica del cáncer de mama. Se puede realizar de manera segura y confiable con mínima invasividad en la

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

práctica clínica y con mayor comodidad para el paciente y menor costo ⁽¹⁹⁾.

El ultrasonido, la mamografía estereotáctica, la resonancia magnética y la mamografía por emisión de positrones ahora se utilizan con éxito para guiar la aguja de biopsia para obtener una muestra de tejido adecuada que pueda evaluarse histológicamente ⁽¹⁹⁾.

La elección de la guía de imágenes para la biopsia se basa en una variedad de factores, que incluyen qué modalidad visualiza mejor la lesión, experiencia clínica del médico, la comodidad del paciente, el costo, la facilidad de acceso y la disponibilidad del equipo. Los métodos comunes de biopsia incluyen la biopsia por aspiración con aguja fina, la biopsia asistida por vacío y la biopsia con aguja gruesa ⁽¹⁹⁾.

Diagnósticos más comunes

La ultrasonografía es una herramienta indispensable en la obtención de imágenes de la mama y es complementaria tanto de la mamografía como de la resonancia magnética de la mama ⁽²⁰⁾.

Los quistes simples son anecoicos. En comparación con la grasa mamaria, la mayoría de las masas sólidas son hipoecoicas, mientras que la piel, los ligamentos de Cooper y el tejido fibroso son ecogénicos ⁽²⁰⁾. La ecografía es el examen preoperatorio más utilizado para el cáncer de mama. Además, es especialmente eficaz para distinguir entre lesiones quísticas y lesiones sólidas, lo que ayuda a identificar tumores benignos y malignos ⁽²¹⁾.

Las masas malignas se asocian comúnmente a márgenes espiculados, bordes irregulares o microlobulados, marcada hipoecogenicidad, sombra acústica posterior y extensión del conducto o distorsión de la arquitectura tisular ⁽²²⁾

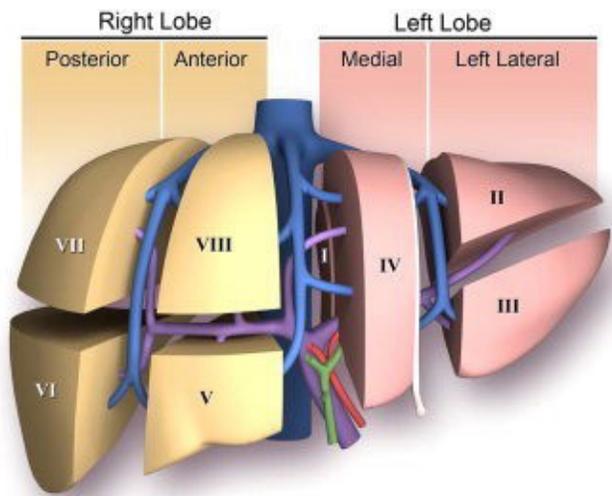
4. Hígado

Descripción anatómica normal

El hígado pesa aproximadamente 1400 g en las mujeres y 1800 g en los hombres. El hígado recibe su suministro de sangre de dos fuentes: el 80% lo entrega la vena porta, que drena el bazo y los intestinos; el 20% restante, la sangre oxigenada, es suministrada por la arteria hepática ⁽²³⁾.

La vena porta está formada por la unión de las venas esplénica y mesentérica superior con la vena mesentérica inferior drenando en la vena esplénica (Ilustración 17). Ocasionalmente, la arteria hepática tiene vasos accesorios o reemplazados que irrigan el hígado ⁽²³⁾.

Ilustración 17. Anatomía segmentaria del hígado. ⁽²³⁾.



Fuente: Sibulesky, L. (2013). Normal liver anatomy. *Clinical Liver Disease*, 2(Suppl 1), S1-S3. doi:10.1002/cld.124

Técnicas ecográficas

Para una buena toma de imagen se recomienda realizar ayuno mínimo de 6 horas para evitar la interposición gaseosa. Se debe usar la ecografía directa en proyecciones en supino y oblicua anterior derecha ⁽²⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Es óptimo usar un transductor convexo para la exploración de este órgano sólido con una adecuada inspiración profunda para poder analizar de una mejor forma la cúpula hepática, debido a que estudios han demostrado que esta estructura es un punto ciego para el ecografista ⁽²⁴⁾.

Para lograr un test completo se recomienda obtener proyección sagital, coronal y oblicua subcostal⁽²⁴⁾.

La evaluación del hígado con ultrasonido no es diagnóstica debido a las limitaciones técnicas asociadas con un IMC alto. Dados los antecedentes de Hepatitis B y el aumento de la prueba de marcador tumoral AFP alfafetoproteína, se debe considerar la realización de otras imágenes transversales ⁽²⁴⁾.

Diagnósticos más comunes

Los abscesos hepáticos afectan al lóbulo derecho en el 85,53% de los casos. La predilección del absceso hepático por el lóbulo derecho se debe al efecto de transmisión en la circulación portal. Recibe la mayor parte de la sangre que drena del colon derecho, el sitio principal de la amebiasis intestinal ⁽²⁵⁾.

La ecografía y la tomografía computarizada del abdomen son muy sensibles, pero no específicas para la detección de abscesos amebianos. Según el último protocolo de manejo de la aspiración mínimamente invasiva, al 34% de los pacientes se les realizó drenaje percutáneo guiado por ultrasonido y al 49% se les realizó drenaje con catéter Malecot guiado por ultrasonido ⁽²⁵⁾.

En la estadificación de la fibrosis hepática, la elastografía transitoria o Fibroscan el operador debe alinear el transductor verticalmente contra la piel en el espacio intercostal ya que no hay visualización de estructuras lóbulo derecho del hígado, tiene un buen rendimiento diagnóstico en la estadificación de la fibrosis hepática en pacientes con hepatitis B ⁽²⁶⁾.

.....

Tres meta-análisis que examinaron el rendimiento diagnóstico de elastografía transitoria en pacientes con el virus de la hepatitis B (VHB) informaron un área media bajo la curva característica del operador del receptor de 0,8225,77 0,859,78 0,8879 para predecir fibrosis significativa ($F > 0 = 2$) ⁽²⁶⁾.

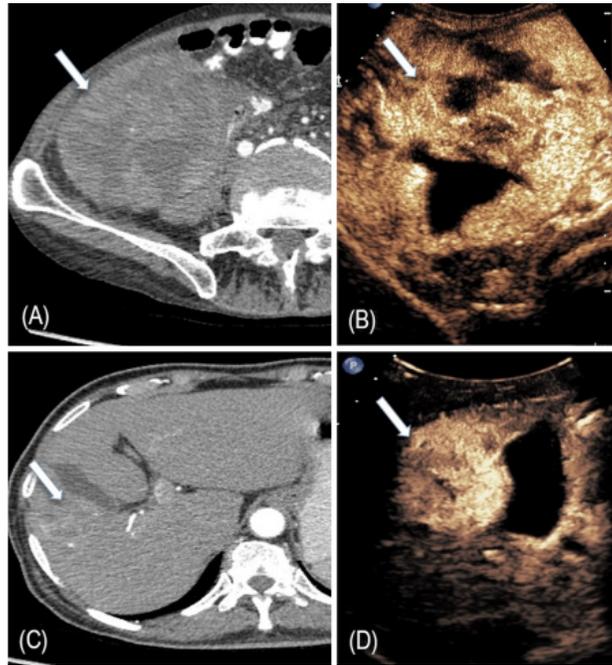
El tumor maligno primario más frecuente del hígado es el carcinoma hepatocelular. La evaluación de la vascularización intratumoral y el patrón de realce dinámico del carcinoma hepatocelular es posible gracias a agentes de contraste de microburbujas de ultrasonido de segunda generación como SonoVue, gas de hexafluoruro de azufre encapsulado por una capa flexible de fosfolípidos ⁽²⁷⁾.

Dos lesiones permanecieron hipoecogénicas en CEUS en fase arterial. La fase arterial podría ser la forma hipovascular poco común del carcinoma hepatocelular, que presenta isoperfusión o hipoperfusión (Ilustración 18) en relación con el parénquima hepático circundante ⁽²⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 18. A, B Varón de 67 años con cirrosis alcohólica al que se le diagnosticó una gran masa en el segmento V y VI del hígado (flechas). C, D Varón de 50 años que era VHC positivo al que se le diagnosticó el carcinoma hepatocelular que afectaba al segmento V del hígado, flechas. ⁽²⁷⁾.



Fuente: Moudgil, S., Kalra, N., Prabhakar, N., Dhiman, R. K., Behera, A., Chawla, Y. K., y Khandelwal, N. (2017). Comparison of contrast enhanced ultrasound with contrast enhanced computed tomography for the diagnosis of hepatocellular carcinoma. *Journal of clinical and experimental hepatology*, 7(3), 222-229. doi:10.1016/j.jceh.2017.03.003

Recientemente, se han introducido técnicas de elastografía 2D incorporadas en máquinas de ultrasonido convencionales (sonoelastografía), lo que permite al examinador elegir visualmente una región de interés en modo B, y actualmente se encuentran bajo investigación ⁽²⁸⁾.

Las técnicas de sonoelastografía tienen la ventaja añadida de mejorar la aplicabilidad de la medición de la rigidez del bazo, que está emer-



giendo como un nuevo parámetro no invasivo que se correlaciona estrechamente con la presión portal en la cirrosis ⁽²⁸⁾.

La esteatosis hepática se caracteriza por un aumento de la ecogenicidad del parénquima hepático. Se puede hacer una comparación con el parénquima del riñón derecho (sano). Este procedimiento tiene una alta especificidad para la presencia de hígado graso, pero la sensibilidad es insuficiente para cambios menores en los hepatocitos, proporción de esteatosis < 20% ⁽²⁹⁾.

Bazo

Descripción anatómica normal y cortes ecográficos

El bazo es un órgano con forma de zapato que se encuentra en relación con las costillas 9 y 11 y está ubicado en el hipocondrio izquierdo y en parte en el epigastrio. Así, el bazo se sitúa entre el fondo del estómago y el diafragma. El bazo es muy vascularizado y de color púrpura rojizo, su tamaño y peso varían. Un bazo sano no es palpable. El bazo se desarrolla en la parte cefálica del mesogastrio dorsal (desde su capa izquierda, durante la sexta semana de vida intrauterina) en una serie de nódulos que se fusionan y forman un bazo lobulado. El borde superior del bazo adulto es evidencia de su origen múltiple (Tabla 2) ⁽³⁰⁾.

Tabla 2. Datos claves ⁽³¹⁾.

Definición	Órgano linfoide intraperitoneal que se encuentra en el lado izquierdo del abdomen, por debajo del diafragma
Ubicación	Región hipocóndrica izquierda (cuadrante superior izquierdo)
Estructura	Capsula, trabéculas, pulpa blanca, pulpa roja
Función	Vigilancia inmunológica, proliferación y maduración de linfocitos, degradación de eritrocitos senescentes y dañados
Suministro neurovascular	Arteria: arteria esplénica Vena: vena esplénica Linfá: nódulo celiaco Intervención: plexo celiaco
Relaciones clínicas	Esplenectomía

Fuente: Mahadevan V. Anatomy of the pancreas. Elsevier Ltd. 2019; 37(6).

Por otro lado, el bazo es el órgano más grande de su sistema linfático, una subdivisión del sistema inmunológico. Su red de trabéculas, vasos sanguíneos y tejido linfoide proporciona un entorno en que proliferan los glóbulos blancos mientras se reciclan los glóbulos rojos. ⁽³¹⁾

Anatomía

El bazo este envuelto por una capsula fibroelástica que permite que el bazo aumente significativamente su tamaño cuando sea necesario. El bazo es un órgano intraperitoneal, por lo que todas sus superficies, están cubiertas de peritoneo visceral. Solo el hilio del bazo, el sitio a través del cual pasan la arteria y la vena esplénica, está libre de peritoneo ⁽³¹⁾

Los órganos cercanos al bazo dejan sus impresiones en sus superficies que, junto con los bordes del bazo, pueden observarse y describirse fácilmente. La superficie diafragmática (lateral) Se apoya en la parte adyacente del diafragma, por lo que esta ligeramente convexa para encajar perfectamente con la concavidad de la hemidiafragma izquierda ⁽³¹⁾

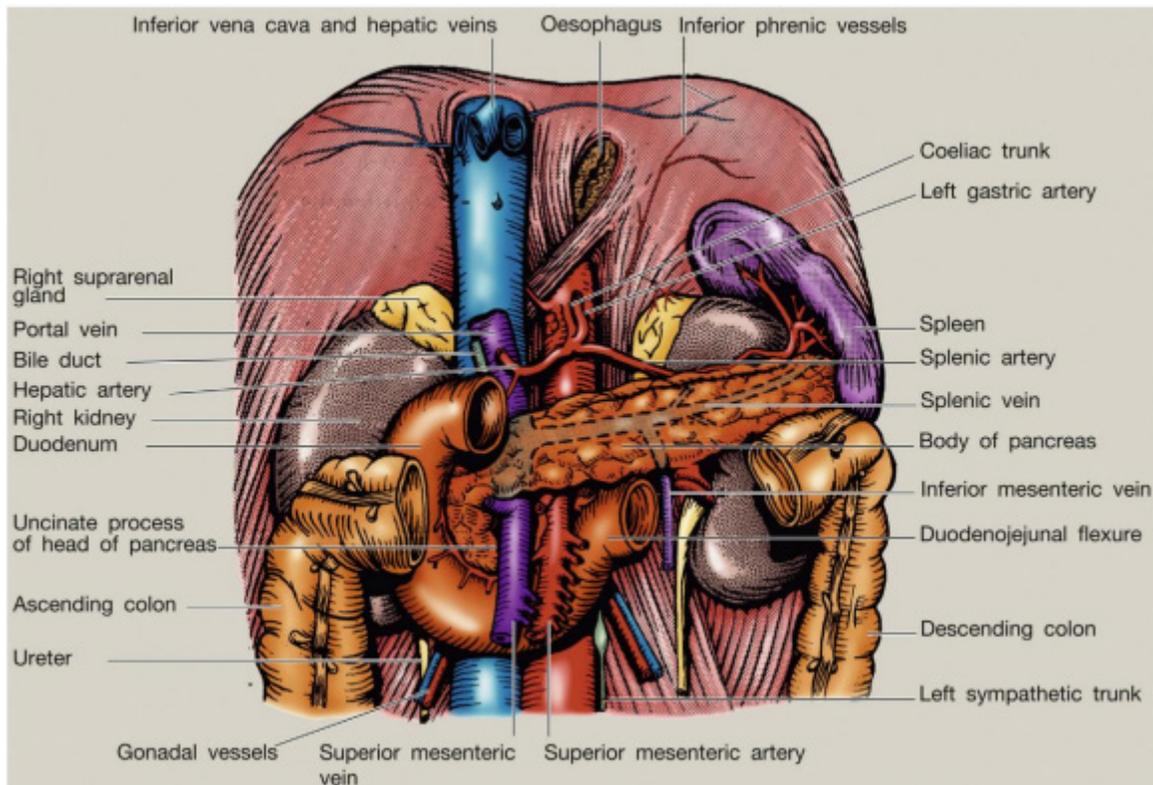
La superficie medial del bazo muestra tres áreas de impresión del ángulo cólico izquierdo, el área gástrica es la impresión del estómago y el área renal es la impresión del riñón izquierdo ⁽³¹⁾

Relaciones topográficas del bazo

Posterolateralmente se relaciona con la superficie inferior de la hemidiafragma izquierda, estando separado de este último por el límite superior de la cavidad peritoneal. La hemidiafragma izquierda interviene entre el bazo por otro lado y la pleura, base del pulmón izquierdo y las costillas izquierdas 9,10,11, por el otro. Es fácil imaginar una lesión por arma blanca en la cara posterolateral de la parte inferior izquierda del tórax que provoque un neumotórax, un pulmón lacerado y un bazo desgarrado. ⁽³²⁾

El polo posterior del bazo se encuentra en o justo lateral de la canaleta paravertebral izquierda, al nivel de la primera vértebra lumbar (Ilustración 19). El polo anterior del bazo se encuentra inmediatamente superolateral al ángulo esplénico del colon y justo por encima del ligamento frenocólico. ⁽³²⁾

Ilustración 19. Relaciones topográficas del bazo⁽³²⁾



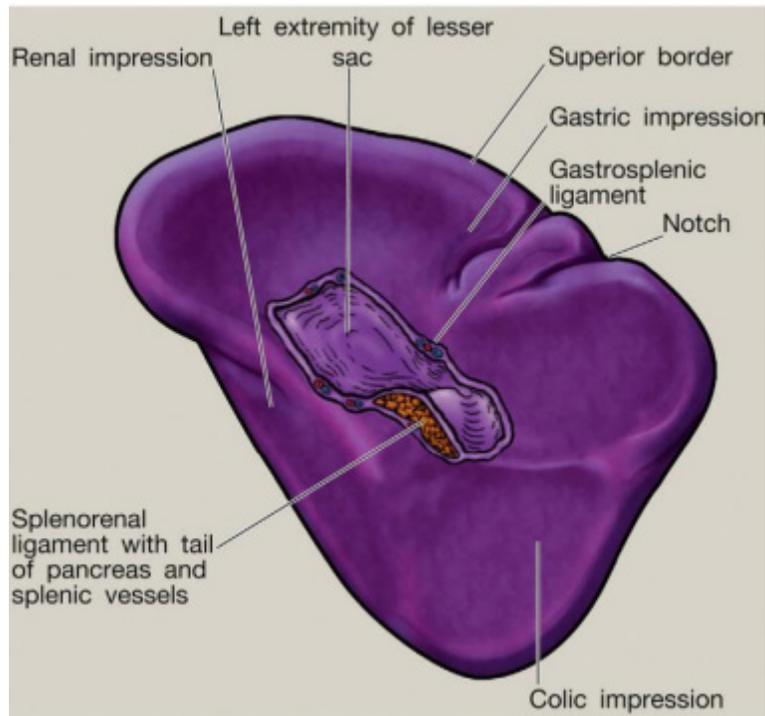
Fuente: Mahadevan V. Anatomy of the pancreas. Elsevier Ltd. 2019; 37(6)

Suministro de sangre del bazo

El bazo obtiene su suministro arterial únicamente de la arterial esplénica. Como ya sabemos discurre por el borde superior del cuerpo y la cola del páncreas y penetra en el ligamento esplenorrenal acompañado de la vena esplénica ya menudo de la cola de páncreas. Ya sea en el hilo esplénico o mas proximal dentro del ligamento esplenorrenal, la arteria esplénica se bifurca en divisiones inferiores y superior (Ilustración 20). Justo antes de entrar en el hilo esplénico, el tronco principal de la arteria esplénica o una u otra de las divisiones terminales de la arteria esplénica dan origen a las arterias gástricas cortas y la arteria gastroepiplonica derecha⁽³³⁾.

El drenaje venoso del bazo presenta tanta variabilidad como la disposición arterial. Un numero variable de afluentes venosos (entre tres y seis) emergen del hilo esplénico y a los ganglios retropancreaticos y de allí a los ganglios linfáticos celiacos preaórticos ⁽³³⁾.

Ilustración 20. Superficie visceral del bazo ⁽³³⁾.



Fuente: Mahadevan V. Anatomy of the pancreas. Elsevier Ltd. 2019; 37(6).

Los bazos accesorios (también conocidos como esplenúculos, bazos supernumerarios o esplénulas, bazos supernumerarios o esplénulas) son bastante comunes. Sobre la base de las observaciones en la sala de disección y las tomografías computarizadas abdominales de los pacientes, se ha estimado que los bazos accesorios están presentes en el 20-30% de los individuos. Aparecen como nódulos del tamaño de una uva y se localizan mas comúnmente cerca del hilo esplénico o mas proximalmente junto a los vasos esplénicos. ⁽³³⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Técnicas ecograficas

La ecografía se usa ampliamente para obtener imágenes abdominales. Su no invasividad, amplia gama de aplicaciones y bajo costo hacen de la ecografía una herramienta útil y valiosa para la detección, diagnóstico y seguimiento de anomalías esplénicas. Al mismo tiempo que aumenta la frecuencia de imágenes, se descubren más lesiones esplénicas y aumentan los requisitos para el diagnóstico diferencial. ⁽³⁴⁾

El bazo a veces también llamado el órgano olvidado del abdomen, ya que ha recibido menos atención que otros órganos sólidos abdominales, ya que las enfermedades esplénicas son menos comunes y con frecuencia clínicamente asintomáticas, sin embargo, con el aumento de la frecuencia de las imágenes y los avances en la tecnología de imágenes, se descubren más lesiones esplénicas incidentales y aumentan los requisitos subsiguientes para el diagnóstico diferencial. ⁽³⁴⁾

La ultrasonografía se usa cada vez más en la práctica clínica debido a sus puntos como son accesibilidad, bajo costo, avances en tecnología de imágenes y ausencia de riesgos de radiación. Por lo tanto, la ecografía se usa ampliamente y se elige con frecuencia como la modalidad de imagen para la mayoría de las imágenes abdominales, para exámenes abdominales generales también para pacientes con enfermedades esplénicas ⁽³⁴⁾

El bazo se encuentra en el cuadrante superior izquierdo del abdomen, posterolateralmente al estómago. Al realizar una ecografía, el bazo se examina fácilmente en varias posiciones, incluidas las posiciones supinas y decúbito lateral derecho y prono a través del plano intercostal subcostal u oblicuo, utilizando un transductor curvo de 3-5 MHz. ⁽³⁴⁾

El bazo normal muestra una ecotextura uniforme similar o ligeramente más hiperecogénica que el hígado o el parénquima renal. Tiene forma de medialuna con una convexidad externa suave y un margen interno nodular. ⁽³⁵⁾

Diagnósticos mas comunes

Esplenomegalia se define como el incremento del tamaño del bazo mayor a sus dimensiones normales, (en el adulto son 12 x 7 x 3.5cm) con un peso aproximado de 150 g y un volumen de 300 ml (Ilustración 21) ⁽³⁵⁾

Ilustración 21. Bazo normal. Rastreo ecográfico saginal del bazo, el cual muestra dimensiones de 90 x 47 mm que se encuentra dentro de parámetros normales ⁽³⁵⁾



Fuente: P. Vargas Viveros RHMJAVA. Esplenomegalia. 2013 enero 14; 56

El bazo es el órgano linfático mas grande del organismo y además de participar en la respuesta inmune primaria contra microorganismos y proteínas extrañas, tiene otras funciones, entre las que destaca ser un filtro de la sangre para retirar de la circulación a los geroцитos (eritrocitos senescentes) así como a otras células sanguíneas unidas a anticuerpos. ⁽³⁶⁾

Por frecuencia, las principales causas de esplenomegalia son la hipertensión portal por enfermedad hepático-crónica, linfomas, leucemias y neoplasias mieloproliferativas, infecciones, congestión o inflamación y la trombosis de la vena esplénica. ⁽³⁶⁾

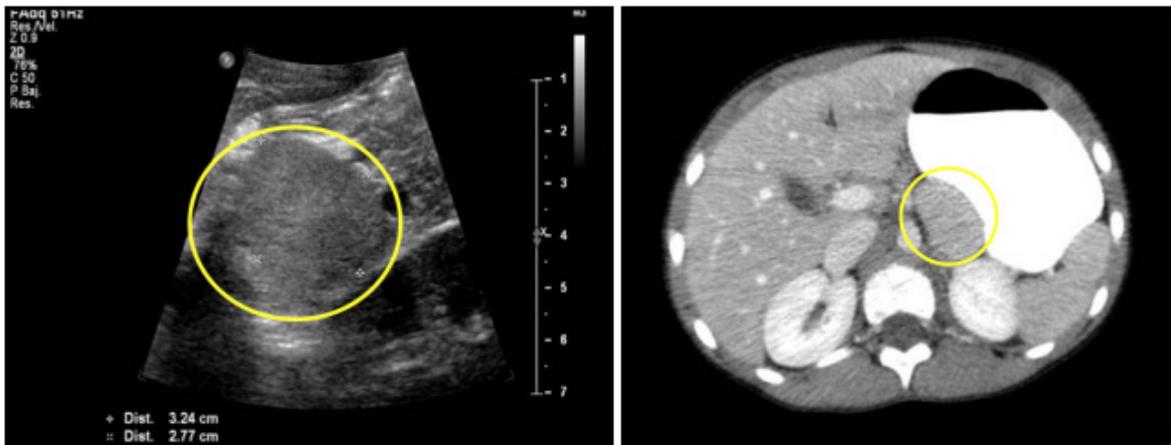
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Bazo accesorio

Se trata de la anomalía congénita esplénica más frecuente, encontrada entre un 10-30% de las autopsias. Se produce como consecuencia del fallo de fusión de los grupos de células mesenquimales que dan lugar al bazo en la vida fetal. Es importante reflejarlo con la intención de no confundirlo con adenopatía o implante nodular tumoral en los sucesivos probables estudios. Por lo cual es importante la extirpación completa de los casos de esplenectomía programada, el lugar más común de la localización del bazo accesorio es el hilio esplénico (Ilustración 22) ⁽³⁶⁾

Ilustración 22. Bazo accesorio. a) Lesión nodular bien definida isodensa con el bazo. b) Bazo accesorio isodenso con bazo en TAC ⁽³⁶⁾



Fuente: P. Vargas Viveros RHMJAVA. Esplenomegalia. 2013 enero 14; 56

Angiomiolipoma

El angiomiolipoma del bazo es muy raro y generalmente se asocia con angiomiolipoma renal o se observa en pacientes con esclerosis tuberosa. Del 40% al 80% de los angiomiolipomas renales se asocian con esclerosis tuberosa, y los angiomiolipomas suelen ser bilaterales y asintomáticos. Otros lugares poco comunes de afectación en pacientes con esclerosis tuberosa incluyen el hígado, la piel, las trompas de Falopio y la cavidad nasal. La participación del bazo se ha informado en algunos

informes de casos. En la TC, el angiomiolipoma tiene una gran atenuación grasa y puede mostrar áreas ávidas de realce secundarias al aumento de la vascularización (Ilustración 23). El angiomiolipoma renal concomitante a menudo está presente. ⁽³⁶⁾

Ilustración 23. Mujer de 59 años con esclerosiis tuberosa y angiomiolipoma esplénico. ⁽³⁷⁾



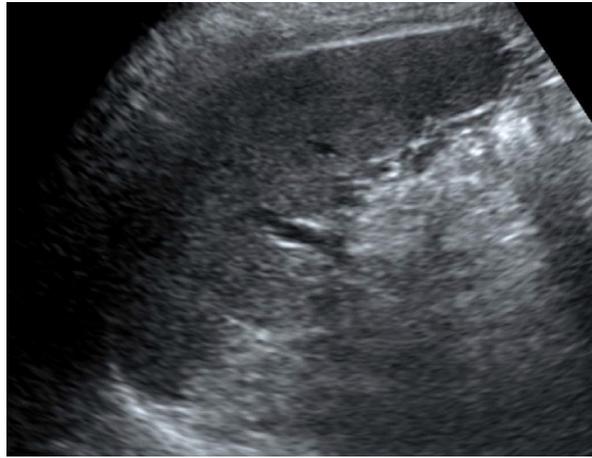
Fuente: Fuente: Thippavong S DSSSGMPS. Nonneoplastic, Benign, and Malignant Splenic Diseases: Cross-Sectional Imaging Findings and Rare Disease Entities. Pubmed. 2014; 203(2): p. 315–322.

La imagen de ultrasonido muestra una masa ecogénica heterogénea (*flechas*) en el bazo de un paciente con esclerosiis tuberosa (Ilustración 24) ⁽³⁷⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 24. Un hombre de 49 años con un bazo de apariencia normal en la ecografía (US).⁽³⁷⁾



Fuente: Thipphavong S DSSSGMPS. Nonneoplastic, Benign, and Malignant Splenic Diseases: Cross-Sectional Imaging Findings and Rare Disease Entities. Pubmed. 2014; 203(2): p. 315–322.

Generalmente, el límite superior del tamaño normal del bazo es de 11-12 cm de largo y 7 cm de ancho, con esplenomegalia definida como una longitud superior a 11-12 cm de largo; sin embargo, este umbral puede variar según la edad, el sexo y el tamaño corporal del paciente⁽³⁷⁾.

El bazo accesorio, que resulta de una falta de fusión del esplendor embrionario y una lobulación externa que separa el tejido esplénico, es una variante normal que se observa en el 10-30% de los individuos, por lo general se encuentra alrededor del hilio esplénico o los ligamentos, la cola pancreática o, a veces, en el parénquima pancreático, en la imagen nos revela una pequeña masa (1-3cm), separada, bien delimitada, redonda con ecogenicidad idéntica a la del bazo⁽³⁷⁾.

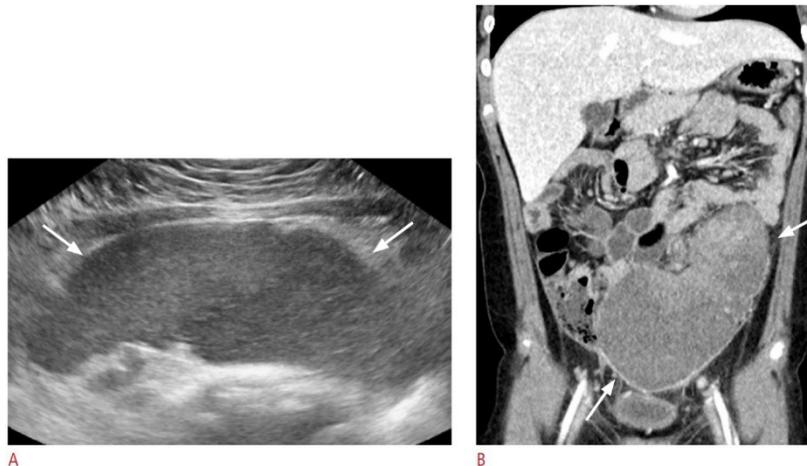
Bazo errante

El bazo errante es cuando el bazo migra desde su ubicación posterolateral normalmente fija en la parte superior izquierda del abdomen. Esta



condición puede ser tanto congénita como adquirida, y carece de un anclaje normal por parte de los ligamentos gastroesplénico y esplenorrenal. La ecografía es una modalidad valiosa para diagnosticar el bazo errante ubicado en sitios ectópicos y para evaluar las complicaciones, incluidas la torsión y el infarto. En el momento que se complica con torsión, un bazo hipoeoico localizado anormalmente con un pedículo vascular torcido y perfusión disminuida o ausente en la ecografía Doppler color son hallazgos característicos. La ecografía en tiempo real es útil para evaluar la hiperlaxitud esplénica y las anomalías del pedículo vascular (Ilustración 25) ⁽³⁷⁾.

Ilustración 25. Una niña de 8 años con bazo errante ⁽³⁷⁾.



Fuente Gayoung Choi KAK, JL, PYS, JL, JWC, CHL. Atlas ultrasonográfico de lesiones esplénicas. *ultrasonography*. 2022; 41(2): p. 416-429.

La ecografía transversal del abdomen inferior muestra una masa abdominal homogénea en forma de medialuna (flechas) que sugiere que el bazo se encuentra en una ubicación anatómica inusual, una condición conocida como “bazo errante”. En este paciente, el bazo ectópico estaba agrandado y la ecogenicidad del parénquima era heterogénea. B. La tomografía computarizada de seguimiento del mismo paciente con dolor abdominal muestra torsión e isquemia del bazo errante (flecha) ⁽³⁸⁾

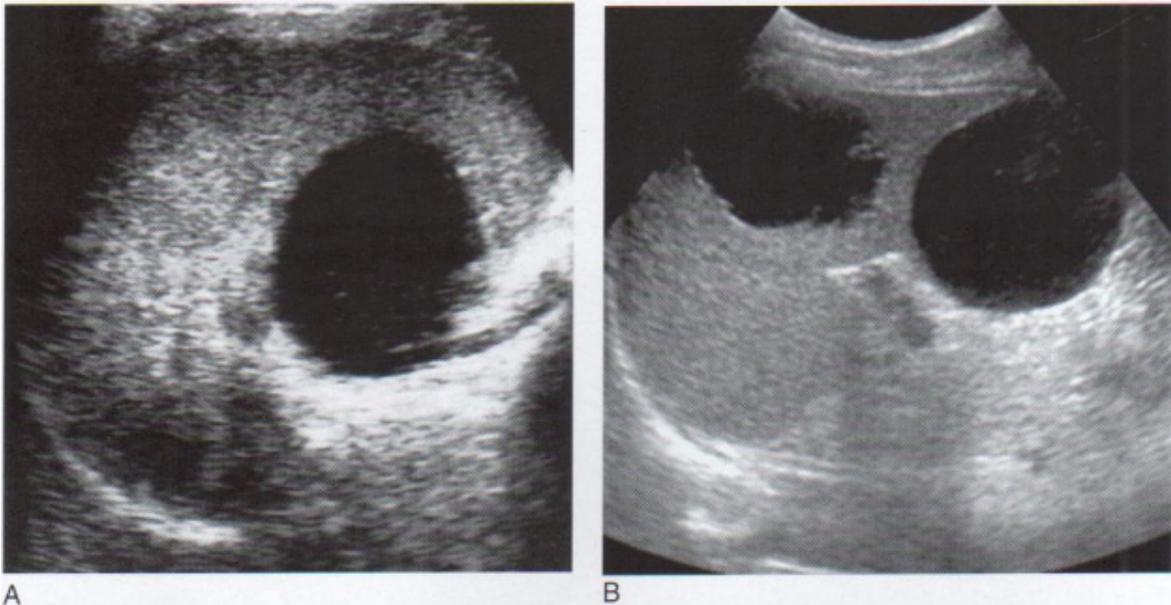
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Anomalías focales

Los quistes esplénicos como los quistes localizados en cualquier lugar del cuerpo aparecen de forma característica como áreas sin eco con bordes lisos y bien delimitados y con realce de los ecos de las lesiones. Cuando son pequeños pueden localizarse dentro del parénquima esplénico. En ocasiones, estos quistes pueden hacerse muy grandes sobre todo exofíticos. En ese caso puede ser difícil apreciar su origen intraesplénico. El diagnóstico se hace combinado con una anamnesis adecuada, la información geográfica, las pruebas serológicas y el aspecto ecográfico (Ilustración 26) ⁽³⁸⁾.

Ilustración 26. Quiste esplénico A. El estudio coronal del bazo muestra un quiste de 5cm de diámetro en la región hiliar del bazo adyacente a la vena esplénica por el traumatismo producido en el hipocondrio izquierdo varios años antes B. Estudio longitudinal del bazo en una mujer asintomática que muestra dos quistes ⁽³⁸⁾



Fuente: Carol M. Rumack MDSRWMD. Diagnóstico por ecografía. Tercera edición ed. ⁽³⁸⁾

Vesicula

Descripcion anatomica y cortes ecograficas

La vesícula biliar, se puede mencionar que esta tiene una forma de pera que presenta una longitud de 7 a 10cm aproximadamente y una capacidad promedio de 30 a 50ml. Se indica que esta se encuentra en la fosa de la vesícula biliar en la cara visceral del hígado. Esta fosa poco profunda se encuentra en la unión de las porciones (lobulos portales) derecha e izquierda del hígado”. En muchas ocasiones al realizar procedimientos quirúrgicos se olvida que, en posición anatómica, la vesícula biliar esta anterior a la porción superior del duodeno ⁽³⁸⁾.

La vesícula presenta tres áreas anatómicas, entre las que se menciona el fondo el cual corresponde al extremo ancho y rodando que representa desde el borde inferior del hígado en el externo del noveno cartílago costal. el fondo contiene la mayor parte del músculo liso de este órgano, a diferencia del cuerpo que es el área principal de almacenamiento y contiene la mayor parte del tejido elástico. El cuerpo se encuentra en contacto con la cara visceral del hígado, el colon transverso y la parte superior del duodeno. Por su lado, el cuello como es el extremo estrecho y ahusado que se encuentra en una posición opuesta al fondo, dirigiéndose hacia la porta hepático ⁽³⁹⁾

Cuando hablamos de la vía biliar que es encargada de transportar la bilis elaborada por el hígado hasta el tubo digestivo. Se inicia en pleno parénquima hepático. El hepatocito segrega las sales biliares que se van reuniendo en canalículos que confluyen progresivamente hasta alcanzar la vía biliar principal que desagua en el duodeno. Se puede considerar una porción intrahepática, ubicada en el espesor de este órgano, y una porción extrahepática. La vía biliar intrahepática está formada por los canalículos segmentarios, que se originan a partir de cada uno de los segmentos hepáticos. La vía biliar extrahepática consta de un conducto que reúne la bilis proveniente de todos esos segmentos y se dirige hacia el duodeno. Una porción accesoria, la vesí-

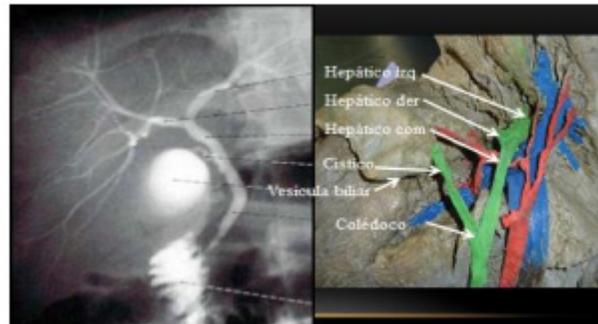
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

cula biliar, no es más que un divertículo que actúa como reservorio de bilis en los períodos interdigestivos ⁽⁴⁰⁾.

Para estudiar la conformación de la vía biliar se puede recurrir a la disección anatómica o al estudio radiológico mediante una colangiografía. La disección anatómica permite conocer el origen, trayecto y relaciones del pedículo hepático. Para el estudio la vía biliar intrahepática la colangiografía es el método de elección, ya que permite identificar la mayoría de los canalículos segmentarios. Para la denominación de las distintas secciones y segmentos hepáticos utilizaremos la nomenclatura acordada en Brisbane en el año 2000, en una reunión realizada al efecto (Ilustración 27) ⁽⁴¹⁾

Ilustración 27. Conformación de la vía biliar. Correlación entre imagen colangiografía y cadavérica. Conductos hepático derecho (CHD) e izquierdo (CHI) y los distintos canalículos segmentarios (CS) ⁽⁴¹⁾



Fuente: GRIVELL M WCGANTCATJ. The possum sphincter of Oddi pumps or resist flow depending on common bile duct pressure: a multi-lumen. In.: J. Physiol ; 2004. p. 611-622 (Thipphavong S, 2014)

Técnicas Ecográficas

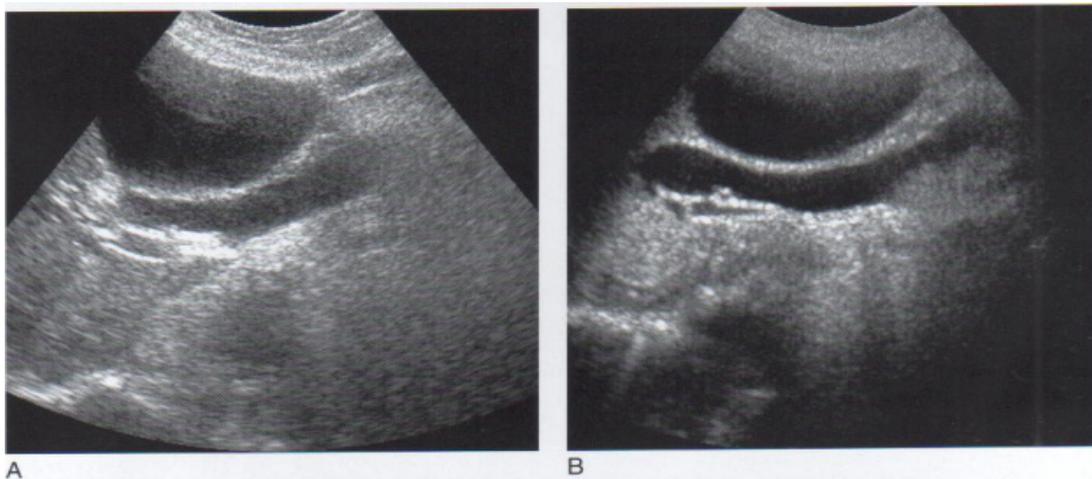
Nuestra técnica de evaluación de los conductos intrahepáticos comprende un estudio habitual como el que se realizaría para evaluar el hígado, incluido los estudios sagital y transversal. Además, necesitamos un estudio centrado para evaluar el hilio hepático, teniendo en cuenta que esta orientación requiere un plano oblicuo para mostrar toda la lon-

gitud de los conductos hepáticos derecho e izquierdo en una sola imagen. Por esa razón utilizamos una proyección oblicua subcostal con el borde izquierdo del transductor más cefálico que el borde derecho. ⁽⁴¹⁾

Interrumpiendo la respiración profunda, un barrido del transductor dirigido desde el hombro hasta la región umbilical mostrara la vena hepática media y después el eje longitudinal de los conductos hepáticos derecho e izquierdo, seguido del colédoco en sección transversal. Rotando el transductor 90 ° respecto a este plano, una segunda interrupción de la inspiración permitirá ver la longitud del colédoco y el hepático común hilio hepático. ⁽⁴¹⁾

Por otro lado, la ecografía armónica permite un mejor contraste entre los conductos y los tejidos adyacentes, con los que mejora la visualización de los conductos, su contenido luminal y su pared (Ilustración 28) ⁽⁴¹⁾

Ilustración 28. Visualización armónica de la vía biliar: A. Proyección longitudinal del colédoco con frecuencias fundamentales B. con la visualización armónica ⁽⁴¹⁾



Fuente: GRIVELL M WCGANTCATJ. The possum sphincter of Oddi pumps or resist flow depending on common bile duct pressure: a multilumen. In.: J. Physiol ; 2004. p. 611-622 (Carol M. Rumack)

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Diagnósticos más comunes

Pólipos

Los pólipos de la vesícula biliar son lesiones similares a tumores de este órgano, la formación de los pólipos de la vesícula biliar está asociada con el metabolismo de las grasas. La relación entre los pólipos de la vesícula biliar y los antecedentes familiares de algunas enfermedades sugiere realizar algunos estudios genéticos, la presentación de los polipoides de la vesícula biliar son inespecíficos y vagos y en muchos casos asintomáticos.⁽⁴²⁾

Por tal motivo las lesiones de la vesícula biliar a menudo se detectan de manera accidental, algunos pacientes con pólipos vesiculares pueden sufrir náuseas, vómitos y dolor ocasional en el hipocondrio derecho debido a obstrucciones intermitentes causadas por pequeños fragmentos de colesterol que se desprenden de la vesícula biliar, los polipos también se pueden identificar en ecografías transabdominales realizadas para el dolor en el cuadrante superior derecho. El pólipo de la vesícula biliar puede considerarse una fuente de cólico biliar⁽⁴³⁾

Colecistitis crónica

La colecistitis crónica asociada con litiasis o sin cálculos, es la patología más frecuente por la que se dan intervenciones quirúrgicas de la vesícula y vías biliares. Se presenta en pacientes por encima de los 40 años, más raramente en menores, es más frecuente en el sexo femenino en proporción de 3 a 1, especialmente en mujeres multíparas y obesas. Un estudio anatomopatológico demostró inflamación crónica de la mucosa y frecuentemente de las otras capas de la pared vesicular, secundaria a litiasis o a infecciones repetidas, es más del 90% de los casos de colecistitis crónica se acompaña de cálculos vesiculares. Debido a la inflamación en ocasiones la vesícula puede estar distendida y en otras retraídas por fibrosis⁽⁴³⁾

Colecistitis aguda

Es una de las entidades patológicas más comunes entre los casos de abdomen agudo quirúrgico. Su presentación es más frecuente por encima de los 50 años de edad y tiene más incidencia en el sexo femenino. La etiología calculosa de la colecistitis aguda llega al 95% de los casos, otras causas no litiásicas son infecciones, el reflujo del jugo pancreático a la vesícula, bridas y neoplasias, en los ancianos puede presentarse obstrucción de la arteria cística por esclerosis produciendo la colecistitis aguda vascular con isquemia y necrosis. La patología de la colecistitis aguda está en relación generalmente con la obstrucción del flujo biliar, causa por un cálculo enclavado en el cuello o en el cístico que desencadena el cuadro inflamatorio agudo con distensión vesicular, edema y compromiso de la irrigación, a lo que se agrega proliferación en cavidad libre (peritonitis) o perforación a la vía digestiva con la formación de fistulas e incluso producir obstrucción intestinal (íleo biliar) por el pasaje de cálculos grandes ⁽⁴³⁾

Divertículos vesicales

Los divertículos vesicales pueden ser congénitos o adquiridos. Los divertículos adquiridos son más comunes en hombres y estos suelen ser parauterales, se asocian con reflujo vesicuoureteral. Los divertículos son virtualmente siempre asociados a obstrucción del flujo urinario, la pared de la vejiga distendida es bastante lisa. Cuando hay hipertrofia debido a una obstrucción crónica, los haces musculares individuales se tensan y ceden una apariencia toscamente entretejida en la mucosa superficial, a esto lo llamamos trabeculación la presión cual es aproximadamente igual a la de 30cm de agua al comienzo de la micción. La vejiga trabeculada puede alcanzar de dos a cuatro veces más grande en un intento de forzar el paso de la orina, la obstrucción esta presión tiende a empujar la mucosa entre los haces musculares superficiales, causando la formación de pequeñas bolsas o células (Ilustración 29)

(43)

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 29. Células vesicales. Los divertículos adquiridos son virtualmente asociados a obstrucción del flujo urinario. El aumento de la presión dentro de la vejiga tiende a empujar la mucosa entre los haces musculares superficiales que provocan la formación de pequeñas bolsas o células. UB = vejiga urinaria. ⁽⁴³⁾



Fuente: Kanu Gopal Bala YHC. Ultrasonography of the Urinary Bladder. J Med Ultrasound. 2010; 18(3): p. 105–114. (Andrén-Sandberg, 2012)

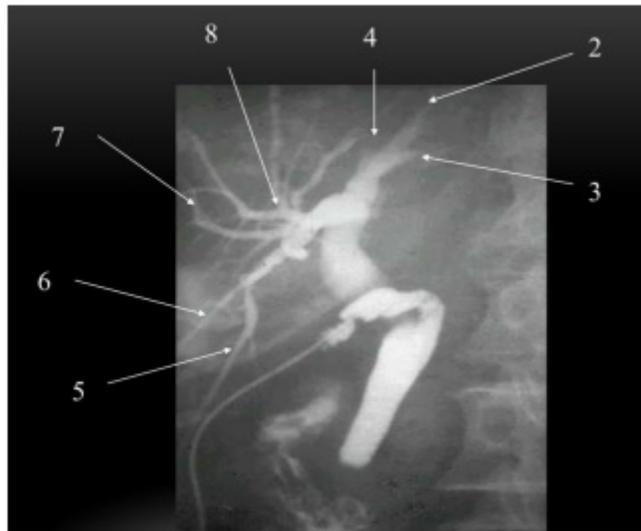
Canalículos biliares segmentarios

Comenzando por el extremo izquierdo del hígado, se visualizan dos canalículos: uno de ellos, superior, corresponde al CS 2; el inferior, al CS 3. En el otro extremo, en el ángulo inferior derecho se ubica el segmento 6, de tal modo que su canalículo es el más externo y extenso de los que se dirigen lateralmente; la rama que lo acompaña medialmente es la correspondiente al CS 5. Siguiendo a ambos canalículos cranealmente, se reconocen los de los segmentos 7 y 8; en caso de variaciones, debe recordarse que el segmento 8 es el que se ubica más cranealmente no alcanzando la cara inferior hepática, siendo su canalículo por lo tanto el de mayor extensión hacia el diafragma (Ilustración 30) ⁽⁴⁴⁾.

Hacia la izquierda de estos últimos canalículos, se ubica el CS 4. Este presenta una gran variabilidad, ya que su desembocadura puede ser única, múltiple, u ocasionalmente en las ramas anterior o posterior del hepático derecho. Los canalículos dirigidos al lóbulo caudado (seg-

mentó 1) tienen origen en el hepático derecho, izquierdo o ambos; por su corta longitud la identificación es a veces imposible⁽⁴⁴⁾.

Ilustración 30. Colangiografía. Vía biliar dilatada por obstrucción coledociana. Se observan los canalículos segmentarios: Dos hacia la derecha y abajo: CS 5 el medial, CS 6 el lateral. Dos hacia la derecha y arriba: CS 7 el lateral, CS 8 el medial, que alcanza el domo hepático. Tres hacia la izquierda: dos laterales (CS 2 el superior, CS 3 el inferior) y uno medial (CS 4)⁽⁴⁴⁾



Fuente: GRIVELL M WCGANTCATJ. The possum sphincter of Oddi pumps or resist flow depending on common bile duct pressure: a multi-lumen. In.: J. Physiol ; 2004. p. 611-622. (BIANCHI H F, 2014)

Pancreas

Descripcion anatomica y cortes ecograficas

El páncreas se encuentra en la parte superior del abdomen detrás del estómago. El páncreas es parte del sistema gastrointestinal que produce y secreta enzimas digestivas en el intestino, y también es un órgano endocrino que produce y secreta hormonas en la sangre para controlar el metabolismo y el almacenamiento de energía en el cuerpo, vale la pena mencionar algunas definiciones de términos clave que se usan en el contexto del páncreas ⁽⁴⁵⁾

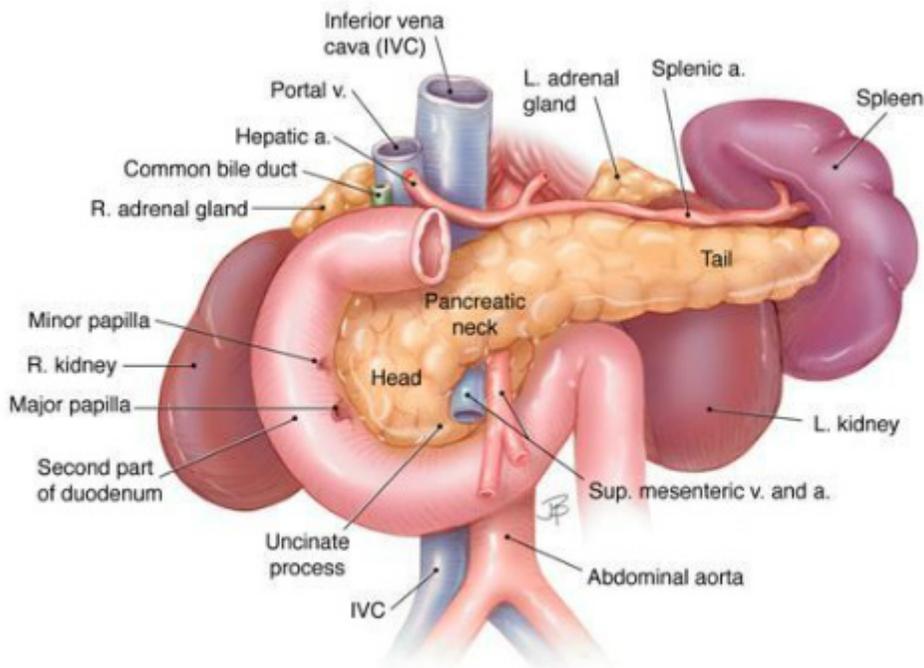
Páncreas exocrino, la porción del páncreas que produce y secreta enzimas digestivas en el duodeno. Esto incluye células acinares y de conductos con tejido conjuntivo, vasos y nervios asociados. Los componentes exocrinos comprenden más del 95% de la masa pancreática ⁽⁴⁵⁾

Páncreas endocrino, las porciones del páncreas (los islotes) que producen y secretan insulina, glucagón, somatostatina y polipéptido pancreático a la sangre. Los islotes comprenden el 1-2% de masa pancreática. Por otro lado el páncreas se puede localizar con ecografía mediante identificación de su arquitectura parenquimatosa y de las marcas anatómicas circundantes. Se sabe que el nivel del páncreas cambia ligeramente dependiendo de la fase de la respiración. Se ha mostrado que con la inspiración y espiración máximas el órgano se desplaza de 2 a 8 cm en el eje craneocaudal. Se deben considerar estos movimientos con la respiración cuando se visualiza el páncreas y especialmente durante la biopsia guiada con ecografía. ⁽⁴⁵⁾

El páncreas es una estructura retroperitoneal no encapsulada que se encuentra en el espacio pararenal anterior, entre el asa duodenal y el hilio esplénico, a lo largo de una longitud de 12,5 a 15cm. La cabeza, la apófisis uncinada, el cuello, el cuerpo y la cola son las diferentes partes del páncreas. La apófisis uncinada representa la extensión medial de la cabeza y se encuentra detrás de los vasos mesentéricos superiores (Ilustración 31) ⁽⁴⁵⁾

El páncreas recibe su irrigación del tronco celiaco y la arteria mesentérica superior. Una vez que han penetrado las arterias en el páncreas las mismas se interconectan a través de anastomosis arteriales que hacen del páncreas un órgano particularmente resistente a la isquemia. La cabeza esta irrigada por las arterias pancreaticoduodenales superior rama de la arteria gastroduodenal y por las arterias pancreaticoduodenales inferior rama de la arteria mesentérica superior ⁽⁴⁵⁾

Ilustración 31. Relaciones anatómicas del páncreas con los órganos y estructuras circundantes ⁽⁴⁵⁾



Fuente: Daniel Longnecker M. Anatomy and Histology of the Pancreas. Pancreapedia. 2014 marzo 21.

Cortes ecograficos

El estudio del páncreas incluye planos de exploración oblicuos transversales, longitudinales y angulados (Ilustración 32) ⁽⁴⁶⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Ilustración 32. Ecografía oblicua de la glándula pancreática. Se pueden visualizar la cola, el cuerpo, el istmo y la parte superior de la cabeza del páncreas. ⁽⁴⁶⁾



Fuente: Mirko D'Onofrio VC. Ultrasound of the pancreas. Department of Radiology; GB Rossi University Hospital. 2019 Julio 19.

El plano que pasa por la emergencia del tronco celíaco identifica el comienzo de cuerpo-cola. En presencia de gas gástrico puede cubrir la porción izquierda de la glándula pancreática. El plano que pasa a través de la vena esplénica muestra una morfología típica en “coma”. En esta exploración, es fácil identificar el cuerpo con el conducto pancreático y el istmo del páncreas en la confluencia de la vena esplénica con la vena mesentérica superior. En el nivel del borde lateral de la cabeza, la arteria gastroduodenal a menudo se ve ventralmente representado por imagen anecoica; y el CDB se puede ver dorsalmente (Ilustración 33) ⁽⁴⁶⁾

Ilustración 33. Conducto pancreático. Ecografía oblicua del cuerpo pancreático con visualización del conducto pancreático principal (flecha).⁽⁴⁶⁾



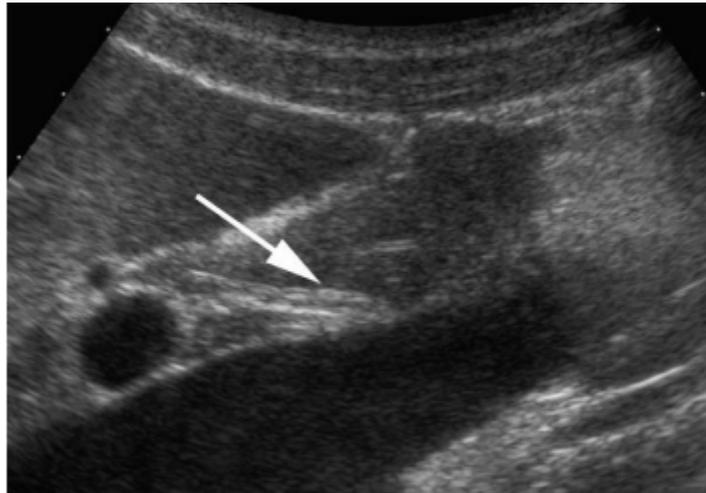
Fuente: Mirko D'Onofrio VC. Ultrasound of the pancreas. Department of Radiology; GB Rossi University Hospital. 2019 Julio 19. (Gustavo Reichholz, 2016)

La exploración que pasa a través de los vasos mesentéricos visualiza la parte inferior de la cabeza pancreática y el proceso uncinado, que anatómicamente se encuentra en la vena mesentérica superior y la VCI. La arteria mesentérica superior aparece por delante de la aorta y a la izquierda de la vena mesentérica superior. Las exploraciones longitudinales se ejecutan en las cuatro partes anatómicas del páncreas (Ilustración 34)⁽⁴⁶⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 34: Conducto biliar común intrapancreático. Ecografía longitudinal y ligeramente oblicua de la cabeza pancreática con visualización del conducto pancreático y el tracto intrapancreático del colédoco (flecha) ⁽⁴⁶⁾



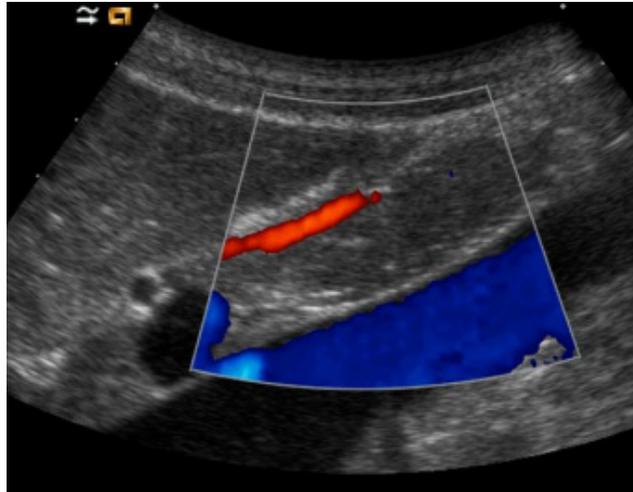
Fuente: Mirko D'Onofrio VC. Ultrasound of the pancreas. Department of Radiology; GB Rossi University Hospital. 2019 Julio 19.

Las exploraciones a nivel del cuello requieren la vena mesentérica superior como punto de referencia, esto es visualizado en la unión con la vena esplénica. El conducto pancreático principal se puede visualizar a nivel del cuerpo pancreático ⁽⁴⁶⁾

Técnicas ecograficas

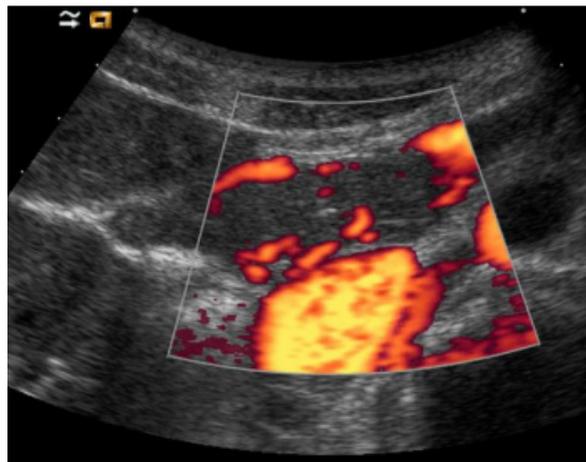
Estudio Doppler del páncreas y anatomía vascular Los estudios Doppler son una parte integral del examen de ultrasonido del páncreas. Las estructuras vasculares peripancreáticas que se evalúan y se reconocen fácilmente son el portal vena, el tronco celíaco, la arteria y la vena esplénica, la arteria gastro-duodenal, la arteria superior arteria y vena mesentéricas, la aorta y la VCI. Sólo unos pocos vasos parenquimatosos están generalmente apreciables en condiciones normales; sin embargo, la visualización de vasos peripancreáticos e intrapancreáticos más pequeños es posible gracias a una mayor Sensibilidad Doppler (Ilustración 35 y 36) ⁽⁴⁷⁾

Ilustración 35. Arteria gastroduodenal. Ultrasonido Doppler color exploración longitudinal del páncreas cabeza. Se puede visualizar la arteria gastroduodenal. ⁽⁴⁷⁾



Fuente: Mirko D'Onofrio VC. Ultrasound of the pancreas. Department of Radiology; GB Rossi University Hospital. 2019 Julio 19.

Ilustración 36. Ecografía Power Doppler transversa de la cabeza del páncreas. Se pueden visualizar las arcadas arteriales pancreáticas. ⁽⁴⁷⁾



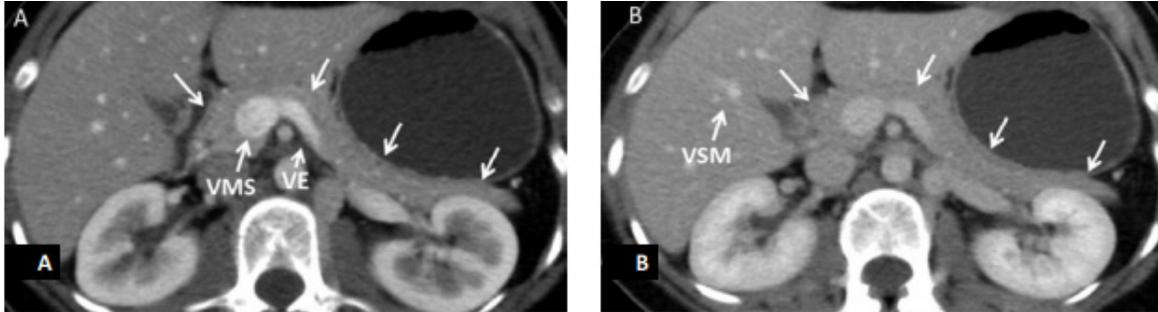
Fuente: Mirko D'Onofrio VC. Ultrasound of the pancreas. Department of Radiology; GB Rossi University Hospital. 2019 Julio 19.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Las aplicaciones clínicas de los estudios Doppler de los vasos peripancreáticos incluyen la evaluación de permeabilidad y características del flujo sanguíneo. La apariencia Doppler y Doppler pulsado de los vasos peripancreáticos ha sido bien documentada (Ilustración 37) ⁽⁴⁷⁾

Ilustración 37. Páncreas y tomografía ⁽⁴⁷⁾

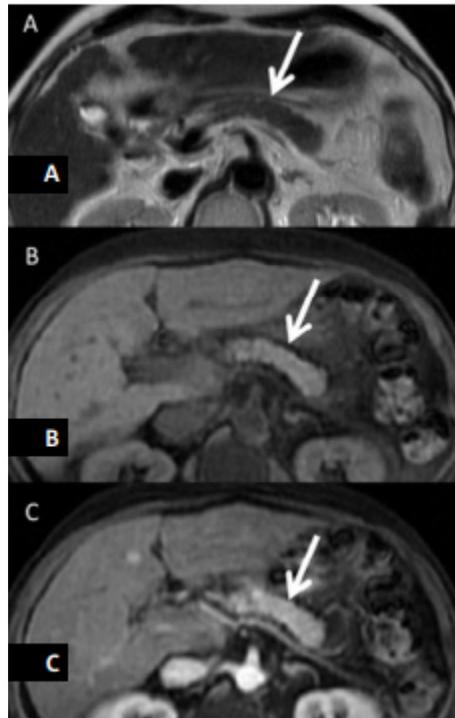


Fuente: Gustavo Raichholz SGSD. Anatomía segmentaria del páncreas. 2016 marzo 13; 13(5). (Wojciech Jelski, 2019)

A) Tomografía en fase arterial pancreática (45 segundos después de comenzada la inyección de contraste). El criterio de calidad utilizado en esta fase es la opacificación de la vena mesentérica superior y de la vena esplénica. ⁽⁴⁷⁾

B) Tomografía en fase venosa (75 segundos después de comenzada la inyección de contraste). El criterio de calidad utilizado es la opacificación de las venas suprahepáticas. Páncreas (flechas). Vena Mesentérica Superior (VMS) Vena Esplénica (VE). Vena Suprahepática Media (VSM) (Ilustración 38) ⁽⁴⁷⁾

Ilustración 38. Páncreas y RM ⁽⁴⁷⁾



Fuente: Gustavo Raichholz SGSD. Anatomía segmentaria del páncreas. 2016 marzo 13; 13(5). (Wojciech Jelski, 2019)

RMI en secuencias T2. El páncreas izquierdo es visualizado hipointenso con una señal similar al hígado (flecha). B) RMI secuencias T1 con supresión grasa. La intensidad de señal relativa del páncreas aumenta significativamente y aparece marcadamente hiperintenso (flecha), con lo que este órgano se vuelve el tejido blando más brillante del abdomen superior. C) RMI secuencias T1 con supresión grasa y gadolinio. Marcado refuerzo homogéneo del páncreas tras la administración de quelatos de gadolinio y adquisición de imágenes en fase arterial pancreática (flecha). ⁽⁴⁷⁾

Diagnósticos más comunes

El cáncer de páncreas es uno de los cánceres más mortales y tiene una tasa de mortalidad alta. A pesar de su incidencia relativamente baja, es la cuarta causa principal de muertes relacionadas con el cán-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

cer en la mayoría de los países desarrollados. Mejorar el diagnóstico temprano del cáncer de páncreas y fortalecer el tratamiento integral estandarizado sigue siendo el enfoque principal de la investigación del cáncer de páncreas. Los marcadores tumorales suelen ser proteínas asociadas a tumores de relevancia clínica en estos pacientes. Aunque los marcadores tumorales antígeno carbohidrato (CA 19–9) y antígeno carcinoembrionario (CEA) se usan comúnmente, ninguno de ellos demuestra una alta precisión diagnóstica. ⁽⁴⁷⁾

Fibrosis quística

La FQ es muy común y más en la infancia. Causada por mutaciones en la proteína reguladora transmembrana, la participación del páncreas comienza en el útero en los niños con FQ y progresa hasta la niñez, se expresa típicamente en el epitelio del conducto pancreático y controla la secreción de aniones en la luz, pérdida de la función altera la secreción de fluidos y aniones, lo que luego conduce a contenidos luminales ácidos, taponamiento de conductos y eventual destrucción del páncreas. El tipo de mutaciones influye en gran medida en el grado de afectación del páncreas exocrino 85% son pancreática insuficiente y depende de las enzimas pancreáticas para mantener un adecuado crecimiento y nutrición, mientras que el 15% son insuficientes ⁽⁴⁸⁾.

Pancreatitis crónica

La insuficiencia pancreática exocrina se desarrolla en el 50% al 80% de los adultos después de un diagnóstico de 5,6 a 13,1 años. Se desconoce la prevalencia exacta de EPI en PC pediatría, pero el 34% de los niños con parálisis cerebral ⁽⁴⁸⁾

.....

Riñones, ureteres y vejiga

Descripcion anatomica normal y cortes ecograficos

El sistema urinario es un sistema encargado de conservar la constante alcalinidad y la composición química de la sangre. Los órganos que efectúan estas funciones son los riñones, los productos de desecho que se eliminan constituyen la orina y esta es conducida hacia la vejiga urinaria por los uréteres, la orina se acumula gradualmente en la vejiga, y esta se vacía por si misma a través de un conducto que serían la uretra que descarga al externo ⁽⁴⁹⁾

Los riñones son dos derecho y izquierdo, estos se encuentran situados a los lados de la columna vertebral, a la altura de las dos últimas vertebrae dorsales y las dos primeras lumbares, los riñones son alargados en sentido vertical, tienen forma de frijol, una longitud de 12cm una anchura de 7 a 8cm y un espesor de 4cm, un peso es de 140 gr en los hombres y 120gr en la mujer, su color es café rojiza o rojo oscuro, tiene una consistencia firme normalmente los riñones son dos pero pueden que exista solo uno. Cada riñón contiene miles de nefronas que son terminaciones sanguíneas encargadas de filtrar la sangre y producir orina. Las funciones que realizan son: ⁽⁴⁹⁾

Filtran la sangre y separan de ella las impurezas y sustancias toxicas, así como los nutrimentos que ya limpios ponen de nuevo en circulación ⁽⁴⁹⁾

Controlan la san existente en el organismo, controlan el volumen y composición de la sangre. Se conectan con el cuerpo por las arterias renales que son por las que llega la sangre a los riñones y con las venas renales que la incorporan al torrente sanguíneo cuando ya está limpia. Los riñones filtran toda la sangre del cuerpo muchas veces al día y limpian el agua, la glucosa, las sales y minerales que contiene. Una vez limpias, las regresa a la circulación sanguínea y al mismo tiempo forma la orina con agua y las sustancias que fueron recogidas de la sangre. El peritoneo que cubre a la cara anterior de los riñones desempeña una escasa función de fijación. ⁽⁴⁹⁾

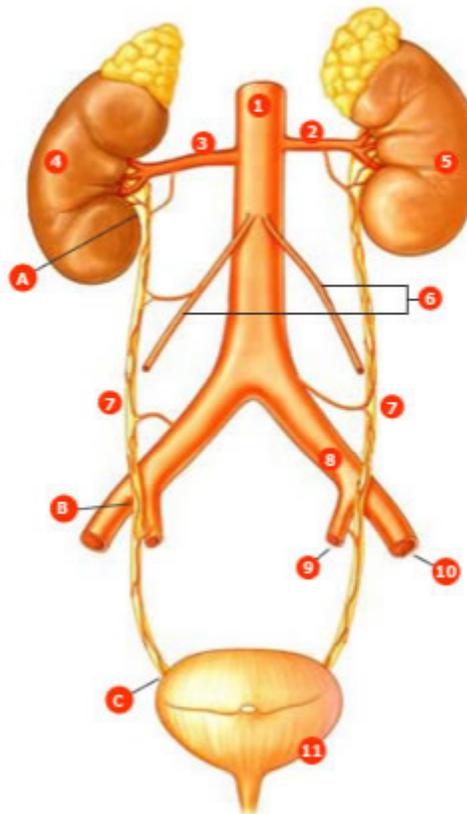
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Por otro lado son los uréteres, la vejiga urinaria, la uretra: La pelvis renal de cada riñón se continua con el uréter correspondiente éstos son dos finos conductos músculo membranosos (entre 4 y 7 mm de diámetro), retroperitoneales, que terminan en la base de la vejiga urinaria, dibujando un trayecto de entre 25 a 30 cm., con una porción abdominal y una pelviana (Ilustración 39).⁽⁵⁰⁾

Ilustración 39. Trayecto abdominal ⁽⁵⁰⁾

- 1 aorta abdominal
- 2 arteria renal izquierda
- 3 arteria renal derecha
- 4 riñón derecho
- 5 riñón izquierdo
- 6 arterias testiculares
- 7 uréter
- 8 arteria iliaca primitiva
- 9 arteria iliaca interna
- 10 arteria iliaca externa
- 11 vejiga
- A primer estrechamiento: unión pelvicoureteral
- B segundo estrechamiento: estrecho de la pelvis
- C tercer estrechamiento: entrada en la vejiga



Fuente: gur MR DF. Atlas de Anatomía.. In Médica E, editor.: 11^a ed.; 2007. p. Madrid. (Agur MR, 2007)

En su trayecto abdominal, los uréteres descienden verticalmente, apoyados sobre la pared muscular abdominal posterior (a lo largo del músculo Psoas), recubiertos por el peritoneo. Al penetrar en la cavidad

.....

pélvica, cruzan los vasos ilíacos comunes iniciándose su trayecto pélvico. A continuación, en el hombre, los uréteres pasan por debajo de los conductos deferentes, mientras que en la mujer lo hacen por debajo de las arterias uterinas. Finalmente, los dos uréteres llegan al fondo vesical donde se abocan, atraviesan la pared vesical siguiendo un trayecto oblicuo de arriba abajo y de fuera adentro. Este trayecto explica la ausencia de reflujo⁽⁵⁰⁾

En cuanto su anatomía de la vejiga se localiza detrás del pubis y es una bolsa que se distiende o contrae según repleción y tiene una base fija, que es el trígono. En la ecografía las paredes, se ven lisas y ecogénicas, sin distinguirse bien sus capas, y la luz se ve anecogénica, la próstata que se encuentra inferior a la vejiga y es atravesada por la uretra, que no es visible por una ecografía transabdominal. Se ve hiperecogénica respecto a los tejidos circundantes y sus 3 lóbulos no son distinguibles por ecografía, por lo que se suele usar una descripción en las zonas media y periférica⁽⁵⁰⁾

Cortes ecográficos

Para una buena exploración el paciente debe tener la vejiga llena y se utiliza una sonda convex de 3,5-5 MHz. Los riñones deben explorarse en cortes coronales y transversales por vía intercostal o subcostal, con el paciente en decúbito supino o lateral, según necesidad. Puede mejorar la visualización pedir al paciente que inspire. El uréter se explora partiendo del hilio renal en plano coronal y se ve bien cuando está dilatado, aunque más caudalmente suele interponerse gas intestinal. La porción próxima a la vejiga se ve usando esta como ventana. La vejiga se explora con cortes transversales y sagitales, pudiendo mejorarse la imagen reduciendo los ecos posteriores en la curva de ganancia o usando el modo de armónicos. Caudal a ella, y usando los mismo cortes, se localiza la próstata. En ocasiones es preciso presionar un poco para superar la sínfisis del pubis y verla⁽⁵¹⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

La estructura macroscópica del riñón se puede representar bien por medio de la ecografía. En caso de pacientes obesos, la cápsula renal externa estará limitando el cuerpo graso perirrenal y la cápsula ecogénica del riñón interno representará un contorno renal. El parénquima se puede diferenciar tanto en corteza renal ecogénica y apuntan cónicamente hacia el límite del seno renal. Entre pirámides la corteza renal llega hasta el límite del seno. La base de la pirámide está limitada por los reflejos de luz de la arteria arcuata. En el eje longitudinal se aprecia el seno renal más ecogénico y heterogéneo de forma ovalada en medio del parénquima, en corte transversal queda contenido por su forma semicircular, Se puede observar la arteria y la vena renal saliendo en ángulo recto del hilio renal, mientras que la vena renal derecha va directamente a la vena cava y la izquierda primero cruza ventralmente la vena ⁽⁵²⁾

Los uréteres salen del hilio renal directamente hacia caudal. Posteriormente avanzan a lo largo del musculo psoas y luego cruzan los vasos ilíacos para finalmente llegar a los orificios ureterales de la vejiga por vía retroperitoneal. El sistema colector urinario puede reconocerse especialmente bien durante la congestión La unidad funcional básica del riñón es un lóbulo (Ilustración 40, 41, 42 y 43) ⁽⁵²⁾

Ilustración 40. Sección longitudinal ⁽⁵²⁾



Fuente: J.Tuma FTFZBN. Genitourinary ultrasound. 2014;; p. 163-166.

Ilustración 41. Sección transversal. ⁽⁵²⁾



Fuente: J.Tuma FTFZBN. Genitourinary ultrasound. 2014;; p. 163-166. ⁽⁵²⁾

Ilustración 42. Vasos renales: RRA (= arteria renal derecha) y LRA (= arteria renal izquierda). ⁽⁵²⁾



Fuente: J.Tuma FTFZBN. Genitourinary ultrasound. 2014;; p. 163-166.
(J.Tuma, 2014)

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 43. Salida del uréter en decúbito prono ⁽⁵²⁾



Fuente: J.Tuma FTFZBN. Genitourinary ultrasound. 2014;; p. 163-166.. (J.Tuma, 2014)

Técnicas ecográficas

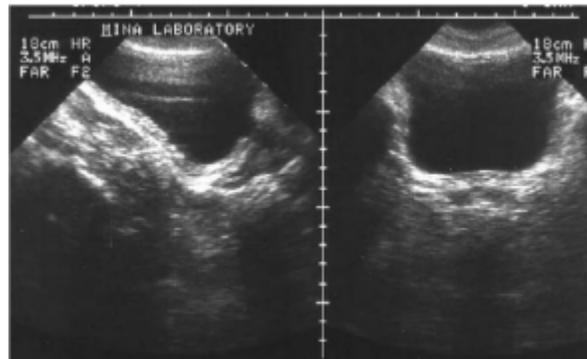
Las radiografías del tracto urinario pueden ayudar a resaltar un cálculo renal o un tumor que podría estar bloqueando el flujo de orina y causando dolor. Para los hombres, una radiografía también muestra el tamaño y la forma de la próstata, una glándula con forma de nuez que rodea la uretra en el cuello de la vejiga y suministra líquido que se convierte en semen ⁽⁵¹⁾

Por lo general, se puede lograr un llenado adecuado de la vejiga bebiendo 4 a 5 vasos de agua u otras bebidas 1 hora antes del examen. Una vejiga que está demasiado llena puede restringir el período de exploración debido a la incomodidad del paciente. Por lo tanto, en esta circunstancia siempre es recomendable volver a examinar al paciente después del vaciado parcial de la vejiga. ⁽⁵¹⁾

La ecografía transabdominal suprapúbica con un transductor de 3,5 a 5 MHz es ideal en todos los grupos de edad. Para neonatos, se pueden necesitar transductores de 7,5 MHz La ecografía vesical se utiliza para evaluar lo siguiente (1) anatomía de la pared vesical (grosor y anomalías focales, presencia de trabeculación y divertículos), (2) capacidad

vesical en mililitros, (3) anatomía de la base vesical, (4) anatomía ureteral distal, (5) volumen residual posmiccional y (6) defectos de llenado intravesical (Ilustración 44) ⁽⁵¹⁾

Ilustración 44. Vejiga normal. Exploraciones sagitales y transversales de la vejiga llena. La pared de la vejiga es delgada y las formas de la vejiga son triangulares y rectangulares. (51)



Fuente: Kanu Gopal Bala YHC. Ultrasonography of the Urinary Bladder. J Med Ultrasound. 2010; 18(3): p. 105–114.

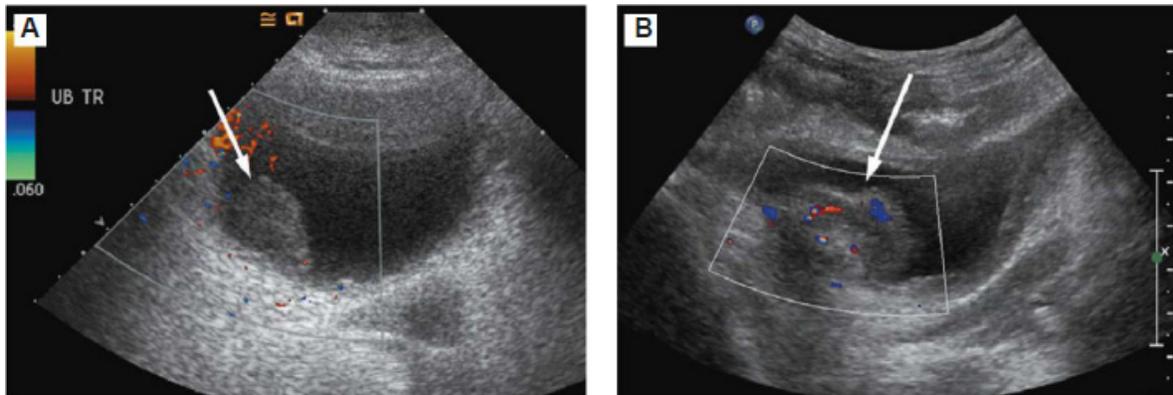
En pacientes con coágulos y hematuria, la ecografía es útil para evaluar los cuantos coágulos se encuentran dentro de la vejiga. Estructuras ecogénicas dentro de la vejiga sin sombras y muestran el cambio de posición con cambios de postura corporal son hallazgos ultrasonográficos tipos de coágulos de sangre. Se debe tener cuidado para diferenciar un coagulo intravesical móvil de un tumor vesical sesil unido a la pared de la vejiga, puede no estar claro si se trata de una masa vesical o de un coagulo. La ecografía Doppler se puede utilizar para utilizar para distinguir los tumores de los coágulos. Un tumor puede mostrar señales de flujo de color, mientras que un coagulo de sangre no (Ilustración 45) ⁽⁵¹⁾

Ilustración 45. Diferenciación entre coágulos adheridos y tumor vesical (cáncer). (A) Se adjunta un coágulo en la base de la vejiga lateral derecha. La ecografía Doppler color no muestra señales de flujo de co-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

lor (flecha). (B) En otro paciente con cáncer de vejiga, el tumor (flecha) muestra la presencia de señales de flujo de color. ⁽⁵¹⁾



Fuente: Kanu Gopal Bala YHC. Ultrasonography of the Urinary Bladder. J Med Ultrasound. 2010; 18(3): p. 105–114.

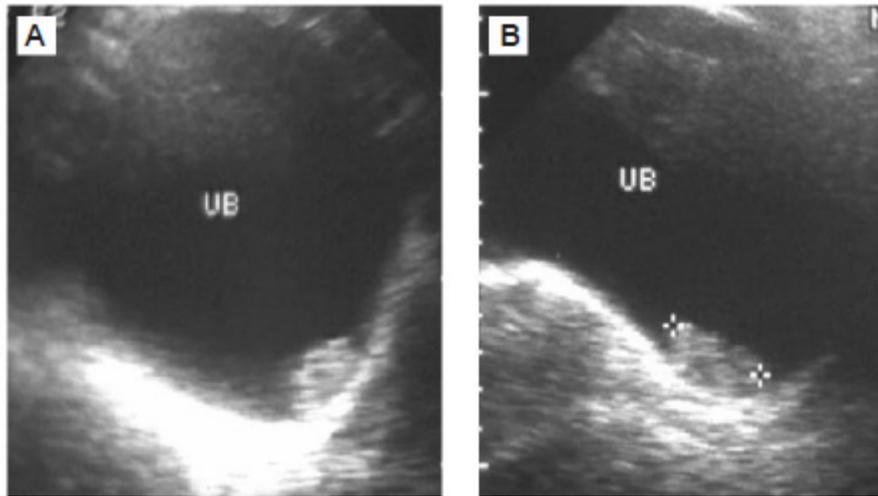
Diagnósticos más comunes

Tumores de vejiga

El cáncer de vejiga es el segundo cáncer más común del tracto genitourinario. Representa el 7% de los nuevos casos de cáncer en hombre y el 2% de los nuevos casos de cáncer en mujeres. El cáncer de vejiga, principalmente una enfermedad de hombres mayores de 65 años, rara vez se diagnostica antes de los 40 años. El tabaquismo es el factor de riesgo más importante. Se cree que fumar cigarrillos contribuye a más 50% de los cánceres de vejiga en los hombres y al 33% de los cánceres de vejiga en las mujeres. En general, los fumadores tienen un riesgo 2 a 4 veces mayor de cáncer de vejiga que los no fumadores. Una variante poco conocida del cáncer de vejiga es el carcinoma in situ, que se presenta con disuria y polaquiuria en ausencia de orina infectada. El diagnóstico es histológico, basado en citología de orina anormal o biopsias aleatorias tomadas en la cistoscopia. No se puede demostrar ninguna anomalía radiológica. La mitad de estos pacientes desarrollarán una neoplasia maligna invasiva en un plazo de 3 años. El pronóstico del paciente está relacionado con la extensión de la diseminación del tumor y se necesita una estadificación precisa. La super-

vivencia a los cinco años de los pacientes con tumores superficiales (Ilustración 46) (T1, T2)⁽⁵¹⁾

Ilustración 46. Cáncer vesical superficial que no altera la pared vesical normal. Esta es una neoplasia maligna T1 o T2. UB=vejiga urinaria ⁽⁵¹⁾



Fuente: Tanagho EA MJe. Urología general de Smith. In edición. 1, editor.: Lange Medical Books; 2004. p. 583.

Litiasis de la vía urinaria

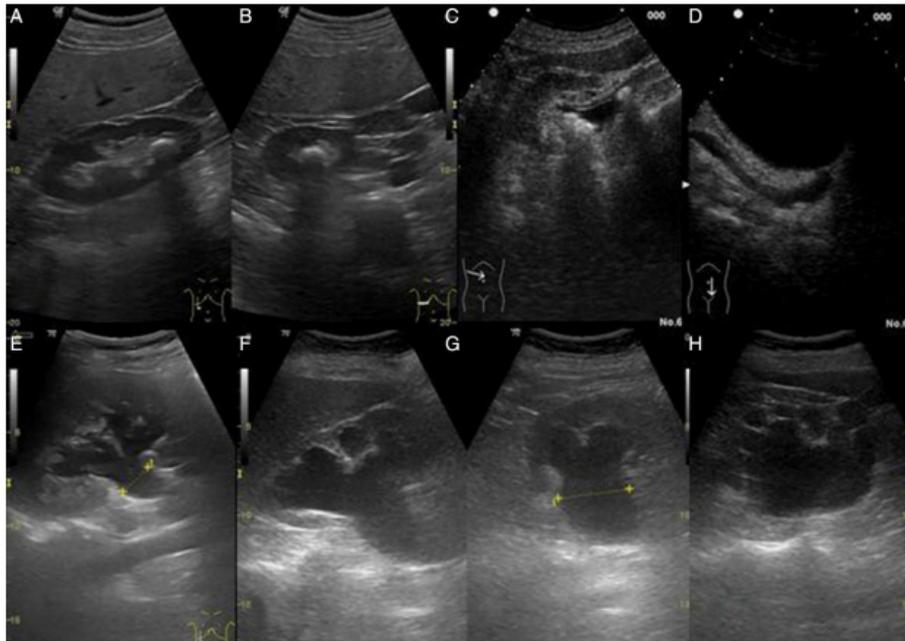
Los cálculos en la vía urinaria se pueden ver en el sistema colector renal, el uréter o la vejiga. Su aspecto ecográfico es de una imagen hiperecogénica con sombra acústica posterior. La sensibilidad de la ecografía a nivel renal para su detección se ha escrito de hasta un 100% si son mayores de 5mm, aunque es dependiente del explorador y desciende mucho con tamaños menores (Ilustración 47). La captación pequeña de color posterior a la imagen indicativa de litiasis al aplicar Doppler, llamada centelleo, amplía la especificidad ⁽⁵¹⁾

Ilustración 47. A y B: riñón con litiasis en grupo calicial inferior en cortes longitudinal y transversal. C: riñón en corte transversal con 2 litiasis en la pelvis mayor y otra en la porción proximal del uréter. D: uréter distal visto usando la vejiga como ventana acústica y que contiene una

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

imagen de litiasis y presenta dilatación. E: corte longitudinal de un riñón con hidronefrosis leve. F y G: corte longitudinal y transversal de un riñón con hidronefrosis moderada. H: corte longitudinal de un riñón con hidronefrosis severa. (51)



Fuente: Segura-Graua RHNDR. Ecografía del aparato urinario. 2015; 42(2): p. 388-394. (Segura-Graua, 2015)

Hidronefrosis

Se llama hidronefrosis a la dilatación de la vía excretora en el riñón, y se debe a una obstrucción de la vía urinaria, que puede ser aguda, crónica y que ha dejado esta secuela. Se debe tratar de identificar la causa de la obstrucción, como litiasis ureterales, problemas de vaciamiento de vejiga o masas en pelvis o retroperitoneo, aunque puede deberse también a diuresis fisiológica muy activa, sobredistensión de la vejiga, reflujo vesicoureteral, episodios previos de obstrucción u otras. Ecográficamente veremos zonas anecogénicas en el seno, confluyentes hacia la pelvis mayor. Se ha propuesto una clasificación según el grado de hidronefrosis en leve, moderada y grave. Sería leve cuando el parénquima está conservado y los cálices tienen un tamaño menor de 1 cm, moderada, cuando los cálices están más dilatados y el pa-

renquima está conservado o poco atrófico (corteza > 8 mm), y severa, cuando la atrofia parenquimatosa es casi total y la anatomía renal está modificada, con formaciones anecogénicas centrales separadas por septo⁽⁵¹⁾

Infecciones de las vías urinarias

Las infecciones del tracto urinario (ITU) consiste en la respuesta inflamatoria del urotelio a la invasión bacteriana, casi siempre asociada con bacteriana, casi siempre asociada con bacteriuria, piuria y síntomas de urgencia, incontinencia y disuria. Es una de las patologías más frecuente en consulta en la atención primaria, se debe conocer cuál es el manejo adecuado, además de los nuevos métodos profilácticos los cuales podrían ayudar en el tratamiento de las infecciones recurrentes. En hombres y mujeres la ruta de acceso más sencilla para la colonización de microorganismos es la vía ascendente en donde hay un desplazamiento desde recto o bien vagina en el caso de las mujeres, hasta llegar a vejiga.⁽⁵³⁾

Las ITU pueden ser asintomáticas, es decir, subclínicas o bien sintomática cuando produce enfermedad. Se pueden clasificar según localización anatómica en alta la cual afecta al uréter, sistema colector o parénquima renal, esta clasificación es importante porque la pielonefritis aguda puede tener complicaciones como nefritis intersticial bacteriana aguda, necrosis papilar en diabéticos, abscesos renales o perirrenales y sepsis; e infecciones urinarias bajas afectando a uretra y vejiga. A diferencia de la ITU existe otra entidad que se conoce como bacteriuria asintomática y en ambas entidades hay presencia de bacterias en el tracto urinario, que, por lo general, están acompañadas de leucocitos y citoquinas inflamatorias en la orina.⁽⁵³⁾

Sin embargo, la bacteriuria asintomática como lo dice su nombre no produce síntomas y generalmente no requiere tratamiento, mientras que la ITU implica enfermedad sintomática y requiere tratamiento

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

antibiótico. Por otro lado las bacterias que ocasionan ITU suelen ser gram negativas que provienen del intestino, de estas E. coli representa un 75-95%, el resto son causadas por Klebsiella sp, Proteus sp y Enterobacter sp. También encontramos cocos gram positivos como el Staphylococcus saprophyticus y Streptococcus agalactiae. En grupos especiales como en el adulto mayor en un estudio realizado en España se observó que los microorganismos más frecuentes fueron en orden de frecuencia E. coli (57,0%), seguida por Klebsiella spp (9,7%), Enterococcus spp, P. aeruginosa y Proteus spp. Los factores predictores independientes en este estudio fueron el uso previo de antibióticos, la ITU asociada a los cuidados socio-sanitarios y la infección asociada a cateterismo permanente ⁽⁵³⁾

Cistitis aguda recurrente en la mujer

En la ITU recurrente se distinguen los siguientes términos: Reinfeción es la recurrencia después de la erradicación de la bacteria causante de la primera infección. Recaída es la recurrencia cuando la bacteria causante de la primera infección persistió en el tracto urinario pese al tratamiento. ⁽⁵⁴⁾

La gran mayoría de los casos de recurrencia en mujeres sanas se debe a re infecciones, a veces por el mismo organismo que persiste en la flora rectal o perineal. Se recomiendan habitualmente medidas conductuales de prevención, como el aseo perineal “de adelante hacia atrás”, la ingesta abundante de agua, o la micción después del coito. Sin embargo, la utilidad de estas medidas tiene poco sustento en estudios. ⁽⁵⁴⁾

La profilaxis antibiótica es efectiva. Está indicada en mujeres con al menos 3 ITU en un período de 1 año. Las alternativas son el uso diario o postcoital de antibióticos. Este último cuando la paciente nota una relación temporal con la actividad sexual. En algunos casos se instruye a la paciente para iniciar un curso de 3 días de antibiótico apenas se inician los síntomas. ⁽⁵⁴⁾

En mujeres postmenopáusicas se ha usado estrógeno tópico intravaginal para favorecer el trofismo tisular y la normalización de la flora vaginal. El desarrollo del lactobacilo antagoniza la colonización perineal por uropatógenos. ⁽⁵⁴⁾

Pielonefritis aguda en la mujer

En la pielonefritis aguda, el típico cuadro clínico incluye fiebre y dolor lumbar. Los síntomas de infección baja pueden o no estar presentes, y estos pueden anteceder a la fiebre. Puede haber náusea y vómitos. En el examen físico hay dolor a la palpación o a la puño-percusión lumbar. En el laboratorio, aparte de las alteraciones de la orina, hay leucocitosis y elevación de la proteína C reactiva. Algunas veces el dolor es abdominal (no lumbar) y el cuadro puede simular otros cuadros sípticos abdominales. ⁽⁵⁵⁾

El urocultivo debe realizarse siempre en estos casos. El tratamiento puede hacerse ambulatorio, típicamente con ciprofloxacino oral, analgesia e hidratación oral, a menos que exista una de las indicaciones para hospitalización ⁽⁵⁵⁾

ITU en hombres

Las ITU en los hombres se hace más frecuente con la aparición de las alteraciones prostáticas. Es rara en los hombres jóvenes con sistemas urinarios normales, pero puede ocurrir. Estas cistitis “no complicadas” del hombre se asocian a sexo anal y a parejas sexuales con colonización vaginal con uropatógenos. Requieren urocultivo y pueden tratarse con 7 a 10 días de ciprofloxacino. Las ITU complicadas son típicamente asociadas a obstrucción prostática. La próstata puede infectarse y constituirse en un reservorio para las bacterias. Esto requiere cursos prolongados de antibióticos con buena penetración en el tejido prostático (ciprofloxacino o cotrimoxazol), para la erradicación de este foco. ⁽⁵⁶⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Pielonefritis aguda no complicada

Se debe sospechar que los pacientes que presentan síntomas típicos del tracto inferior (disuria, frecuencia, urgencia, etc.) con dolor en el costado, dolor abdominal, náuseas, vómitos, fiebre o escalofríos tienen pielonefritis. De hecho, un porcentaje significativo (hasta 20% en algunos casos) de pacientes que se presentan con UTI aparentemente sin complicaciones y sin síntomas típicos de pielonefritis pueden mostrar compromiso renal mediante estudios bacteriológicos de localización. Muchas mujeres con pielonefritis pueden tratarse de forma segura de forma ambulatoria con antibióticos orales ⁽⁵⁷⁾

El ingreso hospitalario con antibióticos intravenosos está indicado para pacientes con toxicidad aguda, mujeres embarazadas o inmunocomprometidas, mujeres que no pueden ingerir líquidos por vía oral o en aquellas en las que el cumplimiento es un problema importante. ⁽⁵⁷⁾

En pacientes con sospecha de pielonefritis se debe realizar un urocultivo y susceptibilidad. Las opciones de tratamiento incluyen 7 días de ciprofloxacina oral 500 mg BID o Bactrim oral durante 14 días después de ceftriaxona 1 g IM/IV o 10-14 días de un betalactámico. La respuesta adecuada a la terapia se define como una clara mejoría en la condición clínica durante 48 a 72 horas. (No incluye necesariamente volverse afebril). Se debe considerar un análisis de orina y cultivos de seguimiento 1 a 2 semanas después de completar la terapia; sin embargo, rara vez se indica una evaluación estructural de rutina. ⁽⁵⁷⁾

ITU en el embarazo

Es la complicación médica más frecuente del embarazo. Los cambios fisiológicos, tanto hormonales como mecánicos, predisponen a la mujer bacteriúrica a un mayor riesgo de desarrollar pielonefritis aguda, parto prematuro y muerte perinatal inexplicable. Los factores que contribuyen al aumento del riesgo de enfermedad incluyen la dilatación de los uréteres y la pelvis renal, el aumento del pH urinario y la glucosuria

que promueve el crecimiento bacteriano y la disminución del tono del músculo ureteral. en el embarazo ⁽⁵⁸⁾

ASB ocurre en 4-7% de las pacientes embarazadas. A diferencia de las mujeres no embarazadas con ASB, en quienes no se recomienda la intervención, las pacientes embarazadas con ASB desarrollarán pielonefritis hasta en un 40 % de los casos si no se tratan. La pielonefritis en la paciente embarazada provoca septicemia en el 10-20% de los casos y ARDS en el 2%. Se recomienda la detección de bacteriuria asintomática para mujeres embarazadas en la primera visita prenatal. ⁽⁵⁸⁾

El tratamiento de la ASB se puede lograr con una variedad de medicamentos de la categoría B de la FDA (consulte las definiciones a continuación), que incluyen amoxicilina, cefalosporinas, nitrofurantoína y fosfomicina. Las fluoroquinolonas generalmente no deben usarse durante el embarazo (categoría C de la FDA). Un curso de siete días para Se recomienda amoxicilina o cefalexina, un curso de cinco días para nitrofurantoína o una dosis única de fosfomicina, con urocultivos de seguimiento para documentar orina estéril. La bacteriuria persistente requiere un nuevo tratamiento guiado por las sensibilidades y luego la consideración de una terapia de supresión, por lo general con nitrofurantoína. ⁽⁵⁸⁾

Infección de vejiga

La cistitis aguda afecta más comúnmente a las mujeres que a los hombres. El principal modo de infección es a partir de la flora periuretral, vaginal o fecal- El diagnóstico es clínico, en casos severos, el signo de tres capas se puede ver en la pared de la vejiga y restos en la orina. La cistitis recurrente es causada por presencia bacteriana identificación de la recurrencia, la infección es importante. La ecografía puede ser obtenida para proporcionar una evaluación de detección del tracto genitourinario. La urografía sólo debe realizarse en pacientes con factores de alto riesgo, por ejemplo, hematuria, cálculo enfermedad o evidencia bioquímica de alteraciones renales ⁽⁵⁹⁾

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ultrasonografía vesical combinada con una radiografía simple de abdomen y ultrasonografía renal ahora se establece como la investigación inicial, el proceso inflamatorio generalmente se extiende por debajo de la mucosa hacia la submucosa y muscular capas de la vejiga y pueden estar asociado con infiltración de glóbulos blancos. Diversos grados de fibrosis, que compromete la función del destrusor, puede disminuir la capacidad vesical o acumulación de residuos en la orina (Ilustración 48) ⁽⁵⁹⁾

Ilustración 48. Cistitis recurrente. En el exa finos ecos suspendidos y una cantidad variable de orina residual posmiccional. UB = vejiga urinaríamen ultrasonográfico, la pared interna de la vejiga se encuentra irregular, la orina puede contener ⁽⁵⁹⁾



Fuente: Segura-Graua RHNDR. Ecografía del aparato urinario. 2015; 42(2): p. 388-394.

Prostata

La ecografía es una modalidad de imagen ampliamente utilizada y bien tolerada para la evaluación de la próstata. Los recientes avances técnicos en las aplicaciones de esta han dado lugar a nuevos aspectos en el análisis de la próstata. Estos análisis de la estructura de la próstata se ha aplicado de manera que sirva para el estudio de la ecotextura, medir el volumen de la próstata y la ilustración de la elasticidad o rigidez del tejido. El análisis funcional ilustra la macrovascularidad y la microvascularidad, que son indicadores de la perfusión tisular ⁽⁶⁰⁾.

La glándula prostática produce y segrega un líquido alcalino, que energiza y protege a los espermatozoides durante la eyaculación. Comúnmente, la próstata cambia y se agranda con el aumento de la edad. La prostatitis, la hiperplasia prostática benigna (HPB) y el cáncer de próstata (CaP) son los tipos más comunes de enfermedad de la próstata. El CaP es la neoplasia maligna más frecuente en los hombres ⁽⁶¹⁾.

La ecografía transrectal (TRUS) es una modalidad de imagen ampliamente utilizada para la evaluación de la próstata. Las ventajas de la TRUS sobre otras modalidades son los bajos costos, la buena disponibilidad y la capacidad de visualizar la próstata en tiempo real. No obstante, la ecografía transabdominal (PUS) o suprapúbica es igual de fiable que la TRUS para la determinación del volumen prostático. La detección y delimitación de la patología de la próstata con imágenes sigue siendo un esfuerzo desafiante ^(61,62).

Descripción Anatómica

La próstata es un órgano fibromuscular y glandular de forma de pirámide invertida, localizada en la cavidad pélvica del hombre, detrás del pubis, delante del recto y debajo de la vejiga. Rodea el primer segmento de la uretra justo por debajo del cuello vesical, una posición ideal para obtener imágenes mediante TRUS ^(63,64).

Fundamentos Radiológicos

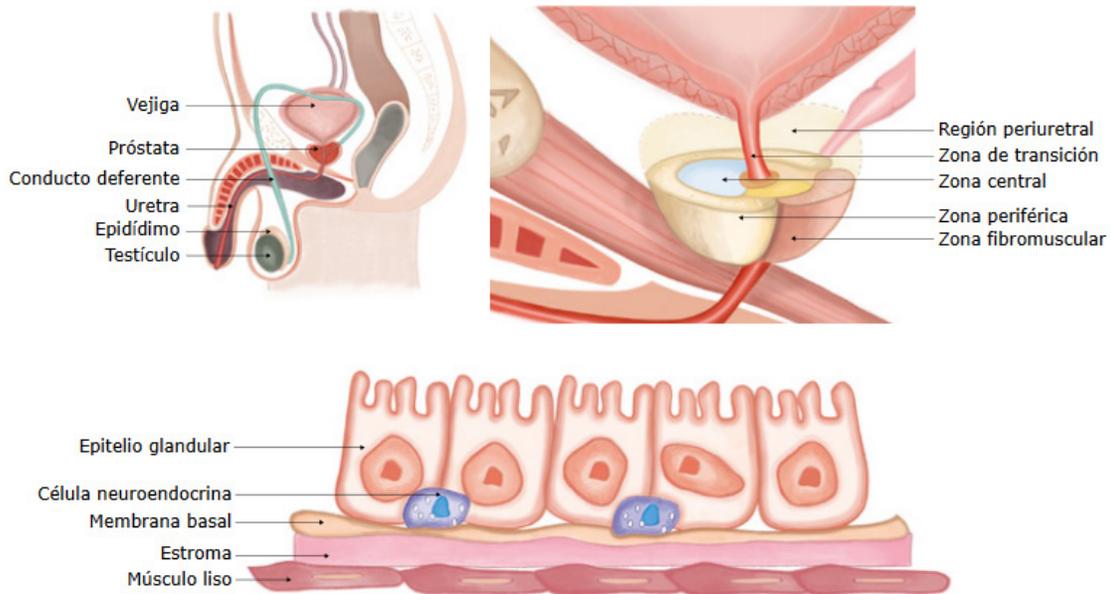
y proyecciones de diagnóstico por imagen

El tamaño de la próstata tiene unas medidas de $3 \times 3 \times 5$ cm aproximadamente (aunque este varíe según su edad), un volumen de 25 ml y su peso en la edad adulta es de 20 gramos. La próstata constituye parte del sistema urinario y reproductor, relacionándose anatómicamente con otras estructuras como los conductos deferentes y las vesículas seminales ^(63,64).

Además, hay que tener en cuenta a el verumontanum (colliculus seminal) es una protuberancia distal a la cresta uretral que presenta el utrículo prostático (remanente de los conductos de Muller) y los dos conductos eyaculadores. El verumontanum se origina en el endodermo de la parte vesical del seno urogenital y tiene gran importancia anatómica y funcional debido a la presencia de conductos eyaculadores, estructuras fundamentales para la eliminación del semen ^(65,66).

Mc Neal ha popularizado el concepto de la anatomía por zonas de la próstata, estas consisten en el estroma fibromuscular anterior que carece de tejido glandular, donde se diferencian en 3: zona periférica (ZP), zona central (ZC) y zona de transición (ZT). El tejido glandular prostático está compuesto histológicamente por epitelio cilíndrico simple y pseudoestratificado, una capa de estroma fibromuscular no glandular que rodea el órgano y dos regiones glandulares; ZP y la ZC (Ilustración 49) ^(63,64,67).

Ilustración 49. Anatomía e histología de la próstata ⁽⁶⁷⁾.



Fuente: Jenniffer, PS., y Walter, DCM. (2020). La próstata desde una perspectiva inmunológica. *Medicina & Laboratorio*. 24(1): 13-35. doi: 10.36384/01232576.12.

La zona periférica (ZP) es tejido glandular que rodea la mayor parte de la zona central, esta se extiende de manera caudal rodeando la porción distal de la uretra; mientras que la zona central es el resto del tejido glandular, que rodea los conductos eyaculatorios y el cual constituirá la mayor parte de la base de la próstata ⁽⁶⁸⁾.

La zona o lóbulo central (ZC) anatómicamente se encuentra sobre la base de la vejiga; por lo cual, si esta zona se inflama, se producirá una presión sobre la vejiga, ocasionando molestias miccionales asociadas a las enfermedades prostáticas; además, este zona o lóbulo central es el palpable en el examen rectal ⁽⁶⁹⁾.

Entrando a vascularización, la irrigación arterial prostática está dada por las arterias: vesical inferior, pudenda interna y la hemorroidal (recta media); las venas drenan desde la próstata hasta el plexo peri pros-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

tático, que está conectada con la vena dorsal profunda del pene y las venas hipogástricas (ilíacas internas); la inervación consta de los plexos nerviosos simpático y parasimpático; y el drenaje linfático que va desde la próstata hasta los ganglios ilíaco interno, sacro, vesical e ilíaco externo ⁽⁷⁰⁾.

Anatomía Ecográfica

En un principio, esta se logró por medio de transductores de alta frecuencia que permitió el estudio de la anatomía prostática por vía transrectal, tal como fue descrita por Mc Neal, donde se detalla ecográficamente cada zona y las estructuras canales que delimitan estas zonas, como lo son los canales eyaculadores y las glándulas periuretrales, además, se observan también las vesículas seminales ⁽⁷¹⁾.

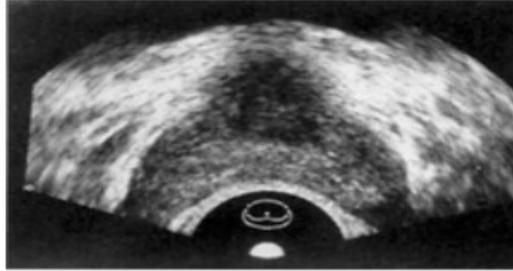
En la actualidad, con la llegada del eco doppler color, se puede observar la vascularización intra y periprostática, permitiendo llegar a diagnósticos más precisos de patologías, además de una mejor visualización de la anatomía normal. La próstata tiene una forma esférica tanto en plano axial como en sagital, como cada una de sus zonas como de las glándulas periuretrales y vesículas seminales poseen características especiales que se logran identificar en ecografía ⁽⁷¹⁾:

Zona Periférica

Es la zona de mayor tamaño (representa el 70% del tejido glandular prostático) y es el sitio donde se originan u localiza la mayoría de cánceres prostáticos. En eco se observa de manera hiperecogénica homogénea rodeando la uretra distal (Ilustración), separada de la zona transicional por la cápsula quirúrgica de aspecto Hipoecogénica (Ilustración); no obstante, esta cambia a hiperecogénica si tiene presencia de calcificaciones o de cuerpos amiláceos (Ilustración 50, 51 y 52) ⁽⁷¹⁾.

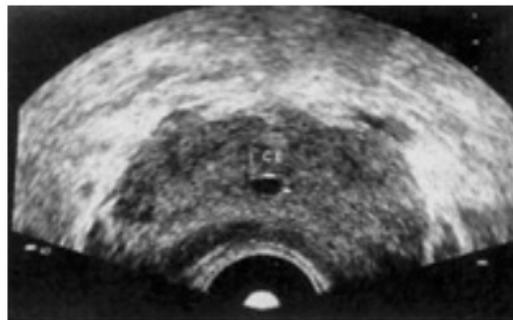


Ilustración 50. Corte axial transverso que muestra la relación entre zona periférica hiperecógena (ZP) y zona transicional hipoecógena (ZT) ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Ilustración 51. Corte axial de la próstata en donde se visualiza claramente la cápsula quirúrgica entre la zona periférica (hiperecógena) y la zona transicional (hipoecógena). Nótese la hiperecogenicidad bordeando los contornos prostáticos correspondiente a la interfase entre la cápsula prostática y la grasa periprostática. El esfínter liso (EL) está envuelto por la zona de transición ⁽⁷¹⁾.

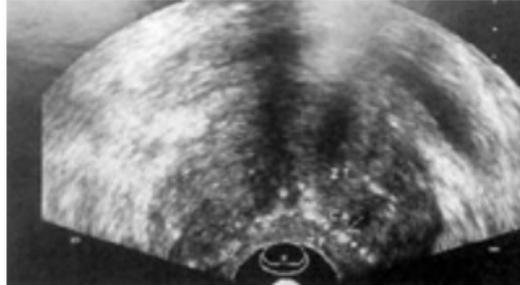


Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 52. Corte axial de la próstata. Nótese la hiperecogenicidad de la cápsula quirúrgica entre la zona periférica (ZP) y la zona de transición (ZT), debida a la presencia de cuerpos amiláceos ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

La ZP está bordeada por una línea hiperecogénica periprostática que parece corresponder a la interfase entre la cápsula y la grasa. Y, además, esta zona ocupa las regiones apical, posterior y lateral de la próstata, y sus conductos terminan drenando en el receso posterolateral de la uretra distal ^(72,73).

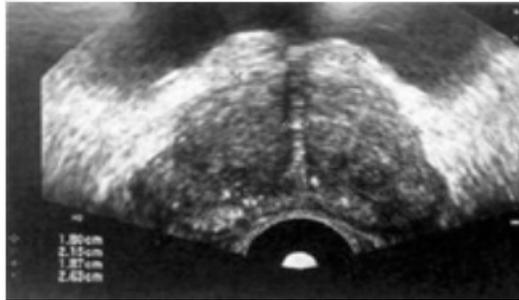
Zona Transicional

Es pequeña en el adulto joven (representa el 5% del tejido glandular, generalmente no es identificable con eco antes de los 40 años y se observa isoecogénica. No obstante, se vuelve visible, con aspecto hipoecogénico heterogéneo, cuando se desarrolla hipertrofia prostática benigna, generalmente después de los 40 años ⁽⁷¹⁾.

Continuando, la ZT envuelve el esfínter liso que puede tener un aspecto hipoecogénico y produce un cono de sombra posterior que impide la visualización del cuello vesical, e incluso, cubre en ocasiones la existencia de un lóbulo medio. A su vez, el verumontanum, se puede reparar observando los cortes transversos de las calcificaciones de las glándulas periuretrales y los canales eyaculadores (Ilustración 53 y 54) ⁽⁷¹⁾.



Ilustración 53. Corte axial de la próstata. El verumontanum (VM) se puede reparar como una zona hiperecogena de aspecto triangular producida por las calcificaciones del esfínter liso y de las glándulas periuretrales. Sitio de desembocadura de los conductos eyaculadores (CE), uretra (U), lóbulo lateral derecho (LLD), lóbulo lateral izquierdo (LLI) ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Ilustración 54. Corte axial de próstata. Calcificaciones de las glándulas periuretrales y del esfínter liso conformando la clásica imagen en “Torre Eiffel”. Nótese la hipertrofia de la zona transicional en los lóbulos laterales con adelgazamiento marcado de la zona periférica ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Zona Central

Se ubica en la base de la próstata (Representa el 25% del tejido glandular), y tiene forma de cono. Esta zona es atravesada por los con-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

ductos eyaculadores y drenan al verumontanum; además, tiene una ecoestructura idéntica a la ZP donde solo se observan bien la unión de las ampollas de las vesículas seminales y de los conductos deferentes en los cortes sagital y transversal como un triángulo hipoecogénico (Ilustración 55) ⁽⁷¹⁾.

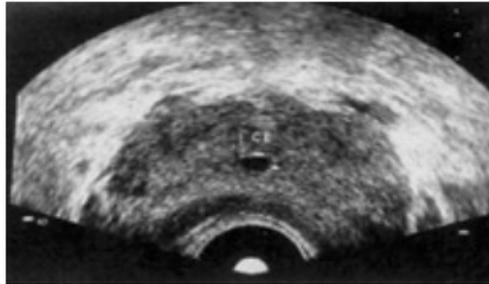
Ilustración 55. Corte sagital de la próstata. Se aprecia el cuello vesical (CV), que se continúa con la uretra prostática (U), en el verumontanum (VM), se encuentra la desembocadura de los canales eyaculadores (CE) ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Esta unión o confluencia se prolonga hasta los canales eyaculadores, los cuales se pueden visualizar con líquido hipoecogénico en su interior (Ilustración 56), y en un eco con corte transversal se puede observar un nódulo hipoecogénico o anecógeno redondeado que representa la suma de los planos musculares y que puede seguir hasta el verumontanum ⁽⁷¹⁾.

Ilustración 56. Corte axial de la próstata. Nódulo anecógeno mediano de la zona central que corresponde a los canales eyaculadores ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Estructuras Canales.

Glándulas Periuretrales. Conforman el 1% del volumen glandular; además, cuando se hipertrofian, pasan a formar el mencionado “lóbulo medio” de la próstata, tal como se observa en la ilustración 57 ⁽⁷¹⁾.

Ilustración 57. Corte sagital de la próstata. Hipertrofia de las glándulas periuretrales conformando el lóbulo medio (LM), zona periférica (ZP) ⁽⁷¹⁾.



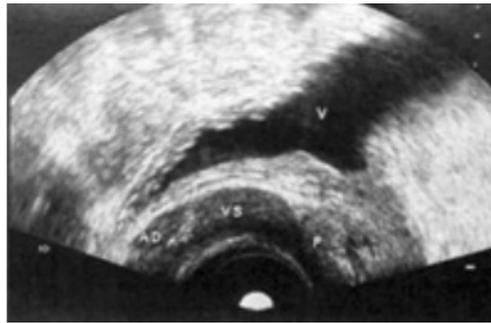
Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Vesículas Seminales. Estas tienen una forma ovalada, de aspecto hipoecogénico, en el corte sagital se encuentran orientadas hacia arriba y atrás. Y a su vez, pueden tener un aspecto quístico fisiológico por la visualización espontánea del líquido intravesicular (Ilustración 58) ⁽⁷¹⁾.

Ilustración 58. Las vesículas seminales orientadas en el plano sagital tienen una forma ovalada y son globalmente hipoecógeno. Ampolla deferencial (AD), próstata (P), vejiga (V) ⁽⁷¹⁾.



Fuente: Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. MEDUNAB. 1(1): 36-42.

Técnicas Ecográficas

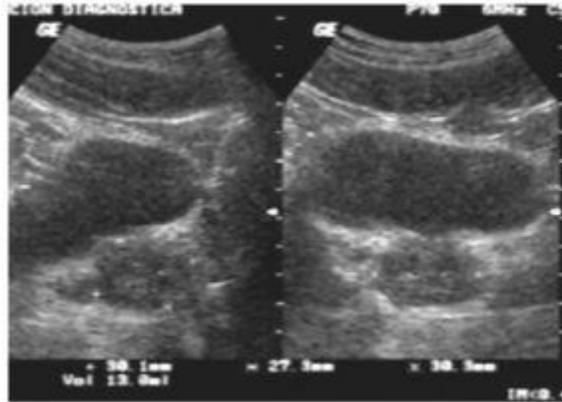
Las técnicas ecográficas recomendadas para la visualización de la próstata son la ecografía por vía transabdominal (PUS) o suprapúbica, y por vía transrectal (TRUS). Ambas son fiables a la hora de determinar el volumen de la próstata; sin embargo, ambos tienen sus diferencias, tal como se mostrará en los siguientes párrafos ⁽⁷⁴⁾:

Ecografía Transabdominal (PUS)

Hasta los años 80 el método principal era el TRUS, pero en la actualidad hay un método más sencillo y accesible, no invasivo y, además, de bajo costo, el cual es el PUS o la ecografía suprapúbica con vejiga llena. Es de primera elección en lo que respecta a el estudio de la próstata normal (Ilustración 59) ^(74,75).



Ilustración 59. Se observa medición suprapúbica prostática por elipse en un participante de 19 años con 13 cm³ de volumen o 13 g aproximados. Las imágenes corresponden a un corte longitudinal y uno transversal, respectivamente ⁽⁷⁶⁾.



Fuente: Castañeda CMA., et al. (2010). Media del volumen prostático por ecografía suprapúbica en jóvenes sanos del estado de Morelos en un estudio transversal. 70(1): 15-21.

Los estudios correlativos demuestran la ecografía suprapúbica es exacta con respecto a la evaluación volumétrica de la próstata, donde marca un valor predictivo positivo de un 85%, donde un centímetro cúbico (1 cm³) equivale a 1 g de tejido prostático ⁽⁷⁵⁾.

Sin embargo, aunque esta ecografía suprapúbica sea utilizada más para estudios normales de próstata, también se pueden observar calcificaciones por cuerpos amiláceos (Ilustración 60), quistes prostáticos (Ilustración 61) o ureteroceles (Ilustración 62) ⁽⁷⁶⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 60. Durante la medición prostática suprapúbica en un joven de 21 años, se aprecian calcificaciones por cuerpos amiláceos en un corte transversal, con un volumen aproximado de 17.5 cm³ o 17.5 g⁽⁷⁶⁾.



Fuente: Castañeda CMA., et al. (2010). Media del volumen prostático por ecografía suprapúbica en jóvenes sanos del estado de Morelos en un estudio transversal. 70(1): 15-21.

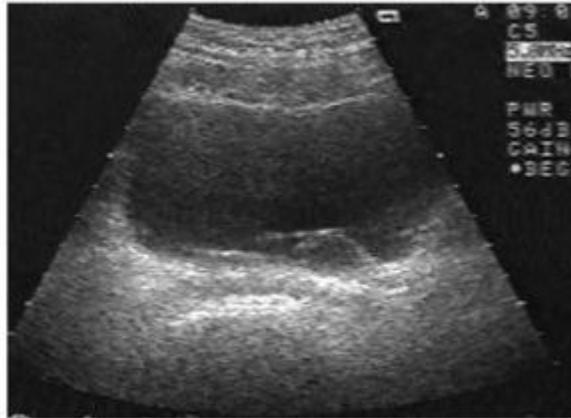
Ilustración 61. Durante la medición prostática suprapúbica en un corte transversal en un joven de 20 años asintomático, se localizó un quiste prostático periuretral posterior menor de 5 mm⁽⁷⁶⁾.



Fuente: Castañeda CMA., et al. (2010). Media del volumen prostático por ecografía suprapúbica en jóvenes sanos del estado de Morelos en un estudio transversal. 70(1): 15-21.



Ilustración 62. Durante la medición suprapúbica prostática en un corte transversal en un joven de 23 años, se observa el “signo de la cobra”, correspondiente a un ureteroceles del lado izquierdo (sujeto totalmente asintomático y sin criterios de exclusión al interrogatorio clínico) ⁽⁷⁶⁾.



Fuente: Castañeda CMA., et al. (2010). Media del volumen prostático por ecografía suprapúbica en jóvenes sanos del estado de Morelos en un estudio transversal. 70(1): 15-21.

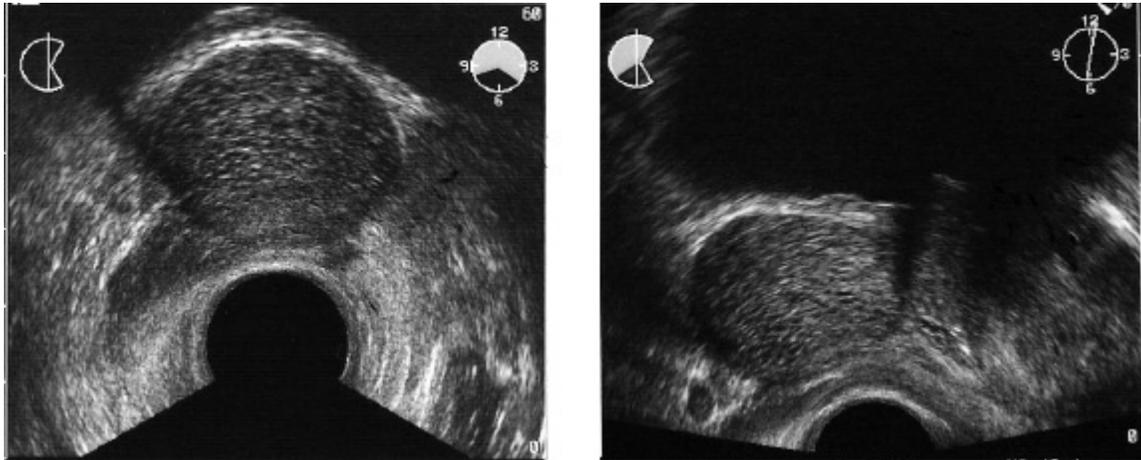
Ecografía Transrectal (TRUS)

La TRUS es el método que define de mejor manera las zonas anatómicas de la próstata antes mencionadas; y, además, la visualización del volumen de la glándula prostática es similar e incluso mayor, con un valor predictivo del 93% (Ilustración 63). A pesar de todo esto, la TRUS resulta ser una modalidad de imagen invasiva que puede ocasionar ansiedad y incomodidad a los pacientes ^(77,78).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 63. Ecografía transrectal: sección longitudinal (izquierda) y transversal (derecha). Hipertrofia prostática benigna con lóbulo medio de crecimiento retrovesical ⁽⁷⁴⁾.

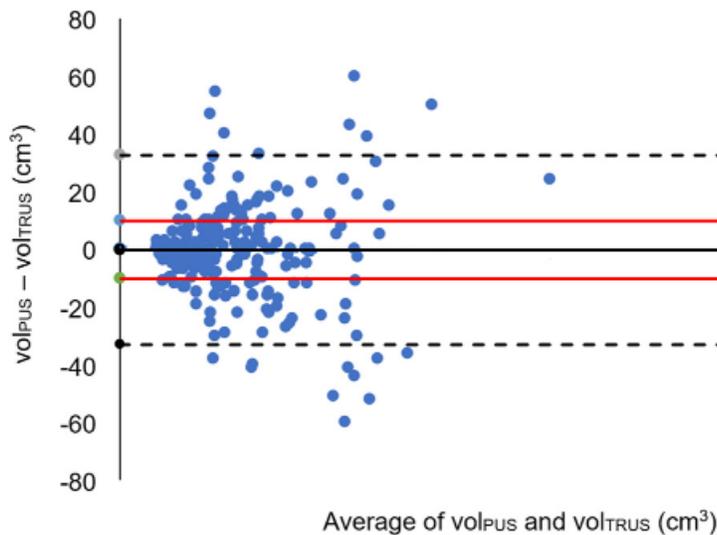


Fuente: Ricardo, GN., et al. (2006). Diagnóstico y seguimiento de la hipertrofia prostática benigna mediante ecografía. Arch. Esp. Urol. 59(4): 353-360. ISSN: 0004-0614.

No obstante, como ya se detalló, en la actualidad se utiliza más la PUS para mediciones normales de próstata, mientras que la TRUS se reserva para los pacientes con sospecha de cáncer y necesiten una detección precoz, una mala ventana suprapúbica, tacto rectal dudoso y/o PSA superior a 4 ng/ml ⁽⁷⁹⁾.

En un estudio retrospectivo de un solo centro de 299 pacientes con tamaño de próstata entre el 1 de enero de 2012 y el 31 de agosto de 2017 (Ilustración 64), se compararon la PUS y la TRUS, donde se concluyó que para próstatas de menos de 30 cc, encontramos que PUS es intercambiable con TRUS en la estimación del volumen de próstata. Sin embargo, para próstatas más grandes donde el tamaño puede alterar el manejo quirúrgico, recomendaríamos TRUS o imágenes transversales ⁽⁸⁰⁾.

Ilustración 64. Gráfico de análisis de Bland-Altman de los volúmenes prostáticos medidos por TRUS frente a PUS. La línea continua central es la diferencia media (vol PUS – vol TRUS). Las líneas discontinuas superior e inferior son los límites de concordancia (intervalo de confianza del 95%). Las líneas sólidas superior e inferior son los límites clínicamente aceptables, definidos en nuestro estudio como dentro de los 10 cc de la diferencia media ⁽⁸⁰⁾.



Fuente: Pate, WR., et al. (2020). Comparison of Transabdominal and Transrectal Ultrasound for Sizing of the Prostate. *Urology*. 141:125-129. doi:10.1016/j.urology.2020.04.054.

Ahora bien, tanto la TRUS como la PUS servirán para medir el volumen prostático, el cual se calculará midiendo el diámetro anteroposterior, el transverso y el craneocaudal. El volumen medido no debe ser mayor a 20 cc, y las fórmulas que se pueden usar para su cálculo son ⁽⁷⁹⁾:

- VP (volumen próstata) = $(AP \cdot T \cdot CC \cdot 0.50) / 1000$ cc
- VP (Volumen próstata) = $(AP^2 \cdot T) / 2$ cc

Diagnósticos más comunes

Uno de los motivos de consulta más frecuente en medicina familiar y urología son las patologías de próstata; por tal razón, es imprescindible

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

=====

saber reconocer los datos clínicos que sirvan como guía para realizar diagnósticos diferenciales entre las patologías más comunes de la próstata, las cuales son ⁽⁶³⁾:

Prostatitis

La prostatitis ocurre a cualquier edad y su incidencia aumenta con esta misma. La prevalencia de prostatitis oscila entre el 5% y el 11%. La más común en próstata es la bacteriana, y esta a su vez puede ser aguda o crónica. La prostatitis bacteriana aguda o crónica con infección confirmada o sospechada debe distinguirse del síndrome de dolor pélvico crónico (SDPC), según la clasificación sugerida por el Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas y Renales (NIDDK) ⁽⁸¹⁾.

La prostatitis bacteriana aguda a menudo comienza con escalofríos y fiebre, molestias en la parte inferior del abdomen, dolor perineal y ardor al orinar. En la prostatitis bacteriana crónica (cuando los síntomas persisten durante al menos 3 meses), el dolor perineal y el aumento de la frecuencia de la micción dolorosa son los síntomas más comunes. Su fisiopatología aún no se conoce bien ⁽⁸¹⁾.

En pacientes con prostatitis, las actividades del factor antibacteriano prostático están disminuidas y el pH es muy alcalino. Las bacterias (más comúnmente *Escherichia coli*) invaden la próstata por una infección uretral ascendente, por reflujo de orina infectada hacia los conductos prostáticos o por diseminación linfática/hematógena. La prostatitis bacteriana aguda aparece en la ecografía como un borde hipoecoico alrededor de la próstata y el Doppler color muestra un aumento del flujo (Ilustración 65) ^(81,82).



Ilustración 65. Imagen de ecografía en escala de grises de la próstata en un hombre de 55 años que tenía un nivel de PSA de 3,25 ng/ml que no mostraba áreas sospechosas. ⁽⁸³⁾.



Fuente: Michael M., et al. (2010). Ultrasound of the prostate. *Cancer Imaging*. 10(1): 40-48. doi: 10.1102/1470-7330.2010.0004.

Un absceso de próstata aparece en la ecografía como una colección de líquido hipoecogénico amurallado. En la prostatitis bacteriana crónica se puede encontrar un realce aumentado difuso del agente de contraste. Los agentes de contraste ecográficos muestran un aumento de la perfusión de la próstata durante la infección aguda y crónica, sin embargo, no se utilizan en la práctica clínica habitual ya que no se han realizado estudios al respecto ⁽⁸⁴⁾.

Hiperplasia Prostática Benigna

La HPB es una enfermedad benigna de la glándula prostática y consiste en una hiperplasia nodular del tejido fibroso, muscular y glandular dentro de las zonas periuretral y de transición. Más de 32 millones de hombres en todo el mundo tienen síntomas relacionados con la BPH, y este afecta a más del 50 % de los hombres mayores de 60 años, e incluso, hasta al 90 % de los hombres mayores de 70 años ⁽⁸²⁾.

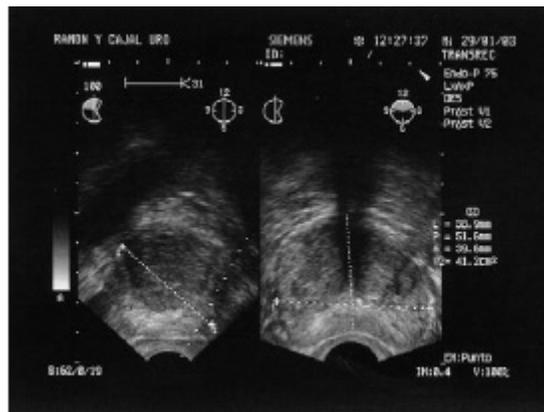
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Su fisiopatología aún se desconoce, no obstante, el mecanismo por el cual la HPB puede producir una obstrucción vesical, comprende 2 maneras: La primera es la forma estática, que se relaciona con el aumento de volumen prostático, haciendo que se reduzca la luz uretral. Mientras que la segunda es la forma dinámica, la cual está en relación con el aumento del tono muscular liso del estroma prostático debido al sistema adrenérgico ⁽⁸⁵⁾.

La HPB aparece en TRUS como una masa ecogénica (Puede ser hipoecoico, isoecoico e incluso hiperecoico en relación con la misma de la que está separada por un halo anecoico) y no móvil (Ilustración 66). Ahora bien, el signo ecográfico más precoz de la HPB es el aumento de los diámetros AP y CC de la próstata; además, los diferentes grados de HPB se clasifican según su distancia AP y su volumen como vemos en la tabla 3 ^(83,86).

Ilustración 66. Ecografía transrectal: sección longitudinal (izquierda) y transversal (derecha). Hipertrofia prostática benigna medidas antero-posterior (L), transversal (P) y longitudinal (A) ⁽⁷⁴⁾.



Fuente: Ricardo, GN., et al. (2006). Diagnóstico y seguimiento de la hipertrofia prostática benigna mediante ecografía. Arch. Esp. Urol. 59(4): 353-360. ISSN: 0004-0614.

Tabla 3. Grados de hipertrofia prostática ⁽⁷⁹⁾.

Grado	DAP (mm)	Volumen (cm ³)
Grado I	30-38	20-36
Grado II	38-45	36-60
Grado III	45-55	60-90
Grado IV	> 55	> 90

Fuente: Sosa, BRH., et al. (2020). Ecografía transabdominal de la vejiga y próstata. Nefrología al día. Disponible en: <https://www.nefrologia-aldia.org/333>.

Nota. DAP: Diámetro anteroposterior.

Cáncer de Próstata

El cáncer de próstata (CaP) es la neoplasia maligna más común entre los hombres en los países occidentales, y la más frecuente en hombres con una edad superior a los 50 años (su pico máximo es a partir de los 65 años). En los últimos años su incidencia ha aumentado debido a la mejora notable de las técnicas diagnósticas, y de otros factores no tan notables como la dieta, estilo de vida, exposición ambiental y la genética ⁽⁸⁷⁾.

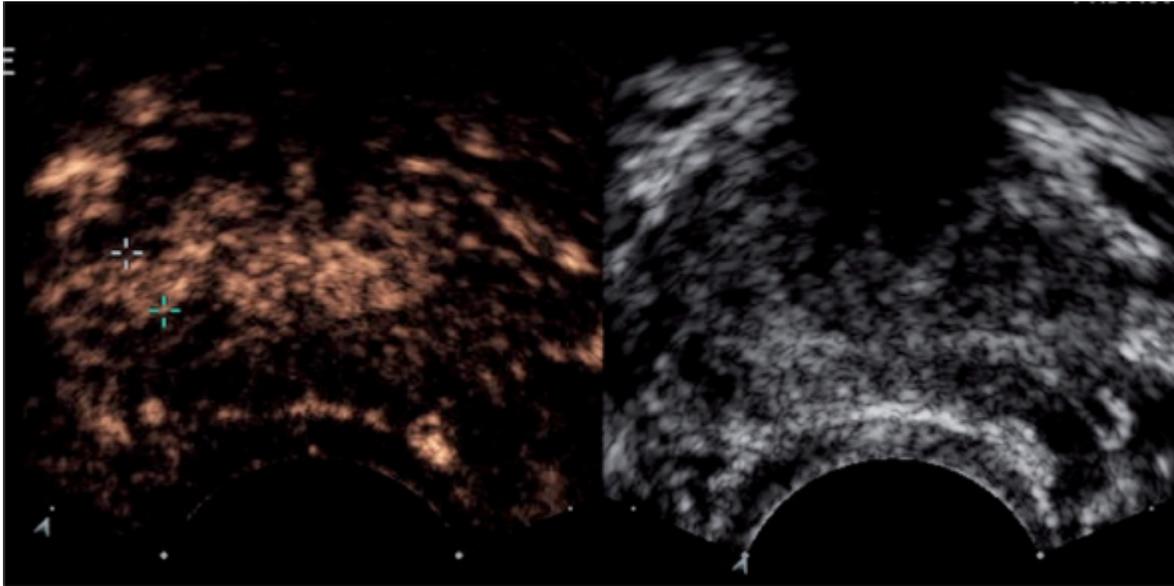
Desde el punto de vista anatomopatológico el 90% son adenocarcinomas de predominio en la ZP de la próstata. Sin embargo, otros estudios demuestran que el 70% de los CaP se localizan en la ZP, mientras que el 20% emergen de la ZT y el 10% en la ZC. Lo que deja en claro que la zona donde más se producen CaP es en la ZP ^(64,87).

Además, los pacientes que presentan incremento en sus valores de PSA se sospecha CaP, por lo cual, se les realiza tacto rectal y biopsia guiada por TRUS. Las imágenes juegan un papel central en la detección, localización y estadificación de los pacientes con CaP ⁽⁸⁴⁾.

El CaP clásico aparece en la TRUS como un nódulo hipoecoico, sin embargo, esto fue en la era anterior al PSA. Hoy en día, debido a los bajos valores de corte de PSA, el CaP se detecta en una etapa más temprana y muchos focos de cáncer aparecen isoecoicos, y por lo

.....
sos positivos para CPS, y la biopsia dirigida a CPS debe evaluarse en un esquema de biopsia más extenso (Ilustración 68) ⁽⁹⁰⁾.

Ilustración 68. Ecografía de la próstata en un hombre de 60 años que tenía un nivel de PSA de 7,4 ng/ml. No se observó ninguna anomalía en las imágenes en escala de grises (en el lado derecho). Las imágenes de secuenciación de pulsos con contraste de cadencia (CPS) muestran una lesión que realza rápidamente (18 s después de la inyección en bolo) en el lado derecho (entre líneas cruzadas). El realce es más fuerte que en el tejido prostático restante. Tres de los cinco núcleos seleccionados dieron positivo para cáncer, mientras que SB fue negativo ⁽⁸³⁾.



Fuente: Michael, M., et al. (2010). Ultrasound of the prostate. *Cancer Imaging*. 10(1): 40-48. doi: 10.1102/1470-7330.2010.0004.

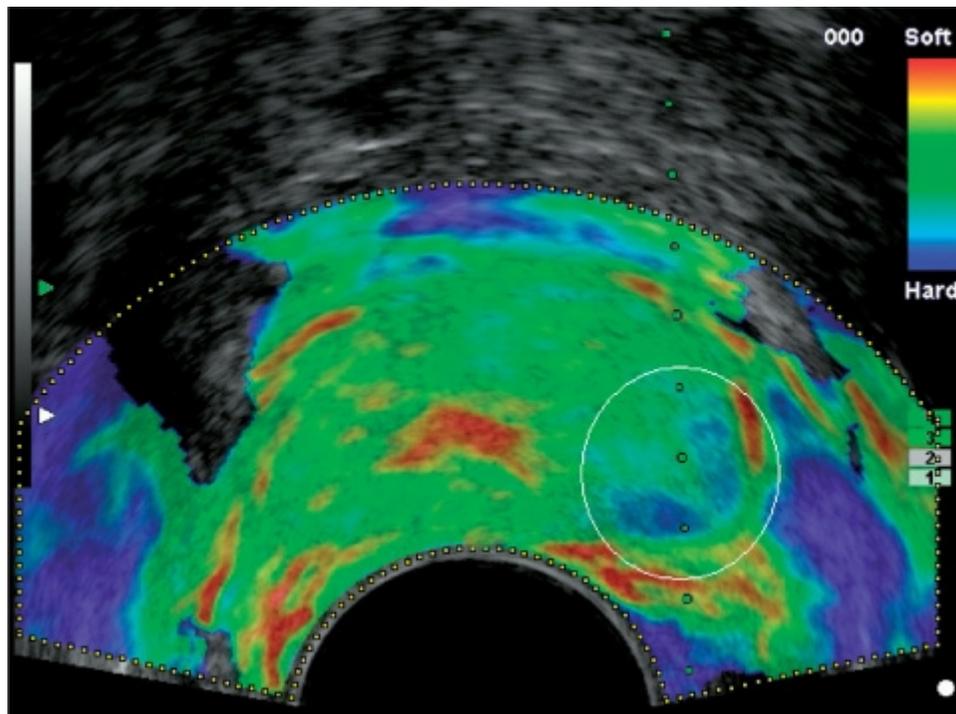
Pallwein et al. comparó la sonoelastografía con los hallazgos de SB de la próstata en 492 pacientes, donde 125 (25%) de las BS demostraron CaP. Por lo tanto, concluyeron que los hallazgos de la sonoelastografía mostraron una buena correlación con los resultados de la SB. La sonoelastografía parece ofrecer un nuevo enfoque para diferenciar la rigi-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

de tejido de la próstata y, por lo tanto, puede mejorar la detección del CaP (Ilustración 69) ⁽⁸⁴⁾.

Ilustración 69. Correspondiente imagen elastográfica de próstata. El elastograma muestra un área más rígida claramente visible (color azul) con sospecha de cáncer de próstata en el lado izquierdo de la próstata (punto blanco) ⁽⁸³⁾.



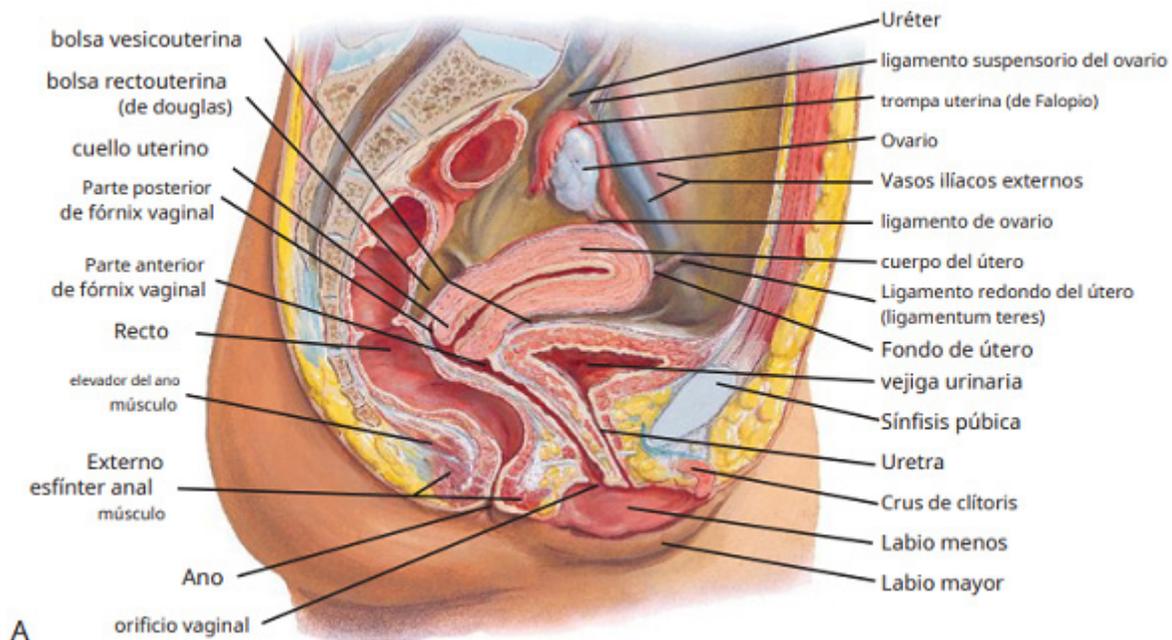
Fuente: Michael, M., et al. (2010). Ultrasound of the prostate. Cancer Imaging. 10(1): 40-48. doi: 10.1102/1470-7330.2010.0004.

Ecografía ginecológica

Descripción anatómica normal

La pelvis femenina está compuesta por el útero, los ovarios, la vejiga, el recto, la vasculatura circundante y los ligamentos. La vejiga está anterior a la vagina y al útero. El colon sigmoide y el recto se encuentran en la parte posterior del útero (Ilustración 70) ⁽⁹¹⁾.

Ilustración 70. Vísceras pélvicas femeninas: diagrama de sección sagital mediana ⁽⁹²⁾.



Fuente: Dewald, O., & Khan, Y. S. (2022). Sonography Gynecology Anatomy and Physiology. In StatPearls. StatPearls Publishing.

El útero se compone de 3 partes: el cuerpo, el istmo y el cuello uterino. El cuerpo, o corpus, es la porción más grande y está conectado al cuello uterino a través del istmo. El fondo es la porción del cuerpo uterino ubicada a lo largo de la superficie superior del útero, entre las inserciones de las trompas de Falopio. El cuerpo del útero contiene tres capas: endometrio, miometrio y serosa ⁽⁹³⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

El cuello uterino se abre por encima de la vagina alrededor del orificio externo. La vagina es un conducto fibromuscular que se dispone en la línea media y discurre desde el cuello del útero hasta el vestíbulo de los genitales externos. El fondo de saco vaginal es un espacio existente entre las paredes de la vagina y la superficie del cuello uterino ⁽⁹¹⁾.

Los ovarios son gónadas con un tamaño de 3x 2x 2cm. Suelen localizarse a los lados del cuello uterino, aunque al ser muy móviles pueden ubicarse en el fondo de saco de Douglas, a los lados de los cuernos uterinos o incluso en localización intraabdominal ⁽⁹²⁾.

Las trompas de Falopio (TF) emparejadas se conectan al útero a nivel del fondo de ojo y se extienden lateralmente, abriéndose hacia la cavidad abdominal. La función principal de las TF es el transporte del óvulo desde los ovarios colocados lateralmente hacia el útero. También actúa como el sitio principal de fertilización. De medial a lateral, las trompas de Falopio tienen las siguientes partes: intramural (incrustada dentro de la pared del útero y la parte más estrecha), istmo (que se extiende desde el útero), seguido de la ampolla (la sección más ancha y el sitio más común de fertilización) que se abre en el infundíbulo con proyecciones en forma de dedo llamadas fimbrias ⁽⁹²⁾.

La cavidad pélvica también se encuentra conformada por variables ligamentos. Lateralmente, el reflejo peritoneal forma los ligamentos anchos, que se extienden desde la cara lateral del útero hasta las paredes laterales de la pelvis bilateralmente. Por otro lado, los ligamentos redondos nacen en los cuernos uterinos, por delante de las TF en los ligamentos anchos, y se extienden anterolateralmente para pasar por debajo del ligamento inguinal e insertarse en la fascia de los labios mayores. Los ligamentos ováricos surgen de los cuernos uterinos posteriores a las trompas de Falopio y se unen a la extremidad inferior del ovario. Los ligamentos uterosacros se extienden posterolateralmente desde el cuello uterino supravaginal, rodean el recto y se insertan en la fascia sobre el sacro ⁽⁹³⁾.

Existe un extenso flujo vascular colateral hacia el útero y los ovarios. La arteria y la vena uterinas discurren paralelas al útero. Las ramas arqueadas y radiales de los vasos uterinos se conectan entre sí y con el útero. Estos vasos uterinos se anastomosan con la vasculatura ovárica en el plexo pampiniforme, una red de arterias y venas (flujo suspendido entre la TF, el ovario y el útero) ⁽⁹¹⁾.

Técnicas ecográficas

Las técnicas mas frecuentes para la valoración pélvica femenina son la ecografía transabdominal (ETA) o suprapúbica y la ecografía transvaginal (ETV); ambas técnicas habitualmente se usan combinadas. Otras vías alternativas empleadas son la ecografía transrectal, ecografía transperineal, histerosonografía y la histerosonosalingografía ⁽⁹⁴⁾.

Se deben utilizar ecógrafos con buena resolución, en tiempo real, con modo B, escalas grises, y si esta disponible la técnica Doppler pulsado y color. Las sondas deben ser adecuadas para la vía de abordaje, convexas multifrecuencia para la ETA y endocavitarias multifrecuencia para la ETV ⁽⁹⁴⁾.

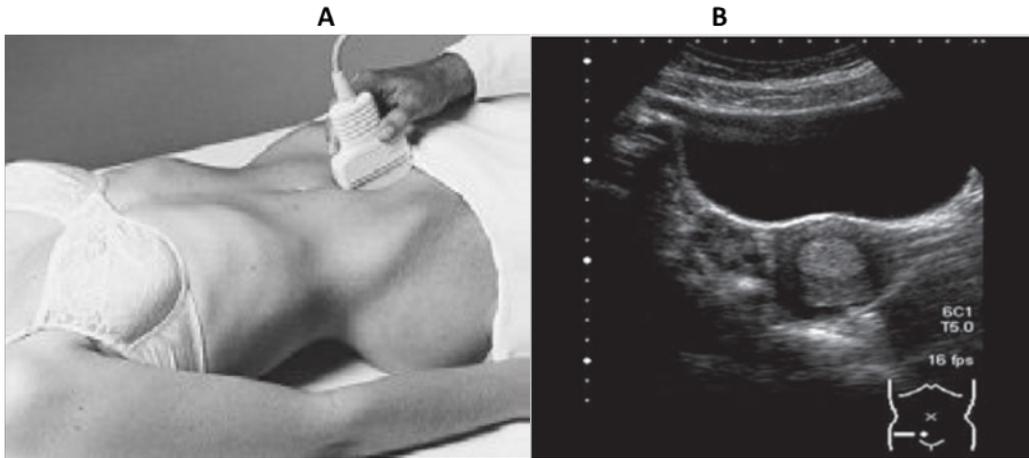
Ecografía transabdominal

Esta técnica exploratoria se realiza en decúbito supino; idealmente cuando el paciente tiene una vejiga urinaria distendida (llena) que proporciona una ventana acústica para desplazar el intestino intermedio, pero también para disminuir la anteversión fisiológica uterina, colocándolo en una mejor posición para la ecografía (Ilustración 71) ⁽⁹⁵⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 71. A) Técnica ecográfica transabdominal. B) Ecografía transabdominal de la región anexial derecha ⁽⁹⁶⁾.



Fuente: Hofer M, MEDIDAK Publishing GmbH. Ultrasound teaching manual: The basics of performing and interpreting ultrasound scans. 3rd ed. Stuttgart, Germany: Thieme Publishing Group; 2013.

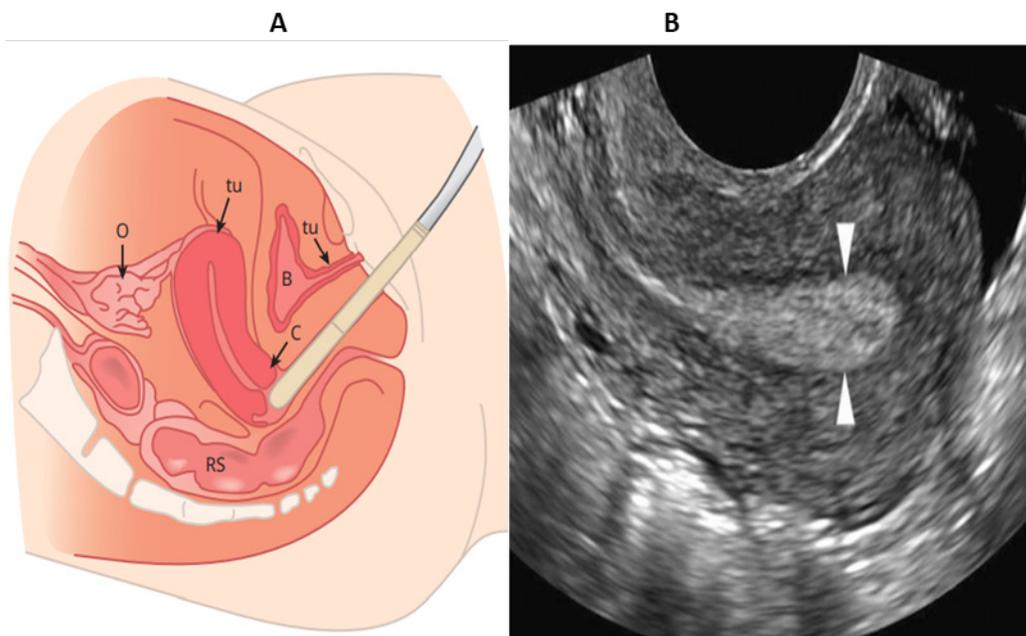
Una vejiga con escaso llenado es desfavorable, no obstante, también se debe evitar la hiperdistensión de la vejiga porque el útero y los anexos se comprimen y desplazan a una ubicación profunda lejos del plano de la piel. También debe evitarse la hiperhidratación, porque se puede acumular cierto derrame de líquido en la pelvis y simular un estado patológico, y las asas intestinales pueden parecer distendidas por el líquido ⁽⁹⁵⁾.

La vagina y el útero representan los marcadores anatómicos de referencia para poder localizar el resto de las estructuras pélvicas (eje uterovaginal). Generalmente, se utilizan sondas convexas multifrecuencia de 3 a 6MHz, y los plano preferidos durante la exploración, son el plano sagital o longitudinal, sobre el eje uterovaginal, consiguiendo un corte longitudinal medial ^(95, 96).

Ecografía transvaginal

La ETV suele proporcionar más detalles anatómicos del útero, el endometrio, los ovarios y los anexos que la ETA. Esto se debe a que la sonda se coloca más cerca de los órganos de interés y requiere menos profundidad de penetración; generalmente se realiza con una sonda de 7,5 MHz o una frecuencia más alta (Ilustración 72) ⁽⁹⁷⁾.

Ilustración n. 72) Representación esquemática de ETV. La inserción de la sonda en el canal vaginal permite colocar el transductor muy cerca de los órganos pélvicos, sin pasar por los tejidos blandos suprayacentes. B, vejiga urinaria; C, cuello uterino; Oh, ovario; RS, colon rectosigmoideo; U, cuerpo uterino; Ur, uretra. **B)** Ecográfica transvaginal longitudinal del útero en retroversión muestra un complejo de eco endometrial homogéneo normal que mide 8 mm de espesor. La medición estándar del endometrio se realiza en su parte más gruesa (puntas de flecha) en el plano medio sagital ⁽⁹⁷⁾.



Fuente: Callen PW. Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology. Elsevier Health Sciences; 2011.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

A diferencia de la exploración transabdominal, en la exploración transvaginal no se requiere ninguna preparación particular. Si ha venido precedida de un estudio transabdominal, solo en estos casos se aconseja vaciar la vejiga poco antes de iniciar la exploración. De esta forma, se reduce la incomodidad de la mujer y el transductor no está demasiado lejos de las estructuras pélvicas que se van a examinar. Además, una vejiga llena puede desplazar o comprimir órganos adyacentes, induciendo distorsiones que pueden conducir a un diagnóstico erróneo ⁽⁹⁶⁾. La exploración se realiza con la paciente en posición ginecológica, idealmente en una camilla adecuada con reposapiernas. Si no está disponible, la mujer debe permanecer en decúbito supino con las rodillas levantadas, las piernas bien separadas y la pelvis levantada por una almohada, para que la cama no detenga los movimientos del transductor. En esta posición, la cavidad de Douglas ya no es el sitio más inclinado del abdomen, por lo que cualquier fluido puede moverse hacia arriba y es posible que no se detecte; por ello, es útil doblar la espalda unos 30° para evitar dicho movimiento ⁽⁹⁶⁾.

Antes de insertar el transductor en la vagina, su extremidad distal debe cubrirse con gel de ultrasonido, posteriormente se debe cubrir con un guante de látex o un condón estériles, también debe ser rociado con gel para ayudar a la transmisión de ultrasonido y para lubricar las paredes vaginales. En caso de rotura del preservativo, y siempre al final de cada exploración, se debe esterilizar y desinfectar el transductor bañándolo en glutaraldehído al 2-3% y aclarando con agua estéril ⁽⁹⁷⁾.

Histerosonografía

Se refiere al estudio de la cavidad uterina mediante ETV durante la introducción de solución salina en su interior por medio de un catéter balón. Su principal indicación es el sangrado vaginal, y está contraindicado en el embarazo, sospecha o existencia de infección pélvica y estenosis cervical (Ilustración 73) ⁽⁹⁸⁾.

Debe programarse cerca de los días 4 a 7 del ciclo menstrual en mujeres premenopáusicas para disminuir la posibilidad de resultados falsos positivos debido a la irregularidad normal común y al aumento del grosor del endometrio en fase secretora, y del mismo modo, para evitar la posibilidad de realizar el examen en una paciente embarazada ⁽⁹⁹⁾.

La vejiga urinaria debe vaciarse antes de continuar para optimizar la comodidad del paciente y la calidad de la imagen. El examen se realiza con el paciente en posición de litotomía con las nalgas colocadas más allá del borde de la mesa. se debe elevar la pelvis con una almohada o haciendo que la paciente coloque las manos debajo de las caderas, esto consigue mejorar el ángulo de la bóveda vaginal, haciendo que la pelvis sea más accesible ⁽⁹⁹⁾.

Se coloca un espéculo tibio en la vagina para localizar el cuello uterino, que luego se limpia con una solución antiséptica. Posteriormente, se introducirá un catéter a través del orificio cervical, alcanzando la cavidad endometrial, luego se inflará el balón con 2mL de solución salina; se introduce una sonda vaginal y se retira suavemente el catéter hasta situar el balón en el orificio cervical interno para que no refluya el suero hacia la vagina ⁽⁹⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 73. Ecografía transvaginal longitudinal del útero en retroversión obtenida durante la histerosonografía con infusión de solución salina. Muestra el globo (punta de flecha) desalojando el coágulo ecogénico (flecha) en la cavidad endometrial ⁽⁹⁸⁾.



Fuente: Mayer, C., & Deedwania, P. (2022). Hysterosalpingogram. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Otras técnicas

La histerosonosonografía es una técnica eficaz para la valoración de la permeabilidad tubárica sin el empleo de radiación ionizante. La preparación y la técnica son similares a las aplicadas en una histerosonografía, la diferencia reside en el uso de contraste ecográfico, y no solución salina empleada en la histerosonografía ⁽¹⁰⁰⁾.

Otras alternativas de exploración pélvica son la ecografía transrectal, realizada con sonda vaginal; y la ecografía transperineal, referida como una vía de tercera elección en casos específicos (estudio de suelo pélvico, pacientes obesas, drenajes de abscesos del fondo del saco y toma de biopsias) ⁽¹⁰⁰⁾.

Útero

Anatomía ecográfica normal

El útero se encuentra en la pelvis media, en el espacio entre la vejiga y el recto. Tiene forma de cono, con la base en la parte superior y el vértice hundido en la vagina. Un estrechamiento circular en su porción inferior divide el útero en dos: la parte superior es el cuerpo y la parte inferior es el cuello, que es más corto y cilíndrico. El istmo, que es muy marcado en las niñas, disminuye en las niñas prepúberes y casi desaparece en las mujeres pluríparas ⁽¹⁰¹⁾.

El tamaño uterino varía con la edad y con la paridad en la paciente en edad reproductiva. El útero mide aproximadamente de 6 a 8,5 cm de largo en mujeres nulíparas y de 8 a 10,5 cm en mujeres múltiparas. Mientras que, el ancho del cuerpo mide aproximadamente de 3 a 5 cm en mujeres nulíparas y de 4 a 6 cm en múltiparas ⁽⁹⁷⁾.

El útero está compuesto por tres capas superpuestas: 1) la serosa peritoneal, 2) la capa muscular (miometrio), que representa casi toda la pared uterina, y 3) la capa mucosa o endometrio. La serosa, es menos ecogénica que el miometrio, de la que está separada por vasos arqueados. El miometrio, a su vez, está conformado por 3 capas usualmente discernibles: una capa interna compacta, delgada e hipoeoica, una capa intermedia más gruesa y homogéneamente ecogénica y otra capa externa hipoeoica más delgada (Ilustración 74). Con técnica Doppler color, se pueden visualizar los vasos arqueados en el 1/3 miometrio como canales tubulares hipoeoicos ⁽¹⁰⁰⁾.

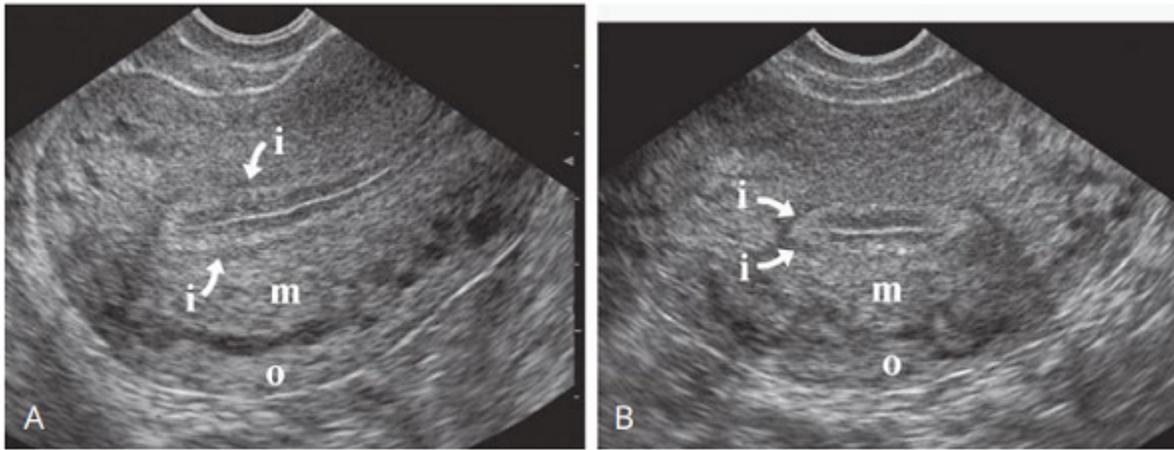
Por otra parte, la apariencia del endometrio varía de acuerdo con la fase de ciclo menstrual (Tabla 4). El endometrio sufre grandes cambios en grosor y ecogenicidad debido a los niveles séricos de estrógeno y progesterona, que son detectables en la exploración transabdominal o transvaginal, que es la mejor técnica para estudiar el útero y los anexos (Ilustración 75) ⁽¹⁰¹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

En conjunto, el útero tiene un patrón de eco homogéneo intermedio. Dentro del cuello uterino, a menudo se pueden ver pequeñas formaciones anecoicas subcentimétricas, denominadas quistes de Naboth, que resultan de la oclusión y estiramiento de las glándulas cervicales por su secreción ⁽¹⁰⁰⁾.

Ilustración 74. Capas miométricas. Longitudinal transvaginal (A) y transversal (coronal) (B) sonogramas que muestran las tres capas del miometrio: la capa externa (o), intermedia (m) e interna hipoeoica (i) (flechas) ⁽¹⁰¹⁾.



Fuente: Hertzberg BS, William D Middleton III. Ultrasound: The requisites: The requisites. 3rd ed. Elsevier Health Sciences; 2012.

Tabla 4. Grosor endometrial y patrón ecográfico ⁽⁹⁶⁾

<i>Fase menstrual</i>	Hiperecoico, lineal
<i>Fase proliferativa</i>	Hipoecoico, 4–8 mm
<i>Fase periovulatoria</i>	Endometrio estratificado de tres capas, 6–10 mm
<i>Fase secretora</i>	Hiperecoico, 7–14 mm
<i>Postmenopausia</i>	Hiperecoico, delgado < 5 mm
<i>Postmenopausia con terapia hormonal</i>	Patrones de ultrasonido variables, grosor de 4 a 8 mm

Fuente: Hofer M, MEDIDAK Publishing GmbH. Ultrasound teaching manual: The basics of performing and interpreting ultrasound scans. 3rd ed. Stuttgart, Germany: Thieme Publishing Group; 2013.

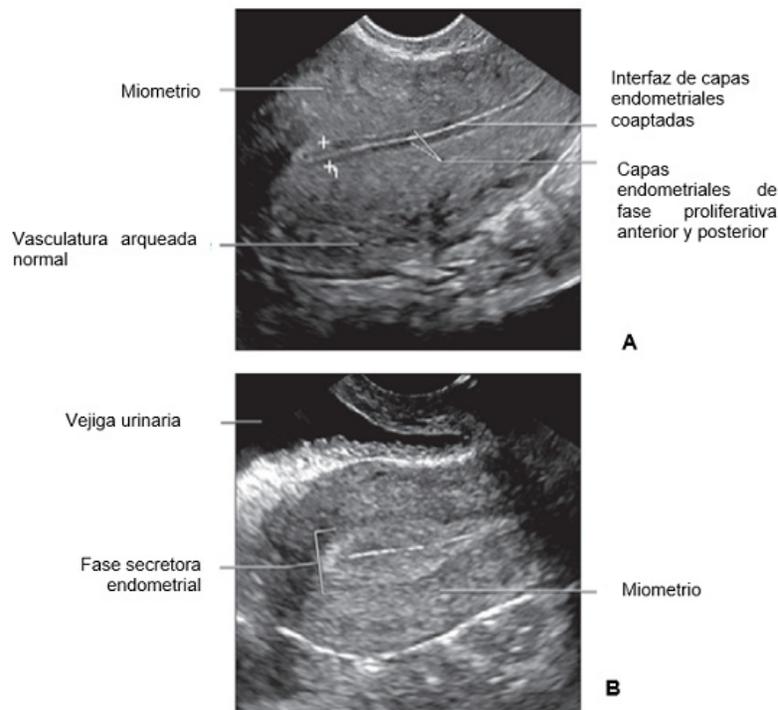
Nota. Distintas fases del endometrio durante el ciclo menstrual, debido a los niveles séricos de estrógeno y progesterona.

El cuello uterino se visualiza y evalúa mejor mediante ETV. Sin embargo, la sonda a menudo tiene que retirarse parcialmente y colocarse en un ángulo posterior o anterior para una visualización óptima, dependiendo de la orientación del útero. El canal endocervical se continúa con el canal endometrial y aparece como una delgada franja ecogénica. A veces se observa líquido o mucosidad en el canal endocervical ⁽¹⁰²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 75. Ecografía transvaginal longitudinal del útero. A) Muestra el aspecto trilaminar clásico del endometrio proliferativo temprano, produciendo la apariencia de “sándwich”. B) Apariencia típica del endometrio en fase secretora. El endometrio se vuelve más ecogénico mientras se prepara para la implantación de un óvulo fertilizado ⁽¹⁰³⁾.



Fuente: Shaaban AM. Diagnostic Imaging Gynecology. 2nd ed. Elsevier Editora Ltda; 2016.

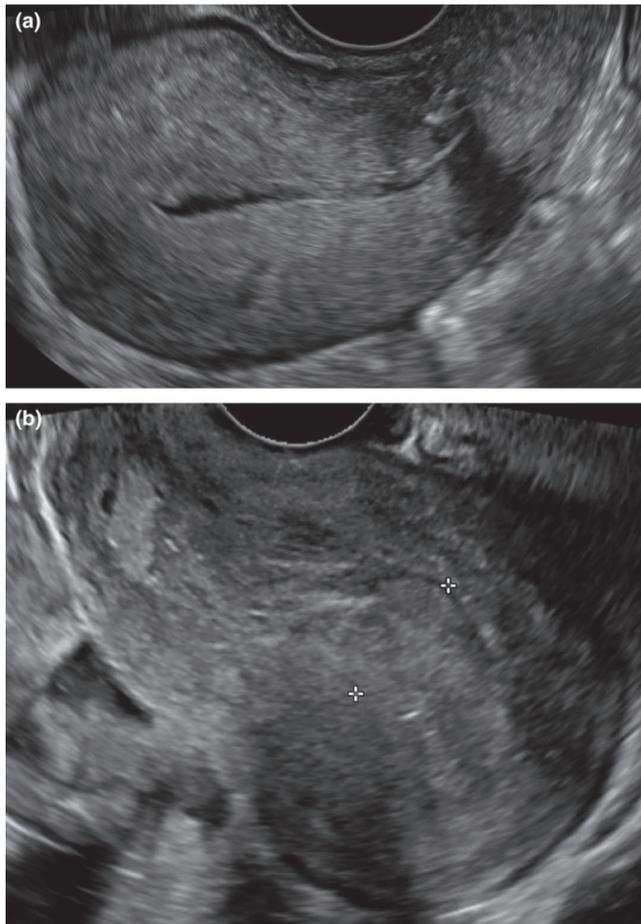
Patologías más comunes

Endometritis

La endometritis es a menudo una etapa temprana de la enfermedad inflamatoria pélvica o puede seguir a complicaciones puerperales o posteriores al aborto o lesiones debido a la instrumentación o dispositivos anticonceptivos intrauterinos. El endometrio puede parecer casi normal en casos leves, difusamente hipoecogénico o engrosado y heterogéneo (Ilustración 76). Pueden verse vasos prominentes dentro del miometrio, secundarios a la hiperemia ⁽¹⁰⁴⁾.



Ilustración 76. (a) Ecografía transvaginal sagital del útero en una paciente de 23 años de edad 23 días después del parto por cesárea con un diagnóstico clínico de endometritis posparto que muestra tanto el signo del borde hipoeicoico subserosal como la indistinción de la unión endometriometrial. (b) Ecografía transvaginal sagital del útero en una paciente de 18 años 11 días después del aborto espontáneo a las 10 semanas de gestación con un diagnóstico clínico de endometritis que muestra tanto el signo del borde hipoeicoico subserosal como la indistinción de la unión endometriometrial con productos retenidos concurrentes de la concepción ⁽¹⁰⁴⁾.



Fuente: Rule C, et al. (2018). Sonographic findings in acute puerperal endometritis. *Australas J Ultrasound Med*, 21(4):234-240. doi: 10.1002/ajum.12112.



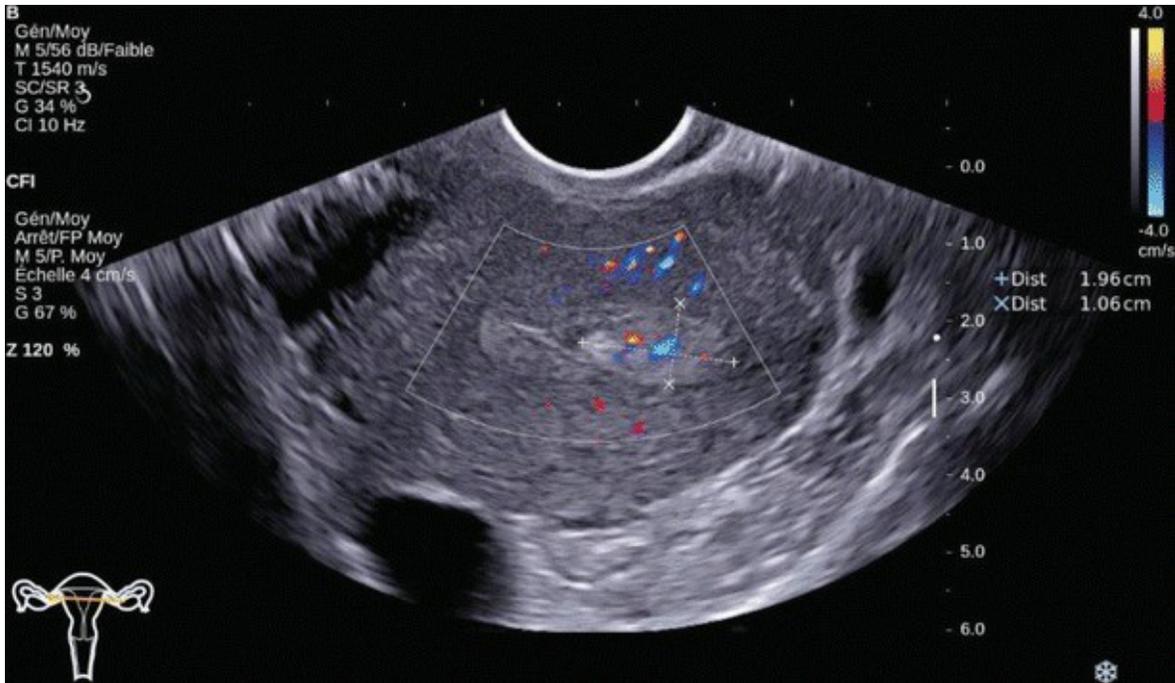
Hiperplasia endometrial

La proliferación difusa del estroma y las glándulas endometriales se define como hiperplasia. Prevalence en mujeres alrededor de la menopausia y en condiciones de estimulación estrogénica desequilibrada. Debido al aumento de la masa glandular, la hiperplasia se observa con mayor frecuencia como un engrosamiento suave y difuso de todo el endometrio., similar a la observada durante la fase secretora. Las revisiones sistemáticas han sugerido que cuando el grosor del endometrio es inferior a 3 o 4 mm, la probabilidad de cáncer de endometrio se reduce a menos del 1% y, por lo tanto, no se requiere ⁽¹⁰⁵⁾.

Pólipos endometriales

Los pólipos endometriales son una causa común de sangrado vaginal anormal, aunque pueden ser asintomáticos y encontrarse de manera incidental. La mayoría de los pólipos son ecogénicos (Ilustración 77) y, por lo tanto, se identifican mejor durante la fase estrogénica del ciclo menstrual, apareciendo como lesiones pequeñas, bien definidas y homogéneas rodeadas por el endometrio proliferativo. Los pólipos también pueden ser isoecoicos y mezclarse con el endometrio circundante, lo que da como resultado un engrosamiento endometrial no específico con preservación de la interfaz endometrio-miometrio. Los pólipos más grandes o complicados (por hemorragia, infarto o amación) pueden ser más heterogéneos o mostrar pequeños espacios quísticos ⁽¹⁰⁶⁾.

Ilustración 77. Ecografía transvaginal del útero en orientación axial con Doppler color muestra el pólipo hiperecoico con un vaso de alimentación central ⁽⁹⁾.



Fuente: Kinkel, K., et al. (2018). Benign Disease of the Uterus. In J. Hodler. Diseases of the Abdomen and Pelvis. Diagnostic Imaging - IDKD Book. (pp. 21–33). Springer.

Carcinoma de endometrio

El cáncer de endometrio es la neoplasia maligna más común del tracto genital femenino en los países desarrollados con un riesgo acumulado del 1,8%. El sangrado anormal o posmenopáusico es el síntoma de presentación más temprano y frecuente. El principal signo ecográfico es el engrosamiento inespecífico del endometrio, que suele ser difuso pero que puede ser polipoide en casos precoces. Los tumores endometriales suelen ser más heterogéneos que la hiperplasia o los pólipos y aparecen como un marcado engrosamiento irregular o similar a una masa (Ilustración 78), de ecogenicidad variable y, a menudo, son difíciles de distinguir del miometrio debido a la irregularidad o el endurecimiento focal del borde endometrial-miometrial ⁽¹⁰⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 78. Imágenes de ultrasonido Power Doppler de tumores endometrioides de diferentes estadios y grados: (a) Estadio IA, Grado 1; b) Etapa IA, Grado 2; c) Etapa IA, grado 3; d) Etapa IB, Grado 1; e) Etapa II, grado 3 ⁽¹⁰⁸⁾.



Fuente: Epstein, E., et al. (2018). Ultrasound characteristics of endometrial cancer as defined by International Endometrial Tumor Analysis (IETA) consensus nomenclature: prospective multicenter study. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 51(6), 818–828. doi:10.1002/uog.18909

Ovarios

Anatomía ecográfica normal

Los ovarios son elipsoides y se ubican en la mayoría de los casos en la parte superolateral del hueco retrouterino. Los ovarios yuxtaponen las paredes laterales de la pelvis en las fosas de Waldeyer, delimitadas en la parte posterior por los vasos epigástricos y el uréter. Sin embargo, la posición de los ovarios suele ser asimétrica y, a pesar de los numerosos ligamentos conectivos, son muy móviles ⁽¹⁰⁹⁾.

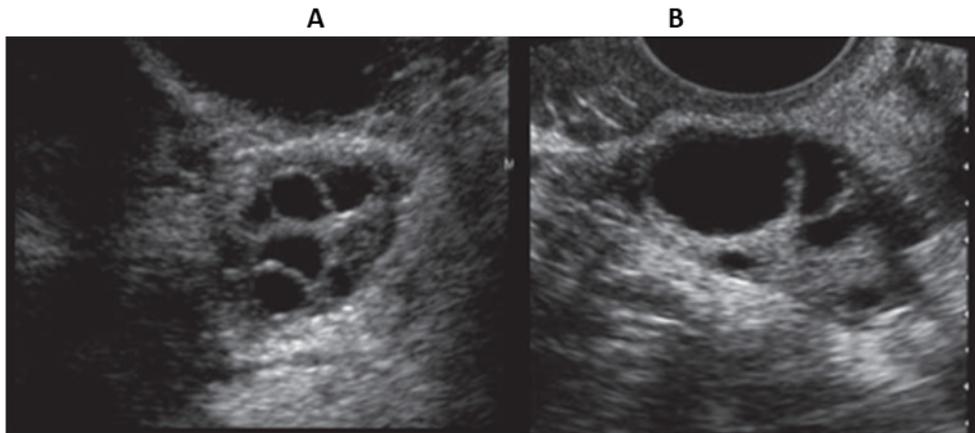
El volumen ovárico varía de 2 a 3 ml en niñas a 4 a 5 ml en adolescentes y de 6 a 8 ml en adultas. En la menopausia, el volumen medio se reduce a unos 3,7 ml. Este órgano femenino está conformado por dos áreas: la médula, que se extiende desde el hilio hasta el centro, y la corteza, que rodea la médula. La médula está formada por vasos de tejido conectivo y muscular; ecográficamente, es algo más ecoico que el miometrio. La corteza contiene los folículos, que difieren en número y dimensiones de acuerdo con la edad de la mujer y la fase del ciclo menstrual ⁽¹⁰⁹⁾.

En la ecografía, los folículos aparecen como estructuras anecoicas redondeadas u ovaladas, con bordes bien definidos. En edades pediátricas ya se aprecian pequeños folículos, de pocos milímetros. En la adultez, el ovario es una estructura extremadamente dinámica y su patrón ecográfico varía según la fase del ciclo. En la fase estrogénica, comienzan a desarrollarse algunos folículos, pero solo uno madurará por completo (el folículo dominante) (Ilustración 79). El folículo dominante crece linealmente, desde el 5º o 6º día hasta la ovulación, con un crecimiento medio de 2-3 mm al día ⁽¹¹⁰⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 79. A) Ovario multifolicular. B) La exploración transvaginal del ovario en el día 13 del ciclo menstrual muestra el folículo dominante, mide alrededor de 15 mm de tamaño ⁽¹⁰²⁾.



Fuente: Ayrton R. Ultrasonografía en ginecología y obstetricia. Amolca, editor. Vol. 2. Zagier & Urruty Pubns; 2015

Después de que el folículo estalla y libera el ovocito, la cavidad residual se vuelve virtual y parcialmente ocupada por material hemático, que luego es reemplazado por células tecales en proliferación, formando así el cuerpo lúteo. La morfología ecográfica del cuerpo lúteo es variable; típicamente, aparece como una pequeña formación quística, con bordes irregulares y ecos internos debido a su contenido hemático, a menudo con señales vasculares periféricas prominentes y flujo típico de baja resistencia. Durante la menopausia, los folículos ya no son identificables y los ovarios muestran una estructura hipoecoica uniforme en la ecografía ⁽¹⁰⁹⁾.

Patologías más comunes

Quistes paraováricos y paratubáricos

Los quistes paraováricos y paratubáricos son quistes anexiales extraováricos comunes ubicados adyacentes al ovario y las trompas de Falopio, a menudo en el ligamento ancho. Son frecuentes, pero sólo en unos pocos casos alcanzan dimensiones clínicamente relevantes. Los

quistes paraováricos a menudo representan estructuras quísticas de paredes delgadas en el líquido libre de la pelvis (Ilustración 80) ⁽¹¹⁰⁾.

Ilustración 80. Lesión anecoica ovalada y de paredes finas, adyacente al anexo izquierdo que muestra un tamaño y morfología normal, con presencia de folículos en su interior ⁽¹¹¹⁾.



Fuente: Jiménez, J. H., et al. (2017). Adolescente con quiste paraovárico. Tratamiento quirúrgico [Adolescent with paraovarian cyst. Surgical treatment]. *Cirugía y cirujanos*, 85(6), 535–538. doi:10.1016/j.cir-cir.2016.08.002

Endometriosis

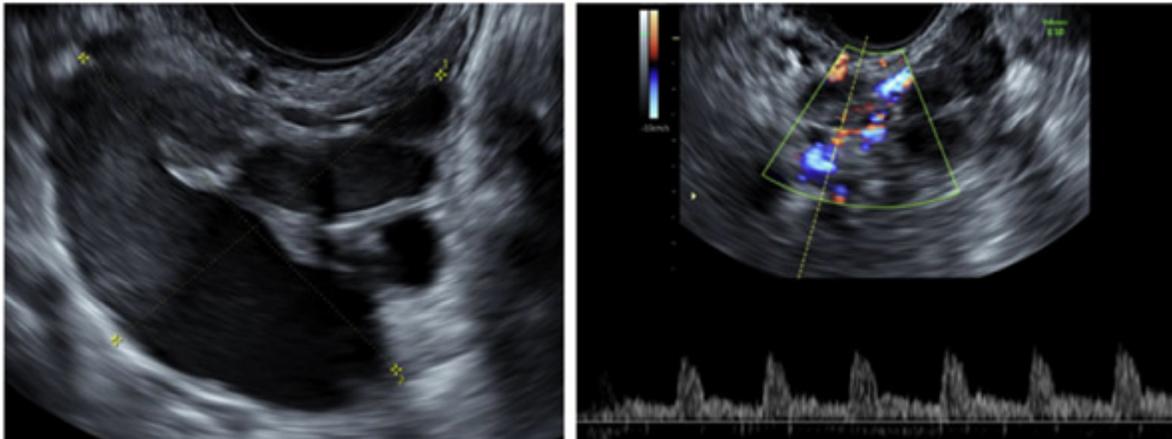
La apariencia ecográfica de la endometriosis es variable. Los signos ecográficos se describen a continuación (Ilustración 81) ⁽¹⁰³⁾:

- Masa quística con contenido en vidrio esmerilado (que puede localizarse tanto en el ovario o dentro del miometrio).
- Isla(s) hiperecoica(s) (en el miometrio).
- Nódulo(s) hipoeicoico(s), que pueden encontrarse en cualquier parte de la pelvis.
- Fijación de los órganos pélvicos, que aparecen adherentes al empujar uno contra el otro (signo deslizante negativo).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 81. Imágenes de ultrasonido de endometriosis tubárica que muestran un tubo dilatado con paredes y tabiques incompletos y contenido líquido denso ⁽¹¹²⁾.



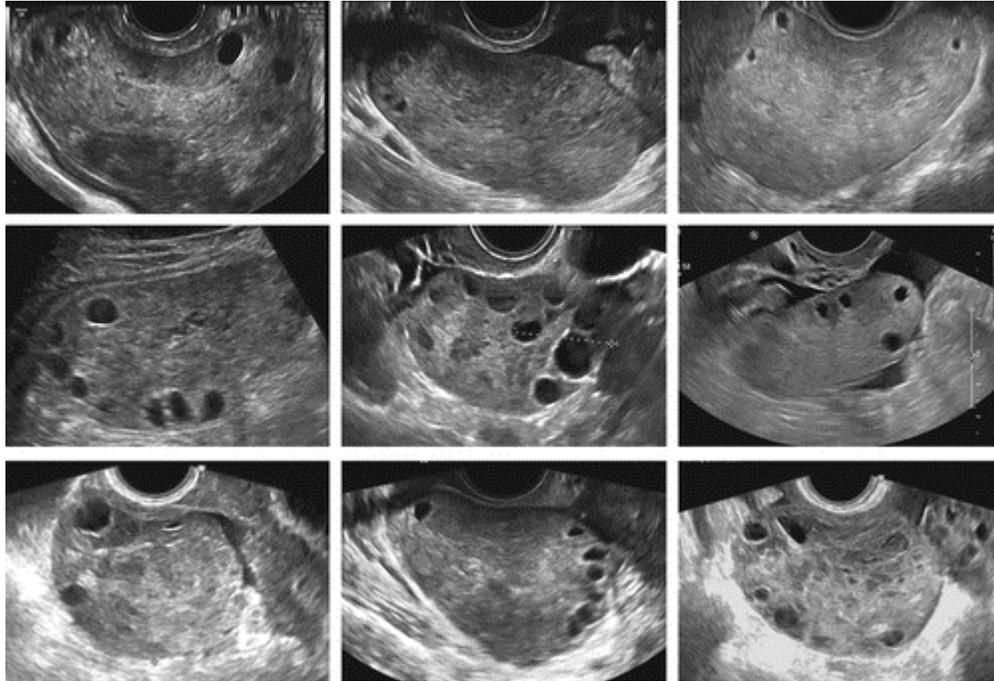
Fuente: Moro, F., et al. (2019). Ultrasound Imaging in Endometriosis. *Obstetrics and gynecology clinics of North America*, 46(4), 643–659. doi:10.1016/j.ogc.2019.07.004

Torsión Ovárica

La torsión ovárica es un proceso que ocurre cuando el ovario se tuerce sobre los ligamentos que lo sostienen en los anexos. La gravedad del deterioro vascular es variable, dependiendo del número de torsiones y la opresión en el cuello de la torsión, lo que puede causar obstrucción vascular parcial o completa. Además, los quistes endometriósicos y los tumores malignos ováricos tienen menor probabilidad de originar torsión debido a las adherencias ⁽¹¹⁰⁾.

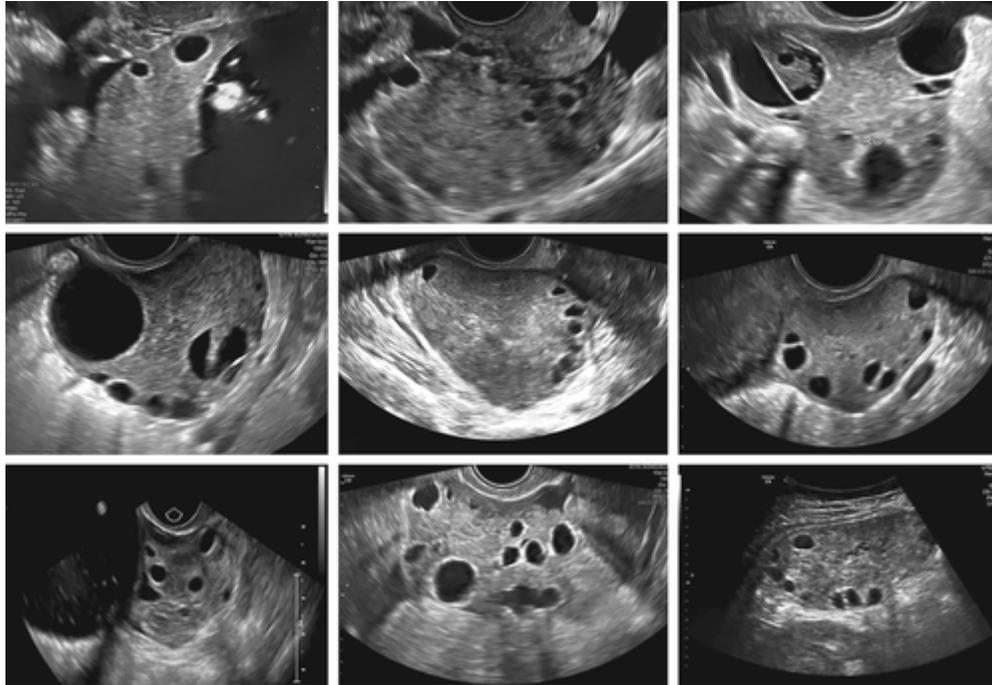
Los signos ecográficos estadísticamente significativos para el diagnóstico consisten en una posición anormal, agrandamiento relativo del ovario índice, un pedículo vascular retorcido y el signo del anillo de edema folicular (Ilustración 82 y 83). También se describen signos ultrasonográficos indirectos, como los cambios edematosos o isquémicos en el ovario y también ascitis ⁽¹⁰³⁾.

Ilustración 82. Imágenes ecográficas de anexos retorcidos, que muestran edema del estroma ovárico con o sin folículos antrales desplazados periféricamente ⁽¹¹³⁾.



Fuente: Moro, F., et al. (2020). Imaging in gynecological disease (20): clinical and ultrasound characteristics of adnexal torsion. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 56(6), 934–943. doi:10.1002/uog.21981

Ilustración 83. Imágenes ecográficas de anexos retorcidos que manifiestan signo de anillo folicular ⁽¹¹³⁾.

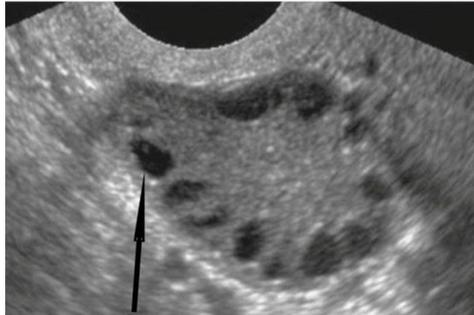


Fuente: Moro, F., et al. (2020). Imaging in gynecological disease (20): clinical and ultrasound characteristics of adnexal torsion. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 56(6), 934–943. doi:10.1002/uog.21981

Síndrome de Ovario poliquístico

El síndrome de ovario poliquístico (SOP) es un trastorno altamente prevalente, que representa el trastorno endocrino-metabólico más común en mujeres en edad reproductiva. El SOP se caracteriza por disfunción ovulatoria, hiperandrogenismo y morfología ovárica poliquístico-basada en ultrasonidos. Dicho así, el SOP se caracteriza ecográficamente por la presencia de folículos ≥ 10 -12 con un diámetro de 2-10 mm dispuestos periféricamente alrededor o dispersos a lo largo de una mayor cantidad de estroma o un volumen ovárico de ≥ 10 cm³ en un solo ovario (Ilustración 84) ⁽¹⁰¹⁾.

Ilustración 84. Imagen ecográfica a escalas grises que muestra múltiples folículos ováricos (flechas). Se visualizan catorce folículos ováricos que cumplen con los criterios de diagnóstico de SOP ⁽¹¹⁴⁾.



Fuente: Abdelhamed MH, et al. (2021). Polycystic Ovary Syndrome Among Female Adolescents With Congenital Adrenal Hyperplasia. *Cureus*, 13(12): e20698. doi: 10.7759/cureus.20698.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Trompas de falopio

Anatomía ecográfica normal

Las trompas de Falopio varían en longitud entre 7 y 12 cm. Ambas trompas se sitúan en el margen superior libre del ligamento mayor, recubiertas por peritoneo. En las TF pueden distinguir las siguientes estructuras anatómicas: intersticial, istmo, infundibular y ampullar ⁽⁹⁶⁾.

La parte intersticial es la más delgada, se encuentra dentro de la capa muscular del útero y mide de 1 a 2 cm. Este trayecto se puede visualizar mediante ecografía transvaginal en un barrido transversal del útero a nivel del fundus, siguiendo la ecos endometriales en dirección lateral. Aparece como una fina estría hiperecogénica que se inicia en el endometrio y discurre hacia el perfil externo del útero ⁽⁹⁷⁾.

La parte ístmica es delgada y tubular y discurre junto al margen lateral del útero durante varios centímetros. La sección infundibular es más larga y grande. El extremo distal (ampollar) se abre libremente hacia la cavidad abdominal y termina con las fimbrias, estructuras delgadas en forma de flecos que rodean el orificio abdominal de la trompa ⁽⁹⁷⁾.

Patologías mas comunes

Enfermedad inflamatoria pélvica

La enfermedad inflamatoria pélvica (EIP) es una infección del tracto genital superior que ocurre predominantemente en mujeres jóvenes sexualmente activas. La enfermedad inflamatoria de las trompas se identifica con ecografía transvaginal sobre la base de la forma, la estructura de la pared, el grosor de la pared, la extensión de la afectación ovárica y la presencia de líquido ⁽¹⁰²⁾.

Generalmente, es común observar que las trompas estén dilatadas con líquido, engrosamiento de la pared, restos ecogénicos y pliegues en su interior. Las trompas muestran una forma ovoide o de pera que contiene fluido sonolúcido o, a veces, ecos de bajo nivel. Presentan tabiques incompletos hiperecogénicos que se originan como una protuberancia

triangular de una de las paredes, pero no llegan a la pared opuesta; a su vez, se puede identificar el signo de cuentas en un hilo, como nódulos murales hiperecoicos que miden 2-3 mm y se ven en la sección transversal de la estructura distendida llena de líquido. Y respecto al espesor de pared, se considera grueso si ≥ 5 mm o delgado si < 5 mm (102).

Hidrosalpinx

Consiste en una dilatación de la zona ampular e infundibular de la TF, causada generalmente por EIP, endometriosis, tumores o adherencias posquirúrgicas. Aparece en el ultrasonido como una estructura tubular tabicada, hipoecogénica, con líquido en su interior, y a veces con ecos internos si contienen pus (piosalpinx) o sangre (hematosalpinx) (Ilustración 85) (109).

Ilustración 85. Ecografía de Hidrosálpinx izquierdo. Tube: Trompa de falapio. Lt Ovary: Ovario izquierdo (115).



Fuente: Bonnie K & Cheong Y. (2019). Hydrosalpinx – Salpingostomy, salpingectomy or tubal occlusion. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 59, 41–47. doi; 10.1016/j.bpobgyn.2019.01.011

Vagina

Anatomía ecográfica normal

La vagina se define como un tubo fibromuscular con revestimiento mucoso que se extiende desde la vulva hasta el cuello uterino. La técnica exploración utilizada de forma rutinaria es la ETA, no obstante, la evaluación ecográfica de la pared vaginal se realiza mejor con una técnica transvaginal. Por otra parte, la vagina/introito distal se pueden evaluar por medio de exploraciones transperineales/translabiales ⁽⁹²⁾.

Las paredes vaginales aparecen hipoeoicas y uniformemente delgadas. Las capas mucosas vaginales coaptadas aparecen como un interfaz de líneas ecogénicas (Ilustración 86) ⁽¹¹⁰⁾.

Ilustración 86. Ecografía transabdominal transversal de la pelvis. Muestra una apariencia normal de la vagina descomprimida. Las paredes parecen hipoeoicas mientras que las capas mucosas vaginales coaptadas producen un eco lineal central brillante ⁽¹⁰³⁾.



Fuente: Shaaban AM. Diagnostic Imaging Gynecology. 2nd ed. Elsevier Editora Ltda; 2016

Patologías más comunes

Atresia vaginal

Falta de desarrollo del seno urogenital primitivo (que da lugar a 1/3 inferior de la vagina). En la ecografía, se observa como una estructura distendida llena de líquido que termina en una bolsa ciega en el margen inferior de la vagina. El contenido de líquido intraluminal es variable: anecoico, hipoecoico con ecos de bajo nivel o ecogénico. La vagina muestra un mayor grado de distensión que cavidad endometrial. Además, la anatomía normal de la parte inferior de la vagina es reemplazada por una banda fibrosa hipoecoica (Ilustración 87) ⁽¹¹⁰⁾.

Ilustración 87. Ultrasonido en plano longitudinal de la pelvis de una paciente con atresia vaginal, se muestra la marcada distensión de la cavidad vaginal con hemoderivados ⁽¹⁰³⁾.



Fuente: Shaaban AM. Diagnostic Imaging Gynecology. 2nd ed. Elsevier Editora Ltda; 2016

Himen imperforado

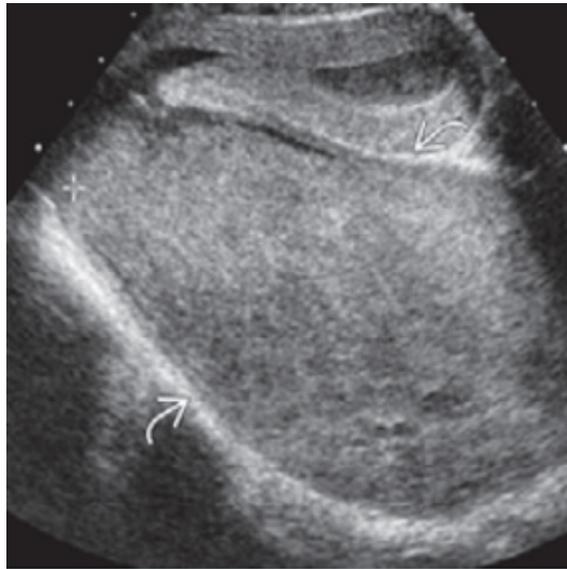
El himen imperforado es una anomalía congénita de los genitales externos femeninos, que se diagnostica principalmente en la pubertad, a la edad de 9-13 años, o muy raramente a una edad más temprana. Los hallazgos ecográficos son cavidad vaginal endometrial distendida,

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

contenido de líquido intraluminal variable (anecoico, hipoeicoico con ecos de bajo nivel, o ecogénico debido a los productos sanguíneos) y, además, la cavidad vaginal es más distendida que la cavidad endometrial (Ilustración 88) ⁽⁹⁵⁾.

Ilustración 88. Ultrasonido longitudinal de una niña de 12 años que muestra distensión de la cavidad vaginal con ecos de bajo nivel correspondientes a hematocolpos. El tabique vaginal se comprobó quirúrgicamente ⁽¹⁰³⁾.



Fuente: Shaaban AM. Diagnostic Imaging Gynecology. 2nd ed. Elsevier Editora Ltda; 2016

Quistes del conducto de Gartner

El conducto paramesonérfico o los conductos mullerianos forman los órganos genitales femeninos, mientras que el conducto mesonérfico forma los órganos genitales masculinos. El remanente del conducto mesonefrico o conducto de Wolffian en las mujeres a veces forma un quiste mesonefrico o el quiste del conducto de Gartner. Por lo general, son asintomáticos y <2 cm, pero a veces pueden ser más grandes (Ilustración89) ⁽¹⁰⁰⁾.



Ilustración 89. La ecografía transvaginal longitudinal con Doppler color muestra una lesión quística hipoecoica avascular que surge de la parte superior de la pared vaginal. Los ecos internos de bajo nivel en este quiste del conducto de Gartner se deben a restos de una infección o hemorragia previas. Nótese el realce acústico posterior, que refleja la naturaleza quística de la lesión ⁽¹⁰²⁾.



Fuente: Ayrton R. Ultrasonografía en ginecología y obstetricia. Amolca, editor. Vol. 2. Zagier & Urruty Pubns; 2015

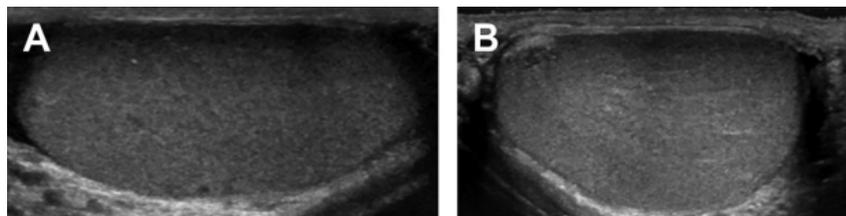
Escroto

Descripción anatómica normal

El escroto consiste en un saco externo cutáneo fibromuscular delgado, y se encuentra dividido, por un tabique escrotal, en compartimientos derecho e izquierdo, cada uno de los cuales contienen un testículo, epidídimo y cordón espermático. El grosor normal de la pared escrotal es de 8 mm o menos ⁽¹¹⁶⁾.

El testículo es una estructura ovoide que mide aproximadamente 5×3×2cm con una ecogenicidad homogénea e intermedia (Ilustración 90). El epidídimo es una estructura alargada en forma de coma ubicada en el borde posterior del testículo y se divide en la cabeza (isoecoica o ligeramente hiperecoica al tejido testicular adyacente), la cola y el cuerpo (ambos generalmente son isoecoicos al testículo) (Ilustración 91) ⁽¹¹⁷⁾.

Ilustración 90. Testículos normales. (A) longitudinales y (B) las vistas transversales de los testículos demuestran una ecogenicidad intermedia homogénea ⁽¹¹⁸⁾.



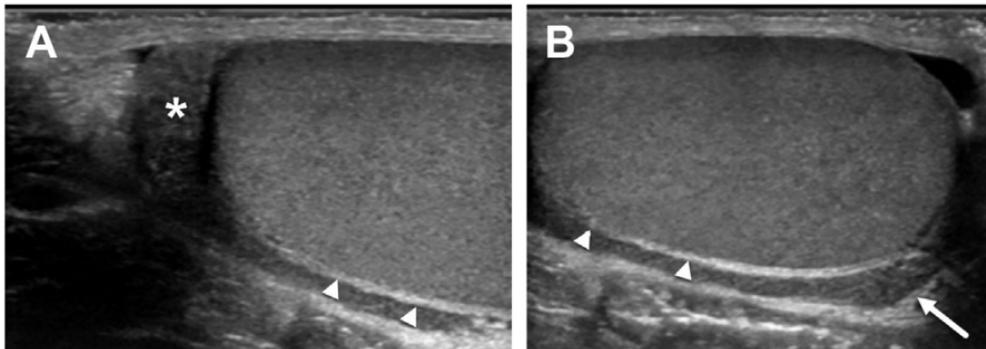
Fuente: Rebik, K., et al. (2019). Scrotal Ultrasound. *Radiologic clinics of North America*, 57(3), 635–648. doi:10.1016/j.rcl.2019.01.007

Dentro de cada hemiscroto, el testículo y el epidídimo están encerrados por una cápsula fibrosa, la túnica albugínea (TA). Ecográficamente, la TA se ve como una banda ecogénica delgada que delinea el testículo (Ilustración 92), y está cubierta por la túnica vaginalis, esta a su vez, está conformada por dos capas: la capa parietal externa que recubre la fascia espermática interna de la pared escrotal; y la capa visceral interna que rodea parcialmente el testículo y el epidídimo ⁽¹¹⁸⁾.



El mediastino testicular es un tabique incompleto formado por el plegamiento de la superficie posterior de la TA en el testículo, produciendo una banda ecogénica curvilínea que discurre paralela al eje longitudinal del testículo (Ilustración 93). Cada testículo está compuesto por numerosos lóbulos que contienen túbulos seminíferos. En el mediastino testicular, los túbulos se unen para formar la rete testis ⁽¹¹⁹⁾.

Ilustración 91. Epidídimo normal. Vistas longitudinales del epidídimo (A, B) mostrar la cabeza (asterisco), cuerpo (puntas de flecha), y cola (flecha) ⁽¹¹⁸⁾.

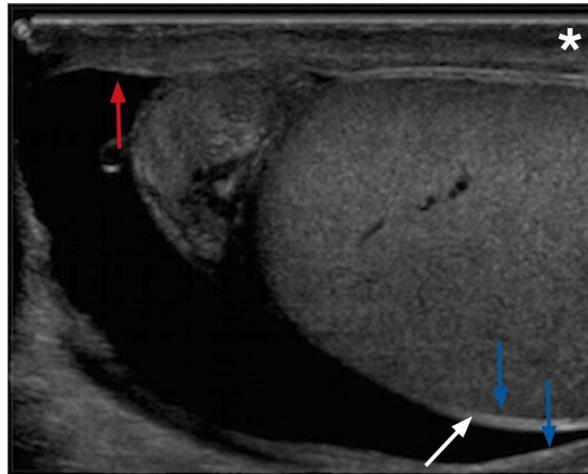


Fuente: Rebik, K., Wagner, J. M., & Middleton, W. (2019). Scrotal Ultrasound. *Radiologic clinics of North America*, 57(3), 635–648. doi:10.1016/j.rcl.2019.01.007

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 92. Ultrasonido de testículo. Demuestra efectivamente la túnica albugínea que envuelve el testículo (flecha roja). El testículo con su túnica albugínea está cubierto por la capa visceral de la túnica vaginal (flecha blanca). El aspecto interno de la pared escrotal (asterisco) está cubierto por la capa parietal de la túnica vaginal (flechas azules). Normalmente, ambas capas de la túnica vaginal solo están separadas por una pequeña cantidad de líquido; sin embargo, en este caso hay una cantidad moderada de líquido separando las dos capas que permite una buena demostración de la anatomía ⁽¹¹⁶⁾.

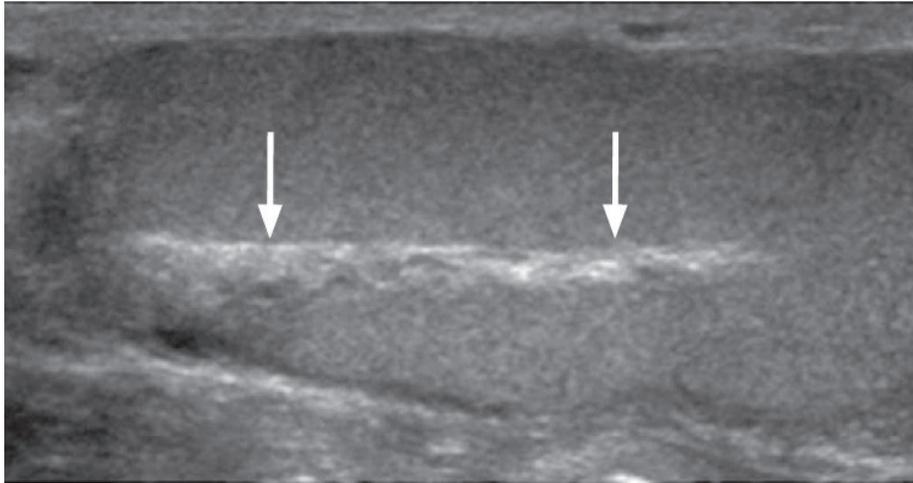


Fuente: Kühn AL, et al. (2016). Ultrasonography of the scrotum in adults. *Ultrasonography*, 35(3):180-97. doi: 10.14366/usg.15075.

Los conductos eferentes salen de la rete testis y drenan hacia la cabeza del epidídimo. Desde la cabeza, los conductos convergen en un solo conducto dentro del cuerpo epidídimo que sale de la cola del epidídimo como el conducto deferente. El conducto deferente luego fluye superiormente dentro del canal inguinal como parte del cordón espermático ⁽¹¹⁷⁾.



Ilustración 93. Mediastino testicular de un varón de 25 años. El mediastino testicular (flechas) es una banda ecogénica que atraviesa el aspecto posteromedial del testículo. Es contigua a la túnica albugínea y recibe los vasos sanguíneos, linfáticos, nervios y conductos que sirven al testículo ⁽¹¹⁶⁾.



Fuente: Kühn AL, et al. (2016). Ultrasonography of the scrotum in adults. *Ultrasonography*, 35(3):180-97. doi: 10.14366/usg.15075.

Además de los conductos deferentes, el cordón espermático contiene nervios, conductos linfáticos, arterias (arteria testicular, arteria deferente y arteria cremastérica) y el plexo venoso pampiniforme. Ecográficamente, el cordón espermático aparece como una banda altamente ecogénica dentro del canal inguinal ⁽¹¹⁷⁾.

Técnicas ecográficas

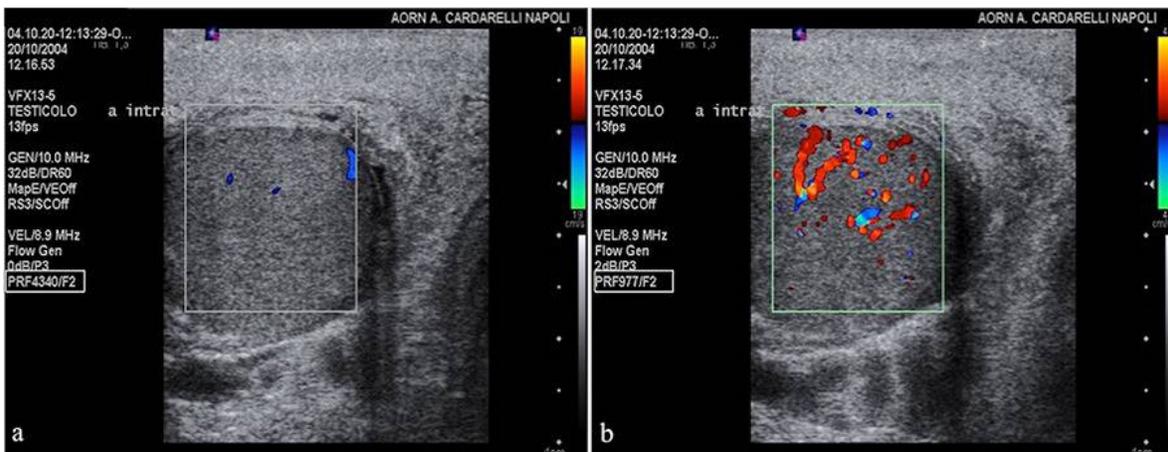
El examen de ultrasonográfico generalmente se realiza en posición decúbito supino. Se debe colocar una toalla entre los muslos para elevar el escroto. Se recomienda gel tibio para disminuir el reflejo cremastérico. Es de preferencia el uso de un transductor lineal de alta frecuencia. Se realizan cortes transversales y longitudinales de testículo y epidídimo. El tamaño, la forma y la ecogenicidad se evalúan comparando siempre un lado con el otro ⁽¹²⁰⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

El modo de pantalla dividida es útil para la comparación de lado a lado. El Doppler de color y pulsado debe optimizarse para representar velocidades de bajo flujo con la frecuencia de repetición de pulsos (FRP) ajustando a la velocidad más baja posible (Ilustración 94); se deben obtener tres registros Doppler espectrales en cada testículo (tercios superior, medio e inferior). La potencia Doppler se puede utilizar para visualizar el flujo sanguíneo intratesticular ⁽¹²¹⁾.

Ilustración 94. Configuración de FRP. El entorno de FRP alto (a) y bajo (b) muestra una mejor evidencia de flujo intratesticular en un ajuste bajo ⁽¹¹⁹⁾.



Fuente: Di Serafino M, et al. (2021). Ultrasound of scrotal and penile emergency: how, why and when. *J Ultrasound*, 24(2):211-226. doi: 10.1007/s40477-020-00500-8.

El diámetro del epidídimo varía entre 5-12 mm. El cuerpo y la cola del epidídimo sano son tan delgados que no se pueden distinguir de las estructuras adyacentes. Y como se mencionó anteriormente, la ecogenicidad del epidídimo es igual o ligeramente superior a la del tejido testicular. Los apéndices testiculares y del epidídimo son pequeños y generalmente no son visibles. La pequeña cantidad de líquido presente en el mediastino aparece como una fina lámina anecoica alrededor del testículo y el epidídimo ⁽¹¹⁹⁾.

Se pueden obtener imágenes del canal inguinal y del cordón espermático en posición erguida durante la maniobra de Valsalva para evaluar hernias inguinales y varicoceles, respectivamente ⁽¹²¹⁾.

Diagnósticos mas comunes

La ecografía es sin duda la prueba de elección en la evaluación escrotal cuando se correlaciona con la historia clínica y la exploración física. Las recomendaciones emitidas recientemente por la Sociedad Europea de Radiología Urogenital Grupo de Trabajo de Imágenes Escrotales y Peneanas refieren el uso de la ecografía escrotal para la evaluación de entidades patológicas, incluida la microlitiasis testicular, las masas escrotales indeterminadas (testiculares, epididimarias, sólidas, quísticas), entidades no palpables en la exploración física (por existencia de hidrocele o dolor intenso), localización de testículos no descendidos, torsión testicular, el varicocele y el trauma escrotal ^(120,121).

Epididimitis/ /Epididimo-orquitis

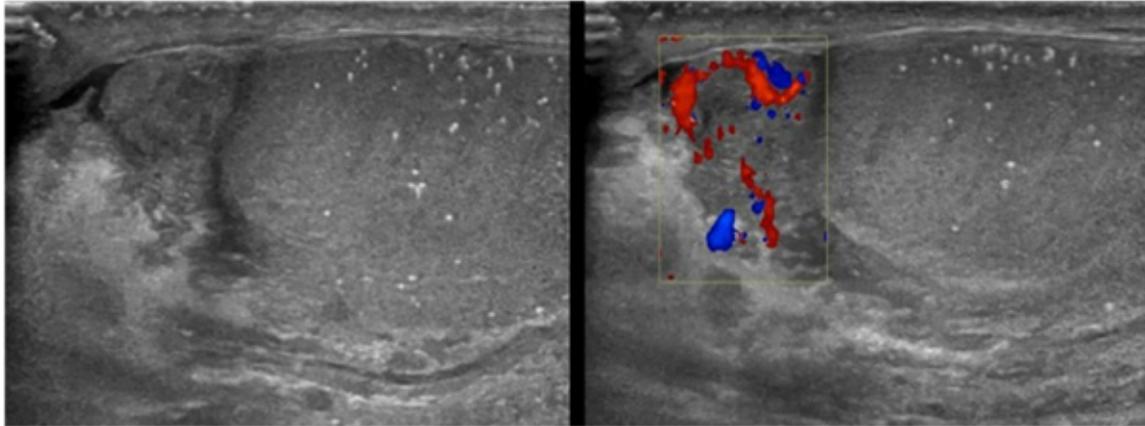
En la epididimitis, las señales ultrasonográficas son variables. Los hallazgos más comunes incluyen un epidídimo agrandado e hipoeoico debido al edema. Los hidroceles reactivos y el engrosamiento de la pared escrotal son hallazgos secundarios ⁽¹²²⁾.

La técnica Doppler muestra un aumento del flujo sanguíneo correspondiente a la hiperemia, que es el criterio clave para el diagnóstico de epididimitis (Ilustración 95). Es importante destacar que un epidídimo normal exhibe flujo sanguíneo en las imágenes Doppler color; así, la mera detección de algún flujo no implica necesariamente la presencia de una infección ⁽¹²²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 95. Epididimitis aguda. Ecografía testicular con epidídimo izquierdo agrandado con vascularización levemente aumentada en Doppler color ⁽¹²³⁾



Fuente: Berlinrut I & Koshy R. (2021). Epididymitis associated with bacteremic pneumococcal pneumonia. ID Cases, 23: e01054. doi: 10.1016/j.idcr.2021.e01054

Torsión testicular

En la fase temprana, inmediatamente después del inicio de la torsión, cuando la perfusión arterial no está comprometida, la ecogenicidad testicular podría no verse alterada. A medida que la perfusión arterial del testículo torcido se vuelve menos llamativa con el tiempo, el parénquima aumenta de tamaño y se vuelve más heterogéneo e hiperecoico ⁽¹²⁰⁾.

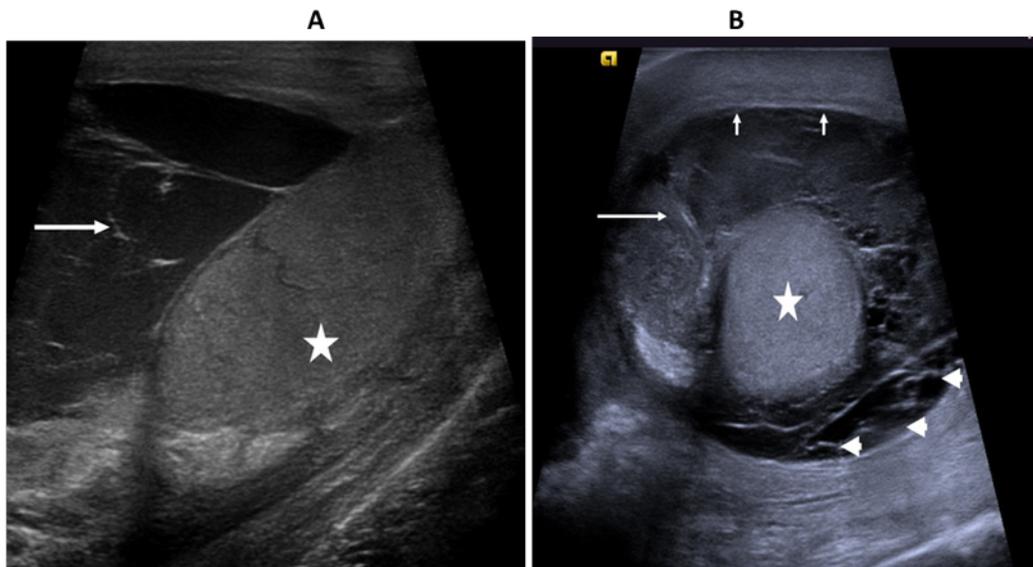
Ruptura testicular traumática

La presencia de hemorragia y edema puede provocar un aumento de la presión y una extrusión del parénquima testicular a través de la TA. Los hallazgos ultrasonográficos de la ruptura testicular son una dehiscencia de la túnica albugínea, parénquima testicular inflamado y no homogéneo con márgenes borrosos y un hematocele extratesticular concomitante ⁽¹²¹⁾.

Hidrocele

Los hidroceles se representan como colecciones líquidas anecoicas anterolaterales a los testículos y pueden tener ecos de bajo nivel debido al contenido de proteínas o lípidos. Si hay septaciones ecogénicas y extensos restos ecogénicos, se puede sospechar un hematocele, que representa la acumulación de sangre dentro de la túnica vaginal, particularmente en el contexto de un traumatismo o cirugía. También, puede haber acumulación de pus en el espacio paratesticular, denominado piocele (Ilustración 96) o absceso, siendo este último generalmente focal y heterogéneo en ecogenicidad ⁽¹²⁴⁾.

Ilustración 96. Ecografía de saco escrotal derecho. A) El testículo (estrella) es desplazado inferiormente por un gran hematocele septado (flecha). B) El testículo (estrella) está rodeado por un piocele septado (puntas de flecha y desplazado posteriormente por epidídimo inflamado engrosado (flecha larga)). Hay engrosamiento de la pared escrotal (flechas cortas) ⁽¹²⁴⁾.



Fuente: Rafailidis, V., et al. (2021). Paratesticular lesions: Aetiology and appearances on ultrasound. *Andrology*, 9(5), 1383–1394. doi:10.1111/andr.13021

Fundamentos Radiológicos

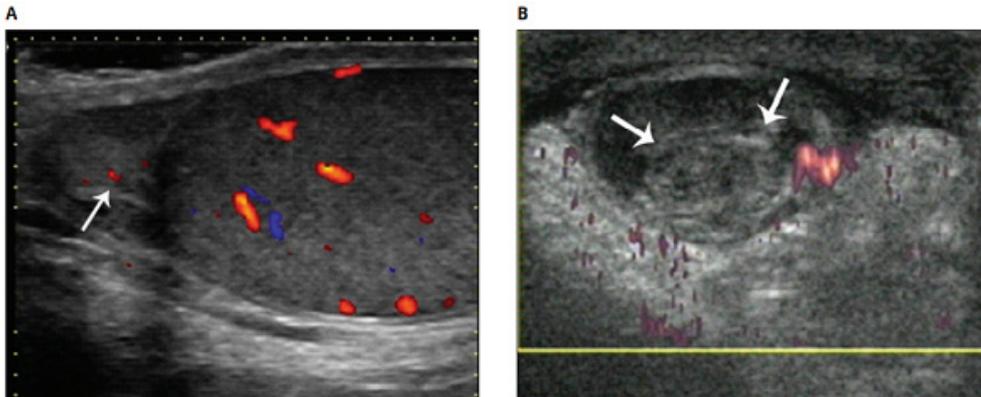
y proyecciones de diagnóstico por imagen

Torsión de los apéndices testiculares

Los apéndices escrotales son generalmente de poca importancia clínica excepto cuando sufren torsión y se convierten en una causa de escroto agudo. Un apéndice escrotal torcido está aumentado de tamaño y suele ser homogéneamente hiperecoico, aunque en el 30% de los casos es hipoeicoico. En algunos pacientes, el apéndice torcido presentaba ecogenicidad mixta ⁽¹²⁵⁾.

Usando técnica Doppler color, el apéndice torcido aparece como una masa sin señales de flujo sanguíneo; sin embargo, puede haber señales aumentadas en su periferia y tejidos circundantes (Ilustración 97). Esta técnica tiene una sensibilidad del 95,5 % y una especificidad del 81,8 % para diagnosticar la torsión de un apéndice ⁽¹²⁵⁾.

Ilustración 97. Dos casos de apéndices epididimarios torcidos agrandados. A) Doppler color que muestra señales mínimas de flujo sanguíneo (flecha) que rodean un apéndice hiperecoico en un niño de 13 años con 6 horas de dolor en el hemiscroto derecho después de una lesión en el fútbol. B) Ecografía de un paciente de 6 meses de edad que presentaba 14 horas de inflamación escrotal que mostraba un apéndice agrandado de ecogenicidad mixta (flechas) e hidrocele leve ⁽¹²⁵⁾.

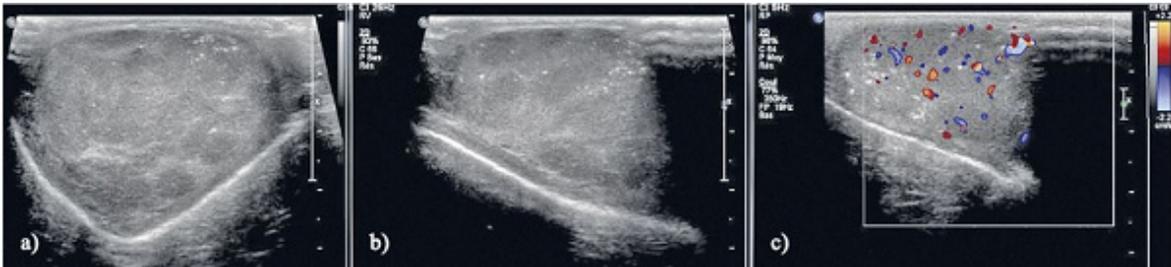


Fuente: Rafailidis, V., et al. (2015). Sonography of the scrotum: from appendages to scrotolithiasis. *Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 34(3), 507–518. doi:10.7863/ultra.34.3.507

Microlitiasis testicular

El diagnóstico de microlitiasis testicular se realiza cuando cinco o más focos múltiples pequeños, ecogénicos (menores de 2 mm de diámetro cada uno) y sin sombra, de tamaño uniforme, que corresponden a calcificaciones intratubulares, se encuentran dispersos a lo largo del parénquima que conserva una forma normal (Ilustración 98) ⁽¹²⁶⁾.

Ilustración 98. Microlitiasis focal en varón joven. Microlitiasis múltiple asociada a lesión hipoecoica multifocal (seminoma testicular confirmado por patología): a). plano transversal del testículo mostrando parénquima heterogéneo; b) plano longitudinal del testículo mostrando parénquima heterogéneo; c) Plano longitudinal del testículo con Doppler color que muestra hipervascularización dentro de la lesión hipoecoica ⁽¹²⁶⁾.



Fuente: Falticeanu, A. A., et al. (2020). Systematic scrotum ultrasound in male infertility: what to look for. *Medical ultrasonography*, 22(3), 364–369. doi:10.11152/mu-2491

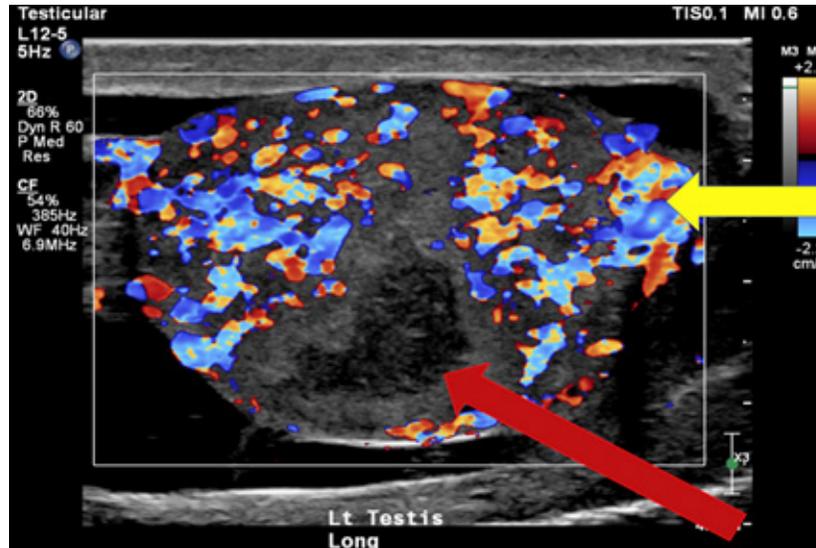
Infarto testicular segmentario

Esta entidad patológica se observa en la ecografía como una anomalía hipoecoica geográfica o en forma de cuña que es avascular o hipovascular con la técnica Doppler color. Puede identificarse un borde hiperémico periférico. El parénquima testicular no afectado demuestra un flujo sanguíneo normal. La región isquémica suele afectar a la cara superior del testículo debido a la escasez de vasos colaterales (Ilustración 99) ⁽¹²⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 99. Ecografía Doppler del testículo izquierdo que demuestra hipervascularidad del testículo y epidídimo (flecha amarilla) y una zona hipodensa con flujo sanguíneo ausente (flecha roja) ⁽¹²⁷⁾.

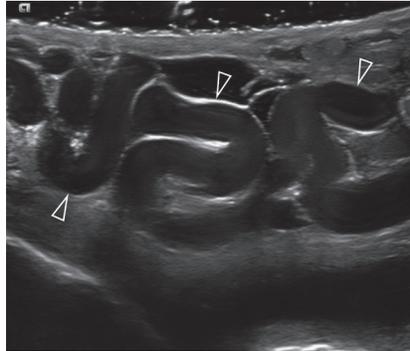


Fuente: Parkin CJ, et al. (2020). Segmental testicular infarction, a rare complication of epididymo-orchitis. *Urol Case Rep*, 32:101246. doi: 10.1016/j.eucr.2020.101246.

Varicocele

La apariencia ecográfica de un varicocele se caracteriza por múltiples estructuras serpentinadas dilatadas de más de 3 mm de diámetro, comúnmente ubicadas por encima y/o por detrás del testículo (Ilustración 100). El diámetro venoso > 3,0 mm es el criterio fundamental en un varicocele, y el reflujo de flujo es el segundo. Los vasos peritesticulares dilatados incluyen venas colaterales de las venas del cordón espermático, venas escrotales anteriores y posteriores o conductos deferentes proximales ⁽¹²⁸⁾.

Ilustración 100. Apariencia en escala de grises del varicocele. Múltiples venas dilatadas serpiginosas hipoecoicas (puntas de flecha) mayores de 3 mm que contienen ecos internos de bajo nivel ⁽¹²⁹⁾.



Fuente: Bertolotto M, et al. (2020). Ultrasound evaluation of varicoceles: systematic literature review and rationale of the ESUR-SPIWG Guidelines and Recommendations. *J Ultrasound*, 23(4):487-507. doi: 10.1007/s40477-020-00509-z.

Quistes de epidídimo

Son blandos, esféricos y en la mayoría de los casos se localizan en la cabeza del epidídimo. Los quistes son translúcidos y la exploración física suele ser suficiente para diferenciar un quiste del epidídimo de otra patología escrotal. Mediante ultrasonografía, se muestran los espermatoцитos presentes como formaciones quísticas que contienen líquido proteináceo y espermatozoides ⁽¹³⁰⁾.

Tumores testiculares

Los tumores testiculares se presentan con frecuencia como lesiones intratesticulares bien delimitadas, hipoecoicas o de ecogenicidad heterogénea. La diferenciación entre estas lesiones y los hematomas focales en evolución puede ser difícil en casos de trauma ⁽¹²⁶⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Generalidades de ecografía obstétrica

Según las consideraciones de la OMS, la ecografía no cumple completamente los criterios diagnósticos, sin embargo, hasta la fecha es el mejor método de screening prenatal disponible. Además de su facilidad de manejo y disponibilidad poblacional, esta sirve correctamente en protocolos de seguimiento en mujeres gestantes ⁽¹³¹⁾.

Los defectos congénitos, La anoxia y la prematuridad son las razones principales de morbimortalidad perinatal e infantil. La ecográfica permite detectar retraso en el crecimiento fetal, disminuyendo la mortalidad perinatal, sobre todo en el último trimestre de gestación. Por tal motivo, los programas de cribado establecidos en los centros de atención sanitaria son de gran relevancia para mejorar la calidad de vida tanto del feto como de la madre, mejorando además la tasa de detección prenatal ⁽¹³¹⁾.

Todo feto debe ser abordado y explorado, sea o no de alto riesgo. El seguimiento es obligatorio en los tres trimestres del embarazo. Por lo general, se realizan 3 ecografías durante la vida fetal, una por cada trimestre y cada una tiene un fin distinto (Tabla 5) ⁽¹³¹⁾.

Tabla 5. Objetivos de la realización de ecografías en el primer, segundo y tercer trimestre ⁽¹³²⁾.

I trimestre: Semana 11 – 13,6. (con preferencia semana 12)
• Confirmar gestación intrauterina
• Confirmar evolución de la gestación
• Determinar el número de fetos y la corionicidad en caso de gestaciones múltiples
• Datación de la gestación
• Determinación de los marcadores de aneuploidía
• Valoración anatómica precoz
• Determinación del índice de pulsatilidad de las arterias uterinas para calcular el riesgo de preeclampsia
II Trimestre: Semana 20 – 22. (con preferencia semana 21)
• Valoración de placenta, inserción del cordón y líquido amniótico
• Valoración del crecimiento fetal



• Valoración de la anatomía fetal
III Trimestre: en bajo riesgo a las 37±1 y en alto riesgo de retraso de crecimiento seriado a las 28±1, 32±1 y 37±1
• Valoración de la estática fetal
• Valoración de placenta y líquido amniótico
• Valoración del crecimiento fetal
• Revaloración de la anatomía fetal para descartar patología evolutiva y/o de posible aparición tardía

Fuente: PROTOCOLO: SCREENING ECOGRÁFICO PROTOCOLOS MEDICINA FETAL Y PERINATAL SERVICIO DE MEDICINA MATERNOFETAL -ICGON -HOSPITAL CLÍNIC BARCELONA [Internet]. Medicinafetalbarcelona.org. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://medicinafetalbarcelona.org/protocolos/es/patologia-fetal/SCREENINGECOGRAFICO.pdf>

Nota. El contenido de esta guía clínica se refiere a dos puntos clave en el screening ecográfico: la obtención de los cortes standard para poder realizar una exploración de calidad diagnóstica y la interpretación de estos.

No obstante, en ocasiones se deben realizar otros estudios ecográficos complementarios debido a antecedentes familiares y personales, problemas durante la gestación, resultados de laboratorios y otras ecografías y gestaciones múltiples, circunstancias que ameritan un proceso más delicado acompañado de mayor atención ⁽¹³²⁾.

En casos de gestantes con presencia de arterias uterinas patológicas identificadas en el primer trimestre de embarazo, requerirá de seguimiento y se volverá a estudiar entre las semanas 20-22. Si el estudio demuestra un IP medio arterias uterinas es < p95 se necesitan nuevos controles en las semanas 28, 32 y 37 (Ilustración 101). Si el IP medio arterias uterinas es >p95 se necesitan chequeos correspondientes a la semana 24, 28, 32 y 37 ⁽¹³²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 101. Eco Doppler de arteria uterina izquierda con flujo diastólico reverso. IP patológico de 3,77⁽¹³³⁾.



Fuente: Marta, RC., et al. (2011). Flujo reverso diastólico en arterias uterinas y engrosamiento placentario: marcadores de resultado perinatal desfavorable. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*. 54(3): 132-135. doi:10.1016/j.pog.2010.12.004.

La interpretación ecográfica se puede llevar a cabo por interpretación directa en el momento de la exploración ecográfica o a través de la evaluación offline, que requiere selección de imágenes o clips adquiridos durante la exploración. En el caso de evaluación diferida se requiere estrictamente de personal especializado debido al conocimiento que requiere en la interpretación de signos y anomalías. El diagnóstico final lo determina únicamente el especialista⁽¹³²⁾.

Primer trimestre

En el primer trimestre del embarazo se concentra principalmente en la observación del crecimiento del embrión. El estudio que se utiliza al momento de la exploración es la ecografía transvaginal (ETV), dejando a un lado la ecografía transabdominal (ETA) debido a que la ETV posee una mayor resolución, además de otorgar una mejor vista anterior del saco gestacional y su interior, mejor detección de la actividad cardiaca y en general, mayor calidad en la visualización de estructuras embrionarias fetales ⁽¹³⁴⁾.

Por esta razón, los objetivos ecográficos en la primera etapa del embarazo es detectar el saco gestacional, y reconocer su localización para determinar si es un embarazo intrauterino o ectópico. Otro objetivo es examinar si existe muerte temprana embrionaria y gestación anembrionaria. También se identifica si existe algún tipo de riesgo que ponga en peligro al embrión, determinar si existe más de un embrión, evaluar la corionicidad y amnioticidad, calcular la edad gestacional y, por último, diagnosticar malformaciones tempranas, a través del reconocimiento de anomalías embrionarias como un saco vitelino anómalo ⁽¹³⁴⁾.

Aspecto ecográfico de una gestación intrauterina

La ecografía del primer trimestre ha evolucionado en los últimos años, la medida de la translucencia nucal (TN) la incorporación de nuevos marcadores y cribados, avances tecnológicos, la importancia de un diagnóstico más precoz y completo, son algunos aspectos que se han desarrollado y mejorado con el pasar de los años ⁽¹³⁴⁾.

La importancia de la ecografía en el primer trimestre radica en identificar precozmente los riesgos de cada gestante, reconocer todas las complicaciones posibles, como las anomalías estructurales fetales. Hoy por hoy, la ecografía transvaginal permite observar un embarazo intrauterino temprano entre las semanas 4,5 y 5 de edad gestacional ⁽¹³⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Vía de exploración

Numerosos estudios han demostrado la eficacia de la ETV en un 15 a 20% en comparación a la vía abdominal. A pesar de que el proceso resulta más incómodo, la ETV otorga más información y exactitud en las exploraciones ginecológicas en gestantes ⁽¹³⁵⁾.

Edad gestacional

La determinación de la edad gestacional es de los principales motivos de consulta en embarazadas, principalmente en aquellas que trabajan y necesitan permisos médicos por incapacidad laboral a partir de las 34 semanas. Basándose en la teoría antropométrica fetal, una ecografía antes de las 27 semanas posee un error de ± 1 semanas, un error de ± 2 a las 36 semanas y un error de ± 3 luego de las 36 semanas (Ilustración 102) ⁽¹³⁶⁾.

De tal manera que lo más recomendable y óptimo sería realizarse un estudio ecográfico entre las semanas 6,8-12, dado que en este intervalo existe un menor riesgo de error generando que la edad gestacional resulte en lo más exacto posible, otorgando, además, tiempo para establecer parámetros de macrosomía o detectar anomalías en el crecimiento ⁽¹³⁶⁾.

Ilustración 102. Medición de longitud cefalocaudal en un embarazo de 7.2 semanas de gestación ⁽¹³⁶⁾.



Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Corroborar amenorrea por embarazo

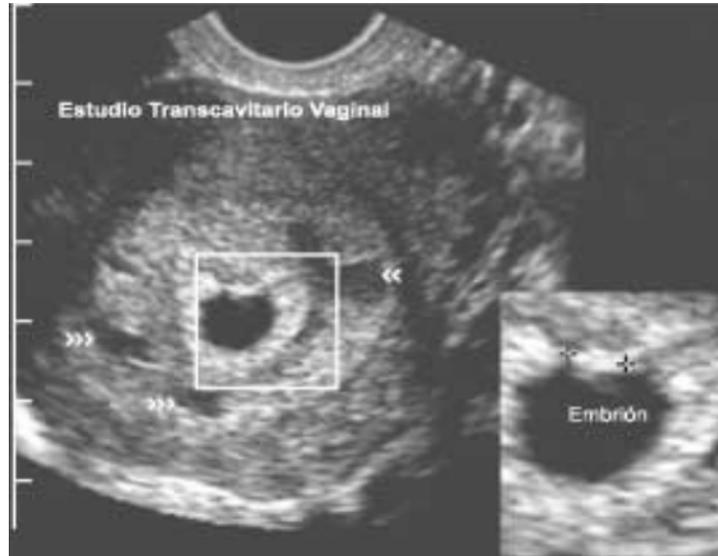
En primer lugar, se debe corroborar el diagnóstico de embarazo. Luego de ello, se debe recoger información de la evolución del embarazo por medio del ultrasonido. Lo primero en observarse es el saco gestacional, del cual se obtiene el diámetro sacular medio, con el que se obtiene la edad gestacional ⁽¹³⁷⁾.

Si la exploración es por ETA la detección del embarazo es posible a partir de las 5 semanas de gestación, pero, si es por ETV la detección se puede dar a partir de la 4½ semanas. Mientras no exista o no se pueda apreciar el saco vitelino (Ilustración 103), el profesional encargado puede sospechar de sangrado intracavitario, quistes adenoamióticos, retención de líquido por estenosis cervical o tratarse de un embarazo ectópico ⁽¹³⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 103. Estudio transcavitario vaginal. Saco gestacional con reacción decidual y embrión ⁽¹³⁶⁾.



Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Sitio de implantación del saco gestacional

En este punto se deberá identificar el lugar de implantación del saco vitelino con el fin de descartar un embarazo ectópico lo mas pronto posible. Generalmente en embarazos ectópicos por ETV se observa en un 17 a 28% de los casos un embrión vivo fuera de la cavidad uterina y en un 10% por ETA. Los hallazgos más relevantes son engrosamiento endometrial, masa anexial y liquido libre es espacio hepatorenal (Ilustración 104) ⁽¹³⁷⁾.

Ilustración 104. Líquido libre en el espacio hepatorenal ⁽¹³⁶⁾.



Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

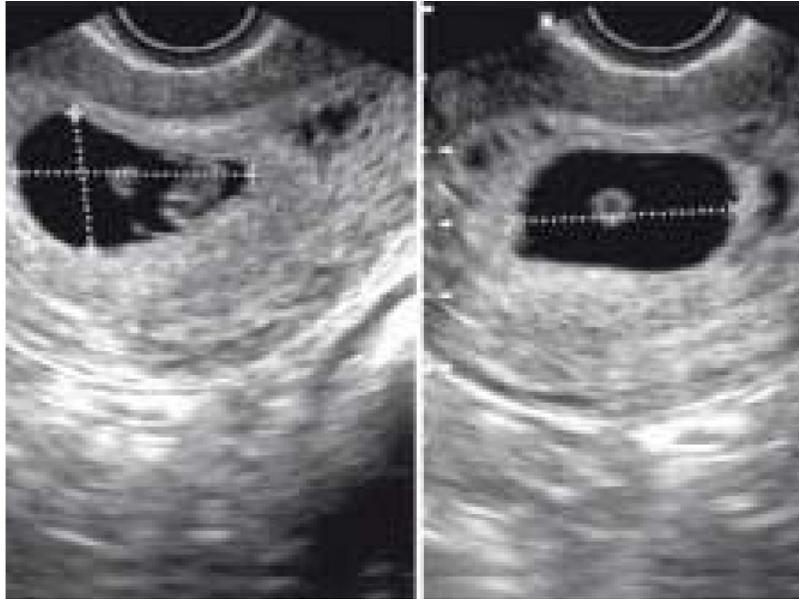
Verificar la viabilidad del embarazo

En todo momento se debe apreciar un promedio de 5mm de diámetro en el saco gestacional, además, debe existir un saco vitelino por cada saco gestacional mayor a 10mm. Si el saco vitelino posee mas de 18 mm debe observarse un embrión (Ilustración 105). Y si un embrión con longitud cefalocaudal tiene mas de 5mm debe presentar actividad cardiaca ⁽¹³⁶⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 105. Diámetro sacular medio. Se aprecia saco vitelino y embrión ⁽¹³⁶⁾.

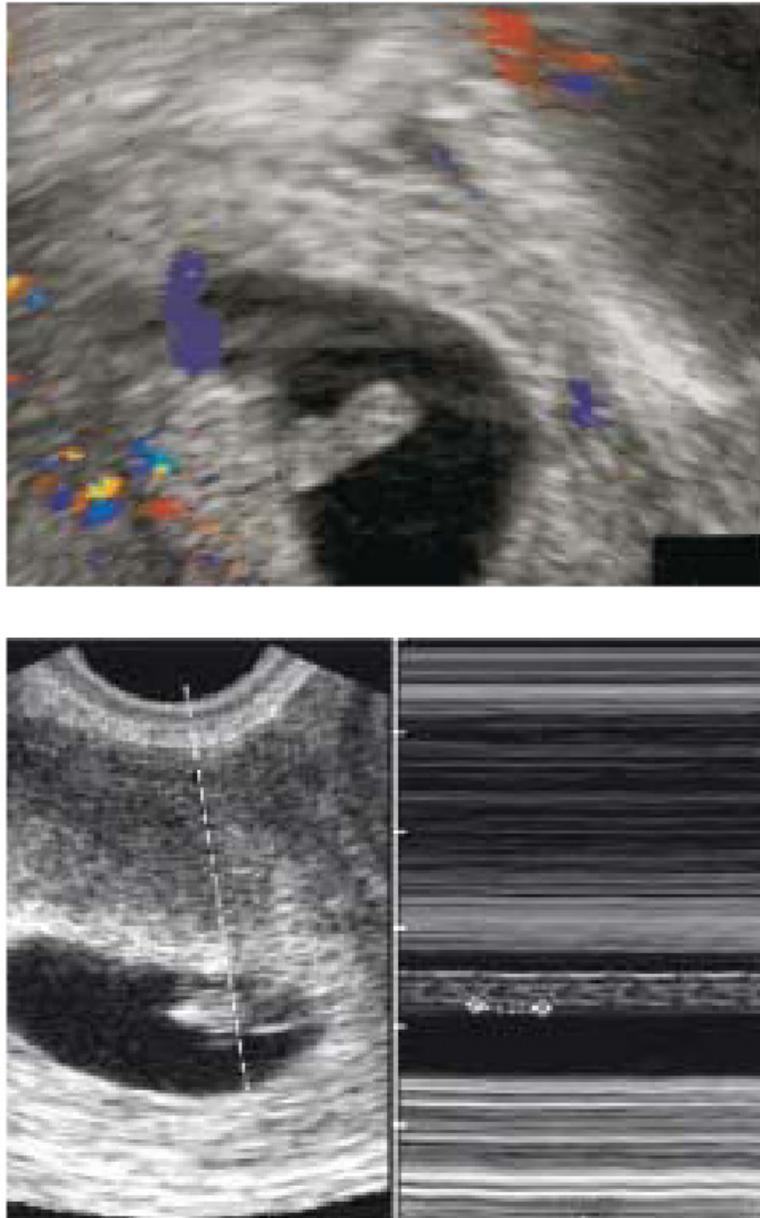


Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Verificar la vitalidad del producto

Mediante una ETV es posible detectar el latido cardiaco al inicio de la semana 6 (Ilustración 106), mientras que por una ETA es posible una semana después. Del mismo modo debe revisarse si la frecuencia cardiaca es normal (Tabla 6), puesto que si tiene bradicardia lo mas probable es que tenga un mal pronóstico además de asociarse a malformaciones cromosómicas como la trisomía 21 ⁽¹³⁸⁾.

Ilustración 106. Embrión sin actividad cardíaca demostrada por Doppler color (arriba) y embrión con actividad cardíaca demostrada por modo M (abajo) ⁽¹³⁶⁾.



Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 6. Parámetros normales de la frecuencia cardíaca para verificar la vitalidad del producto ⁽¹³⁶⁾.

Semana	Lpm
5	100
6	130
7	130 - 160
8	160
9	175 máximo
10	165

Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Nota. Lpm: Latidos por minuto

Si la frecuencia cardíaca es menor a 120 latidos por minuto se lo asocia a muerte fetal con una sensibilidad del 54% y una especificidad de 95%. La especificidad aumenta en un 100% cuando la frecuencia es menor a 85 latidos por minuto ⁽¹³⁸⁾.

Determinación del número de productos

El ultrasonido aparte de verificar cuantos embriones existen, también ayuda a diferenciar embarazos monocigóticos de acuerdo con su corionicidad y su relación con los amnios, por otra parte, posibilita identificar a tiempo patologías derivadas de la transfusión feto-fetal (Ilustración 107) ⁽¹³⁹⁾.

Ilustración 107. Imagen ecográfica abdominal de una gestación mono-corial biamniótica en la semana 10 de gestación. Se observan 2 sacos amnióticos y un espacio extracelómico único ⁽¹⁴⁰⁾.



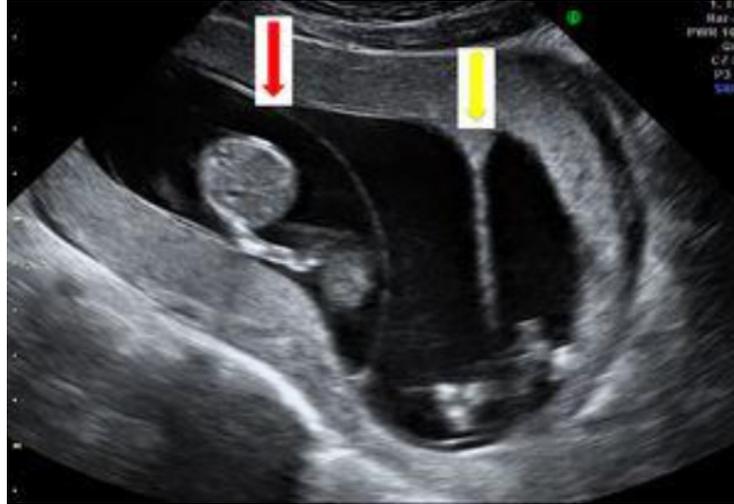
Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Embarazo gemelar bicorial. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.07.002.

Si se presenta un embarazo múltiple *per se* es indicativo de alto riesgo tanto para el feto como la madre. La aplicación de la ecografía temprana es vital no solo para identificar el número de sacos gestacionales si no también, el número de embriones vivos (Ilustración 108) ⁽¹³⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 108. Imagen de ecografía abdominal en una gestación triple, bicorial triamniótica en la semana 12 de gestación. Se pueden observar tanto el signo lambda (flecha gris), como el signo T (flecha oscura) ⁽¹⁴⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Embarazo gemelar bicorial. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.07.002.

Riesgo de aborto

Los riesgos en el primer trimestre de gestación son varios (Ilustración 109), entre ellos destacan, el saco gestacional con implantación baja o con morfología distorsionada, crecimiento del saco gestacional menor a 0,7 mm, saco vitelino calcificado o con refringencia ecosonográfica débil, reacción decidual menor a 2mm y reacción decidual con refringencia débil. En los casos donde el hematoma se presenta en mas del 40% del área del saco gestacional, significa un signo desfavorable para el embarazo a futuro ⁽¹⁴¹⁾.



Ilustración 109. Hematoma retrocorial en gestación con amenaza de aborto. Afecta fundamentalmente al corion leve ⁽¹⁴²⁾.



Fuente: Juan, LA. (2008). Valoración ecográfica de la gestación precoz anómala. Prog Obstet Ginecol. 51(4): 224-31. doi: 10.1016/S0304-5013(08)71080-X.

Evaluar alteraciones uterinas y ováricas

El diagnóstico de anomalías uterinas son de gran importancia para la evolución del embarazo dado que se asocia a abortos, incompetencia cervical, distocia, embarazo ectópico, parto prematuro, anomalías de la placenta y restricción del crecimiento intrauterino. Los miomas son alteraciones muy comunes y suelen ser de importancia por el tamaño que pueden alcanzar con el tiempo si no se valoran ⁽¹⁴³⁾.

En cuanto a las anomalías ováricas, estas pueden deberse a un quiste funcional, presencia de un cuerpo lúteo o un tumor benigno o maligno. La incidencia de tumores anexiales es elevada cuando se utiliza ocosonografía prenatal, aunque en su mayoría estas se resuelven, no obstante, existe el riesgo de rupturas, torsión y hemorragia si no son tratados con tiempo ^(144,145).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Si existe la presencia de un tumor sólido que este comprometiendo la vida del feto debe debatirse si es necesaria una cirugía independientemente del tiempo de gestación. Si se trata de un tumor quístico, unilateral ya sea de cualquier tamaño, se debe esperar, pero, si es bilateral con un tamaño igual o mayor a 10 cm en una gestante mayor a 16 semanas, lo recomendable es una cirugía (Ilustración 110) ⁽¹⁴⁶⁾.

Ilustración 110. Imagen anecoica con reforzamiento que corresponde a cuerpo lúteo (arriba). Imagen redondeada con ecos mixtos que deforman el contorno uterino correspondiente a un mioma uterino (abajo) ⁽¹³⁶⁾.



Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Identificación de aneuploidías

La implementación del diagnóstico genético y la presencia de datos ecográficos y bioquímicos que sirvan de cribado previo genera que el número y la calidad de los diagnósticos sean de mejor pronóstico, además de disminuir los riesgos y los costos en cuanto al número de gestantes sometidas a pruebas diagnósticas ^(147,148).

El cribado de aneuploidía se divide en dos etapas: la combinación del riesgo por edad materna a través del estudio ecográfico de TN y la bioquímica del suero materno. Mientras que la segunda etapa consta estudios invasivos durante la ecografía como la amniocentesis y biopsia de vellosidades coriales. A la TN se le suman otros marcadores ecográficos como el hallazgo de hueso nasal, flujo tricúspideo, onda α del ductus venoso y el ángulo facial (Ilustración 111 y 112) ^(147,148).

Ilustración 111. Medición de TN en un producto de 11.3 semanas de gestación ⁽¹³⁶⁾.



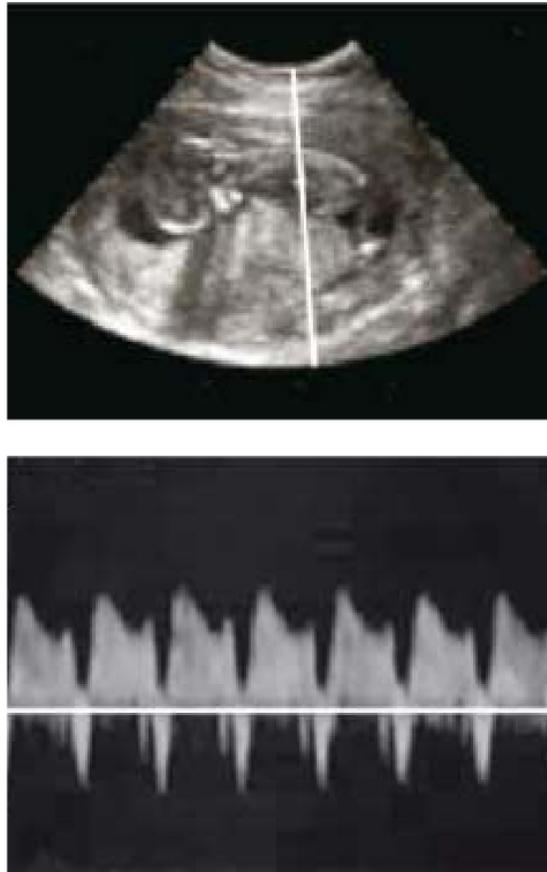
Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 112. Evaluación de la onda de la velocidad del flujo del ductus venoso entre las 10 y las 14 semanas ⁽¹³⁶⁾.



Fuente: Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 50 (5): 497-50.

Exploración ecográfica anatómica

Cabeza

Debe existir integridad ósea en plano axial y completar con coronal, para luego descartar defectos óseos o áreas de distorsión. Además, se evalúa la integridad de la línea media y los ventrículos laterales deben estar ocupados por los plexos coroideos. Los hemisferios se deben apreciar simétricos y la línea media que los divide no debe estar interrumpida ⁽¹⁴⁹⁾.



No debe confundirse con una hidrocefalia, dado que a esta edad la capa cerebral es fina y los ventrículos laterales en ocasiones parecen ser mas grandes y estar llenos de líquidos (Ilustración 113). Es opcional valorar marcadores para el cribado de espina bífida abierta, que constan de translucencia intracraneal del IV ventrículo, cisterna magna, observación de 4 líneas-espacios ⁽¹⁴⁹⁾.

Ilustración 113. Integridad ósea. Integridad de la línea media. Ventrículos laterales ocupados por los plexos coroideos ⁽¹⁵⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Cara

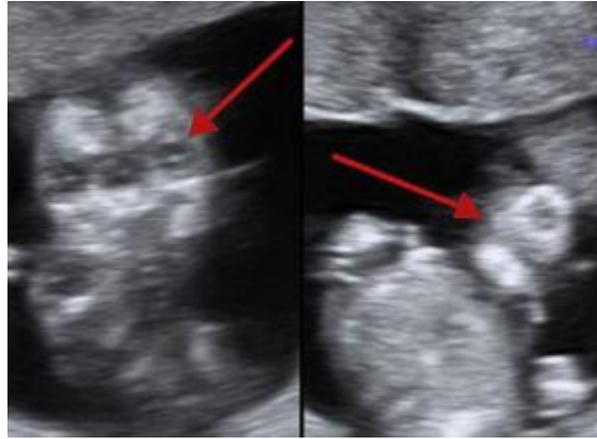
Es posible que se visualicen las orbitas con cristalinos y total integridad del labio superior (Ilustración 114). En el corte sagital medio de TN se puede definir la presencia del hueso nasal y valorar el perfil fetal. No obstante, visualizar o no estas estructuras no proporciona datos diagnósticos de anomalías obvias ⁽¹⁴⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 114. Órbitas con cristalinos. Normal apariencia del labio superior ⁽¹⁵⁰⁾.

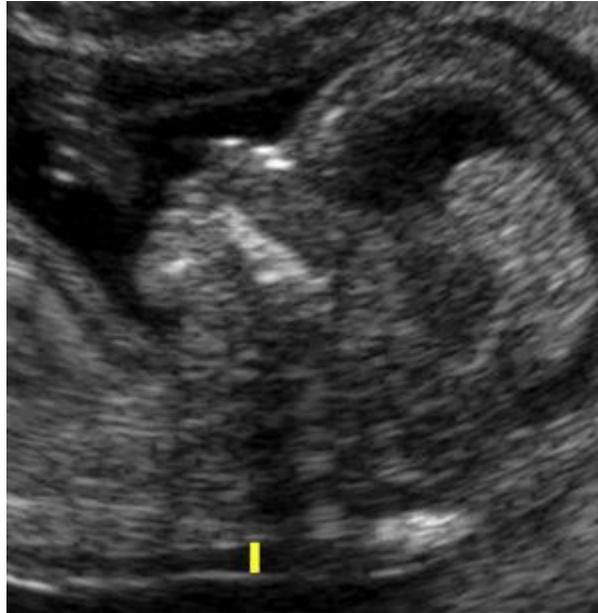


Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Cuello y nuca

Se valora de acuerdo con las medidas de TN. Se debe corroborar si hay presencia de otras colecciones líquidas, entre ellas, hidroma quístico o sacos linfáticos yugulares, además, debe observarse una correcta alineación del cuello en relación con el tronco (Ilustración 115) ⁽¹⁵¹⁾.

Ilustración 115. Plano de medida de la TN. Valoración del perfil fetal y hueso nasal ⁽¹⁵⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Columna vertebral

En este punto se realiza un estudio de los planos sagital, coronal y axial, con el fin de examinar la integridad y correcta alineación vertebral y de igual manera evaluar la continuidad normal de la piel (Ilustración 116). Se debe observar con atención el estudio de raquis, si existen antecedentes personales o heredofamiliares de defectos del tubo neural y si el diámetro biparietal es menor a 5 percentiles se debe insinuar espina bífida abierta ⁽¹⁴⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 116. Prestar atención a la alineación vertebral e integridad de la piel suprayacente ⁽¹⁵⁰⁾.

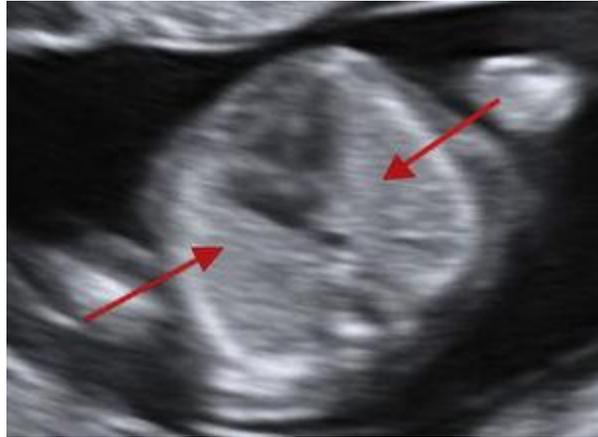


Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Tórax

Se evalúa campos pulmonares simétricos de ecogenicidad homogénea, sin presencia de masas o colecciones líquidas (Ilustración 117). El diafragma debe estar íntegro y observar que el estómago y el hígado se encuentren ubicados intrabdominal y en su posición anatómica normal ⁽¹⁵²⁾.

Ilustración 117. Campos pulmonares homogéneos y simétricos. Aorta descendente prevertebral. 4 cámaras simétricas. Tabique. Levocardia-levoápex. Confirmar alineación con estómago para definir situs ⁽¹⁵⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Corazón

La frecuencia cardíaca fetal normal y rítmica debe oscilar entre 120-160lpm. El situs visceral debe estar normal, se debe observar levocardia y levoápex. Se debe observar en el corte las cuatro cámaras cardíacas separadas por un tabique, con correcta orientación del eje cardíaco ⁽¹⁵³⁾.

Un corte anómalo de las 4 cámaras en el primer trimestre de gestación es el único marcador que existiría para sospechar cardiopatía congénita. Para identificar a gestantes con riesgos de cardiopatía congénita es menester realizar una ecocardiografía precoz entre la 14-16 semanas, para determinar antecedentes patológicos cardíacos, diabetes o exposición a teratógenos. Un TN superior a 3,5mm o mayor del 99 percentil son indicativos de cardiopatía congénita ^(154,155).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

La introducción de la detección de aneuploidías NT en la ventana de 11 a 13 + 6 semanas ha reavivado el interés en la exploración anatómica temprana, tal como se observa en la tabla 7 ⁽¹⁵⁶⁾.

Tabla 7. Exploración anatómica fetal entre 11^a y 13⁺⁶ semanas ⁽¹⁵⁶⁾.

Cabeza	<ul style="list-style-type: none">• Integridad ósea y de línea media.• Ventriculos laterales. Plexos coroideos.
Cara	<ul style="list-style-type: none">• Hueso nasal. Órbitas con cristalinos.• Labio superior.
Cuello	<ul style="list-style-type: none">• Translucencia nual.• Excluir masas-colecciones líquidas.
Columna	<ul style="list-style-type: none">• Integridad y alineación vertebral.• Piel intacta
Tórax	<ul style="list-style-type: none">• Pulmones simétricos, descartar derrames y tumores.• Diafragma íntegro.
Corazón	<ul style="list-style-type: none">• Cuatro cámaras simétricas y ritmo regular.• Ápex izquierdo.• Situs.
Abdomen	<ul style="list-style-type: none">• Estómago intraabdominal izquierdo.• Riñones y vejiga.
Pared	<ul style="list-style-type: none">• Inserción umbilical normal.
Extremidades	<ul style="list-style-type: none">• 3 segmentos de los 4 miembros: integridad, alineación, movilidad.
Anejos	<ul style="list-style-type: none">• Ecoestructura placentaria.• Cordón con 3 vasos.

Fuente: ISUOG Practice Guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. (2012). *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. 41(1): 102–113. doi:10.1002/uog.12342.

Nota. Las ventajas informadas incluyen la detección temprana y la exclusión de muchas anomalías importantes, la tranquilidad temprana para las madres en riesgo, el diagnóstico genético más temprano y la interrupción del embarazo más fácil si corresponde.

Abdomen

El estómago y la vejiga urinaria a esta edad son las únicas estructuras líquidas. El estomago debe estar alineado con el corazón en el abdomen superior izquierdo. La vejiga debe estar en ubicado en el centro

del abdomen inferior. De vez en cuando pueden ser observados los riñones, mediante un corte parasagital o axial, ayudados por la hipoe-cogenicidad de la pelvis (Ilustración 118) ⁽¹⁵⁷⁾.

Ilustración 118. Riñones y vejiga urinaria ⁽¹⁵⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Pared abdominal

La inserción del cordón en la pared abdominal debe reflejarse normal. Luego de las 12^a semanas debe diferenciarse la hernia umbilical fisiológica de onfalocele-gastrosquisis (Ilustración 119) ⁽¹⁵⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 119. Cordón umbilical a su entrada en la pared abdominal, confirmando que está íntegra. Con Doppler color pueden identificarse ambas arterias umbilicales en sentido caudal y perivesical ⁽²⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Extremidades

Se debe visualizar las 4 extremidades con sus 3 respectivos segmentos alineados. Además, es posible observar las falanges terminales de las manos (Ilustración 120 y 121). Se debe comprobar la movilidad de las extremidades. Una escasa movilidad puede sugerir estados patológicos como artrogriposis ⁽¹⁵⁷⁾.

Ilustración 120. Integridad y alineación de miembro superior ⁽¹⁵⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Ilustración 121. Integridad y alineación de miembro inferior ⁽¹⁵⁰⁾.



Fuente: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Genitales

Su evaluación es opcional, pero si es el caso, a través del plano medio-sagital se puede examinar la orientación del tubérculo genital, si continua con el plano sagital se cree que será de sexo femenino y si forma un ángulo próximo a los 90° se cree que es de sexo masculino. Sin embargo, debido a las pocas semanas de gestación, el diagnóstico no es seguro ⁽¹⁵⁸⁾.

Cordón umbilical

Se debe descartar presencia de quistes en el cordón, la entrada en pared abdominal debe estar integra y con ayuda de Doppler es posible observar el número de arterias rodeando la vejiga urinaria ⁽¹⁵⁸⁾.

Placenta

En la placenta se deben descartar la presencia de masas, quistes o acúmulos de líquido subcoriónico. Se debe observar la Ecoestructura, si existe alguna alteración. Su localización no es de gran relevancia, puede estar orientada anterior, fúndica o posterior ⁽¹⁵⁸⁾.

Es posible detectar signos de acretismo, adelgazamiento extremo del miometrio, hipervascularización de la vejiga y serosa uterina, además de presencia de múltiples lagos placentarios, en ciertos casos de cesaría previa, aunque a esta edad gestacional estos hallazgos se tornan confusos ⁽¹⁵⁸⁾.

Segundo y tercer trimestre

La ecografía del segundo y tercer trimestre se utiliza sobre todo para evaluar el crecimiento del feto. Se utiliza además en casos de sospechas de anomalías congénitas en función a la historia clínica y los exámenes físicos. En general la ecografía es un método diagnóstico seguro ⁽¹⁵⁹⁾.

Edad Gestacional

La mejor opción es realizar la estimación de la edad gestacional en el primer trimestre del embarazo a las 12 semanas. No es recomendable realizarla en el segundo y tercer trimestre porque este empieza a partir de la semana 14 hasta la semana 42 de embarazo y pueden existir variaciones en el rango de entre 2 y 3 semanas por las fluctuaciones en el crecimiento fetal, ya sea por encima o por debajo de lo estimado ⁽¹⁵⁹⁾. No obstante, esto no quiere decir que no se pueda realizar, al contrario, es muy habitual. En la semana 14 de gestación, el feto comprende suficiente desarrollo para permitir determinar la edad gestacional. Para el estudio se debe utilizar una forma convexa, con la paciente en decúbito supino o recostada hacia el lado izquierdo ⁽¹⁵⁹⁾.

En primer lugar, se debe localizar la posición del feto para poder determinar la orientación de la cabeza, corazón, abdomen y extremidades. Una vez orientado, para proceder con la estimación de edad gestacional, se requiere de varias medidas, el diámetro biparietal (DBP), circunferencia craneal (CC), circunferencia abdominal (CA) y longitud del fémur (LF). Evaluando estas 4 se puede estimar la edad gestacional y la posible fecha de parto (Tabla 8) ⁽¹⁵⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 8. Principales variables antropométricas fetales durante la gestación ⁽¹⁶⁰⁾.

Amenorrea (semanas)	DBP (mm)	LF (mm)	CC (mm)	CA
20	45	30	175	150
24	58	40	225	188
28	70	50	560	240
32	81	59	295	280
36	88	68	320	320
40	94	72	365	365

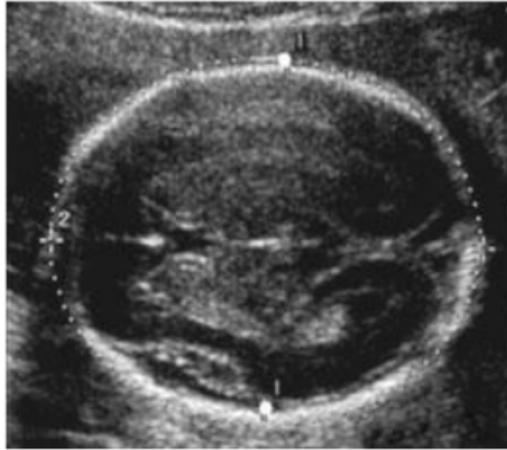
Fuente: Antonio, GG., et al. (2009). Ecografía en obstetricia. An Pediatr Contin. 7(1): 39-44. doi: 10.1016/S1696-2818(09)70450-0.

Nota. CA: circunferencia abdominal; CC: circunferencia cefálica; DBP: Diámetro biparietal; LF: Longitud del fémur.

Diámetro biparietal

Para calcular el DBP es necesario congelar la imagen en plano axial o transversal de la cabeza fetal para identificar estructuras como el tercer ventrículo, tálamo y los huesos del cráneo (Ilustración 122). Se debe realizar la medición de manera perpendicular a la línea media en el eje longitudinal de la cabeza fetal desde el margen externo del hueso parietal hasta el margen interno del hueso parietal ⁽¹⁶¹⁾.

Ilustración 122. Mediciones ecográficas del diámetro biparietal y de la circunferencia cefálica ⁽¹⁶²⁾.



Fuente: Salomon, L.J., et al. (2010). Guías prácticas para la realización de la exploración ecográfica fetal de rutina en el segundo trimestre. *Ultrasound Obstet Gynecol.* doi:10.1002/uog.8831.

Circunferencia craneal

De la misma imagen que se utilizó para medir el DBP se utiliza para medir la CC. Se determina utilizando el cursor ubicándolo en el borde del margen externo del cráneo fetal ⁽¹⁶¹⁾.

Circunferencia abdominal

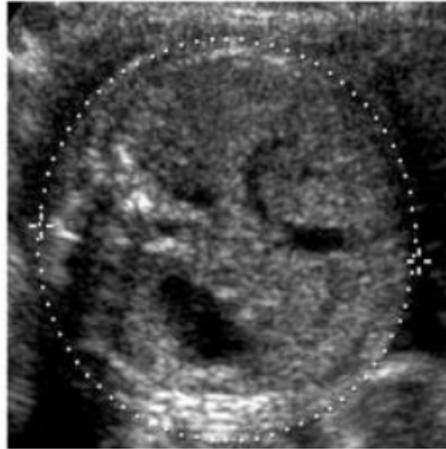
La CA se observa en el plano axial justo en el corte donde se puedan visualizar la columna vertebral caracterizado por tres puntos ecogénicos en la parte posterior del feto, el sistema portal y el estómago. Las medidas se obtienen explorando a lo largo del contorno externo del abdomen (Ilustración 123) ⁽¹⁶¹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 123. Medición ecográfica de la circunferencia abdominal
(162).

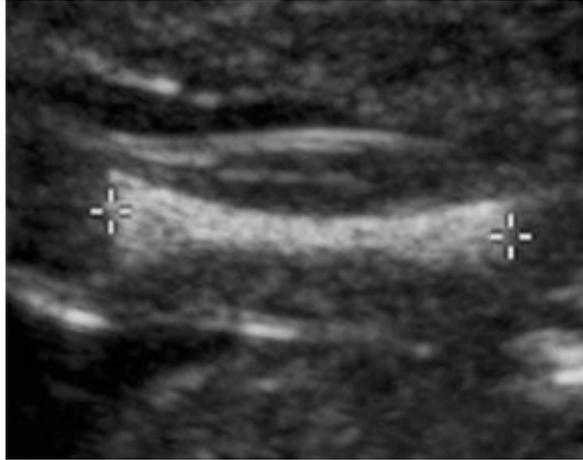


Fuente: Salomon, L.J., et al. (2010). Guías prácticas para la realización de la exploración ecográfica fetal de rutina en el segundo trimestre. *Ultrasound Obstet Gynecol.* doi:10.1002/uog.8831.

Longitud del fémur

Primero se identifica el fémur, descartando cualquier otro hueso, para realizar la medición con éxito el plano del fémur debe ser perpendicular al plano del haz de ultrasonidos, para evitar errores en la estimación métrica artificial, tal como se observa en la ilustración 124 ⁽¹⁶³⁾.

Ilustración 124. Medición ecográfica de la longitud del fémur ⁽¹⁶²⁾.



Fuente: Salomon, L.J., et al. (2010). Guías prácticas para la realización de la exploración ecográfica fetal de rutina en el segundo trimestre. *Ultrasound Obstet Gynecol.* doi:10.1002/uog.8831.

El eje del fémur debe ser longitudinal considerando únicamente la porción diafisaria y metafisaria del hueso, estructuras que se muestran ecogénicas. Mientras que las otras estructuras como los trocánteres, la cabeza femoral y el núcleo de osificación distal, se muestran hipocóicas proximales y distales a la diáfisis del hueso. Estas últimas estructuras no se toman en consideración para la medición ⁽¹⁶³⁾.

Aspecto ecográfico de una gestación intrauterina en el segundo y tercer trimestre

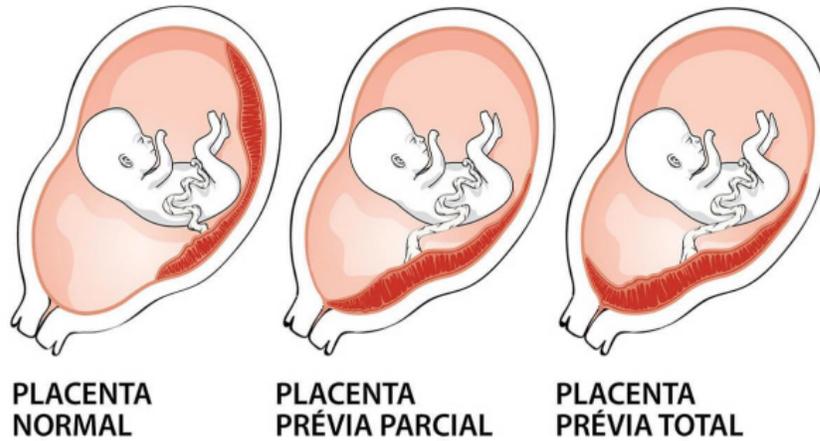
Placenta

Entre las semanas 10-12 de gestación ya es posible identificar la placenta. Se presenta como una estructura hiperecóica y se encuentra entre el líquido amniótico y la pared uterina (Ilustración 125 y 126). Su ubicación es importante para descartar cualquier anomalía. Cuando existen sangrados se debe inmediatamente identificar si se trata de una placenta previa, mediante la identificación de la placenta a la altura o cubriendo la apertura del cuello uterino ⁽¹⁶⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 125. Imagen de placenta normal, previa parcial y previa total ⁽¹⁶⁵⁾.



Fuente: Carrera RG. FACTORES PREDISPONENTES QUE INCIDEN EN PLACENTA PREVIA EN EL HOSPITAL GENERAL DE JAEN JULIO DICIEMBRE 2017. [Jaen, Perú]: Universidad Privada de Ica; 2017.

Ilustración 126. Imágenes ecográficas de a). Placenta Previa oclusiva y b). Placenta Previa marginal ⁽¹⁶⁴⁾.



Figura 1a: PP oclusiva



Figura 1b: PP marginal

Fuente: Anomalías Placentarias (placenta previa, placenta accreta y vasa previa) y Manejo de la Hemorragia de Tercer Trimestre -ICGON -Hospital Clínic Barcelona [Internet]. Medicinafetalbarcelona.org. [cita-

do el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://medicinafetalbarcelona.org/protocolos/es/patologia-materna-obstetrica/placenta%20previa%20y%20otras%20anomal%C3%ADas.%20hemorragia%203er%20t.pdf>

Las calcificaciones placentarias se pueden apreciar como focos ecogénicos acompañados de sombra acústica posterior. Aparecen regularmente en placentas maduras y en casos de hipertensión materna, otros casos pueden deberse al excesivo consumo de tabaco, preeclampsia y retraso en el crecimiento uterino. Sin embargo, actualmente está en desuso la valoración de la madurez placentaria por ecografía, debido a la escasa precisión y utilidad ⁽¹⁶⁴⁾.

Cuello cervical

La determinación de la longitud del cuello cervical es de importancia. Si se trata de un cuello corto o dilatado prematuramente, puede deberse a una pérdida fetal, rotura de membranas o ser el inicio de un parto prematuro. Valorar la longitud cervical puede prevenir estos casos y disminuir la morbilidad materna fetal ⁽¹⁶⁶⁾.

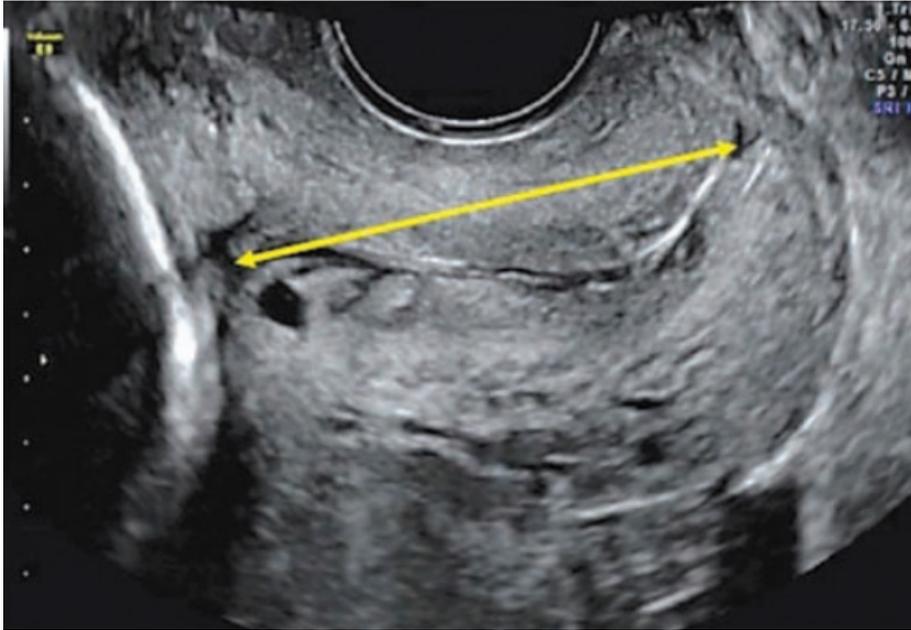
En los casos de una dilatación anómala prematura entre la semana 16-28 de gestación, se denomina insuficiencia de cuello uterino. A través de la ecografía se puede identificar la dilatación prematura del orificio interno del cuello antes de que los cambios empeoren y puedan ser evidentes ante la exploración física ⁽¹⁶⁶⁾.

La longitud normal entre el orificio interno y externo del cuello uterino debe ser mayor a 2.5 cm. En el caso de ser menor a 2.5 cm, el cuello uterino toma un aspecto de embudo del que se debe sospechar incontinencia cervical (Ilustración 127). El obstetra determinará según la gravedad del caso si es necesario un cerclaje quirúrgico o solo reposo físico ⁽¹⁶⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

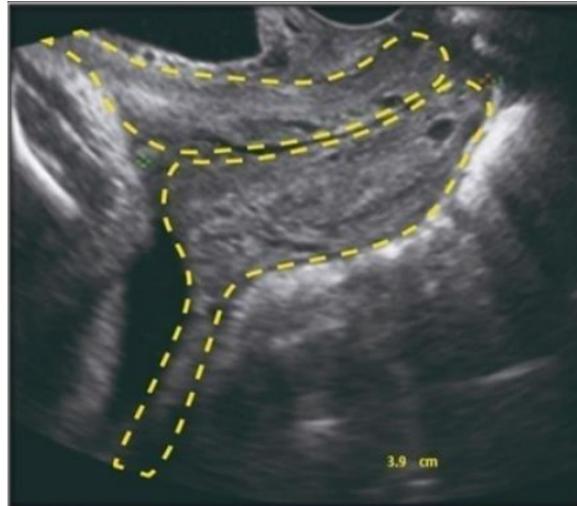
Ilustración 127. Muestra la forma de medir longitud cervical, utilizando la técnica de línea recta ⁽¹⁶⁶⁾.



Fuente: Karla, P., y Sophie, J. (2018). ACORTAMIENTO CERVICAL Y SU RELACIÓN CON PARTO PRETÉRMINO. Rev. Fac. Cienc. Méd. 15(1): 26-35.

Es poco exacta la medición de la longitud del cuello cervical cuando se utiliza una sonda convexa suprapúbica, incluso se necesita que la paciente este con la vejiga llena (Ilustración 128). La sonda se coloca por encima del pubis en un plano sagital. Se debe poder ver la vejiga de la gestante, el contorno cuerpo-cuello y la vagina ⁽¹⁶⁶⁾.

Ilustración 128. Cervicometría transvaginal (Tv) en una gestante de 34 semanas, con longitud cervical normal de 3.9 cm ⁽¹⁶⁸⁾.



Fuente: Alicia, I., et al. (2019). Evaluación del cérvix durante la gestación. Diagnóstico Médico.

La sonda transvaginal ofrece una mayor precisión a la hora de medir la longitud del cuello cervical. Solo es necesario proteger la sonda con un preservativo y colocar gel estéril. En este caso la gestante debe tener la vejiga vacía y se inserta la punta de la sonda unos 5 centímetros dentro de la cavidad vaginal, en manos expertas el proceso dura unos pocos minutos ⁽¹⁶⁸⁾.

Útero desproporcionadamente grande para la edad gestacional

Un embarazo múltiple o el exceso de líquido amniótico pueden ser razones de un útero que ha excedido su longitud para la edad gestacional (Ilustración 129). Por tal motivo, es de relevancia el estudio ecográfico y revelar el número de fetos. Los embarazos múltiples requieren seguimientos más minuciosos, cada feto y placenta deben ser estudiados por separado ⁽¹⁶⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 129. Medición del grosor de la membrana intergemelar ⁽¹⁷⁰⁾.



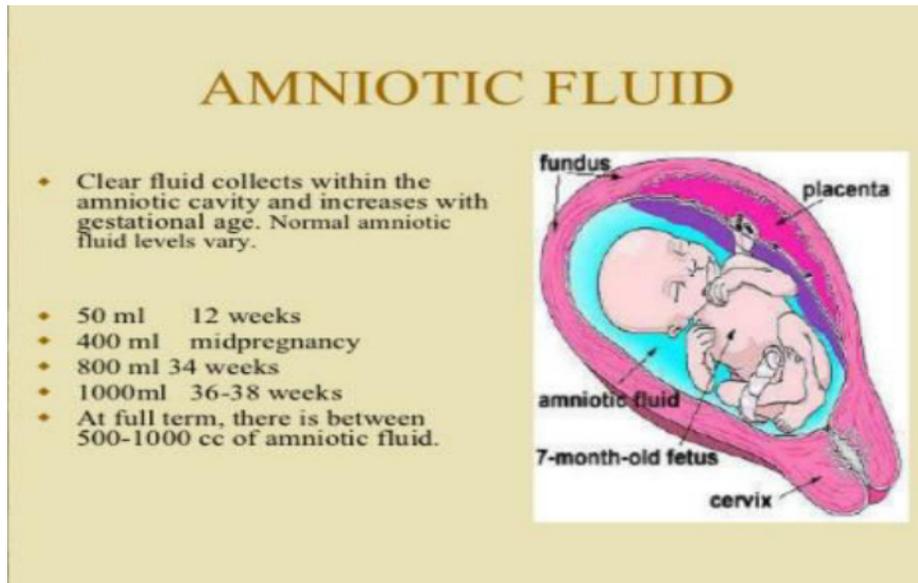
Fuente: Enrique, DGG., y Enrique, GGM. (2015). Diagnóstico ecográfico de la corionicidad y amnionicidad en el embarazo múltiple. *Rev. peru. ginecol. obstet.* 61(1): 263-268.

Líquido amniótico

En el segundo y tercer trimestre la determinación del líquido amniótico es un parámetro de bienestar fetal. La presencia de oligoamnios o líquido amniótico escaso puede deberse a muerte fetal, rotura de membranas, alteraciones renales o infecciones; y, además, es considerado un factor de riesgo de parto prematuro. La presencia de polidramnios o exceso de líquido amniótico también es un motivo de atención ⁽¹⁷¹⁾.

Utilizando el índice AFI índice, se puede estimar visualmente el volumen aproximado de líquido amniótico (Ilustración 130). Se utiliza el ombligo materno y la línea negra como líneas para dividir el abdomen en 4 cuadrantes iguales ⁽¹⁷¹⁾.

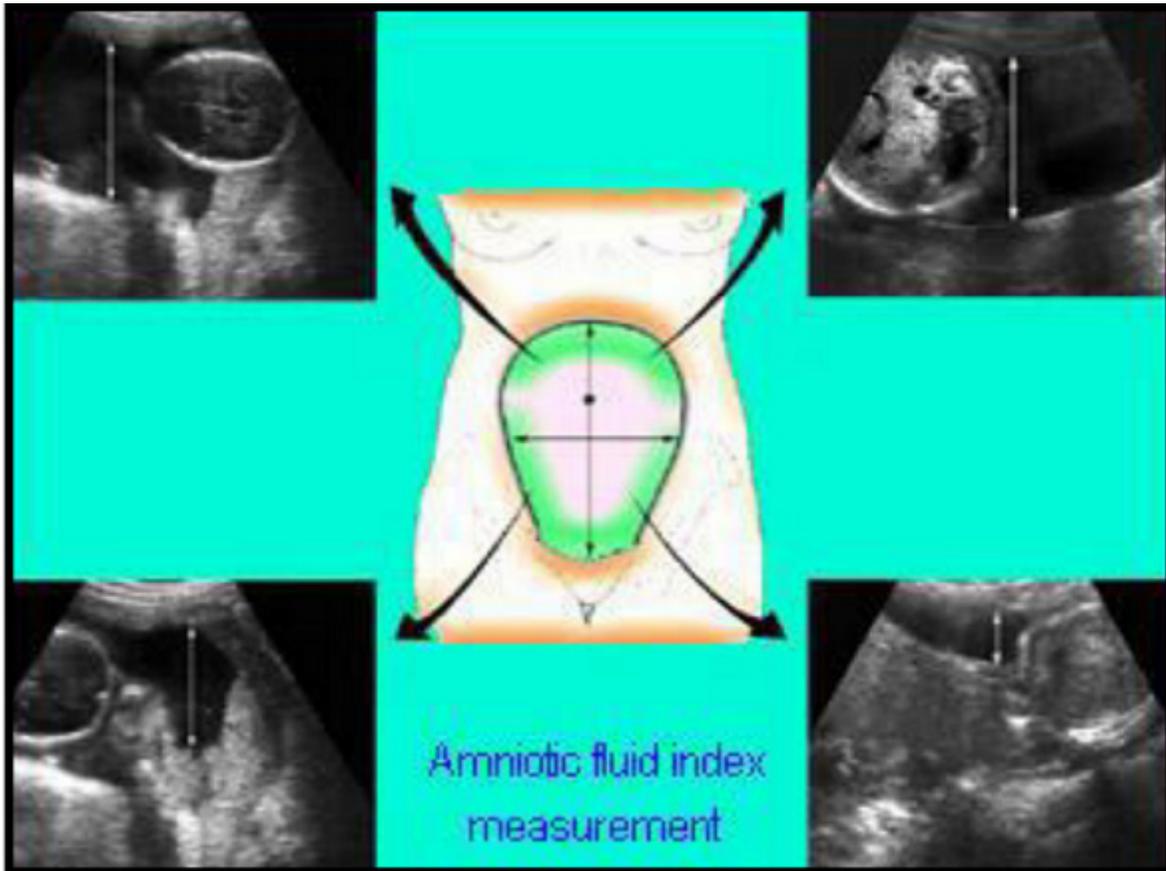
Ilustración 130. Líquido amniótico normal ⁽¹⁷¹⁾.



Fuente: Basma, EG., et al. (2021). Abnormal Amniotic Fluid Level interpretation with Perinatal Outcomes of Pregnancies. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 8(3): 4339-4350. Online ISSN: 2515-8260.

Se miden las distancias de los 4 cuadrantes uterinos que va desde la parte más superficial de la bolsa de líquido hasta la superficie del feto (Ilustración 131). Se considera un rango normal entre los 7-20 centímetros. Si el índice es menor de 7-8 centímetros se sospecha diagnóstico de oligoamnios y si el índice es mayor a 20 centímetros se sospecha polidramnios ⁽¹⁷¹⁾.

Ilustración 131. Medición del índice de líquido amniótico ⁽¹⁷¹⁾.



Fuente: Basma, EG., et al. (2021). Abnormal Amniotic Fluid Level interpretation with Perinatal Outcomes of Pregnancies. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 8(3): 4339-4350. Online ISSN: 2515-8260.

Latido cardiaco

La frecuencia cardiaca fetal entre el segundo y tercer trimestre varia entre 120 y 180 pulsaciones por minuto. Se puede estimar visualizando y contando manualmente durante la ecografía o usar el modo M (Ilustración 132). Se debe evitar el uso en modo Doppler, este utiliza más energía y calor que el modo M, lo que podría perjudicar el corazón del feto ⁽¹⁷²⁾.

Ilustración 132. Eco Modo M: frecuencia cardíaca 157 lpm⁽¹⁷³⁾.



Fuente: Sánchez, TP., et al. (2011). Taquicardia supraventricular fetal, diagnóstico y tratamiento prenatal. Clin Invest Gin Obst. 38(5): 202-206. doi:10.1016/j.gine.2010.03.009.

Medición fetal

Determinación de la edad en el primer trimestre

Entre las semanas 5 y 6 de gestación es posible estimar la edad gestacional mediante ecografía. Una de ellas es el diámetro medio del saco (DMS) o por el contenido del saco gestacional. El DMS se calcula con el diámetro interno promedio del saco gestacional. Aumenta aproximadamente 2mm a la semana 5 y 10 mm a la semana 6 (Ilustración 133 y 134)⁽¹⁷⁴⁾.

El otro método se consigue en mejor con la ecografía transabdominal y se basa en la visualización del saco gestacional a las 5 semanas, el saco vitelino a las 5,5 semana, el embrión y el latido cardíaco a las 6 semanas (tabla 9)⁽¹⁷⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

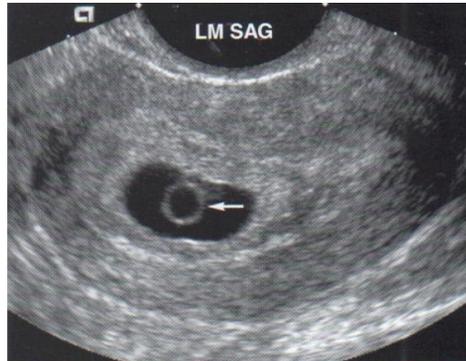
Tabla 9. Edad gestacional mediante el diámetro del saco a comienzos del primer trimestre ⁽⁴⁴⁾.

EDAD GESTACIONAL MEDIANTE EL DIAMETRO DEL SACO A COMIENZOS DEL PRIMER TRIMESTRE	
Diámetro medio del saco (mm)	Edad gestacional (semanas)*
2	5,0
3	5,1
4	5,2
5	5,4
6	5,5
7	5,6
8	5,7
9	5,9
10	6,0

Fuente: DAYA, S., WOODS, S., WARD, S., LAPPALAINEN, R., & CACO, C. (1991). Early Pregnancy Assessment With Transvaginal Ultrasound Scanning. *Obstetrical & Gynecological Survey*. 46(10): 666–668. doi:10.1097/00006254-199110000-00004.

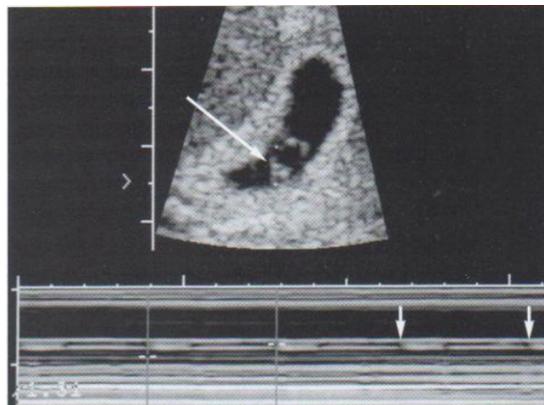
Nota. La edad gestacional media se calculó con una ecuación de regresión.

Ilustración 133. Saco vitelino gestacional. Este contiene el saco vitelino (flecha) en esta ecografía transvaginal a las 5,5 semanas de gestación. No se ve embrión. LM SAG, línea sagital media ⁽¹⁷⁵⁾.



Fuente: Jain, KA., et al. (1988). Comparison of transvaginal and transabdominal sonography in the detection of early pregnancy and its complications. American Journal of Roentgenology. 151(6): 1139-1143. doi:10.2214/ajr.151.6.1139.

Ilustración 134. Latido Cardíaco embrionario. Ecografía transvaginal en modo M a las 6 semanas en la que se observa actividad cardíaca (*cursores y flechas cortas*) en un embrión diminuto (*flecha larga*) adyacente al saco vitelino ⁽¹⁷⁵⁾.



Fuente: Jain, KA., et al. (1988). Comparison of transvaginal and transabdominal sonography in the detection of early pregnancy and its complications. American Journal of Roentgenology. 151(6): 1139-1143. doi:10.2214/ajr.151.6.1139.

Tabla 10. Determinación de la longitud vértice-nalgas. Los cursores indican la longitud del feto desde el vértice de la cabeza hasta la zona inferior del tronco. No hay que incluir en la medición el saco vitelino (*flecha*) ⁽¹⁷⁷⁾.

LVN (mm)	Edad Gestacional (semanas)	LVN (mm)	Edad Gestacional (semanas)
5	6,0	43	10,9
6	6,2	44	11,0
7	6,4	45	11,1
8	6,6	46	11,2
9	6,8	47	11,3
10	7,0	48	11,4
11	7,2	49	11,4
12	7,4	50	11,5
13	7,5	51	11,6
14	7,7	52	11,7
15	7,8	53	11,8
16	8,0	54	11,8
17	8,1	55	11,9
18	8,3	56	12,0
19	8,4	57	12,1
20	8,5	58	12,2
21	8,7	59	12,2
22	8,8	60	12,3
23	8,9	61	12,4
24	9,0	62	12,4
25	9,1	63	12,5
26	9,3	64	12,6
27	9,4	65	12,7
28	9,5	66	12,7
29	9,6	67	12,8
30	9,7	68	12,9
31	9,8	69	12,9
32	9,9	70	13,0
33	10,0	71	13,1
34	10,1	72	13,2
35	10,2	73	13,2
36	10,3	74	13,3
37	10,4	75	13,4
38	10,5	76	13,4
39	10,6	77	13,5
40	10,7	78	13,5
41	10,8	79	13,6
42	10,8	80	13,7

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

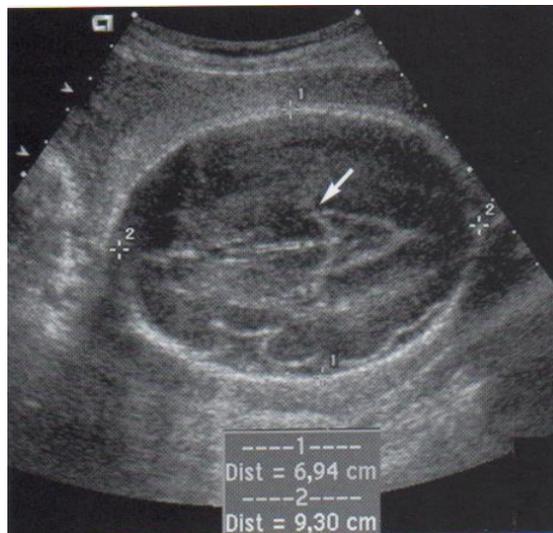
Fuente: Jain, KA., et al. (1988). Comparison of transvaginal and transabdominal sonography in the detection of early pregnancy and its complications. American Journal of Roentgenology. 151(6): 1139-1143. doi:10.2214/ajr.151.6.1139.

Nota. LVN, longitud vértice-nalga

Determinación de la edad en el segundo y tercer trimestre Determinaciones cefálicas fetales

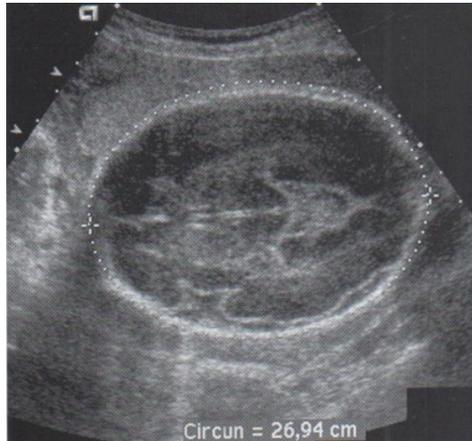
El DBP, el DBP corregido y CC son parámetros que se obtienen mediante las mediciones de la cabeza fetal. Estos tres parámetros se realizan por ecografía transaxial de la cabeza fetal a la altura de los talamos y *cavum septi pellucidi* pares. El diámetro occipitofrontal (DOF) se obtiene de la misma imagen transaxial del DBP y se lo emplea para calcular el DBP corregido (Ilustración 136, 137 y 138) ⁽¹⁷⁸⁾.

Ilustración 136. Ecografía transaxial de la cabeza fetal a la altura de los talamos (flecha) con DBP (*cursores 1*) y DOF (*cursores 2*) ⁽¹⁷⁸⁾.



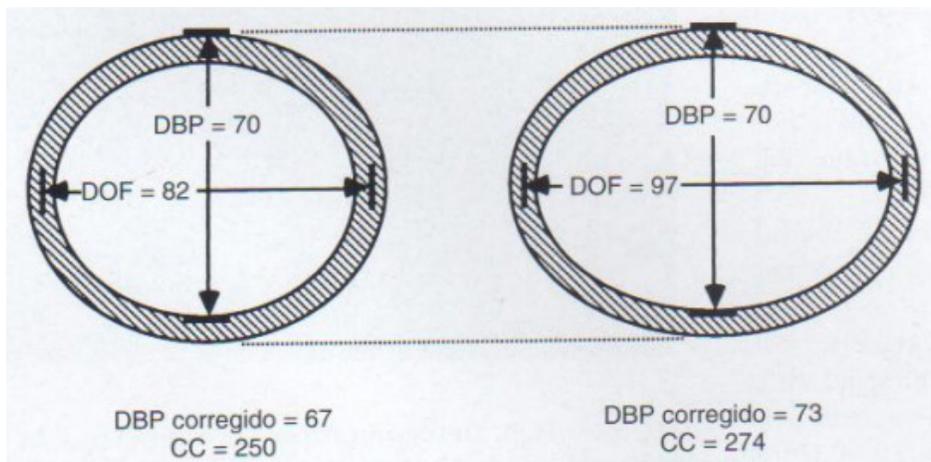
Fuente: Hadlock, FP., et al. (1982). Fetal biparietal diameter: rational choice of plane of section for sonographic measurement. American Journal of Roentgenology. 138(5): 871-874. doi: 10.2214/ajr.138.5.871.

Ilustración 137. Determinación de la circunferencia de la cabeza (*cursores y líneas de puntos*) en una ecografía transaxial de la cabeza fetal a la misma altura que para la determinación del diámetro biparietal ⁽¹⁷⁹⁾.



Fuente: Hadlock, FP., et al. (1982). An evaluation of two methods for measuring fetal head and body circumferences. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 1(9): 359-360. doi:10.7863/jum.1982.1.9.359.

Ilustración 138. Efecto de la forma de la cabeza en el DBP corregido y CC ⁽¹⁷⁹⁾.



Fuente: Hadlock, FP., et al. (1982). An evaluation of two methods for measuring fetal head and body circumferences. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 1(9): 359-360. doi:10.7863/jum.1982.1.9.359.

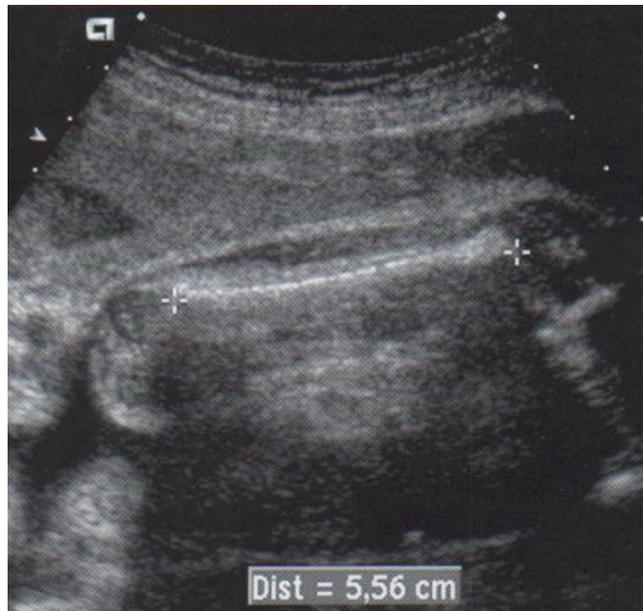
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Longitud femoral.

Para realizar la medición el transductor debe estar alineado con el eje mayor de la diáfisis. Se puede comprobar cuando en el mismo plano de sección se puede visualizar la cabeza femoral, el trocánter mayor y los cóndilos. El cursor debe encontrarse entre la unión del hueso y el cartílago. No se debe incluir en la medición el reflejo brillante fino de la epífisis cartilaginosa (Ilustración 139) ^(180,181).

Ilustración 139. Determinación de la longitud del fémur. Los cursores miden la longitud de la diáfisis femoral calcificada ⁽¹⁸¹⁾.

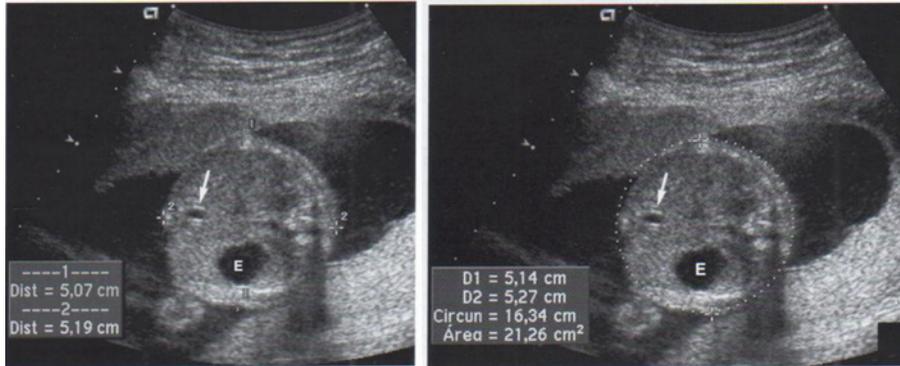


Fuente: Goldstein, RB., et al. (1987). Pitfalls in femur length measurements. J Ultrasound Med. 6(4):203-7. doi: 10.7863/jum.1987.6.4.203.

Circunferencia abdominal

Se mide a la altura del estomago y de la porcion intrahepatica de la vena umbilical, corresponde a la longitud del perimetro externo del abdomen fetal. Se puede calcular tambien con los resultados de dos diametros abdominales ortogonales, el anteroposterior y el transversal, que pueden ser medidos en la misma imagen (Ilustración 140) ⁽¹⁸²⁾.

Ilustración 140. Determinación del diámetro y la circunferencia abdominal. A y B. Proyección axial del abdomen fetal a la altura del estómago (E). Y porción intrahepática de la vena umbilical (flecha). A. se ha medido el diámetro transversal (cursores1) y el anteroposterior (cursores 2) con cursores electrónicos. B. Trazado electrónico de la circunferencia del abdomen (cursores y líneas de puntos) ⁽¹⁸²⁾.



Fuente: Smulian, JC., et al. (1999). Comparison of three sonographic circumference measurement techniques to predict birth weight. *Obstet Gynecol.* 93(5 Pt 1): 692-696. doi: 10.1016/s0029-7844(98)00517-1.

Calculo y evaluación del peso

A partir de las determinaciones ecográficas corporales fetales tales como DBP o CC que pertenecen a las mediciones de cabeza, DA o CA que pertenecen a las mediciones de abdomen y LF como única medición de fémur e incluso se ha utilizado otras medidas como la circunferencia del muslo, para poder determinar el peso fetal. Son varias las fórmulas que se registran para calcular el peso fetal, incluso es posible realizarlo con ecografías tridimensionales y resonancia magnética (Tabla 11) ^(183,184).

Tabla 11. Precisión de las fórmulas de predicción del peso fetal ⁽¹⁸⁴⁾.

Partes corporales incluidas en la fórmula	Fórmula	Intervalo de confianza al 95%
Abdomen	Campbell	±17,1-23,8
	Higginbottom	±23,8
	Hadlock	±22,2
	Vintzileos	±22,8
Cabeza y abdomen	Warsof	±17,4-21,2
	Shepard	±18,2-18,3
	Thurneau	±19,8
	Jordaan	±25,8
	Hadlock	±18,2
	Hadlock	±18,2
	Birnholz	±17,7
	Vintzileos	±21,2
Abdomen y fémur	Hadlock	±16,4
	Hadlock	±16,0
Cabeza, abdomen y fémur	Hadlock	±15,0-15,4
	Hadlock	±14,8-15,0
	Vintzileos	±17,6
Cabeza, abdomen, fémur y muslo	Vintzileos	±15,6-17,8

Fuente: Vintzileos, AM., et al. (1987). Fetal weight estimation formulas with head, abdominal, femur, and thigh circumference measurements. Am J Obstet Gynecol. 157(2): 410-414. doi: 10.1016/s0002-9378(87)80182-5.

Nota. ± Basado en la proporción de casos en los que el peso estimado está en el 10% del peso real.

Evaluación del perfil biofísico

La evaluación del perfil biofísico ultrasonográfico se utiliza para analizar el estado de bienestar del feto y el proceso de gestación. Se recomienda realizar este procedimiento a partir de la semana 36. Se ha demostrado que disminuye la morbilidad fetal ⁽¹⁸⁵⁾.

El procedimiento se realiza en alta resolución y en tiempo real, con transductores 3,5 y 5 mHz. El tiempo de estudio varía entre 30-120 minutos. Con la finalidad de reducir el estrés en la paciente, se utiliza un cuarto sin ruido, con luz tenue y a temperatura agradable. Luego de ello se procede a valorar cada uno de los parámetros que compone el perfil biofísico ecográfico (Tabla 12) ⁽¹⁸⁵⁾.

Tabla 12. Parámetros del perfil biofísico ecográfico ⁽¹⁸⁵⁾.

Parámetros que valora el PBE
Prueba no estresante
Movimientos fetales corporales
Tono de la musculatura fetal
Movimientos respiratorios fetales
Volumen del líquido amniótico
Frecuencia cardíaca basal
Madurez placentaria

Fuente: Huamán, M., et al. (1995). Perfil biofísico ecográfico (PBE) en vigilancia fetal. Ginecología y Obstetricia. 41(1): 52-55. doi: 10.31403/rpgo.v41i1706.

Nota. PBE: Perfil Biofísico Ecográfico

Al empezar la prueba el feto en condiciones normales debe presentarse reactivo y mostrar tres o más movimientos corporales. En el ciclo de flexión-extensión el feto debe mostrarse flexionado ⁽¹⁸⁶⁾.

Respecto a los movimientos respiratorios debe tener por lo menos 30 segundos de duración en un proceso de 30 minutos. Mientras que el líquido amniótico como mínimo debe ser 20mm en sentido vertical. El perfil biofísico se cuantifica de 0 a 10 (Tabla 13y 14) ⁽¹⁸⁶⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 13. Puntuación del perfil biofísico ecográfico: Técnica e interpretación ⁽¹⁸⁴⁾.

Variable Biofísica	Normal (puntuación = 2)	Anormal (puntuación = 0)
Postura y tono fetal	1 episodio de extensión activa con retorno a la flexión de una o ambas extremidades o del tronco fetal; apertura y cierre de la mano considerado tono normal.	Extensión lenta con una flexión parcial, movimiento de la extremidad en extensión completa o movimiento fetal ausente.
Movimiento fetal	3 movimientos independientes del cuerpo/extremidad en 30 min o menos (episodios de movimiento activo continuo se consideran un movimiento único).	Menos de 3 episodios de movimientos tronco/extremidad en 30 min.
Movimiento respiratorio fetal	1 episodio de >30 s de movimientos respiratorios fetales en 30 min o menos.	Ausente o ningún episodio >30 s en 30 min.
Volumen de líquido amniótico cuantitativo	1 saco de líquido de 2 cm en el eje vertical.	Ausencia de saco o saco o mayor a 2 centímetros en el eje vertical.
Frecuencia cardíaca fetal reactiva	2 episodios de aceleración >15 lpm >15 s asociado a movimiento fetal en 20 min.	<2 episodios de aceleración de la frecuencia cardíaca fetal o aceleración <15 lpm en 20 min.

Fuente: Vintzileos, AM., et al. (1987). Fetal weight estimation formulas with head, abdominal, femur, and thigh circumference measurements. *Am J Obstet Gynecol.* 157(2): 410-414. doi: 10.1016/s0002-9378(87)80182-5.

Nota. s: segundos; min: minuto(s); lpm: latidos por minuto.

Tabla 14. Cuantificación del perfil biofísico ecográfico ⁽¹⁸⁶⁾.

Cuantificación del perfil biofísico (0-10)
Si el marcador biofísico es de 10 sobre 10 significa que el feto está sano. Solo en casos en que la madre padece diabetes o este próxima a la semana 42 de gestación se debe repetir el proceso 1 o 2 veces por semana.
Si el marcador es de 8 sobre 10 significa que el riesgo de trastorno es bajo. Lo más recomendable es que se realice otra evaluación en 7 días. Si existe presencia de oligohidramnios y el feto está a término debe considerarse el parto.
Si el marcador es de 6 sobre 10 se debe sospechar de alteración, y si el embarazo curso por las 36 semanas de gestación se debe pensar en el parto. Y si es menor a 36 semanas se debe examinar al feto y proponer otra evaluación en 24 h. Si el marcador sigue siendo bajo de 4 o menos, se debe realizar el parto.
Si el marcador es de 0 o 2 sobre 10 es indicativo de trastorno fetal grave. En estos casos la prueba debe prolongarse por 2 h y si continua por debajo de 4, se induce el parto inmediatamente, sin considerar en que semana de gestación se encuentre.

Fuente: Jorge, SGO. (2002). Perfil Biofísico Ultrasonográfico. Revista Médica de la Universidad Veracruzana. 2(2): 24.

Nota. h: horas

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Diagnóstico y seguimiento ecografico

La ecografía Doppler se ha hecho famosa y muy utilizada en los tiempos modernos, se trata de una herramienta indispensable en el diagnóstico y el cuidado obstétrico. Sin embargo, la ecografía Doppler tiene sus límites, por lo que se deben considerar ciertos parámetros al momento de su correcto uso dentro de los centros hospitalarios (Tabla 15) ⁽¹⁸⁷⁾.

Tabla 15. Recomendaciones para disminuir la probabilidad de efectos nocivos de la ecografía doppler sobre el feto ⁽¹⁸⁷⁾.

RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR LA PROBABILIDAD DE EFECTOS NOCIVOS DEL DOPPLER SOBRE EL FETO
Evitar el uso de la modalidad Doppler durante el primer trimestre, a menos que sea estrictamente necesario.
Aplicar la insonación Doppler fetal no mayor de 15 min continuos durante el segundo o tercer trimestres, y no mayor de cinco minutos continuos en una misma estructura.
Mantener los índices térmicos y mecánicos siempre por debajo de 1.
Disminuir la energía al utilizar sistemas Duplex o Triplex (por ejemplo, disminuir el tamaño de la ventana).

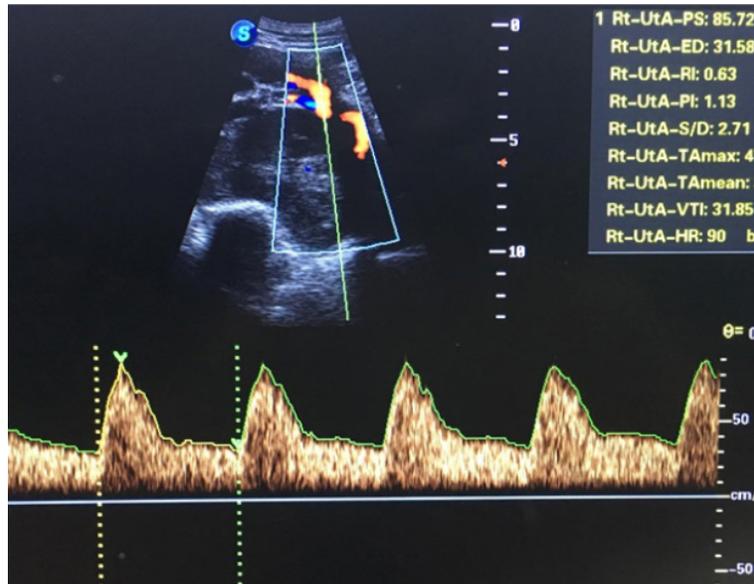
Fuente: Néstor, MC., et al. (2007). Principios físicos, metodología, consistencia y seguridad del ultrasonido Doppler en la evaluación fetoplacentaria. Ginecol Obstet Mex. 75(10):621-629. ISSN: 0300-904.

Nota. min: minuto(s).

Arterias uterinas y embarazo

El Doppler es empleado como instrumento de rastreo para observar la existencia de anomalías o algunas enfermedades a través del análisis de la arteria uterina. Además, puede establecer con gran exactitud como se encuentra el desarrollo fetal. No obstante, esta herramienta no evalúa la salud fetal ni el comportamiento obstétrico. El Doppler de la arteria uterina permite principalmente identificar a pacientes con alto riesgo de padecer preeclampsia y poder instituir terapia profiláctica con tiempo (Ilustración 141) ⁽¹⁸⁸⁾.

Ilustración 141. Doppler de arteria uterina normal en gestante > 13 semanas de gestación ⁽¹⁸⁹⁾.



Fuente: Silvio, EOD., et al. (2020). La importancia ultrasonográfica del Doppler de arteria uterina en la enfermedad hipertensiva del embarazo. *Reciamuc*. 4(4): 207-213. doi: 10.26820/reciamuc/4.(4).noviembre.2020.207-213.

La técnica que se emplea en la exploración es la ultrasonografía Doppler por vía transabdominal. Para este estudio se puede utilizar tanto onda continua como onda pulsada, para observar la circulación uteroplacentaria. El examen se realiza con preferencia en el segundo trimestre y se realiza una ecografía obstétrica general para determinar la ubicación de la placenta. El transductor es ubicado al borde del útero, en la fosa iliaca, a la altura de la intersección del cuello uterino con el cuerpo ⁽¹⁸⁸⁾.

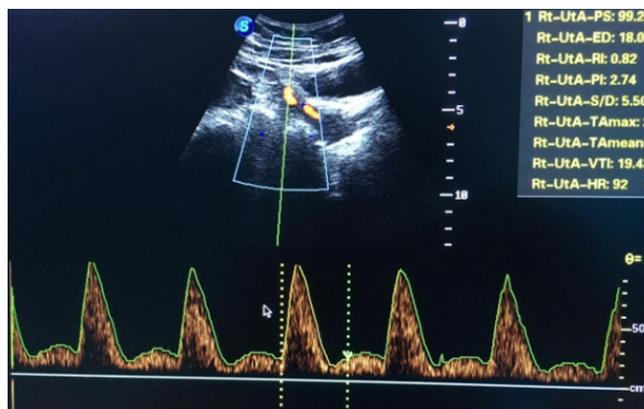
Luego, se procede a realizar un barrido de afuera hacia adentro en la espina isquiática, donde se podrá visualizar el trayecto ascendente y oblicuo de la arteria uterina cuando se cruza con los vasos iliacos de mayor calibre ⁽¹⁸⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Se utiliza Doppler color en relación con la inserción de la placenta para determinar la forma de onda de velocidad de flujo, de modo asimétrico, se puede analizar la arteria uterina del lado placentario o determinar anormal cuando cualquiera de las arterias uterinas se encuentra alterada. En términos específicos, si cualquiera de las dos arterias uterinas comprende un índice de resistencia mayor a 0,62 o padece un *noch* a partir de la semana 24, se considera anormal (Ilustración) ⁽¹⁸⁸⁾.

Ilustración 142. Doppler de arteria uterina anormal en gestante > 13 semanas de gestación ⁽¹⁸⁹⁾.



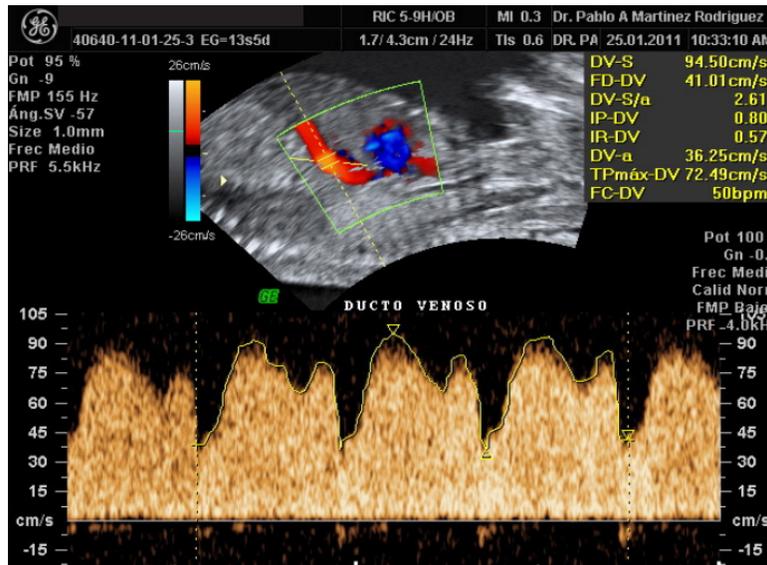
Fuente: Silvio, EOD., et al. (2020). La importancia ultrasonográfica del Doppler de arteria uterina en la enfermedad hipertensiva del embarazo. *Reciamuc*. 4(4): 207-213. doi: 10.26820/reciamuc/4.(4).noviembre.2020.207-213.

Ductus venoso

Se trata de la comunicación entre la vena umbilical y la vena cava. Para su análisis se utiliza un corte sagital del feto y se utiliza Power o Color Doppler, para observar la turbulencia de la sangre (Ilustración 143). Una segunda opción de análisis es con un corte axial y ligeramente diagonal del feto, entre el corazón y la cámara gástrica. Se considera normal cuando la onda de flujo es bimodal, monofásica y la onda de concentración atrial es positiva ^(190,191).

Se considera que la morfología esta alterada cuando existe perdida de la positividad de la concentración atrial. Lo más probable en estos casos es que presente falla cardiaca fetal, asfixia o cromosomopatías ⁽¹⁹²⁾.

Ilustración 143. Ductus venoso ⁽¹⁹³⁾.



Fuente: Pablo, MR., y Liliana OC. (2014). Flujometría doppler en medicina materno fetal. Rev med hondur. 82(1): 27-32.

Arteria Umbilical

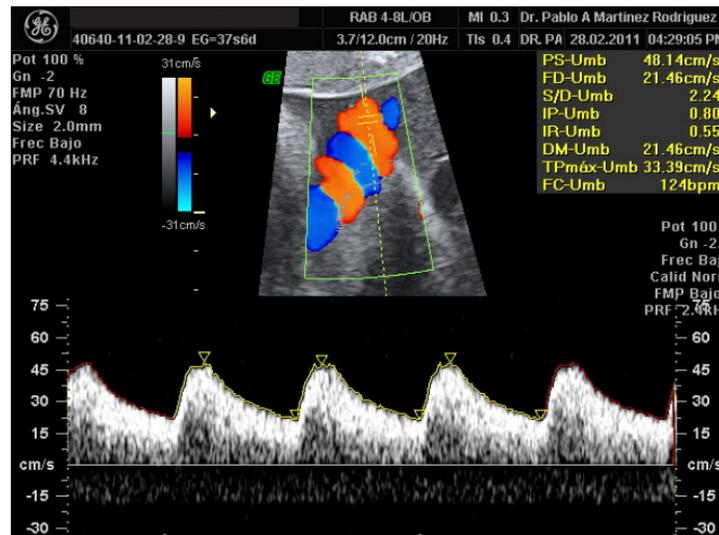
Por lo general la circulación umbilical se trata de un flujo de baja impedancia. Es un fiel reflejo de la circulación placentaria. Cuando hay un incremento en el número de vellosidades terciarias en la placenta madura es el resultado del incremento en el flujo al final de la diástole conforme avanza la gestación ⁽¹⁹⁴⁾.

Cuando existen enfermedades que obliteran la musculatura lisa de las arteriolas de las vellosidades placentarias se genera resistencia al flujo sanguíneo de la arteria umbilical hacia la placenta. Estos casos son identificables mediante flujometría Doppler en forma de reducción del flujo diastólico, ausencia de flujo diastólico y en casos graves reversión del flujo diastólico (Ilustración 144) ⁽¹⁹⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 144. Arteria Umbilical ⁽¹⁹³⁾.



Fuente: Pablo, MR., y Liliana OC. (2014). Flujometría doppler en medicina materno fetal. Rev med hondur. 82(1): 27-32.

Ante la ausencia o reversión del flujo diastólico de la arteria umbilical, se entiende que existe compromiso placentario que casi siempre es secundario a enfermedades como restricción en el crecimiento intrauterino u preeclampsia ⁽¹⁹¹⁾.

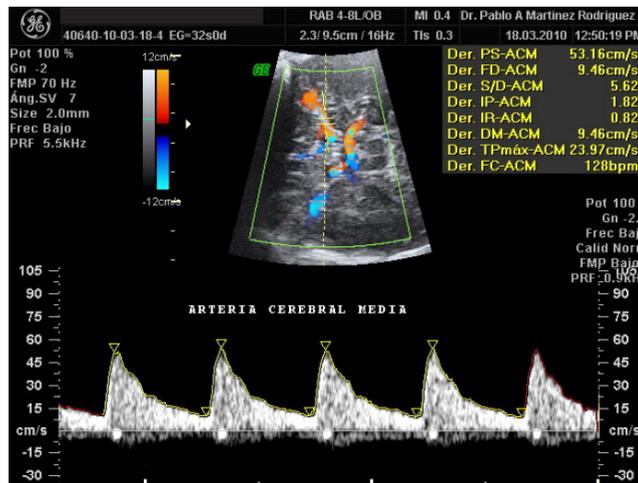
Arteria cerebral media

Es el vaso del cerebro más accesible para ser sonado mediante ultrasonido, además de que más del 80% del flujo sanguíneo cerebral pasa por esta arteria. En los casos de hipoxemia fetal, la circulación sanguínea se redistribuye a los órganos vitales como el cerebro, corazón, glándulas suprarrenales y en menor proporción el flujo sanguíneo se dirige al riñón, intestinos, músculo y huesos ⁽¹⁹⁵⁾.

Este fenómeno se lo conoce como “brain sparing” se trata de un proceso de adaptación fetal ante la hipoxemia. La importancia diagnóstica de este suceso recae en que es susceptible a ser evaluada mediante la flujometría Doppler, para saber el momento adecuado de interrumpir

el proceso de gestación debido a un crecimiento intrauterino restringido (Ilustración 145). Otros casos en los que la evaluación de la arteria cerebral media destaca es en aquellos fetos con anemia secundaria a aloimmunización Rh o anemia secundaria por infección a parvovirus B-19 ⁽¹⁹⁶⁾.

Ilustración 145. Arteria Cerebral Media ⁽¹⁹³⁾.



Fuente: Pablo, MR., y Liliana OC. (2014). Flujometría doppler en medicina materno fetal. Rev med hondur. 82(1): 27-32.

Istmo Aórtico

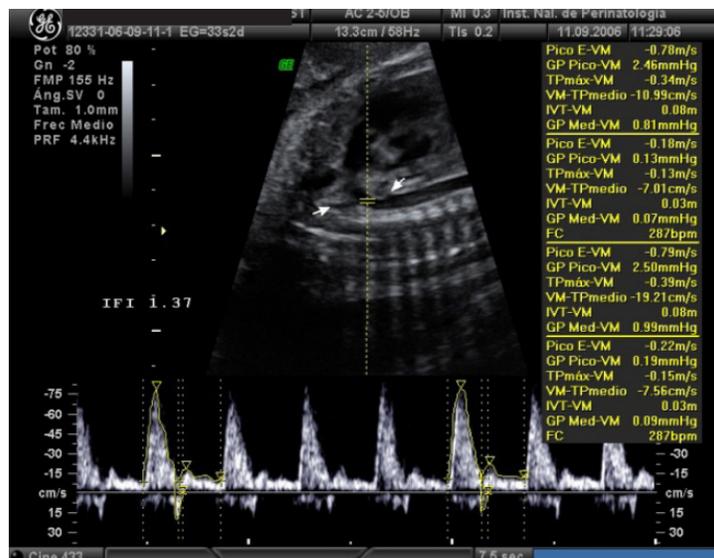
La evaluación del istmo cardiaco provee al especialista de marcadores válidos para medir la velocidad del flujo de la circulación cardiaca y periférica del feto. En la restricción en el crecimiento intrauterino se generan cambios en el istmo aórtico, la resistencia placentaria se incrementa, se provoca una disminución del flujo anterógrado diastólico y en casos severos provoca un flujo anterógrado diastólico mediante el istmo aórtico ^(197,198). En este tipo de patologías la monitorización del flujo del istmo aórtico puede prevenir secuelas postnatales causadas por hipoxia cerebral a lo largo de la vida fetal. Interrumpir el embarazo es una opción recomendada antes de que se genere una descompensación fetal ^(197,198).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Es de conocimiento que, de acuerdo con el grado de severidad de la resistencia vascular placentaria, puede haber una disminución ausencia o reversión de las ondas de velocidad de flujo de la arteria umbilical durante la diástole, estos cambios también se presentan en el istmo aórtico (Ilustración 146). De esta forma, la cantidad de flujo que pasa por el istmo aórtico puede indicar a su vez como se encuentra el flujo placentario, lo que permite extrapolar y calcular los valores de oxígenos entregados al feto ⁽¹⁹⁹⁾.

Ilustración 146. Istmo aórtico ⁽¹⁹³⁾.



Fuente: Pablo, MR., y Liliana OC. (2014). Flujometría doppler en medicina materno fetal. Rev med hondur. 82(1): 27-32.

Miembro superior

Dedos

Proyección posteroanterior (PA)

Técnica de obtención de imagen

Las técnicas de obtención de imagen se describen a continuación:
(200)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en tercios horizontalmente.
- La distancia foco-película (DFP) es de 100 cm (1m).
- Tamaño de foco: fino.
- El rayo central se ubica perpendicular al receptor de imagen, en dirección a la articulación interfalángica proximal (IFP).
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50-60 kV y 2mAs.
- Una alternativa es utilizar un receptor de imagen mayor, que incluya toda la mano en la proyección PA, permite descartar un traumatismo secundario.

Posición

Se desnuda el antebrazo, retirando a su vez objetos como anillos o relojes, posteriormente se ubica al paciente sentado lateralmente a la mesa con el codo flexionado 90° y con la mano y el antebrazo descansando sobre la mesa. La mano debe ubicarse en pronación y con los dedos extendidos, el eje longitudinal del dedo afectado se centra y alinea con el eje longitudinal de la parte expuesta del receptor de imagen, separando el dedo afectado de los dedos adyacentes y colocar protección gonadal al paciente (201) (Ilustración 147).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Radiografía Cabeza

Proyección PA de cráneo

Técnica de obtención de imagen

Colocar la nariz y la frente del paciente sobre la superficie de la mesa/Bucky (200).

- Flexionar el cuello alineando la LOM perpendicular al RI.
- Alinear el plano mediosagital perpendicular a la línea media de la parrilla o de la superficie de la mesa/Bucky para prevenir la rotación o la inclinación de la cabeza (los CAE, a la misma distancia de la superficie de la mesa/Bucky).
- Rayo central, es perpendicular al RI (paralelo a la LOM) y centrado para salir a nivel de la glabella.
- Distancia mínima = 100cm.

Posición del paciente

Retirar cualquier objeto de metal, plástico o de otro tipo de la cabeza del paciente. Obtener la radiografía con el paciente en bipedestación o en decúbito prono (200).

Criterios radiológicos

- Estructuras observadas: Se observan las alas mayores y menores del esfenoides, el hueso frontal, las fisuras orbitarias superiores, los senos frontal y etmoidal anterior, los bordes orbitarios superiores y la cristagalli (200).
- PA con ángulo caudal de 15°. Las pirámides petrosas se proyectan en el tercio inferior de las órbitas.
- El borde orbitario superior se visualiza sin superposición (200).

Posición lateral de cráneo

Técnica de obtención de imagen

- Colocar la cabeza en posición lateral real o pura, con el lado de interés más cerca del receptor de imagen y con el cuerpo del paciente



tan oblicuo como sea necesario para su comodidad. Una forma de controlar la posible rotación de la cabeza desde una posición lateral real es palpar la protuberancia occipital externa por detrás y el nasión o glabella por delante, y asegurarse de que estos dos puntos están a la misma distancia del receptor de imagen o del tablero de la mesa (200).

- Alinear el plano mediosagital paralelo al receptor de imagen, asegurando que no existe rotación ni inclinación.
- Alinear la línea interpupilar perpendicular al receptor de imagen, asegurando que no existe inclinación de la cabeza.
- Ajustar la flexión del cuello para alinear la LIOM perpendicular al borde frontal del RI. (La LGA debe estar paralela al borde frontal del RI.)
- Alinear el Rayo Central perpendicular al RI.
- Centrar a un punto a unos 5 cm por encima del CAE o a medio camino entre la glabella y el inión para otros tipos de morfología craneal.
- Centrar el RI con el RC.
- Distancia mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar cualquier objeto de metal, plástico o de otro tipo de la cabeza del paciente. Obtener la radiografía con el paciente en bipedestación o en decúbito semiprono (200).

Criterios radiológicos

- Estructuras observadas: Se observan las mitades craneales superpuestas con detalle superior del cráneo lateral más próximo al RI. También se visualiza toda la silla turca, incluidas las apófisis (200).
- Clinoides anteriores y posteriores, y la lámina cuadrilátera del esfenoideas. La silla turca y el clivus se observan de perfil.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posición lateral derecha o izquierda: silla turca

Técnica de obtención de imagen

Colocar la cabeza del paciente en una posición lateral pura o real; colocar el cuerpo del paciente oblicuo si es necesario para su comodidad.

- Alinear la línea interpupilar perpendicular a la superficie de la mesa/Bucky.
- Alinear el plano mediosagital paralelo a la superficie de la mesa/Bucky.
- Colocar la LIOM perpendicular al borde frontal del RI, Rayo central
- Alinear el RC perpendicular al RI.
- Centrar a un punto 2 cm anterior y 2 cm superior al conducto auditivo externo (CAE).
- Centrar el RI con el RC.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar cualquier objeto de metal, plástico o de otro tipo de la cabeza del paciente. Obtener la radiografía con el paciente en bipedestación o en decúbito semiprono (200).

Criterios radiológicos

Estructuras observadas: Se visualizan la silla turca, las apófisis clinoides anteriores y posteriores, la lámina cuadrilátera del esfenoides y el clivus.

Proyección PA de caldwell

Técnica de obtención de imagen

- Colocar la nariz y la frente del paciente sobre la superficie de la mesa/Bucky.
- Flexionar el cuello, si es necesario, para alinear la LO M perpendicular al RI.
- Alinear el plano mediosagital perpendicular a la línea media de la parrilla o de la superficie de la mesa/Bucky, para prevenir la rotación o la inclinación de la cabeza.

- Centrar el RI con el RC.
- Rayo central
- Colocar el RC en un ángulo de 15° caudal, y centrar para salir a nivel del nasión.
- Alternar con un RC a 25-30° caudal, y también centrar para salir a nivel del nasión.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar cualquier objeto de metal, plástico o de otro tipo de la cabeza del paciente. Obtener la radiografía con el paciente en bipedestación o en decúbito prono.

Criterios radiológicos

Estructuras observadas: Se observan las alas mayores y menores del esfenoides, el hueso frontal, las fisuras orbitarias, superiores, los senos frontal y etmoidal anterior, los bordes orbitarios superiores y la crista-galli (200).

PA con ángulo caudal de 15°. Las pirámides petrosas se proyectan en el tercio inferior de las órbitas. El borde orbitario superior se visualiza sin superposición.

Proyección Pa de waters

Técnica de obtención de imagen

- Extender el cuello, descansando la barbilla sobre la superficie de la mesa/Bucky vertical (200).
- Ajustar la cabeza hasta que la línea mentomeatal (LMM) sea perpendicular al plano del receptor de imagen. La LOM forma un ángulo de 37° con la superficie de la mesa/Bucky.
- Posicionar el plano mediosagital perpendicular a la línea media de la parrilla o a la superficie de la mesa/Bucky, previniendo la rotación e inclinación de la cabeza. (Un modo para comprobar la rotación es palpar las apófisis mastoides a cada lado, y los bordes orbitarios

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

laterales con el pulgar y puntas de los dedos, para asegurarse de que estas líneas son equidistantes del tablero de la Mesa.

- Rayo central
- Alinear el RC perpendicular al RI, para salir por el acantión.
- Centrar el RI con el RC.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar todos los objetos metálicos, de plástico y otros que se puedan de la cabeza y el cuello. La posición del paciente debe ser erguida o en decúbito prono (se prefiere la posición erguida si el estado del paciente lo permite) (200).

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Borde orbitario inferior, maxilares, tabique nasal, malares, arcos cigomáticos y espina nasal anterior.

Posición lateral: huesos nasales

Técnica de obtención de imagen

- Descansar la cara externa de la cabeza sobre la superficie de la mesa/Bucky vertical, con el lado de interés más próximo al receptor de imagen (200).
- Posicionar los huesos nasales al centro del receptor de imagen.
- Ajustar la cabeza a una posición lateral verdadera, o situar el tronco en posición oblicua, según se requiera para comodidad del paciente (colocar una esponja debajo de la barbilla en caso necesario).
- Alinear el plano mediosagital paralelo a la superficie de la mesa/Bucky vertical.
- Alinear la línea interpupilar perpendicular a la superficie de la mesa/Bucky vertical.
- Posicionar la LIOM perpendicular al borde frontal del receptor de imagen.
- Rayo central
- Alinear el RC perpendicular al RI.

- Centrar el RC a 1,25 cm por debajo del nasión.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar todos los objetos de metal o plástico de la cabeza y el cuello. La posición del paciente debe ser en decúbito prono o erguida.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Los huesos nasales con las estructuras nasales de las partes blandas, la sutura frontonasal y la espina nasal anterior (200).

Proyección PA de mandíbula

Técnica de obtención de imagen

- Descansar la frente y nariz del paciente sobre la superficie de la mesa/Bucky vertical (200).
- Encajar la barbilla, llevando la LO M perpendicular al RI.
- Alinear el plano mediosagital perpendicular a la línea media de la parrilla o a la superficie de la mesa/Bucky (asegurándose de que no haya rotación ni inclinación de la cabeza).
- Centrar el RI con el RC proyectado (a la unión interlabial).
- Rayo central
- PA: Alinear el RC perpendicular al RI, centrado para que salga por la unión entre los labios. En pacientes traumatizados esta posición se realiza mejor en decúbito supino.
- SID mínima = 100 cm.
- PA axial opcional: angular el RC 20-25° en sentido craneal, centrado para que salga por el acantión.

Posición del paciente

Retirar todos los objetos de metal o plástico de la cabeza y el cuello. La posición del paciente debe ser erguida o en decúbito prono (200).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: son visibles las ramas de la mandíbula y la porción lateral del cuerpo.

Proyección AP de mandíbula

Técnica de obtención de imagen

- Descansar la parte posterior del cráneo del paciente sobre la superficie de la mesa/Bucky vertical (200).
- Encajar la barbilla, llevando la LO M perpendicular al receptor de imagen, o situar la LIOM perpendicular y añadir 7° al ángulo del RC.
- Alinear el plano mediosagital perpendicular a la línea media de la parrilla o de la superficie de la mesa/Bucky vertical para prevenir la rotación o inclinación de la cabeza.
- Rayo central
- Angular el RC a 35-42° en sentido caudal.
- Centrar el RC a la glabella.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar todos los objetos de metal o plástico de la cabeza y el cuello. La posición del paciente debe ser erguida o en decúbito supino.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Las apófisis condíleas de la mandíbula y las fosas temporomandibulares (200).

Cavum

Técnica de obtención de imagen

- Colocar la cabeza en posición lateral real o pura, con el lado de interés más cerca del receptor de imagen y con el cuerpo del paciente tan oblicuo como sea necesario para su comodidad (200).
- Alinear el plano mediosagital paralelo al receptor de imagen, asegurando que no existe rotación ni inclinación.
- Alinear la línea interpupilar perpendicular al receptor de imagen,

asegurando que no existe inclinación de la cabeza.

- Rayo central
- Alinear el RC perpendicular al RI.
- Centrar a unos 3.5cm anteriormente del CAE.
- Distancia mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Retirar cualquier objeto de metal, plástico o de otro tipo de la cabeza del paciente. Obtener la radiografía con el paciente en bipedestación o en decúbito semiprono.

Criterios radiológicos

Estructuras observadas: Se visualiza columna aérea de la rinofaríngea, evalúa el tamaño del tejido adenoideo de la faringe (200).

Columna

Proyección AP con la boca abierta C1 y C2: columna cervical

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediosagital con el rayo central y con la línea media de la mesa (200).
- Ajustar la cabeza de modo que, con la boca abierta, una línea desde el borde inferior de los incisivos superiores a la base del cráneo (punta de la apófisis mastoides) sea perpendicular a la mesa y/o al receptor de imagen, o al ángulo del rayo central consiguientemente.
- Asegurarse de que no haya rotación de la cabeza ni del tórax.
- Asegurarse de que la boca esté totalmente abierta durante la exposición.
- Rayo central perpendicular al receptor de imagen, dirigido a través del centro de la boca abierta.
- Receptor de imagen centrado con el rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posición del paciente

Colocar al paciente en posición de supino o en bipedestación con los brazos a los costados. Colocar la cabeza sobre la superficie de la mesa, proporcionando inmovilización en caso necesario (200).

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Se deben mostrar claramente a través de la boca abierta la apófisis Odontoides y el cuerpo vertebral de C2, las masas laterales de C1 y las articulaciones Interapofisarias entre C1 y C2 (200).

Proyección Ap. Columna Cervical

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediosagital al rayo central y a la línea media de la mesa y/o al receptor de imagen (200).
- Ajustar la cabeza de modo que la línea desde el plano oclusal (superficie masticatoria de los dientes) a la base del cráneo (puntas de las apófisis mastoides) sea perpendicular a la mesa y/o al receptor de imagen.
- La línea desde la punta del maxilar inferior a la base del cráneo debe ser paralela al rayo central angulado.
- Asegurarse de que no haya rotación de la cabeza ni del tórax.
- Rayo central angulado 15-20° en sentido craneal, para entrar a nivel del borde inferior del cartílago tiroides y pasar a través de C4.
- Receptor de imagen centrado con el rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Colocar al paciente en posición supina o en bipedestación, con los brazos a los costados (200).

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Se observan claramente los cuerpos vertebrales C3-T2 o T3, el espacio entre los pedículos y los espacios discales intervertebrales (200).

Posiciones oblicuas anterior y posterior: columna cervical

Técnica de obtención de imagen

- Centrar la columna al rayo central y a la línea media de la mesa y/o al receptor de imagen (200).
- Colocar los brazos del paciente a los costados; si éste se halla en decúbito, colocar los brazos según sea necesario para ayudar a mantener esta posición.
- Rotar el tronco y la cabeza 45° (Utilizar un alargador u otro calibrador de ángulo para asegurar un ángulo de 45°).
- Extender el mentón para impedir que el maxilar inferior se superponga a las vértebras. Elevar demasiado el mentón provoca que la base del cráneo se superponga en C1.
- Rayo central
- Oblicuas anteriores
 - 15° en sentido caudal a C4 (nivel del borde superior del cartílago tiroides).
- Oblicuas posteriores
 - 15° en sentido craneal a C4 (a la parte inferior del cartílago tiroides).
 - Receptor de imagen centrado con el rayo central proyectado.
 - SID = 150-180 cm.

Posición del paciente

Se prefiere la posición erguida (sentado o en bipedestación), pero es posible el decúbito, si el estado del paciente así lo exige.

Criterios radiológicos

- Estructuras mostradas: Oblicuas anteriores: los orificios intervertebrales y los pedículos del lado del paciente más próximo al receptor de imagen.
- Oblicuas posteriores: los orificios intervertebrales y los pedículos del lado del paciente más alejado del receptor de imagen.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Posición lateral: Columna Cervical

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediocoronal con el rayo central y con la línea media de la mesa y/o el receptor de imagen (200).
- El centrado del receptor de imagen con el rayo central debe colocar la parte superior del receptor de imagen a unos 2,5 cm por encima del meato auditivo externo.
- Deprimir los hombros (para pesos iguales en ambos brazos).
- Pedir al paciente que se relaje y deje caer los hombros hacia abajo y delante lo máximo posible. (Esta medida debe ser la última antes de la exposición, porque es difícil mantener esta posición.)
- Extender el mentón ligeramente hacia delante (para prevenir la superposición de la mandíbula con las vértebras superiores).
- Rayo central
- Rayo central perpendicular al receptor de imagen, dirigido horizontalmente
- C4 (nivel del borde superior del cartílago tiroides).
- Receptor de imagen centrado con el rayo central.
- SID de 150-180 cm

Posición del paciente

Colocar al paciente en posición erguida lateral, ya sea en sedestación o en bipedestación, con el hombro contra el receptor de imagen vertical.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Los cuerpos vertebrales cervicales, espacios articulares intervertebrales, pilares articulares, apófisis espinosas y articulaciones interapofisarias (200).

Posiciones laterales. Hiperflexión e hiperextensión: columna cervical

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediocoronal de las vértebras con el rayo central y con la línea media del receptor de imagen (200).
- Asegurarse de una verdadera posición lateral, sin rotación de la pelvis, los hombros o la cabeza.
- Relajar y deprimir los hombros lo máximo posible (se pueden emplear pesas en cada brazo).
- Para la hiperflexión, el mentón debe estar deprimido hasta que toque el tórax o hasta lo máximo que el paciente pueda tolerar (no permitir que el paciente se mueva hacia delante para asegurarse de que la totalidad de la columna cervical esté incluida en el receptor de imagen).
- Para la hiperextensión, el mentón debe estar elevado y la cabeza inclinada hacia atrás lo máximo posible (no permitir que el paciente se mueva hacia atrás para asegurarse de que la totalidad de la columna cervical esté incluida en el receptor de imagen).
- Rayo central perpendicular al receptor de imagen, dirigido horizontalmente al área de C4 (nivel del borde superior del cartílago tiroides con la cabeza en posición neutral).
- SID = 150–180 cm.

Posición del paciente

Lateral erguida, en sedestación o en bipedestación, con los brazos a los costados.

Criterios radiológicos

- Estructuras mostradas: Las imágenes en flexión y en extensión muestran la curvatura natural de la columna vertebral, la amplitud de movimientos de la columna y la estabilidad ligamentosa (200).
- Deben quedar incluidas de C1-C7 en el receptor de imagen; sin embargo, en algunos pacientes pueden no visualizarse completamente.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección AP o PA para c1-c2 (odontoides): columna cervical

Posición del paciente y de la región anatómica

- Supino (AP) o prono (PA), con el plano mediosagital alineado con el rayo central y con la línea media de la mesa.
- AP (método de Fuchs)
- Elevar el mentón lo necesario para llevar la línea mentomeatal (LMM) casi perpendicular a la parte superior del tablero de la mesa (ajustar el ángulo del rayo central lo necesario para que sea paralelo a la LMM).
- Asegurarse de que no haya rotación de la cabeza (los ángulos mandibulares, equidistantes de la parte superior de la mesa).
- Centrar el receptor de imagen con el rayo central proyectado.
- El rayo central paralelo a la LMM, dirigido a la punta inferior del maxilar inferior (200).

PA (método de Judd)

- Es una posición inversa a la AP. El mentón descansa sobre el tablero de la mesa y se extiende para llevar la LMM casi perpendicular a la mesa (puede ajustarse el rayo central según las necesidades para que sea paralela a la LMM).
- Asegurarse de que no existe rotación de la cabeza, y de que el receptor de imagen está centrado con el rayo central proyectado.
- Asegurarse de que el rayo central sea paralelo a la LMM, a través del hueso mediooccipital, a unos 2,5 cm inferoposterior a las puntas de las apófisis mastoides y ángulos mandibulares (200).

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Se muestra la apófisis Odontoides y otras estructuras de C1-C2 en el interior del agujero magno (200).

Proyección Ap. Columna Torácica

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano medio sagital con el rayo central y con la línea media de la mesa (200).

- Flexionar las rodillas y las caderas para reducir la curvatura torácica.
- Asegurarse de que no haya rotación de la pelvis ni del tórax.
- Rayo central
- Rayo central perpendicular al receptor de imagen.
- Rayo central centrado con T7, que está a unos 8-10 cm por debajo de la escotadura yugular, o a unos 3-5 cm por debajo del ángulo esternal (centrado similar al utilizado en la AP de tórax).
- Receptor de imagen centrado con el rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Cuerpos vertebrales torácicos, espacios articulares intervertebrales, apófisis espinosas y transversas, parte posterior de las costillas y articulaciones costovertebrales (200).

Posición lateral: Columna Torácica.

Técnica de obtención de imagen

- Alinear la mitad posterior del tórax (entre el plano mediocoronal y la cara posterior del tórax) con el rayo central y con la línea media de la mesa y/o el receptor de imagen (200).
- Elevar los brazos del paciente hasta que formen un ángulo recto con relación al tórax, con los codos flexionados.
- Apoyar la cintura del paciente de modo que la totalidad de la columna vertebral esté casi paralela a la mesa. (Palpar las apófisis espinosas para determinarlo.)
- Flexionar las caderas y las rodillas del paciente, con apoyo entre ambas rodillas.
- Asegurarse de que no exista rotación de los hombros o de la pelvis.
- Rayo central perpendicular al eje longitudinal de la columna
- Torácica.
- Rayo central centrado a T7, que está a unos 8-10 cm por debajo de la escotadura yugular, o a 18-21 cm por debajo de la vértebra prominente.
- Receptor de imagen centrado con el rayo central.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

- SID mínima = 100 cm (200).

Posición del paciente

- Colocar al paciente en posición de decúbito lateral, con la cabeza sobre una almohada y las rodillas flexionadas.
- Puede tomarse la radiografía con el paciente en posición de bipedestación, con los brazos extendidos, y con el peso distribuido de modo uniforme sobre ambos pies (200).

Criterios radiológicos

- Estructuras mostradas: Se muestran los cuerpos vertebrales torácicos, los espacios articulares intervertebrales y los orificios intervertebrales (200).
- No se visualizan bien la mayoría de las vértebras torácicas superiores (T1-T3).
- Obtener una imagen lateral empleando el método del nadador si son de especial interés las vértebras torácicas superiores.

Posición oblicua anterior o posterior: Columna Torácica

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano medioaxilar con el rayo central y con la línea media de la mesa o con el receptor de imagen (200).
- Rotar el tronco 20° desde la verdadera lateral para crear una oblicua de 70° con relación al plano de la mesa. Asegurarse de que haya una rotación igual de los hombros y de la pelvis.
- Flexionar las caderas, las rodillas y los brazos para la estabilidad, según sea necesario:
- Oblicua posterior (decúbito).
- OPI u OPD: el brazo más próximo a la mesa debe estar arriba y hacia delante; el brazo más próximo al tubo, abajo y hacia atrás.
- Oblicua anterior (decúbito)
- AI u OAD: el brazo más cercano a la mesa debe estar abajo y posterior; el brazo más cercano al tubo debe estar arriba y hacia delante.
- Oblicua anterior en posición erguida

- Distribuir el peso del paciente por igual sobre ambos pies.
- Rotar la totalidad del tronco, los hombros y la pelvis 20° con relación a la lateral.
- Flexionar el codo, y colocar el brazo más próximo al receptor de imagen sobre la cadera.
- Elevar el otro brazo y dejar que descansa sobre el soporte del chasis o sobre la parte superior de la cabeza.
- Rayo central perpendicular al receptor de imagen.
- Rayo central centrado a T7, que está a unos 8-10 cm por debajo de la escotadura yugular, o a 5cm por debajo del ángulo esternal.
- Receptor de imagen centrado con el rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

- Colocar al paciente en posición erguida lateral o en decúbito, con la cabeza sobre una almohada, si es en decúbito.
- Criterios radiológicos
- Estructuras mostradas: Articulaciones interapofisarias, las posiciones oblicuas anteriores muestran las articulaciones interapofisarias más próximas al receptor de imagen, y las posiciones oblicuas posteriores muestran las articulaciones más alejadas del receptor de imagen (200).

Proyección AP o PA: columna lumbar

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediosagital con el rayo central y con la línea media de la mesa/parrilla.
- Colocar los brazos a los costados o sobre el tórax.
- Asegurarse de que no haya rotación del torso o de la pelvis.
- Rayo central
- Dirigir el rayo central perpendicular al receptor de imagen centrado a lo siguiente:
- Centrar a nivel de la cresta ilíaca (espacio intervertebral L4-5).
- Este receptor de imagen mayor incluye las vértebras lumbares, el

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



sacro y, posiblemente, el cócix.

- Centrar a nivel de L3, que puede localizarse por palpación del borde costal inferior (4 cm por encima de la cresta ilíaca).
- Este receptor de imagen más pequeño incluye principalmente las cinco vértebras lumbares.
- SID mínima = 100 cm

Posición del paciente

El paciente debe estar en decúbito supino, con las rodillas flexionadas y la cabeza sobre una almohada.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Se muestran los cuerpos de las vértebras lumbares, las articulaciones intervertebrales, apófisis espinosa y transversas, articulaciones SI y el sacro (200).

Posiciones oblicuas posteriores o anteriores: Columna Lumbar

Técnica de obtención de imagen

- Rotar el cuerpo 45° para colocar la columna vertebral directamente sobre la línea media de la mesa/parrilla, alineada al rayo central (200).
- Flexionar la rodilla para estabilidad y comodidad.
- Proporcionar un apoyo para la parte inferior de la espalda y pelvis con esponjas radiotransparentes con el fin de mantener la posición.
- (Se recomienda firmemente este apoyo para prevenir que los pacientes se sujeten al borde de la mesa, lo cual puede dar lugar a que sus dedos queden atrapados al deslizar la mesa.)
- Rayo central
- Dirigir el rayo perpendicular al receptor de imagen.
- Centrar a L3 a nivel del borde costal inferior (4 cm) por encima de la cresta ilíaca.
- Centrar 5 cm medial a la ASIS.
- Centrar el receptor de imagen con el rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

El paciente debe estar en posición de semisupino (OPD y OPI) o en semiprono (OAD y OAI) (200).

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Son visibles las articulaciones cigoapofisarias. (OPD y OPI muestran las inferiores; OAD y OAI, las superiores.) • Debe visualizarse el «terrier escocés», y la articulación cigoapofisaria debe aparecer abierta (200).

Posición lateral: Columna Lumbar

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediocoronal con el rayo central y con la línea media de la mesa/parrilla (200).
- Colocar un apoyo radiotransparente debajo de la cintura, en caso necesario, para mantener el eje longitudinal de la columna casi paralelo a la mesa.
- Asegurarse de que la pelvis y el torso se encuentren en una posición lateral verdadera.
- Rayo central
- Dirigir el rayo central perpendicular al eje longitudinal de la columna vertebral.
- Receptor de imagen mayor (35 × 43): centrar a nivel de la cresta ilíaca (L4-L5). Esta posición incluye las vértebras lumbares, el sacro y posiblemente, el cóccix. Centrar el receptor de imagen con el rayo central.
- Receptor de imagen menor (30 × 35): centrar a L3 a nivel del borde costal inferior (4 cm por encima de la cresta ilíaca).
- Esta posición incluye las cinco vértebras lumbares. Centrar el receptor de imagen con el rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posición del paciente

Posicionar al paciente en decúbito lateral, con una almohada debajo de la cabeza, rodillas flexionadas, con apoyo entre las rodillas y los tobillos, para mantener mejor una posición lateral verdadera y asegurar su comodidad.

Criterios radiológicos

- Estructuras mostradas: Son visibles los orificios intervertebrales L1-L4, los cuerpos vertebrales, las articulaciones intervertebrales, las apófisis espinosas y la unión de L5 a S1 (200).
- Según el tamaño del receptor de imagen utilizado, puede quedar incluida también la totalidad del sacro.

Proyección AP del sacro

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediosagital con el rayo central y con la línea media de la mesa/parrilla (200).
- Asegurarse de que no haya rotación de la pelvis.
- Rayo central
- Rayo central angulado 15° en sentido craneal, para entrar 5 cm superior a la sínfisis del pubis.
- Receptor de imagen centrado al rayo central proyectado.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Posicionar al paciente en supino, con una almohada para la cabeza y con las piernas extendidas, con apoyo debajo de las rodillas para su comodidad.

Criterios radiológicos

- Estructuras mostradas: Una proyección AP no reducida del sacro, articulaciones SI y la unión L5-S1.
- La porción inferior del sacro debe estar centrada con el estrecho pélvico, lo cual indica ausencia de rotación de la pelvis.

- Una alineación correcta del sacro y del rayo central muestra el sacro libre de reducción, y el pubis y los orificios sacros no se hallan superpuestos (200).

Proyección AP axial del cócix

Técnica de obtención de imagen

- Alinear el plano mediosagital con la línea media de la mesa/parrilla.
- Asegurarse de que no haya rotación de la pelvis.
- Rayo central
- Angular el rayo central 10° en sentido caudal, para entrar 5 cm por encima de la sínfisis del pubis.
- Centro del receptor de imagen proyectado al rayo central.
- SID mínima = 100 cm.

Posición del paciente

Colocar al paciente en supino, con una almohada para la cabeza y las piernas extendidas, con apoyo debajo de las rodillas para su comodidad.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: El cócix libre de autosuperposición, y superposición de la sínfisis del pubis (200).

Posición: Una alineación correcta del cóccix y del rayo central muestra el cóccix libre de superposición y proyectado por encima del pubis.

Los segmentos coccígeos deben aparecer abiertos. Si no es así, pueden estar fusionados, o puede que haya que aumentar el ángulo del rayo central.

Posición lateral del Sacro y del Cóccix

Técnica de obtención de imagen

Flexionar las rodillas del paciente (200).

- Colocar un apoyo debajo de la cintura y entre las rodillas y los tobillos, para mantener al paciente en posición y asegurar su comodidad.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



- Alinear el eje longitudinal del sacro y del cóccix al rayo central y a la línea media de la mesa/parrilla.
- Asegurarse de que la pelvis y el tronco estén en una posición lateral verdadera.
- Rayo central
- Dirigir el rayo central perpendicular al receptor de imagen.
- Centrar el rayo central 8-10 cm por detrás de la ASIS (centrado del sacro).
- Centrar el receptor de imagen al rayo central.
- SID mínima = 100 cm

Posición del paciente

Posicionar al paciente en decúbito lateral, con una almohada para la cabeza.

Criterios radiológicos

Estructuras mostradas: Vista lateral del sacro, de la articulación L5-S1 y del cóccix.

Ilustración 147. Posición PA de los dedos ⁽²⁰²⁾.



Criterios de evaluación

Se deben observar las falanges distal, media y proximal; el metacarpiano distal y articulaciones asociadas, con aspecto simétrico de ambos lados y ausencia de rotación. La cantidad de tejido debe ser igual a cada lado de las falanges sin que exista superposición de partes blandas. Las articulaciones interfalángicas deben observarse abiertas ⁽²⁰⁰⁾ (Ilustración 148).

Ilustración 148. Proyección PA de los dedos de la mano ⁽²⁰³⁾.



Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección pa oblicua. Rotación medial o lateral Técnica de obtención de imagen

Las técnicas de obtención de la imagen se describen a continuación:
(200)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, horizontal dividido entercios.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50-60kV y 2mAs.
- Se utiliza un bloque de espuma tipo cuña de 45°.
- La distancia foco-película (DFP) es de 100 cm (1m).
- El rayo central se dirige perpendicular al receptor de imagen hacia la articulación IFP o la articulación de sospecha diagnóstica.

Posición

El paciente debe ubicarse junto al extremo de la mesa, con el codo flexionado 90°, la mano y el antebrazo ubicados sobre el chasis y los dedos extendidos sobre la cuña de 45°, en una posición oblicua con el lado del pulgar arriba, los dedos deben separarse y el dedo sometido a examen colocarse contra la cuña en un plano oblicuo de 45°, paralelo al receptor de imagen (200) (Ilustración 149).

Ilustración 149. Posición PA oblicua del tercer dedo (204).



Fuente: Fernández, P. (2015). *Técnicas de radiología simple*. España: Arán Ediciones.

Criterios de evaluación

La imagen debe mostrar una vista oblicua (45°) de las tres falanges, las articulaciones interfalángicas y el metacarpiano distal, las articulaciones interfalángicas y metacarpofalángicas deben estar abiertas, no debe existir superposición de los dedos adyacentes. Los bordes de las partes blandas nítidos y un claro patrón trabecular indican la ausencia de movilidad, densidad y contraste óptimos ⁽²⁰⁰⁾ (Ilustración 150).

Ilustración 150. Posición PA oblicua de los dedos ⁽²⁰⁵⁾.



Fuente: Hirschfeld, M., et al. (2014). *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. Concordancia interobservador de la clasificación de Eaton-Littler de la artrosis trapeciometacarpiana., 58(4), 237-241. doi:10.1016/j.recot.2014.01.006

Proyecciones laterales. Lateromedial o mediolateral Técnica de obtención de imagen

La técnica de obtención de la imagen se caracteriza por: (201)

- El tamaño de la película es de 13 x 18 cm, dividido en dos partes verticales.
- Distancia foco-película de 100 cm.
- Tamaño de foco: fino.
- Los valores de exposición son de 44 kV y una exposimetría libre de entre 6-8 mAs.
- Se dirige el rayo central perpendicular a la articulación interfalángicoproximal del dedo afectado.

Posición

Una vez retirado todo tipo de accesorios, el paciente se sienta lateralmente a la mesa radiológica con la respectiva protección gonadal; la articulación del codo, antebrazo y de la muñeca deben ubicarse a la misma altura. En el caso del segundo y tercer dedo se apoyan sobre el chasis por su lado radial, mientras que el cuarto y el quinto por su lado cubital, la uña debe tener una posición completamente lateral, los dedos que no serán examinados deben ser flexionados (201) (Ilustración 151).

Ilustración 151. Posición lateral del quinto dedo (206).



Fuente: Pico Melo, J Radiología convencional Tomo 1. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de evaluación

Las estructuras que deben ser claramente visibles son las tres falanges en su vistalateral, las articulaciones interfalángicas respectivamente abiertas, el tejido blando y la trabécula ósea; considerando que la articulación metacarpo falángica del segundod dedo no se visualiza correctamente debido a la superposición de la articulación homóloga del tercer dedo ⁽²⁰⁶⁾ (Ilustración 152).

Ilustración 152. Proyección PA oblicua del quinto dedo ⁽²⁰⁷⁾.



Fuente: Forriol Brocal F., et al. (1998). Osteoma osteoide en falange de la mano. *Revista Española de Cirugía Osteoarticular*, 33(194), 83-86.



Pulgar

Proyección anteroposterior (AP)

Técnica de obtención de imagen

Entre las características de la técnica de obtención de imagen se recalcan: (200)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en tercios de forma horizontal.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50-60 kV y 3mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo se dirige de forma perpendicular al receptor de imagen, hacia la primera articulación metacarpofalángica (MCF).
- Tamaño de foco: fino.

Posición

Se posiciona al paciente en el extremo de la mesa con los brazos extendidos y la mano en rotación interna, la cara posterior del pulgar debe estar en contacto con el chasis ubicado en el centro del mismo, se debe centrar la primera articulación metacarpofalángica respecto al rayo central. En situaciones en las que el paciente no puede colocarse en posición AP, se coloca el primer dedo

en posición lateral apoyado en un bloque para obtener una PA verdadera, aunque esta no se recomienda. Es importante recordar la protección gonadal (206) (Ilustración 153-A).

Ilustración 153. Posición (A) y placa radiográfica (B) anteroposterior del pulgar ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de evaluación

Se deben observar claramente las falanges distal y proximal, el trapecio, la articulación interfalángica y la metacarpofalángica abiertas, así como el tejido blando y la trabécula ósea, la concavidad lateral de las falanges indica la ausencia de rotación ⁽²⁰⁶⁾ (Ilustración 153-B).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección PA oblicua. Rotación medial **Técnica de obtención de imagen**

Las características de obtención de imagen se describen a continuación: (200)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, horizontal, dividido entercios.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50-60 kV y 3mAs.
- DFP de 100 cm.
- Se dirige el rayo central perpendicularmente al receptor de imagen, en dirección a la primera articulación metacarpofalángica.
- Tamaño de foco: fino.

Posición

Se posiciona al paciente por el extremo de la mesoradiológica, colocando el protector de plomo para proteger las gónadas, con la cara palmar de la mano apoyada sobre el chasis, las articulaciones del codo, el antebrazo y de la muñeca deben encontrarse a la misma altura, el dedo pulgar

se ubica en ligera abducción en posición oblicua de 45° en el centro del chasis ⁽²⁰⁶⁾ (Ilustración 154).

Ilustración 154. Posición PA oblicua con rotación medial del dedo pulgar ⁽²⁰⁸⁾.



Fuente: Gascón López, M. D. C. (2017). *Fracturas de la base del pulgar*. Revisión bibliográfica y serie de casos (Master's thesis, Universidad Internacional de Andalucía).

Criterios de evaluación

Se deben observar con claridad los bordes de las partes blandas, las falanges distal y proximal ligeramente oblicuas; las articulaciones interfalángicas y metacarpofalángicas del primer dedo abiertas, el trapecio y el primer metacarpiano ⁽²⁰⁶⁾ (Ilustración 155).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 155. Proyección PA oblicua con rotación medial del primer dedo ⁽²⁰⁹⁾.



Fuente: Álvarez, L., et al. (2012). *Manual de posiciones radiológicas en radiología convencional para Técnicos Especialistas en Radiodiagnóstico. Tipos de traumatismos.* España.

Posición lateral

Técnica de obtención de imagen

Las técnicas de obtención de la imagen se describen a continuación: (201)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, horizontal, dividido entercios.
- La DFP es de 105 cm.
- Sin uso de parrilla antidifusora.
- Los valores de exposición son de 44 kV y 8 mAs.
- Tamaño de foco: fino.
- El rayo se dirige lateralmente, en dirección cubitorradial, perpendicular al receptor de imagen.

Posición

Se ubica al paciente en posición de sedestación con protección gonadal, apoyando el antebrazo y la mano sobre la mesa, flexión del codo a 90°, se rota la mano ligeramente en sentido medial hasta lograr una posición lateral verdadera del pulgar (201) (Ilustración 156-A).

Ilustración 156. Posición (A) y placa radiográfica (B) lateral del dedo pulgar (209).



Fuente: Álvarez, L., et al. (2012). *Manual de posiciones radiológicas en radiología convencional para Técnicos Especialistas en Radiodiagnóstico. Tipos de traumatismos.* España.

Criterios de evaluación

Deben observarse con claridad los bordes de las partes blandas, las falanges distal y proximal de perfil, el primer metacarpiano y el trapecio, la articulación interfalángica y metacarpofalángica del primer dedo de perfil y con sus espacios articulares abiertos.

Se confirma la posición lateral verdadera por la concavidad de la superficie anterior de la falange proximal y el primer metacarpiano (206) (Ilustración 156-B).



Mano

Proyección PA

Técnica de obtención de imagen

Las técnicas obtención de la imagen se indican a continuación: (210)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm, divididos en dos partes horizontales; si la anatomía de la mano es de mayor tamaño es de 18 x 24 cm dividido verticalmente.
- La DFP es de 100 cm.
- Sin uso de parrilla antidifusora.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50-60 kV, con una media de 44 kV y 3 a 10 mAs.
- Tamaño de foco: fino
- El rayo se direcciona en forma dorsopalmar, en dirección a la tercera articulación metacarpofalángica, perpendicular a la película.

Posición

Se posiciona al paciente en sedestación de forma lateral a la mesa con la respectiva protección gonadal, con el antebrazo apoyado y la palma apoyada sobre el chasis y los dedos separados ligeramente entre sí y la articulación metacarpofalángica del tercer dedo en el centro del receptor de imagen (201) (Ilustración 157-A).

Ilustración 157. Posición (A) y placa radiográfica (B) posteroanterior de la mano ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J Radiología convencional Tomo 1. Bogotá:AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de evaluación

Debe observarse con claridad una proyección PA de toda la mano y la muñeca, así como la parte distal del antebrazo, las articulaciones interfalángicas y metacarpofalángicas se observan abiertas, la concavidad de los cuerpos metacarpianos y las falanges indican la ausencia de rotación, los dedos deben estar ligeramente separados impidiendo la superposición de partes blandas ⁽²⁰⁰⁾ (Ilustración 157-B).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección pa oblicua

Técnica de obtención de imagen

Se describen como técnicas de obtención de imagen: (210)

- Tamaño de la película de 24 x 30 cm, dividido en dos mitades iguales.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 55-65 kV y 3mAs.
- Tamaño del foco: fino.
- Distancia foco película de 100 cm.
- El rayo central se dirige perpendicular al chasis hacia la tercera articulaciónMCF.

Posición

Se ubica al paciente en el extremo de la mesa en sedestación con el respectivo protector gonadal, apoyando el antebrazo, con la mano en pronación sobre el chasis, rotarla lateralmente 45° en conjunto con la muñeca, haciendo uso de un soporte para que los dedos estén separados y queden paralelos al receptor de imagen (201) (Ilustración 158-A).

Ilustración 158. Posición (A) y placa radiográfica (B) posteroanterior oblicua de la mano (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352páginas.

.....

Criterios de evaluación

La imagen mostrará una proyección PA oblicua de los huesos del carpo, metacarpo y falanges, el primer dedo se observa de perfil, el segundo y tercer metacarpiano separados; las articulaciones interfalángicas y metacarpofalángicas abiertas, la región distal del cúbito y radio, los tejidos blandos y la trabeculación ósea ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 158-B).

**Proyección lateral en extensión. Lateromedial
Técnica de obtención de imagen**

Las técnicas de obtención de imagen se describen a continuación: ⁽²¹⁰⁾

- El tamaño de la película es de 24 x 30 cm, dividido en dos mitades iguales.
- DFP de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 55-65 kV y 3mAs
- El rayo central se dirige perpendicular al receptor de imagen, con dirección a la segunda articulación MCF.
- Tamaño de foco: fino.
- Sin uso de parrilla antidifusora.

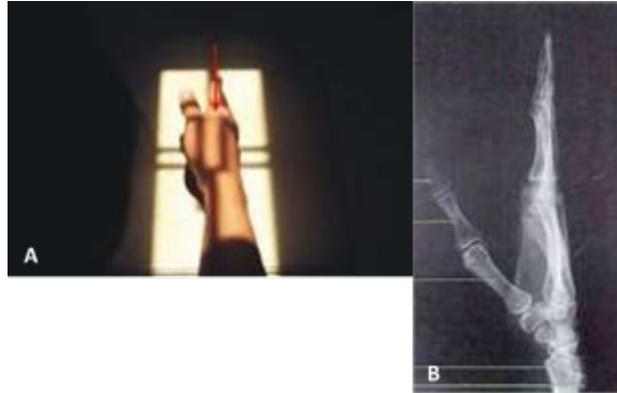
Posición

Se ubica al paciente en el extremo de la mesa en posición de sedestación con la respectiva protección gonadal, apoyando el quinto metacarpiano sobre el chasis, con el dedo pulgar superpuesto con los otros dedos, una variable es colocarlo al lado del dedo índice ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 159-A).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 159. Posición (A) y placa radiográfica (B) lateral en extensión de la mano ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de revisión

Debe observarse una proyección lateral verdadera de la mano en extensión caracterizada por superposición de las falanges, los metacarpios, el cúbito y el radio; con los dedos extendidos mientras que el primer dedo debe observarse inmóvil y sin superposición ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 159-B).

Muñeca

Proyección PA y AP alternativa

Técnica de obtención de imagen

Entre las características de la técnica de obtención de imagen se describen: (209)

- El tamaño de la placa es de 18 x 24 cm dividido en dos partes horizontales.
- Tamaño de foco: fino.
- Los valores de exposición son de 50 kV y 6 mAs.
- La DFP varía entre 105 -115 cm.
- Sin parrilla antidifusora.
- El rayo central se dirige vertical y perpendicular al centro del área carpiana.

Posición

El paciente se ubica en el extremo de la mesa, ubicando la mano en pronación sobre el chasis formando una línea recta con el antebrazo, debe arquearse ligeramente la mano para que la muñeca y el carpo estén en contacto con el chasis

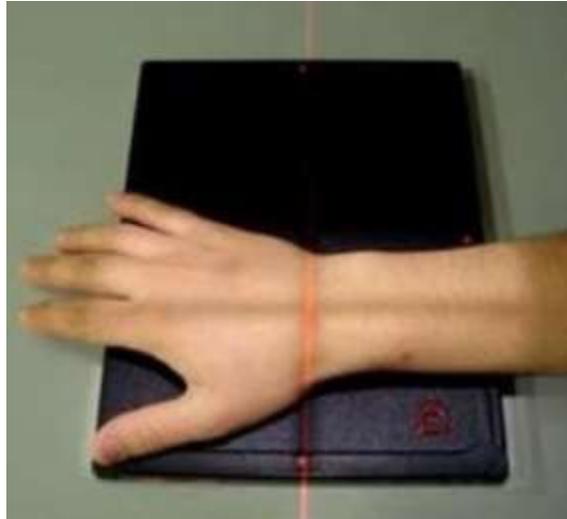
(210) (Ilustración 160).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 160. Posición PA de la muñeca (211).



Fuente: Zepeda, N. (2018). *Manual de posicionamiento de extremidad superior para uso radiológico*. Universidad de los Andes Chile.

Criterios de revisión

Deben demostrarse en la imagen la anatomía distal del cúbito y el radio, la mitad de los metacarpianos y los huesos del carpo en su totalidad, con general ausencia de rotación; los tejidos blandos y la trabeculación ósea deben ser visibles. Debe evitarse una flexión excesiva que superponga y oculte los metacarpianos con los dedos ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 161).

Ilustración 161. Placa radiográfica PA de la mano ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352páginas.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección PA oblicua. Rotación lateral Técnica de obtención de imagen

Dentro de las técnicas de obtención de imagen se describen: ⁽²¹¹⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en dos partes horizontales.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular y al centro del receptor de imagen, en dirección a la región media del carpo.
- Los valores de exposición varían entre 60 ± 6 kV y 4 mAs.

Posición

El paciente con delantal plomado se ubica sentado frente a la mesa de exploración, con la mano en pronación apoyando el lado cubital sobre el chasis y el lado radial con una elevación en 45° , se recomienda que el pulgar se encuentre en abducción ⁽²¹²⁾

(Ilustración 162-A).

Ilustración 162. Posición (A) y placa radiográfica (B) PA oblicua con rotación lateral de la muñeca ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de revisión

Se deben visualizar con claridad las apófisis estiloides del cúbito y el radio, el tercio distal del antebrazo, los huesos del carpo y los metacar-

planos, el tejido blando y la trabeculación ósea también son visibles. El trapecio y el escafoides se observan con leve superposición en sus caras mediales de los demás huesos del carpo ⁽²¹²⁾ (Ilustración 162-B).

Proyección Lateral. Lateromedial

Técnica de obtención de imagen

Las características de la técnica se describen a continuación: ⁽²¹³⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24.
- Los valores de exposición varían entre 64 ± 6 kV y 5 mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo central se dirige perpendicularmente al receptor de imagen, en dirección a la parte media del carpo.

Posición

El paciente con delantal plomado se ubica sentado junto al extremo de la mesa, la mano y el antebrazo colocados en el plan horizontal con el codo flexionado 90° . La mano y la muñeca se ubican en posición lateral con el pulgar hacia arriba sobre el chasis con los dedos flexionados cómodamente ⁽²¹³⁾ (Ilustración 163-A).



Ilustración 163. Posición (A) y placa radiográfica (B) lateral de la muñeca ⁽²⁰⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Criterios de revisión

Deben mostrarse el radio y las porciones distales del cúbito y la mitad de los metacarpianos en conjunto con los huesos del carpo superpuestos, con general ausencia de rotación ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 163-B).

Proyección PA del escafoides con desviación cubital

Técnica de obtención de imagen

La obtención de imagen se caracteriza por: ⁽²¹¹⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en dos partes transversales.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 60 ± 6 kV y 4mAs.
- El rayo central tiene una angulación de 10 -15° proximal, en dirección perpendicular al eje longitudinal del escafoides.

Posición

Paciente en sedestación junto al extremo de la mesa, con la muñeca y la mano sobre el chasis, con la palma hacia abajo y la mano y la muñeca alineadas respecto al centro del receptor de imagen; sin mover el antebrazo se desplaza la mano hacia el lado cubital, evitando rotar el antebrazo distal ⁽²⁰¹⁾ (Ilustración 164-A).

Ilustración 164. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección PA del escafoides con desviación cubital ⁽²¹¹⁾.



Fuente: Zepeda, N. (2018). *Manual de posicionamiento de extremidad superior para uso radiológico*. Universidad de los Andes Chile.

Criterios de revisión

Las estructuras que deben ser claramente visibles son el escafoides totalmente despejado, las apófisis estiloides del cúbito y el radio, el tercio distal del antebrazo, los huesos del carpo y los metacarpianos y el tejido blando ⁽²⁰¹⁾ (Ilustración 164-B).

Proyección PA, desviación radial

Técnica de obtención de imagen

La técnica de obtención de imagen se caracteriza por: ⁽²⁰⁰⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en dos mitades horizontales.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo central se dirige perpendicular al receptor de imagen hacia la zona metacarpiana.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 60 ± 6 kV y 4mAs.

Posición

El paciente se sitúa por el extremo de la mesa, con la articulación del codo, antebrazo y articulación de la muñeca a la misma altura, la mu-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

ñeca y la mano en pronación sobre el chasis alineadas respecto al centro del receptor de imagen; sin mover el antebrazo se desplaza la mano hacia el lado radial, evitando rotar el antebrazo distal (206) (Ilustración 165-A).

Ilustración 165. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección PA de la muñeca con desviación radial (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá:AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterio de revisión

Se debe observar con claridad el escafoides en el centro del chasis, las apófisis estiloides del cúbito y el radio, el tercio distal del antebrazo, los huesos del carpo con los interespacios más abiertos en el lado medial de la muñeca y los metacarpianos; así como el espacio existente entre el piramidal/pisiforme y la apófisis estiloides del radio (204) (Ilustración 165-B).

Proyección inferosuperior tangencial, túnel carpiano (método de Gaynor Hart)

Técnica de obtención de imagen

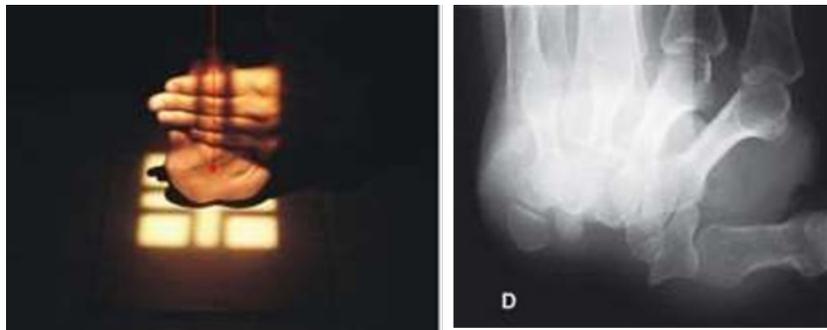
Las técnicas para obtener la imagen se caracterizan por: (211)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 64 ± 6 kV y 5 mAs.
- El rayo central se dirige hacia un punto a 2-3 cm distal a la base del tercer metacarpiano, con una angulación de 25-30° en relación al eje longitudinal de la mano.

Posición

Paciente con delantal plomado se ubica en sedestación en la parte lateral de la mesa, con la muñeca en pronación sobre el chasis y la mano en flexión dorsal máxima, la mano y la muñeca se rotan 10° en dirección radial para evitar que el pisiforme y el ganchoso se superpongan (213) (Ilustración 166-A).

Ilustración 166. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección inferosuperior tangencial (214).



Fuente: Gallego, C., & Perea, J. (2018). *Radiología en consenso, compendio de proyecciones radiológicas para la simulación clínica*. (E. Mora, Ed.) Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria del Área Andina.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Criterios de revisión

Se observan los huesos del carpo formando un túnel, el pisiforme y la apófisis unciforme deben observarse separados y ser visibles de perfil sin superposición; la mano debe observarse sin rotación ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 166-B)

Proyección tangencial. Puente carpiano

Técnica de obtención de imagen

Dentro de las técnicas de obtención de la imagen se describen: ⁽²¹³⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm.
- El rayo central se dirige al antebrazo a unos 4cm proximales a la articulación de la muñeca, con una angulación de 45° en relación al eje longitudinal del antebrazo.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 64 ± 6 kV y 5 mAs.

Posición

Una vez colocado el delantal de plomo se ubica al paciente en sedestación o bipedestación en el extremo de la mesa, apoyando la cara dorsal de la mano sobre el chasis con la palma hacia arriba realizando una flexión suave según la tolerancia del paciente, hasta que forme un ángulo de 90° con el antebrazo ⁽²⁰⁴⁾ (Ilustración 167-A).

Ilustración 167. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección tangencial del puente carpiano ⁽²¹⁵⁾.



Fuente: Palacios, A. (Agosto de 2020). *Síndrome del túnel carpiano*. Revista Ocronos, III(4), 366.

Criterios de revisión

La imagen deberá mostrar claramente una proyección tangencial de la cara dorsal del escafoide semilunar y piramidal, el perfil del hueso grande y el trapecio de muestran superpuestos; la cara dorsal de los huesos carpianos se vea sin superposiciones y sin movilidad ⁽²⁰⁶⁾ (Ilustración 167-B).



Antebrazo

Proyección AP

Técnica de obtención de imagen

Dentro de las técnicas de obtención de imagen se describen: (201)

- El tamaño del receptor de imagen es de 30 x 35 cm, en pacientes cuya anatomía es pequeña y de 35 x 43 cm, en pacientes con anatomía de mayortamaño, dividido en dos mitades verticales.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición varía en un intervalo de 60 ± 6 kV con una mediate 62 kV y 5 mAs.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular al receptor de imagen, en dirección a la parte media del antebrazo.

Posición

Paciente con protección gonadal se ubica en el extremo de la mesa en posición sedante, la mano y el brazo extendidos ubicados a la misma altura y en supinación; se debe alinear y centrar el antebrazo en relación al eje longitudinal del receptor de imagen, asegurándose de que se incluyan las articulaciones de la muñeca y el codo, verificándose que estos estén lo más cerca posible de una posición central verdadera (214) (Ilustración 168-A).

Ilustración 168. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de antebrazo ⁽²¹⁶⁾.



Fuente: Palet, M., & Guzmán, M. (2021). *Radiología Simple en Traumatología* (Primera ed.). Santiago de Chile, Chile.

Criterios de revisión

Las estructuras que deben mostrarse en la imagen incluyen una visión AP de todo el cúbito y el radio, la hilera proximal del carpo y el húmero distal. Una visión de perfil de los epicóndilos del húmero, con la cabeza, el cuello y la tuberosidad radial ligeramente superpuestos por el cúbito indica una ausencia de rotación ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 168-B).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Proyección lateral, lateromedial Técnica de obtención de imagen

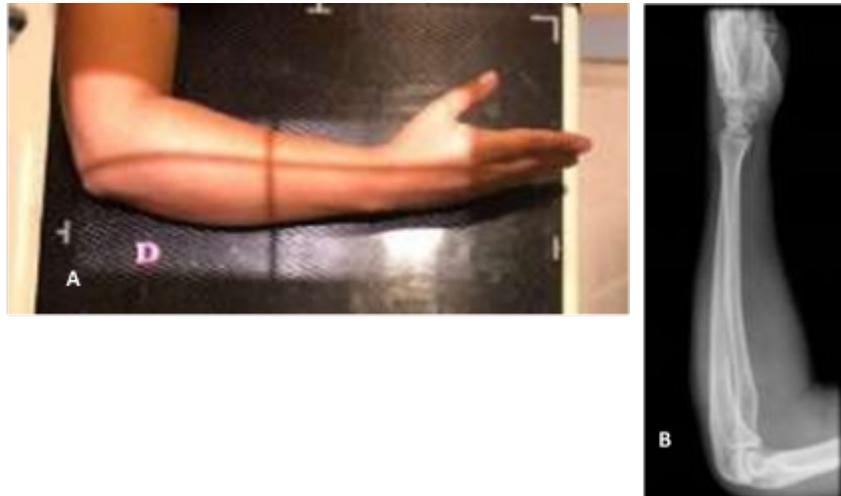
Las características de la técnica de obtención de imagen se describen a continuación: (201)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm, dividido en dos mitades verticales.
- La DFP es de 100 cm.
- Tamaño del foco: fino.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50 – 55 kV y 6-16 mAs.
- El rayo central se dirige perpendicular al receptor de imagen en dirección a la zona media del antebrazo.

Posición

Paciente con delantal plomado se ubica en posición de sedestación junto al extremo de la mesa con el brazo elevado y flexionando 90° el codo; el antebrazo se apoya por su cara cubital sobre el centro del chasis, con la articulación de la muñeca en posición lateral, quinto dedo abajo y los demás dedos en extensión, incluyendo las articulaciones de la muñeca y el codo (214) (Ilustración 169-A).

Ilustración 169. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral de antebrazo ⁽²¹⁶⁾.



Fuente: Palet, M., & Guzmán, M. (2021). *Radiología Simple en Traumatología* (Primera ed.). Santiago de Chile, Chile.

Criterios de revisión

La imagen muestra una proyección lateral del radio y el cúbito en su totalidad, la hilera proximal de los huesos del carpo, el codo y la porción distal de húmero con sus respectivas partes blandas; la superposición de la cabeza del cúbito sobre el radio y de los epicóndilos humerales indica la ausencia de rotación; la cabeza radial debe superponerse con la apófisis coronoides ⁽²¹²⁾ (Ilustración 169-B).

Codo

Proyección AP, extensión completa

Técnica obtención de imagen

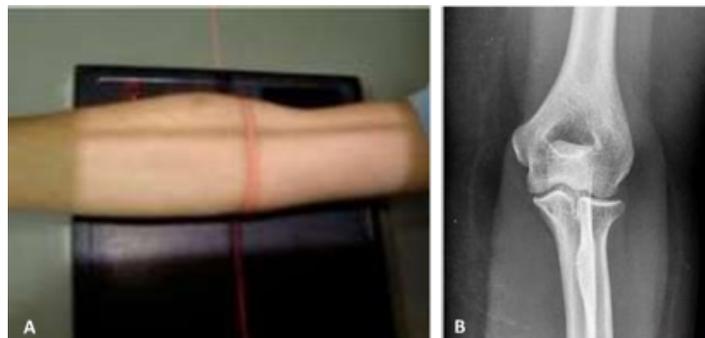
Dentro de la técnica de obtención de imagen se describen: (210)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm, dividido en dos partes transversales.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 60 ± 6 kV con una media de 64 kV y 6 mAs.
- El rayo central se dirige perpendicular al receptor de imagen, hacia la zona media de la articulación del codo, 2 cm en sentido distal al punto medio entre los epicondilos.

Posición

Paciente con delantal plomado sobre la pelvis se ubica sentado en el extremo de la mesa, con el codo en extensión completa, la mano en supinación, el brazo y el antebrazo alineados al eje longitudinal del receptor de imagen, el paciente debe inclinarse hasta una posición AP verdadera, evidenciada por la ubicación paralela de los epicondilos y el receptor de imagen (201) (Ilustración 170-A).

Ilustración 170. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de codo en extensión completa (216).



Fuente: Palet, M., & Guzmán, M. (2021). *Radiología Simple en Traumatología* (Primera ed.). Santiago de Chile, Chile.

Criterios de revisión

Entre las estructuras que deben mostrarse en la imagen se encuentran el húmerodistal, el espacio abierto de la articulación del codo y la región proximal de cúbito y radio; el perfil de los epicondilos, la separación de la cabeza, el cuello y los troquíteres del radio o la ligera superposición del cúbito indican la ausencia de rotación. En extensión completa el olécranon debe asentarse en la fosa olecraniana ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 170-B).

Proyección AP oblicua. Rotación lateral (externa)

Técnica de obtención de imagen

Las técnicas de obtención de imagen se describen a continuación: ⁽²¹³⁾

- Tamaño del receptor de imagen de 24 x 30 cm.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 60 ± 6 kV con una media de 64 kV y 6 mAs.
- El rayo central se dirige perpendicular al receptor de imagen, hacia la zona media de la articulación del codo, a unos 2 cm distales al punto medio entre los epicondilos.

Posición

Paciente en posición sedante junto al extremo de la mesa, con el brazo en completa extensión y el hombro y el codo en el mismo plano horizontal; centrando la articulación del codo con el rayo central, el paciente debe ubicar la mano en supinación y rotar lateralmente todo el brazo, generando así que el húmero distal y la parte anterior de la articulación del codo formen un ángulo de 45° con el chasis ⁽²¹¹⁾ (Ilustración 171-A).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

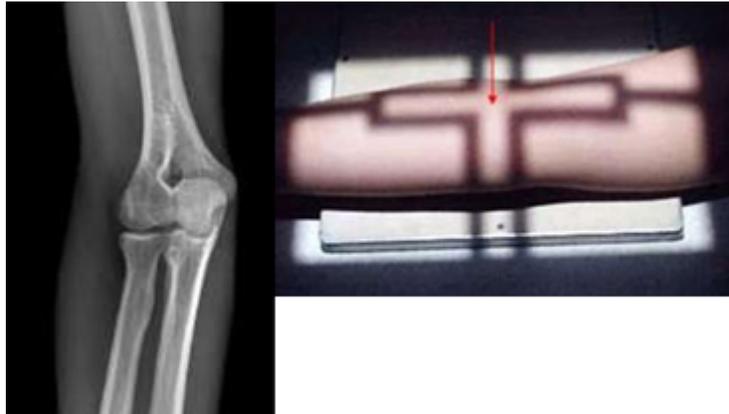


Ilustración 171. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP oblicua de codo en rotación externa ⁽²⁰⁶⁾.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar una vista oblicua del húmero distal y de la región proximal de cúbito y radio, una angulación correcta permite visualizar la cabeza, el cuello y la tuberosidad radial sin superposición del cúbito, el epicóndilo lateral y el cóndilo deben observarse alargados y de perfil ⁽²⁰⁰⁾ (Ilustración 171-B).

Proyección ap oblicua. Rotación medial (interna)
Técnica de obtención de imagen

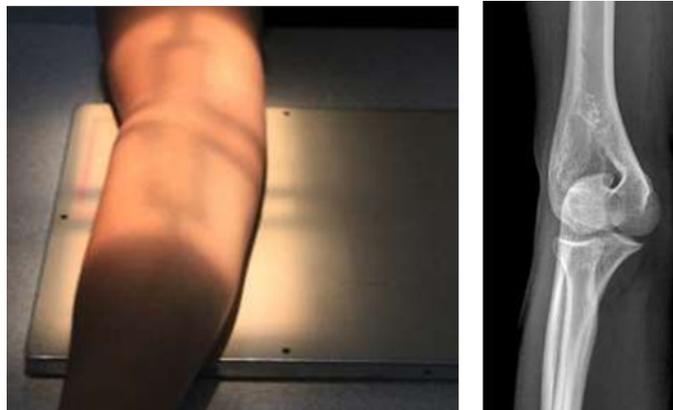
Las técnicas de obtención de la imagen se describen a continuación:
(210)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 60 ± 6 kV con una media de 64 kV y 6 mAs.
- El rayo central se dirige perpendicularmente al receptor de imagen, hacia la zona media de la articulación del codo, a 2 cm distales al punto medio entre los epicóndilos.

Posición

Paciente en posición de sedestación junto al extremo de la mesa, con el brazo en extensión y el hombro y el codo centrados y en el mismo plano; con la mano en pronación natural el paciente debe girar el brazo hasta que el húmero distal y la superficie anterior del codo tengan una rotación de 45° (200) (Ilustración 172-A).

Ilustración 172. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP oblicua de codo con rotación interna (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá:AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad una vista oblicua del húmero distal y de la zona proximal del cúbito y radio; con una angulación correcta la cabeza y el cuello del radio han de superponerse sobre el cúbito proximal, la escotadura troclear debe estar parcialmente abierta (200) (Ilustración 172-B).

Proyección lateral. Lateromedial Técnica de obtención de imagen

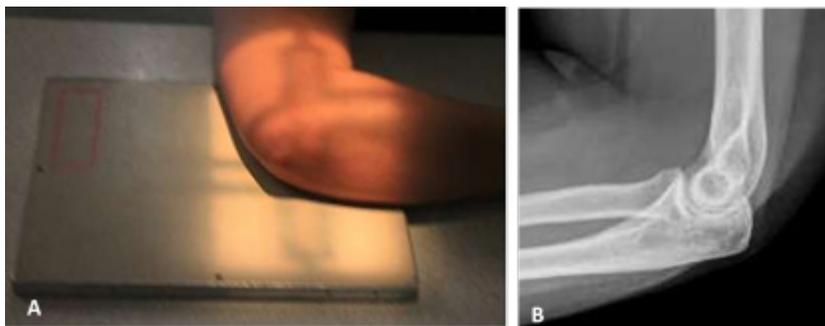
Las técnicas de obtención de imagen se describen a continuación:
(210)

- Tamaño del receptor de imagen de 18 x 24 cm, orientación horizontal.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 60 ± 6 kV con una media de 64 kV y 6 mAs.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular al receptor de imagen, en dirección a la zona medio de la articulación del codo, 4 cm medial a la superficie posterior del olécranon.

Posición

El paciente se coloca sedestación en sentido lateral a la mesa, con el brazo y el antebrazo a la misma altura, mientras que la articulación del codo se apoya por su cara interna sobre el chasis flexionado 90° y la articulación de la muñeca apoyada lateralmente con el pulgar hacia arriba (213) (Ilustración 173-A).

Ilustración 173. Posición (A) y placa radiográfica (B) de unaproyección lateral de codo (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Criterios de revisión

La imagen debe mostrar una proyección lateral del húmero distal y del antebrazo proximal, el olecranon y las partes blandas. La mitad de la cabeza del radio se superpone con la apófisis coronoides y se observa el perfil del olecranon, se produce también la superposición de los epicondilos humerales (212) (Ilustración 173-B).

Húmero

Proyección AP

Técnica de obtención de imagen

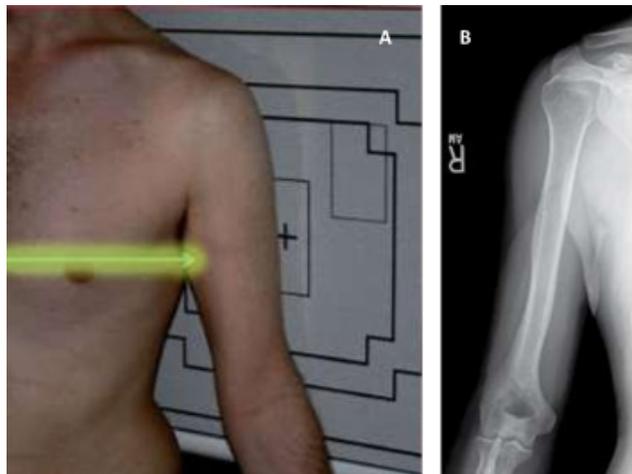
Entre las características de la técnica de obtención de imagen se describen: (201)

- Tamaño del receptor de imagen de 18 x 43 cm.
- La DFP es de 115 cm.
- Tamaño de foco: fino.
- Los valores de exposición oscilan entre 60-66 kV y 20 mAs.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular al receptor de imagen, endirección al punto medio del húmero.

Posición

Se coloca al paciente en bipedestación o en decúbito si no es impedimento para el paciente, con el brazo ligeramente separado del cuerpo alineado al eje del receptor de imagen y con la mano en supinación (204) (Ilustración 174-A).

Ilustración 174. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de húmero (204).



Fuente: Fernández, P. (2015). *Técnicas de radiología simple*. España: Arán Ediciones.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Criterios de revisión

Deben ser claramente visibles las articulaciones del codo y hombro, los epicondilos sin rotación, la cabeza humeral y el troquíter, los bordes del troquín entre la cabeza humeral y la tuberosidad mayor además de los tejidos blandos ⁽²¹⁷⁾ (Ilustración 174- B).

Proyección AP con rotación lateral

Técnica de obtención de imagen

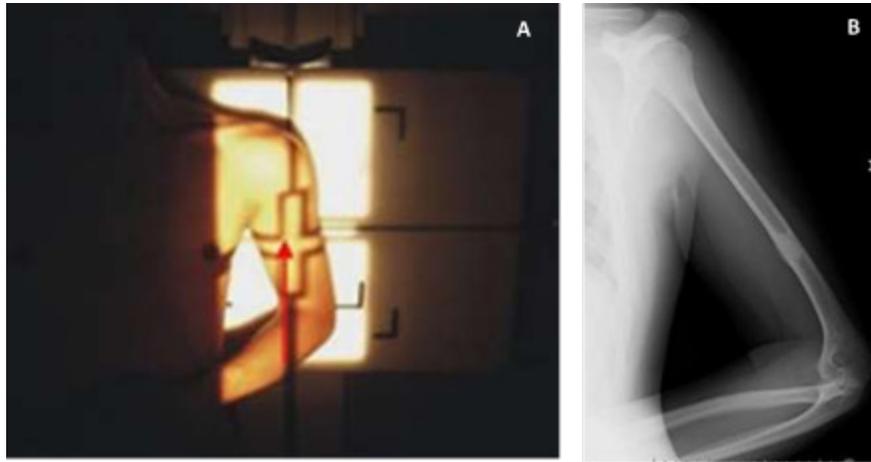
Las características de la técnica de obtención de imagen se describen a continuación: ⁽²¹⁷⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 35 x 43 cm y de 30 x 35 cm en pacientes con anatomía más pequeña.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 6 kV y 6 mAs.
- Se dirige el rayo central perpendicular al receptor de imagen, en dirección al punto medio del húmero.

Posición

El paciente con protección sobre la zona pélvica se coloca en posición erguida o decúbito supino. En una posición lateromedial se coloca el paciente erguido y de espaldas al chasis con el codo parcialmente flexionado, el cuerpo debe rotarse lo suficiente para que el húmero y el hombro estén en contacto con el chasis (Ilustración 175-A). En posición mediolateral el paciente se coloca de frente al chasis y en una posición oblicua de 20 a 30°, con el codo flexionado 90° hasta que el húmero este en contacto con el receptor de imagen ⁽²¹³⁾ (Ilustración 176).

Ilustración 175. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de húmero lateromedial ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Ilustración 176. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de húmero mediolateral ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar una proyección lateral del húmero incluyendo las articulaciones del codo y del hombro, los epicóndilos deben estar superpuestos con una superposición parcial de la parte inferior de la cavidad glenoidea y deben visualizarse con claridad los bordes óseos y un patrón trabecular nítido ⁽²¹²⁾ (Ilustración 175-B).

Proyección lateral con rayo horizontal

Técnica de obtención de imagen

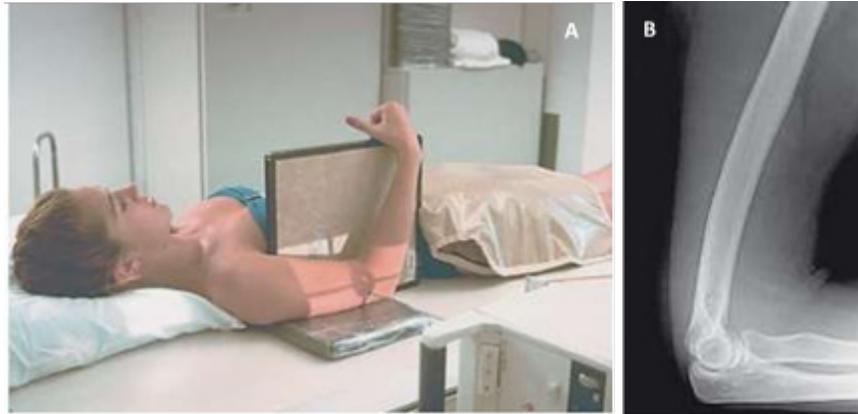
Entre las técnicas de obtención de imagen se distinguen: ⁽²⁰⁰⁾

- El tamaño de receptor de imagen es de 30 x 35 cm y de 24 x 30 cm en pacientes con anatomía más pequeña.
- Los valores de exposición oscilan entre 64 ± 6 kV con una media de 66 kV y 6 mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central perpendicular al punto medio de los tercios distales del húmero.

Posición

Una vez colocado el protector de plomo sobre el tórax y la pelvis del paciente recostado, se toma la imagen con rayo horizontal con el chasis bajo el brazo, se debe flexionar el codo sin rotación del brazo formando un ángulo de 90° con la AP ⁽²¹⁷⁾ (Ilustración 177-A).

Ilustración 177. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral de húmero con rayo horizontal ⁽²⁰⁰⁾.



Fuente: Bontrager KL, Lampignano J. *Proyecciones Radiológicas Con Correlacion Anatomica*. 7a ed. Elsevier; 2011.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar las regiones media y distal del húmero, incluyendo la articulación del codo flexionada a 90°, deben ser visibles los bordes cutáneos, los bordes óseos y el patrón trabecular ⁽²¹²⁾ (Ilustración 177-B).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Hombro

Proyecciones habituales sin traumatismo proyección AP con rotación externa

Técnica de obtención de imagen

Las características de la técnica de obtención de imagen se describen a continuación: (217)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 5 kV y 6 mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central de forma perpendicular al receptor de imagen; 2,5cm por debajo de la apófisis coracoides.

Posición

Con delantal plomado sobre el área pélvica se coloca al paciente en bipedestación decúbito centrando la articulación escapulohumeral en el centro del chasis, el brazo extendido se debe abducir ligeramente y luego rotar el brazo hacia afuera, observando que el epicóndilo y la epitroclea se encuentren paralelos al chasis (210) (Ilustración 178-A).

Ilustración 178. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de hombro con rotación externa (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA.Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

.....

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar claramente una proyección AP del húmero proximal, su relación con la cavidad glenoidea y los tercios laterales de la clavícula y escápula superior; se observa una completa rotación externa con el troquíter mayor de perfil y el troquíter menor superpuesto a la cabeza humeral (206) (Ilustración 178-B).

Proyección AP con rotación interna

Técnica de obtención de imagen

Entre las características de la técnica de obtención de imagen se describen: (201)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 5 kV y 6 mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central perpendicular al receptor de imagen, 2,5 cm pordebajo de la apófisis coracoides.

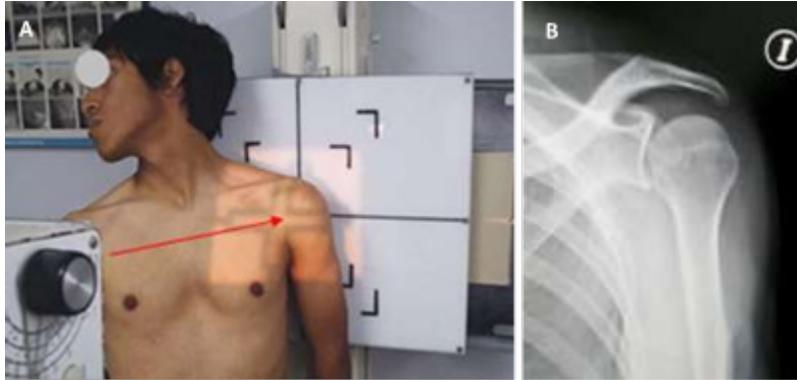
Posición

Con el paciente en bipedestación o en posición supina, rotando el cuerpo ligeramente hacia el lado a examinar, la articulación glenohumeral debe ubicarse en el centro del chasis con una abducción ligera del brazo extendido, colocando la mano en pronación observando que el epicondilo y la epitroclea se encuentren paralelos alchasis (217) (Ilustración 179-A).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 179. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de hombro con rotación interna ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá:AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad una proyección lateral del húmero proximal y los dos tercios laterales de la clavícula y de la parte superior de la escápula; se observa una completa rotación externa con el troquíter menor de perfil y el troquíter mayor superpuesto a la cabeza humeral ⁽²⁰¹⁾ (Ilustración 179-B).

Proyección axial inferosuperior, método de lawrence

Técnica de obtención de imagen

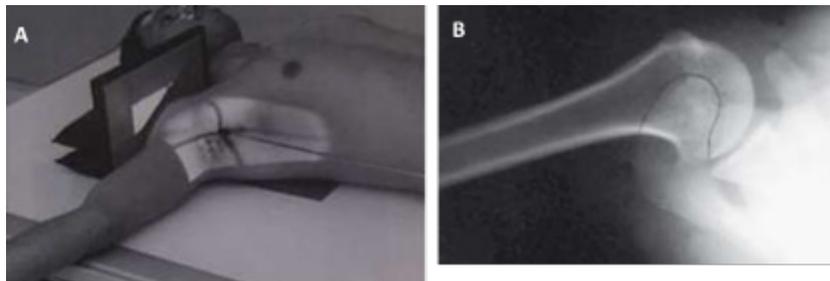
Las técnicas de obtención de la imagen se describen a continuación:
(218)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido transversalmente.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 5 kV y 10 mAs.
- Se dirige el rayo central medialmente 25 a 30° , en dirección horizontal con respecto a la axila y la cabeza humeral.

Posición

Colocar al paciente en decúbito supino con protector de plomo sobre la pelvis y demás regiones radiosensibles, el hombro en abducción de 90° desde el cuerpo debe encontrarse elevados unos 5 cm desde la mesa, en rotación externa con la palma hacia arriba (213) (Ilustración 180-A).

Ilustración 180. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección axial inferosuperior de hombro (218).



Fuente: Morocho, 2012, Rep. técnicas radiológicas para estudio de hombro en pacientes ambulatorios y poli traumatizados en el hospital “Manuel Ygnacio Monteros Valdivieso” regional Loja IESS en el periodo febrero julio 2012. Ecuador.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad una proyección lateral del húmero proximal y su relación con la cavidad escapulohumeral, la apófisis coracoides de la escápula y el troquíter menor de perfil; los bordes superior e inferior de la cavidad glenoidea deben observarse superpuestos (200) (Ilustración 180-B).

Proyecciones habituales con traumatismo proyección AP con rotación neutra

Técnica de obtención de imagen

Dentro de las técnicas de obtención de imagen se describen: (200)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm.
- La DFP es de 100 cm.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 5 kV y 6 mAs.
- Se dirige el rayo central de forma perpendicular al receptor de imagen, en dirección a la parte media de la articulación escapulohumeral, aproximadamente 2 cm debajo y fuera de la apófisis coracoides.

Posición

Se ubica al paciente con protector en el área pélvica, en posición de bipedestacióno decúbito supino; centrando la articulación escapulohumeral en el receptor de imagen; se coloca el brazo a un costado del paciente en posición neutra (200)(Ilustración 181-A).



Ilustración 181. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP con rotación neutra de hombro ⁽²⁰⁰⁾.



Fuente: Bontrager KL, Lampignano J. Proyecciones Radiológicas Con Correlacion Anatomica. 7a ed. Elsevier; 2011.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad el tercio proximal del húmero, la escápula superior y los dos tercios laterales de la clavícula; con la cabeza humeral superpuesta a los troquíteres mayor y menor ⁽²¹²⁾ (Ilustración 181-B).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral transtorácica, método de Lawrence Técnica de obtención de imagen

Dentro de las técnicas de obtención de imagen se describen: (200)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm, de forma longitudinal.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 5 kV y 60 mAs, con un tiempo de exposición mínimo de 3 segundos.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular al receptor de imagen, a través del tórax hasta el cuello quirúrgico del húmero.

Posición

Con la adecuada protección pélvica y el paciente en posición de bipedestación o en supinación, se coloca el brazo afectado de paciente en rotación neutra, con el brazo contrario elevado con la mano sobre la parte superior de la cabeza; centrando el cuello quirúrgico del brazo afectado en relación al receptor de imagen considerando que el tórax esté en una posición lateral correcta o con una ligera rotación anterior del hombro no afecto (213) (Ilustración 182-A).

Ilustración 182. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral transtorácica de hombro (200).



Fuente: Bontrager KL, Lampignano J. Proyecciones Radiológicas Con Correlación Anatómica. 7a ed. Elsevier; 2011.

Criterios de revisión

Las estructuras que deben mostrarse son una proyección lateral de la mitad proximal del húmero y la articulación glenohumeral sin superposición del hombro opuesto, se debe visualizar claramente el contorno de la diáfisis del húmero proximal (212) (Ilustración 182-B).

Proyección lateral con la escápula en Y Técnica de obtención de imagen

Las técnicas de obtención de imagen se describen a continuación: (213)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm, de forma longitudinal.
- Los valores de exposición oscilan entre 75 ± 5 kV y 13 mAs.
- La DFP es 100 cm.
- Se dirige el rayo centra de forma perpendicular al receptor de imagen, endirección a la articulación escapulohumeral.

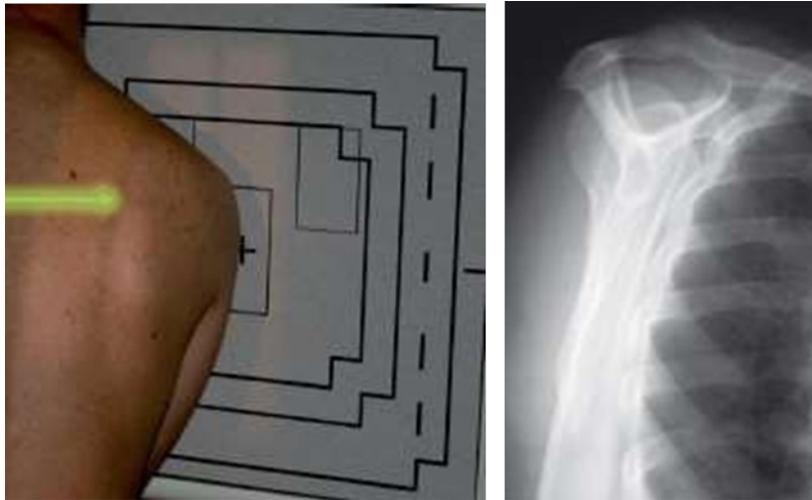
Posición

Una vez colocada la protección pélvica se ubica al paciente en posición debipedestación o en decúbito, con el paciente de frente al chasis se coloca en una posición oblicua anterior de 45 a 60° , la rotación correcta se determina por la palpación del borde de la escápula; centran-do la articulación escapulohumeral con el rayo central se debe abducir ligeramente el brazo evitando la superposición del humero proximal sobre las costillas (217) (Ilustración 183-A).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 183. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral con la escápula en Y ⁽²⁰⁴⁾.



Fuente: Fernández, P. (2015). Técnicas de radiología simple. España: Arán Ediciones.

Criterios de revisión

Debe mostrarse una imagen clara y una proyección lateral verdadera de la escápula, húmero proximal y la articulación escapulohumeral; el acromion y la apófisis coracoides deben observarse como las ramas superiores de la Y con la cabeza humeral superpuesta sobre su base ⁽²⁰⁴⁾ (Ilustración 183-B).

Clavícula

Proyección AP y axial AP

Técnica de obtención de imagen

Entre las técnicas de obtención de imagen se encuentran: (213)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm de forma transversal.
- Los valores de exposición oscilan entre 70 ± 5 kV y 8 mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular a la parte media de la clavícula en la proyección AP, en la proyección AP axial el rayo se dirige al mismo punto con un angulación de 15 a 30°.

Posición

Una vez colocada la protección pélvica adecuada al paciente en bipedestación o en decúbito supino, con los brazos a los costados, el mentón elevado y la mirada al frente, con la clavícula centrada y el receptor de imagen con el rayo central (201) (Ilustración 184-A).

Ilustración 184. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de clavícula (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Criterios de revisión

En la proyección AP se debe visualizar la clavícula en su totalidad incluyendo las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular, mientras que en la proyección APaxial se proyectará la mayor parte de la clavícula, con la porción interna superpuesta por las dos primeras costillas, los bordes óseos y el patrón trabecular deben observarse nítidos indicando la ausencia de movimiento ⁽²¹⁰⁾ (Ilustración 184-B).

Escápula

Proyección AP

Técnica de obtención de imagen

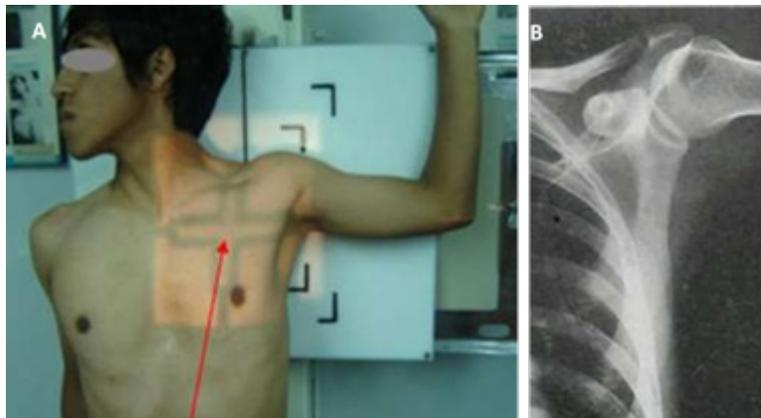
Dentro de las técnicas de obtención de imagen se describen: (214)

- Tamaño del receptor de imagen de 24 x 40 cm.
- La parrilla antidifusora puede ser móvil o fija.
- Los valores de exposición son de 74 kV y 7 mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central a la parte media de la escápula o a la altura de la axila.

Posición

Con la respectiva protección pélvica y el paciente en posición de bipedestación odecúbito supino, con la superficie posterior del hombro en contacto con el chasis sin rotar el tórax, de modo que la parte media de la escápula esté centrada con el rayo central, a su vez el paciente debe abducir el brazo 90° y colocar la mano en supinación (213) (Ilustración 185-A).

Ilustración 185. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP de la escápula (206).



Fuente: Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del ÁreaAndina; 352 páginas.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad la parte lateral de la escápula sin superposición, mientras que la porción interna se visualiza a través de las estructuras torácicas, la ausencia de movimiento se muestra con un patrón trabecular óseo claro y la nitidez del borde lateral de la escápula (217) (Ilustración 185-B).

Posición lateral. Oblicua anterior derecha (OAD) u oblicua anterior izquierda (OAI), bipedestación

Técnica de obtención de imagen

Las características de la técnica de obtención de la imagen se describen a continuación: (201)

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 75 \pm 5 kV y 13mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central hacia el borde vertebral de la escápula en su parte media.

Posición

Con la previa colocación de un delantal plomado alrededor de la cintura se coloca al paciente en bipedestación dirigiendo la cara hacia el receptor de imagen, pasando el brazo por delante del tórax alcanzando el hombro del lado opuesto, se debe rotar al paciente de 30 a 45° hasta que se encuentre en una posición lateral verdadera (213) (Ilustración 186-A).

Ilustración 186. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral de la escápula (OAI) ⁽²⁰⁰⁾.



Fuente: Bontrager KL, Lampignano J. *Proyecciones Radiológicas Con Correlacion Anatomica*. 7a ed. Elsevier; 2011.

Criterios de revisión

Debe de visualizarse la totalidad de la escápula en posición lateral con superposición de los bordes vertebral y lateral, el cuerpo de la escápula debe observarse de perfil sin superposición ⁽²¹²⁾ (Ilustración 186-B).

Posición lateral. Oblicua posterior izquierda (OPI) u oblicua posterior derecha (OPD)

Técnica de obtención de imagen

Entre las características de la obtención de la imagen se describen: ⁽²¹⁴⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 24 x 30 cm.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 75 ± 5 kV y 13mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central hacia el borde externo de la escápula en su parte media.

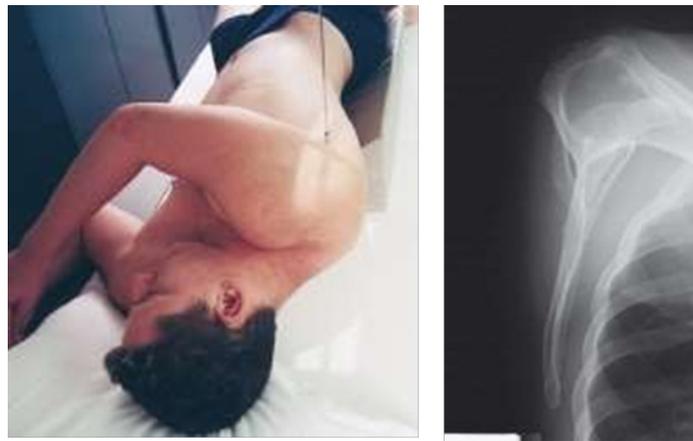
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posición

Con un delantal plomado sobre el área pélvica se ubica al paciente en decúbito supino con el brazo afecto cruzando el tórax, realizando una rotación del tórax de 30° y elevando el hombro afectado hasta que el cuerpo escapular se encuentre en una posición lateral verdadera ⁽²¹⁷⁾ (Ilustración 187-A).

Ilustración 187. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral del cuerpo de la escápula ⁽²⁰⁰⁾.



Fuente: Bontrager KL, Lampignano J. *Proyecciones Radiológicas Con Correlación Anatómica*. 7a ed. Elsevier; 2011.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad la escápula en su totalidad en una posición lateral verdadera, demostrada por la superposición de los bordes vertebral y lateral; no se debe observar superposición de las costillas ni del húmero sobre el cuerpo escapular ⁽²¹²⁾ (Ilustración 187-B).

Miembro inferior dedos

Proyección AP

Técnica de obtención de imagen

Entre las características de la técnica de obtención de imagen se describen: (210)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en terciostransversales.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50 - 60 kV y 2mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central de forma perpendicular a las falanges con una angulación de 10-15°, centrado a la articulación metatarsofalángica (MTF).

Posición

Con un delantal plomado sobre el área pélvica se toma la imagen con el paciente en posición supina o de sedestación con la cara plantar del pie sobre el chasis y la rodilla flexionada, verificando que la articulación MTF a estudiar se encuentre centrada en relación al receptor de imagen (214) (Ilustración 188-A).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 188. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP del segundo dedo ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J. *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad los dedos a examinar y la mitad distal de los metatarsianos correspondientes, los dedos deben observarse separados sin superposición de partes blandas, la concavidad de ambos lados de las falanges demuestran la ausencia de rotación ⁽²¹²⁾ (Ilustración 188-B).

Proyección oblicua AP, rotación interna o externa

Técnica de obtención de imagen

Entre las técnicas de obtención de la imagen se describen: ⁽²¹³⁾

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en terciostransversales.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50 - 60 kV y 2mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- El rayo central se dirige de forma perpendicular al receptor de imagen, dirigido a las articulaciones MTF a examinar.

Posición

Con el paciente en posición supina o en sedestación sobre la mesa, se coloca la cara plantar del pie sobre el chasis, asegurándose que la articulación MTF del dedo a examinar este centrada en relación al receptor de imagen, empleando un apoyo de 45° bajo el pie elevado evitando su movimiento ⁽²¹⁴⁾ (Ilustración 189-A).

Ilustración 189. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección AP oblicua de los dedos, con rotación lateromedial ⁽²⁰⁶⁾.



Fuente: Pico Melo, J. *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de revisión

Las estructuras que deben mostrarse con claridad incluyen el dedo a examinar y la parte distal de los metatarsianos cuyas cabezas no se superponen; se observa un aumento de la concavidad en un lado de las diáfisis con la superposición de las partes blandas ⁽²¹²⁾ (Ilustración 189-B).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyecciones laterales. Mediolaterales o lateromediales Técnica de obtención de imagen

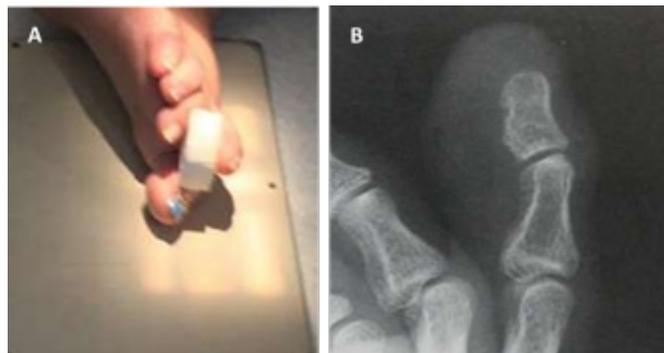
Las técnicas de obtención de imagen se describen a continuación:
(217)

- El tamaño del receptor de imagen es de 18 x 24 cm, dividido en terciostransversales.
- Los valores de exposición se encuentran en un intervalo de 50 - 60 kV y 2mAs.
- La DFP es de 100 cm.
- Se dirige el rayo central de forma perpendicular al receptor de imagen, hacia la articulación IF del primer dedo y a la articulación IFP del segundo al quinto dedo.

Posición

El paciente debe rotar la pierna y el pie a examinar en dirección lateromedial en relación al primer, segundo y tercer dedos, y en dirección mediolateral en lo que respecta al cuarto y quinto dedo; asegurándose de centrar la articulación IF o IFP en relación al receptor de imagen, se debe separar el dedo a explorar de los dedos no afectados para evitar su superposición (204) (Ilustración 190-A).

Ilustración 190. Posición (A) y placa radiográfica (B) de una proyección lateral del segundo dedo (206).



Fuente: Pico Melo, J. *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá:AREAN-DINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.

Criterios de revisión

La imagen debe mostrar con claridad una vista lateral verdadera de las falanges del dedo afecto sin superposición de los demás dedos, se observa una mayor concavidad de la parte anterior de la falange distal y la superficie posterior de la falange proximal, los bordes óseos definidos indican ausencia de movimiento (212) (Ilustración 190-B).

Pie Completo

Proyección dorsoplantar o AP

Técnica de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (219):

- El tamaño del chasis es de 24×30cm, con orientación horizontal.
- La distancia foco-película (DFP): 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 60 ± 5 kV; 1,6 mA
- Se usa una máscara de goma de plomo para enmascarar cada mitad del receptor de imagen que no está en uso.
- El rayo central se dirige a la base del tercer metatarsiano. Se requiere de una angulación cefálica de 10° (varía entre 5 y 15°).

Posición

El paciente debe estar en decúbito supino, con la superficie plantar del pie sobre el chasis. Flexionar la rodilla, y extender el pie, de tal manera que, la superficie plantar del pie afectado se mantenga firmemente sobre el chasis (Ilustración 191.A) (220).

Criterios de evaluación

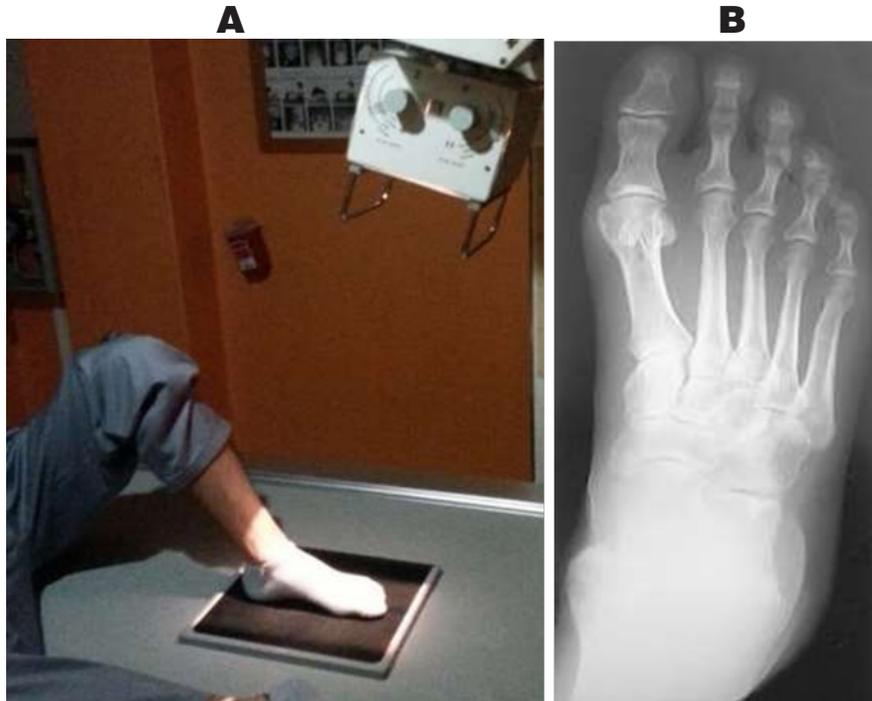
Se debe observar todo el pie, incluido todas las falanges y metatarsianos. También debe visualizarse los huesos escafoides, cuneiformes y cuboides (Ilustración 191.B)

(221).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 191. **A)** Técnica que se usa para realizar una proyección AP de pie. **B)** Radiografía AP de pie (222).



Fuente: Rodríguez O. & De Vizia J. Manual de proyecciones radiológicas, 2015.

Proyección AP oblicua. Rotación interna Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen consisten en (219):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividido longitudinalmente en 2 partes.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 60 ± 5 kV; 1,6 mA
- El rayo central vertical se dirige rayo a la base del tercer metatarsiano.

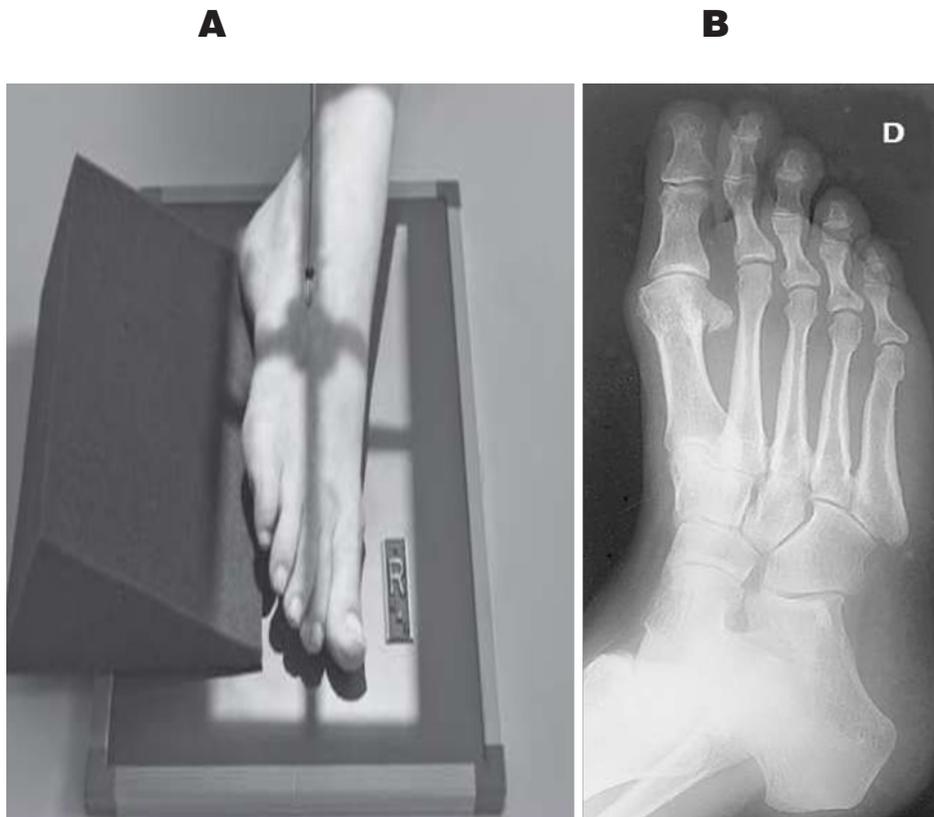
Posición

Paciente en sedestación, y desde la posición dorsoplantar básica, se indica que la extremidad afectada se incline medialmente para llevar la superficie plantar del pie a $30-45^\circ$ con respecto al receptor de imagen (Ilustración 192.A) (220).

Criterios de evaluación

Se debe mostrar el pie en su totalidad, desde las falanges distales hasta el tarso (articulaciones intertarsianas y tarsometatarsianas) (Ilustración 192.B) (221).

Ilustración 192. A) Técnica que se usa para realizar una proyección AP oblicua medial a $30-40^\circ$ de pie. **B)** radiografía AP oblicua de pie (223).



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (219):

- El tamaño del chasis mide 24×30cm, dividido longitudinalmente en 2 partes.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: $60\pm 5\text{kV}$
- El rayo central vertical se centra sobre la articulación cuneiforme de los escafoides.

Posición

Paciente en decúbito supino, desde la posición dorsoplantar, debe girar la pierna hacia afuera para que la cara lateral del pie entre en contacto con el RI. La posición del pie se ajusta ligeramente para que la cara plantar quede perpendicular al RI (Ilustración 193) (220).

Ilustración 193. Proyección mediolateral de pie (219).



Fuente: Unett, E. M., et al. Radiographic techniques and image evaluation. Springer; 2014.

Criterios de evaluación

Se debe mostrar el pie en su totalidad, desde las falanges distales hasta el tarso. Incluida la parte distal de la pierna (tibia y peroné) (Ilustración 194) ⁽²²⁴⁾.

Ilustración 194. Radiografía lateral de pie ⁽²²⁵⁾.



Fuente: Vargas P, et al. (2014). Signo radiológico: “Nariz de oso hormiguero”. *Revista Chilena de Radiología*. 20 (4), 156- 158. doi:10.4067/S0717-93082014000400006.

Proyección AP en carga

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes ⁽²²¹⁾:

- El tamaño del chasis es de 24×30cm, orientado horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 65 ± 5 kV
- El rayo central se dirige a 10° en sentido craneal hacia la mitad entre los pies al nivel de la primera articulación metatarsofalángica.

Fundamentos Radiológicos

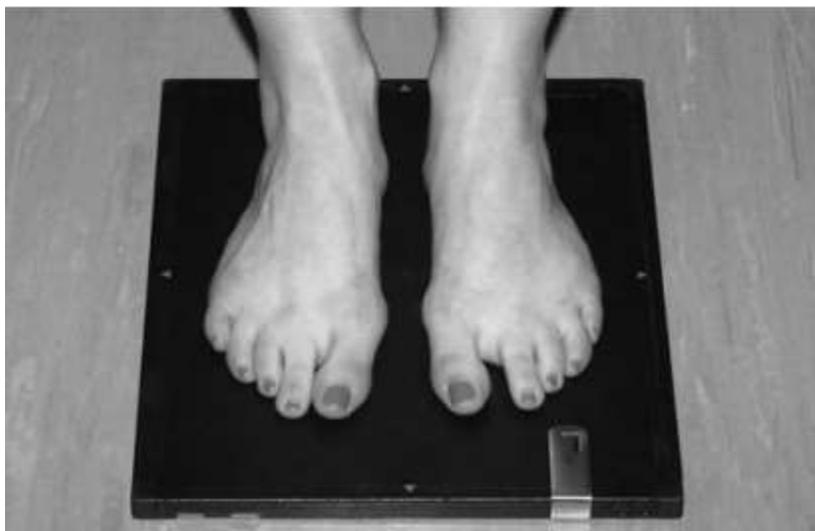
y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Posición

Paciente en bipedestación, con ambos pies sobre el RI. El peso del cuerpo del paciente se distribuye por igual. Alinear el eje longitudinal del RI con el eje longitudinal del pie (Ilustración 195) (224).

Ilustración 195. Proyección AP en carga de pie (225).



Fuente: Toullec E. (2012). Pie plano del adulto. EMC Podología. 14(2): 1-8. doi: 10.1016/S1762-827X(12)62105-1.

Criterios de evaluación

Esta proyección muestra la totalidad de ambos pies: desde falanges hasta la porción distal del astrágalo. Además, la superposición de la base del segundo y quinto metatarsiano (Ilustración 196) (226).

Ilustración 196. La radiografía AP de pie en carga se puede utilizar para medir la abducción con el ángulo astrágalo-segundo metatarsiano y verificar el descubrimiento de la cabeza del astrágalo ⁽²²⁸⁾.



Fuente: Vargas P, et al. (2014). Signo radiológico: “Nariz de oso hormiguero”. Revista Chilena de Radiología, 20 (4), 156-158. doi:10.4067/S0717-93082014000400006.

Proyección lateral en carga
Técnicas de obtención de imagen

A continuación, se describen las técnicas para la obtención de imagen (224):

- El tamaño del chasis es de 24×30cm apaisado.
- DFP: 100cm (1m)

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 53 kV; 3,2 mA
- El rayo central se debe dirigir al tercio proximal del quinto metatarsiano.

Posición

El paciente debe estar en bipedestación en una plataforma baja con un casete colocado verticalmente entre los pies. Pies juntos. El peso del cuerpo del paciente se distribuye por igual (Ilustración 197.A) (221).

Criterios de evaluación

Esta proyección muestra la totalidad del pie y el extremo distal de la pierna (tibia y peroné). Falanges y metatarsianos superpuestos (Ilustración 197.B) (226).

Ilustración 197. **A)** Técnica utilizada para realizar una proyección lateral de pie en carga. **B)**

Radiografía lateral en carga de pie ⁽²²⁷⁾.

A



B



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londrés, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Calcáneo

Proyección plantodorsal (Axial)

Técnicas de obtención de imagen

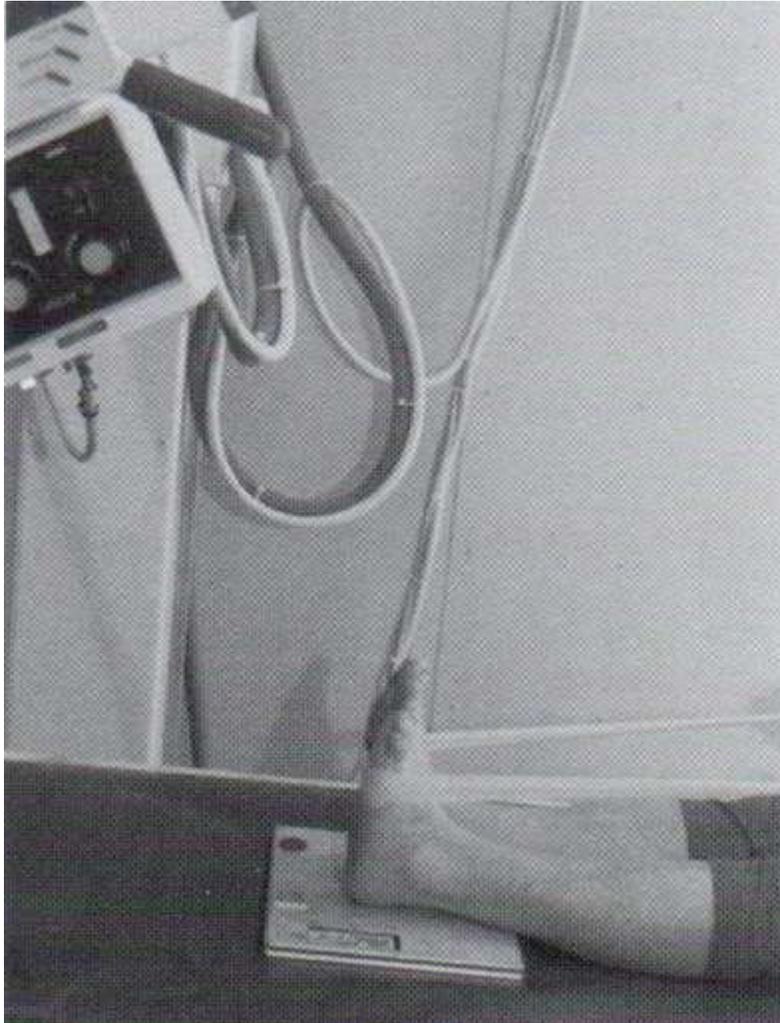
Se describe a continuación las distintas técnicas para la obtención de imagen (220):

- El tamaño del chasis es de 13x18cm, orientado horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 70 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige a 45° cranealmente con respecto a la cara plantar del talón.

Posición

El paciente en sedestación o en decúbito supino sobre la mesa de rayos X con ambas extremidades extendidas. El tobillo está en dorsiflexión, situando el talón sobre el RI, ayudándose con un tirante (Ilustración 198) (229).

Ilustración 198. Técnica utilizada para realizar la proyección axial calcáneo (proyección de Harris). Se intenta lograr el máximo grado de dorsiflexión del tobillo, para lograr una proyección óptima ⁽²³⁰⁾.



Fuente: Bucholz RW. Fracturas en El adulto - Rockwood & green's - 3 vols. Marban Libros; 2003.

Criterios de evaluación

Se debe mostrar el hueso calcáneo en su extensión total desde la tuberosidad posteroinferior hasta la articulación astragalocalcánea en la parte anterior (Ilustración 199) (226).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 199. Radiografía plantodorsal de calcáneo ⁽²³¹⁾.



Fuente: Weir J, et al. Atlas de Anatomía Humana Por Técnicas de Imagen + Studentconsult. Elsevier Health Sciences; 2011

Proyección lateral o mediolateral

Técnicas de obtención de imagen

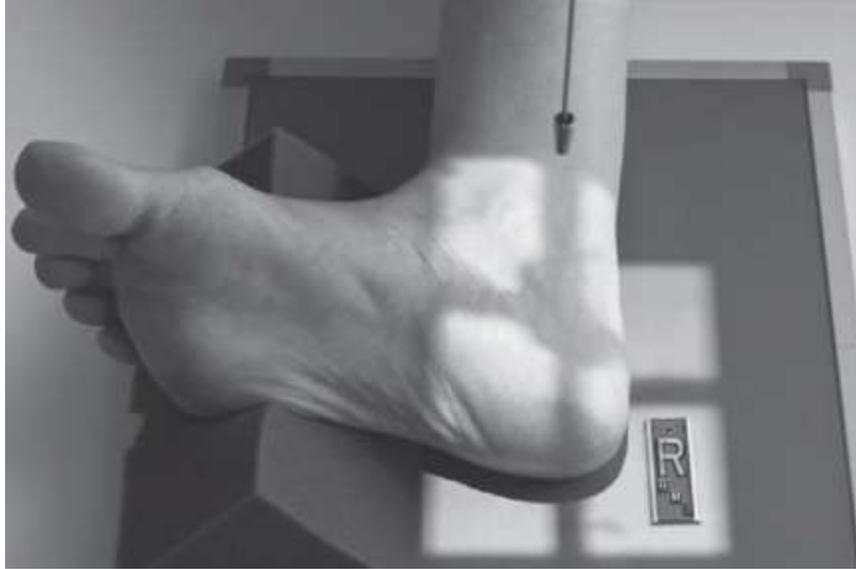
Se describe a continuación las distintas técnicas para la obtención de imagen ⁽²²⁴⁾:

- El tamaño del chasis es de 18x24cm, dividido longitudinalmente en dos partes.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 50 kV. 3,2 mA
- Dirigir el rayo central perpendicular al calcáneo y al medio del chasis.

Posición

El paciente debe estar en decúbito lateral, sobre el lado de la extremidad afectada. Pierna en extensión. Pie 90° respecto a la tibia (Ilustración 200) ⁽²²⁹⁾.

Ilustración 200. Técnica utilizada para realizar la proyección lateral de calcáneo ⁽²²³⁾.



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018.

Criterios de evaluación

Se debe visualizar el calcáneo sin rotación, identificando el seno del tarso y el espacio articular tibioastragalino. Otras estructuras mostradas son la parte distal de la tibia y del peroné, así como los espacio articulares entre el calcáneo y los huesos adyacentes del tarso (astrágalo, escafoides y cuboides) (Ilustración 201) ⁽²²⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 201. Radiografía lateral de calcáneo ⁽²³¹⁾.



Fuente: Weir J, et al. Atlas de Anatomía Humana Por Técnicas de Imagen + Studentconsult. Elsevier Health Sciences; 2011.

Tobillo

Proyección AP

Técnicas de obtención de imagen

Se describe a continuación las distintas técnicas para la obtención de imagen ⁽²²⁶⁾:

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividida transversalmente por la mitad.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 53 kV. 4 mA
- Dirigir el rayo central perpendicular a la articulación tibioastragalina.

Posición

El paciente está en decúbito supino o en sedestación en la mesa con ambas piernas extendidas. Se puede colocar una almohadilla debajo de la rodilla para mayor comodidad. Se forma un ángulo de 90° entre el pie y el tobillo. El borde inferior de la placa se coloca justo debajo de la cara plantar del talón (Ilustración 202.A) (232).

Criterios de evaluación

Se debe mostrar el tercio distal de la tibia y del peroné, los maléolos externo e interno, el astrágalo y la mitad proximal de los metatarsianos (Ilustración 202.B) (233).

Ilustración 202. A) Técnica utilizada para para realizar la proyección AP de tobillo. **B)** radiografía AP del tobillo (222).

A



B



Fuente: Rodríguez O. & De Vizia J. Manual de proyecciones radiológicas, 2015.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección AP de la mortaja con rotación interna de 15 a 20°

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (234):

- El tamaño del chasis es de 24×30cm, dividido en dos transversalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 60±5kV
- El rayo central se dirige al punto medio entre ambos maléolos.

Posición

El paciente debe estar en decúbito supino o en sedestación en la mesa con ambas piernas extendidas. El eje largo del pie se gira internamente de 15 a 20° para tener la línea intermaleolar paralela a la mesa (Ilustración 203) (232).

Ilustración 203. Proyección AP para ver la mortaja del tobillo (rotación medial de 15 a 20°) (223).



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018

Criterios de evaluación

Esta proyección permite visualizar el tercio distal de la tibia y del peroné, el pilón tibial, los maléolos interno y externo, el astrágalo y la mitad proximal de los metatarsianos (Ilustración 204) ⁽²³⁴⁾.

Ilustración 204. Radiografía de tobillo izquierdo en proyecciones AP **(a)**, lateral **(b)** y oblicua o mortaja **(c)**. En **(a)** y **(b)** se evidencian el rasgo epifisario sagital y también sutilmente el metafisario coronal. En la proyección lateral **(c)** el rasgo coronal se sobreproyecta a la cortical anterior de la fíbula, sin evidenciar el rasgo sagital. El rasgo transversal es difícil de apreciar ⁽²³⁵⁾.



Fuente: Hirsch S, M., et al. (2016). Incluyendo fracturas triplanares de tibia distal. Revista Chilena de Radiología, 22 (3), 114-120. doi:10.1016/j.rchira.2016.09.002

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección AP oblicua con rotación interna de 45°

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (229):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividido en dos transversalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 50kV. 4mA
- El rayo central 0° se dirige al maléolo interno.

Posición

Paciente en sedestación o decúbito supino en la mesa con ambas piernas extendidas, con apoyo debajo de la rodilla para mayor comodidad. Se debe hacer una rotación 45° medialmente de la pierna y del pie (Ilustración 205) (223).

Ilustración 205. Oblicua medial de tobillo a 45° (223).



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar el tercio distal de la pierna, los maléolos, el astrágalo y la mitad proximal de los metatarsianos (Ilustración 206) (233).

Ilustración 206. Radiografía AP oblicua del tobillo, 45° de rotación medial (238).



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral (mediolateral)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (226):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividido en dos transversalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: $60 \pm 5\text{kV}$
- El rayo central se dirige sobre el maléolo medial, con el rayo central en ángulo recto con el eje de la tibia.

Posición

Paciente en decúbito lateral (sobre el lado afectado), y con la rodilla flexionada a 45° . Colocar una almohada debajo de la rodilla para poder mantener esta posición. Con el pie en flexión dorsal, la tibia queda paralela al RI (Ilustración 208.A) (227).

Proyección lateromedial alternativa (Ilustración 207). Es una proyección alternativa de la proyección mediolateral (preferida). Esta posición resulta incómoda para el paciente, pero puede lograrse con mayor facilidad una posición lateral verdadera (227).

Ilustración 207. Lateromedial de tobillo (223).

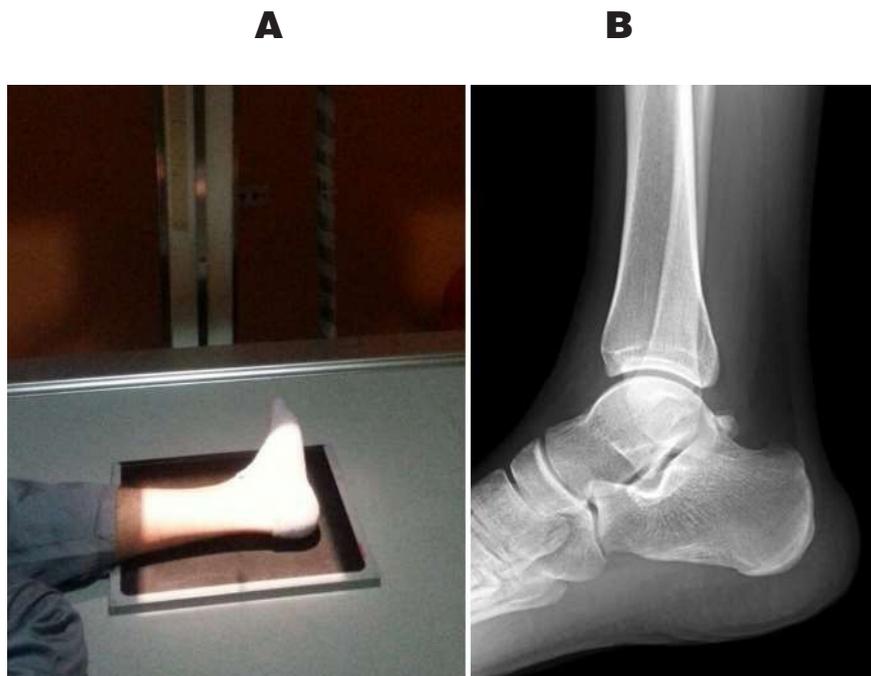


Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018

Criterios de evaluación

Debe visualizarse el tercio inferior de la tibia y el peroné. Los bordes medial y lateral de la superficie articular troclear del astrágalo deben superponerse a la imagen (Ilustración 208.B) (233).

Ilustración 208. A) Técnica que se usa para realizar una proyección mediolateral de pie. **B)** Radiografía mediolateral de tobillo (222).



Fuente: Rodríguez O. & De Vizia J. Manual de proyecciones radiológicas, 2015.

Proyección AP forzada
Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (227):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividido en dos transversalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

- Valores de exposición: $60 \pm 5\text{kV}$
- El rayo central se dirige al punto medio entre los maléolos, con el rayo central en ángulo recto con la línea imaginaria que une los maléolos.

Posición

El paciente y el RI se colocan para la proyección anteroposterior de rutina (decúbito supino o sedestación). El médico a cargo invierte a la fuerza el pie sin rotar internamente (inversión) y luego hacia afuera (eversión) (Ilustración 209) ⁽²³⁴⁾.

Ilustración 209. A) Sobrecarga por inversión. **B)** sobrecarga por eversión ⁽²²³⁾.

A



B



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar la articulación del tobillo para evaluar la separación articular y si hay desgarro o rotura ligamentosa. El aspecto del espacio articular puede variar mucho según la intensidad de la lesión (Ilustración 210) ⁽²³⁴⁾.

Ilustración 210. A) Proyección AP con sobrecarga de inversión normal de tobillo. **B)** Proyección AP con sobrecarga de inversión de subluxación de tobillo ⁽²²⁷⁾.



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Pierna

Proyección AP

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (237):

- El tamaño del chasis es de 35 x 43 cm dividida longitudinalmente; se utilizará una placa entera en diagonal, si la pierna del paciente es muy grande.
- DFP: 105-115cm.
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 55 kV. 6,4 mA

Ilustración 212. Radiografía AP de pierna ⁽²³⁹⁾.



Fuente: Fleckenstein P & Trantum-Jensen J. Bases Anatómicas del Diagnóstico Por Imagen. 3rd ed. Houghton Mifflin HarcourtP; 2016.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (237):

- El tamaño del chasis es de 35 x 43 cm dividida longitudinalmente; se utilizará una placa entera en diagonal, si la pierna del paciente es muy grande.
- DFP: 105-115cm.
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 55 kV. 5 mA
- El rayo central en ángulo recto se dirige a la parte media de la pierna.

Posición

Paciente en decúbito lateral con el lado afectado hacia abajo. La pierna se rota más hasta que los maléolos se superponen verticalmente. La tibia debe estar paralela al RI. Se coloca una almohadilla debajo de la rodilla como apoyo. El soporte se puede colocar a lo largo del aspecto distal del pie afectado para obtener una verdadera imagen lateral (Ilustración 213) (232).

Ilustración 213. Posicionamiento adecuado del paciente para la proyección lateral de la pierna (227).



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

.....

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar la totalidad de la tibia y peroné, incluida las articulaciones de tobillo y rodilla. Se muestra cabeza de peroné ligeramente superpuesta por tibia. Cóndilos lateral y medial del fémur superpuestos (si la rodilla está flexionada a 30°) (Ilustración 214) (233).

Ilustración 214. A: Proyección lateral de tibia y peroné. **B:** Proyección lateral de tibia y peroné tras la reducción en la que se muestra un dispositivo de fijación. Obsérvese que la pierna era demasiado larga como para caber en una sola imagen (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010.

Rodilla

Proyección AP

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (236, 238).

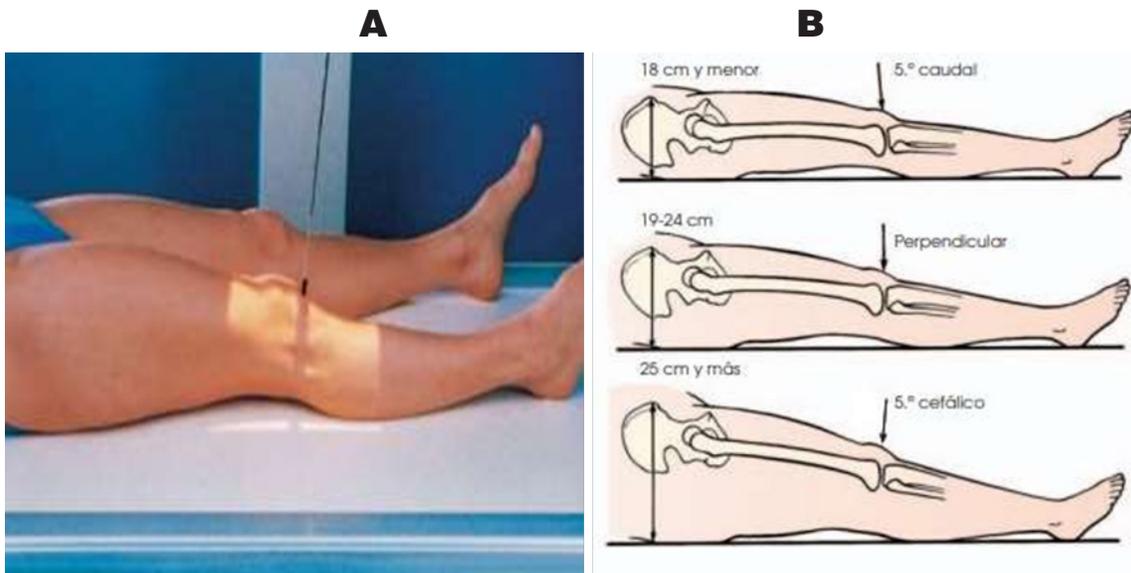
- El tamaño del chasis es de 24x30 cm dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 58 kV. 16 mA
- El rayo central se dirige a 1,5 cm por debajo del vértice de la rótula a través del espacio articular, con el rayo central a 90° del eje mayor de la tibia.

La *Ilustración 215.B* muestra una guía que se puede utilizar para determinar la angulación del rayo central para diferentes tamaños de cuerpo; ilustra la relación de la meseta tibial y el rayo central a medida que aumenta el grosor de la parte superior del muslo del paciente.

Posición

El paciente debe estar en decúbito supino con las piernas extendidas sobre la mesa. Se rota la extremidad afectada internamente para centrar la rótula entre los cóndilos femorales. Si la pierna no se gira internamente lo suficiente como para colocar los epicóndilos paralelos al RI, el epicóndilo medial es colocado más cerca del RI que el lateral. El RI debe estar en estrecho contacto con la cara posterior de la articulación de la rodilla, con su centro a la altura de los bordes superiores de los cóndilos tibiales (Ilustración 215.A) (238).

Ilustración 215.A) Proyección AP de la rodilla. **B)** Espesor de la pelvis y angulaciones del rayo central para las radiografías de la rodilla (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Criterios de evaluación

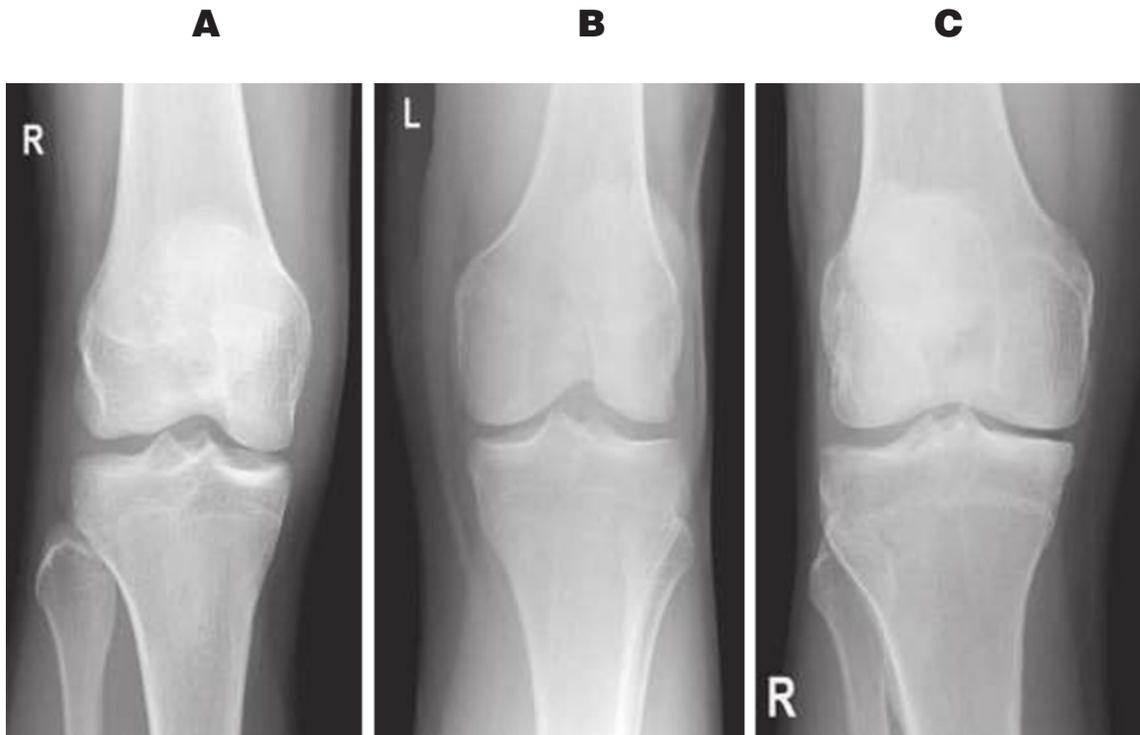
Debe quedar claramente demostrado lo siguiente: las partes distal del fémur y proximales de la tibia y del peroné. La rótula completamente superpuesta al fémur. El espacio de la articulación femorotibial debe estar abierto, con interespacios de igual anchura a ambos lados si la rodilla no presenta ninguna condición anormal (Ilustración 216) (233).

Nota: Si la articulación de la rodilla está flexionada y el paciente no puede extender la extremidad, entonces se puede levantar el RI sobre almohadillas para acercarlo lo más posible a la cara posterior de la rodilla. En la proyección AP, la rótula está alejada del RI. Aunque se puede evaluar la relación de la rótula con las estructuras circundantes, se superpone el patrón trabecular del fémur. Por lo tanto, esta proyección no es ideal para demostrar anomalías óseas discretas de la rótula (227).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 216. A) Proyección AP de rodilla tomada con excesiva rotación interna **B)** Proyección AP de rodilla tomada con excesiva rotación externa. **C)** Proyección de rodilla AP con posicionamiento preciso ⁽²³⁸⁾.



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Proyecciones AP oblicuas: medial (interna) y lateral (externa)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (234):

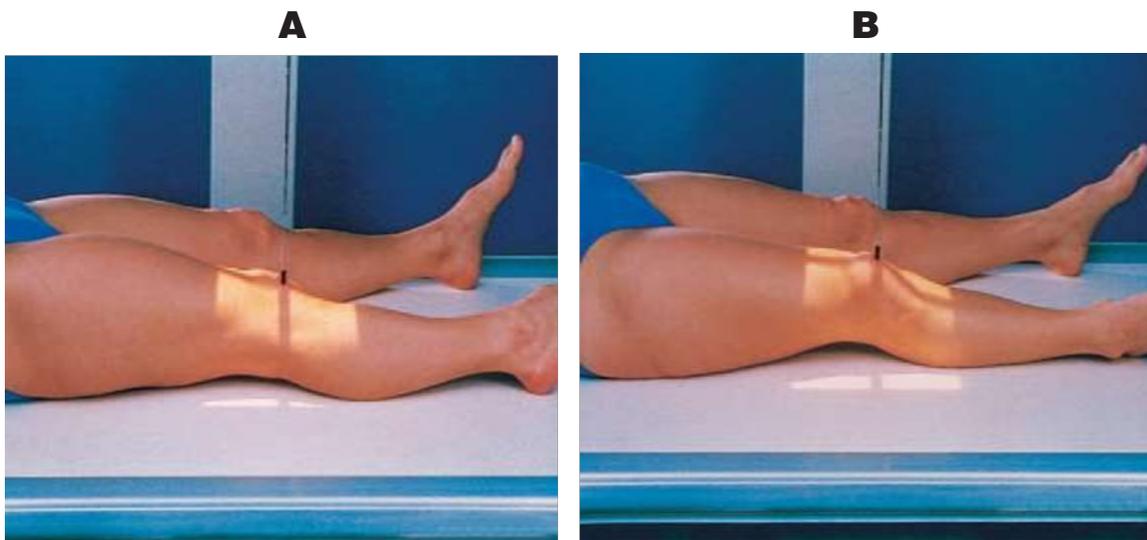
- El tamaño del chasis es de 18x24 cm dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 70 kV.
- El rayo central dirigido a 1 cm por debajo del ápex de la patela.

Posición

Coloque al paciente en decúbito supino, con la articulación de la rodilla centrada en el RI (221).

Para la **oblicua medial** (Ilustración 217.A): extender la extremidad afectada. Rotar internamente la pierna hasta que los epicóndilos femorales estén en un ángulo de 45° sobre el RI. Para la **oblicua lateral** (Ilustración 217.B): Rotar externamente la pierna hasta que los epicóndilos femorales estén en un ángulo de 45° sobre el RI (236).

Ilustración 217. A) Proyección AP oblicua de la rodilla, rotación medial.
B) Proyección AP oblicua de la rodilla, rotación lateral (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Criterios de evaluación

En ambas proyecciones oblicuas se debe mostrar el extremo distal del fémur y las partes proximales de la tibia y del peroné. En la **proyección oblicua medial**: La cabeza del peroné se ve libre de superposición tibial. El cóndilo femoral lateral está de perfil sin superponiendo el cón-

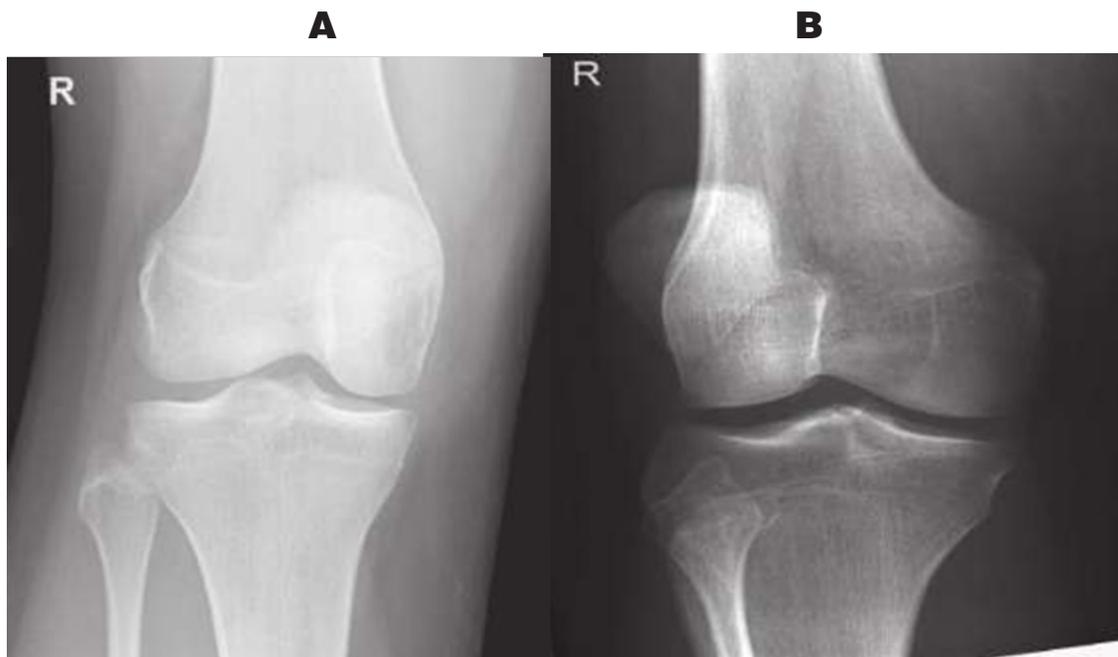
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

dilo medial. Los espacios articulares interno y externo de la rodilla se muestran desigualmente. En la **proyección oblicua lateral**: La cabeza del peroné está alineada con el borde anterior de la tibia. El cóndilo femoralmedial está de perfil sin superposición al cóndilo lateral (Ilustración 218) (238).

Ilustración 218. A) proyección de rodilla AP oblicua interna con posicionamiento preciso. **B)**

Proyección de rodilla AP oblicua externa con posicionamiento preciso (238).



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Proyección Lateral

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (237):

- El tamaño del chasis es de 18x24 cm dividida longitudinalmente.
- DFP: 105- 115cm
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 55-65 kV. 12,5 mA
- El rayo central dirigido a una angulación cefálica de 5°, entra a la rodilla 1cm por debajo del ápex de la patela, en una proyección decúbito lateral. Cuando se realiza una proyección con rayo horizontal, el rayo central horizontal se dirige al borde superior del cóndilo tibial lateral, a 90° del eje mayor de la tibia.

Posición

Proyección en decúbito lateral

El paciente se coloca en decúbito lateral sobre el lado afectado, con la rodilla flexionada 20-30° y extiende la otra pierna por detrás de ella (Ilustración 219) (232).

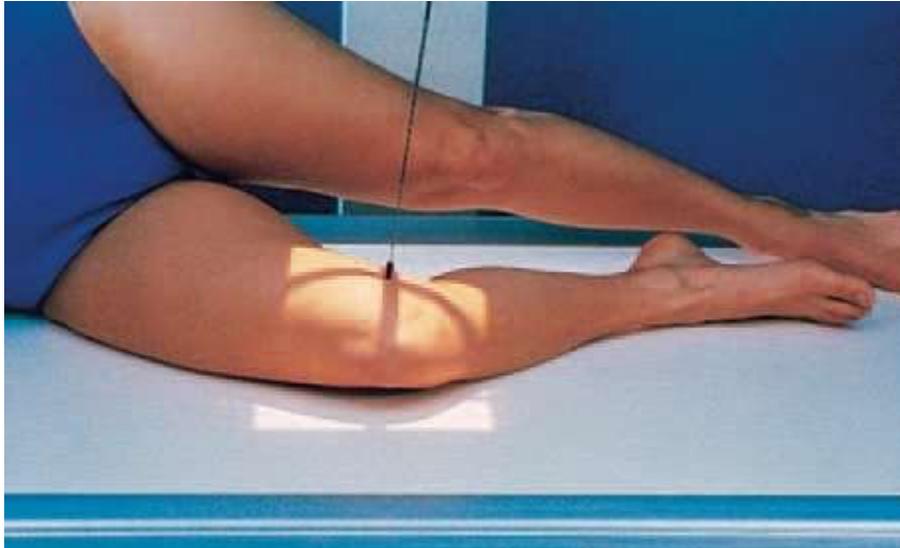
Proyección con rayo horizontal

El paciente permanece en la camilla/cama, con la extremidad suavemente levantada y apoyada sobre almohadillas. Si es posible, la pierna puede rotarse ligeramente para centralizar la rótula entre los cóndilos femorales. La película se apoya verticalmente contra la cara medial de la rodilla. El centro del RI está nivelado con el borde superior del cóndilo tibial (Ilustración 220) (227).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 219. Proyección lateral de la rodilla que muestra una angulación cefálica de 5 ° del rayo central ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Ilustración 220. Proyección lateral de la rodilla con haz horizontal ⁽²²⁷⁾.

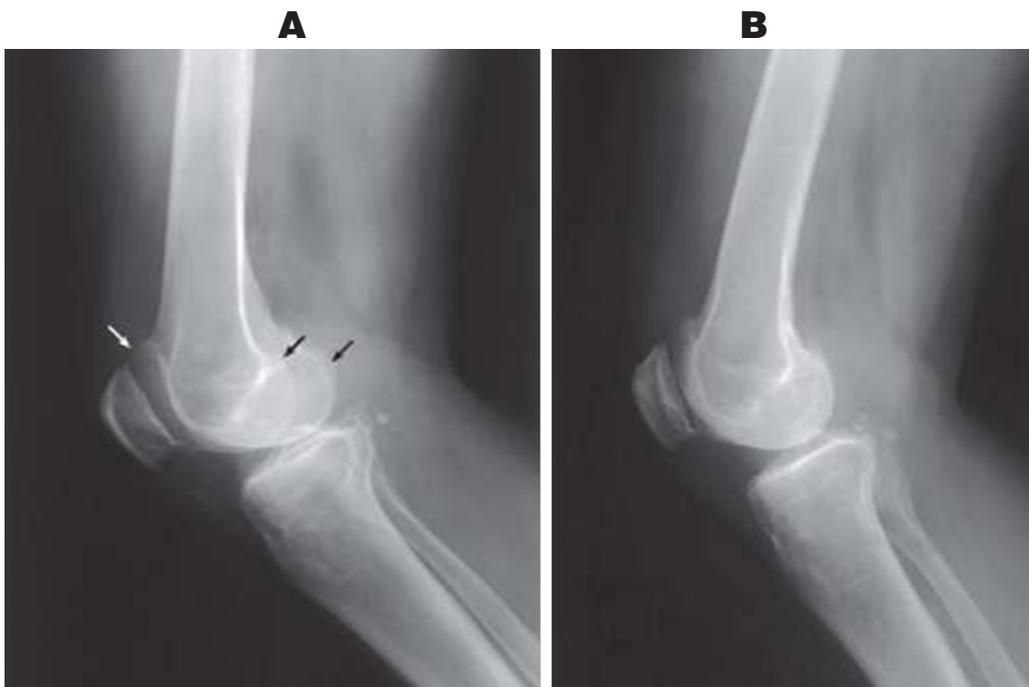


Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Criterios de evaluación

Se muestra la parte distal del fémur, la proximal de la tibia y del peroné, y la rótula en perfil lateral. La rótula debe sobresalir del fémur. Los cóndilos femorales deben superponerse. La articulación tibioperonea proximal no es claramente visible. Deben estar abiertas las articulaciones femororrotuliana y de la rodilla (Ilustración 221) (233).

Ilustración 221. A) Una proyección lateral de la rodilla mal colocada. Obsérvese que los cóndilos no se superponen entre sí (flechas negras) y que la articulación femoropatelar aparece cerrada. **B)** El mismo paciente de A tras una colocación correcta. Los cóndilos se superponen y la articulación femoropatelar aparece abierta (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010



Proyección AP bilateral de rodilla en carga

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (223):

- El tamaño del chasis es de 35×43cm, dividido horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 70 ± 5 kV.
- El rayo central se centra al punto medio entre los bordes superiores palpables de los cóndilos tibiales.

Posición

El paciente está en bipedestación, sobre un peldaño o banqueta, para colocarle lo suficientemente elevado para un tubo horizontal del haz de rayos X. El peso del paciente se distribuye por igual. La rodilla se rota de modo que la rótula se encuentre igualmente entre los cóndilos femorales. La extremidad se rota ligeramente en sentido medial para compensar la oblicuidad del haz cuando el rayo central se centra a mitad de camino entre las rodillas. El centro del RI está nivelado con los bordes superiores palpables de los cóndilos tibiales (Ilustración 222) (227).

Ilustración 222. AP bilateral en carga. Rayo central perpendicular al receptor de imagen ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar bilateralmente el fémur distal, la tibia proximal, el peroné proximal y los espacios articulares femorotibiales (Ilustración 223) ⁽²²⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 223. Proyección AP bilateral de las rodillas en carga ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Proyección PA axial bilateral de rodilla en carga (método de Rosenberg)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (223):

- El tamaño del chasis es de 35×43cm, dividido horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 70 ± 5 kV.
- El rayo central a 10° se dirige caudalmente a la porción media de las articulaciones de las rodillas, a 1,25cm por debajo del vértice de la patela.

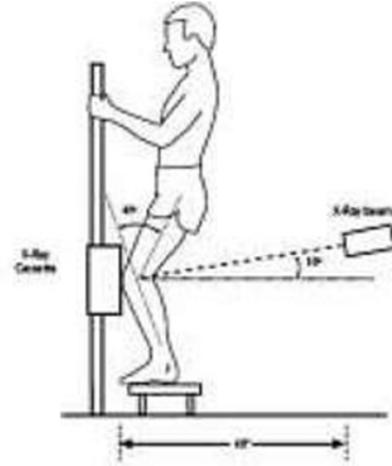
Posición

Se indica al paciente estar en bipedestación, con la parte anterior de las rodillas recostada en el centro de un dispositivo de rejilla vertical. Se centra el RI a un nivel 1,3 cm por debajo de los vértices de las patelas. El paciente debe sujetarse de los bordes del dispositivo de rejilla y flexionar las rodillas con el objetivo de situar los fémures en un ángulo de 45° (Ilustración 224) (236).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 224. Técnica para la toma de la proyección de Rosenberg. La patela apoyada en la placade Rx. La rodilla se lleva hasta 45 grados de flexión y el haz de rayos X se posiciona a nivel del polo inferior de la patela, con 10° de angulación hacia caudal ⁽²⁴⁰⁾.



Fuente: Fontboté R, et al. (2008). Proyección de Rosenberg en la evaluación radiológica de la artrosis de rodilla. *Revista Médica de Chile*, 136 (7), 880-884. doi:10.4067/S0034-98872008000700009

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar bilateral o unilateralmente el fémur distal, la tibia proximal, el peroné proximal, los espacios articulares femorotibiales y la fosa intercondílea (Ilustración 225) ⁽²³⁶⁾.

Ilustración 225. PA axial de ambas rodillas en carga. Método de Rosenberg ⁽²²³⁾.



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018

Fosa intercondílea

Proyección PA axial. Vista en túnel

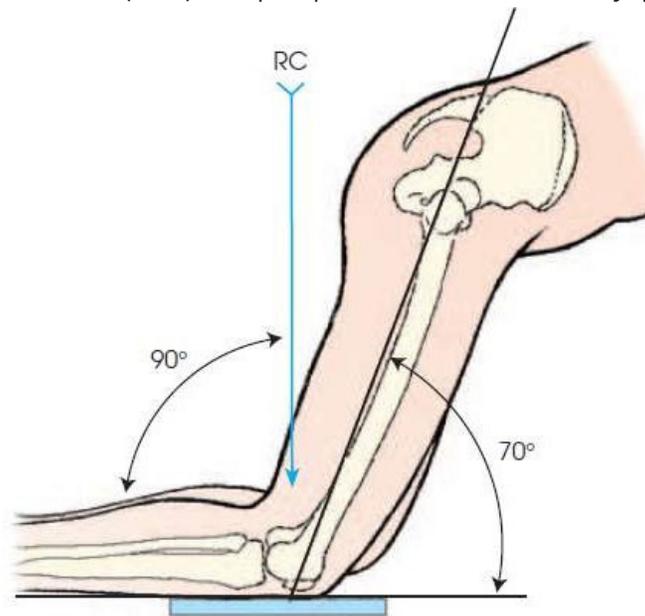
1. Método de Holmblad

Técnicas de obtención de imagen.

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (234):

- El tamaño del chasis es de 18x24cm, dividido horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 75 ± 5 kV.
- En las tres posiciones del método de Holmblad, el rayo central se dirige perpendicularmente a la parte inferior de la pierna, penetrando por el puntocentral del RI (Ilustración 226).

Ilustración 226. Relaciones de alineación para cualquiera de las tres aproximaciones a la fosa intercondílea: método de Holmblad. Obsérvese que el rayo central (RC) es perpendicular a tibia y peroné (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Posición

Luego de valorar la seguridad del paciente, se puede colocar en una de las siguientes posiciones (238):

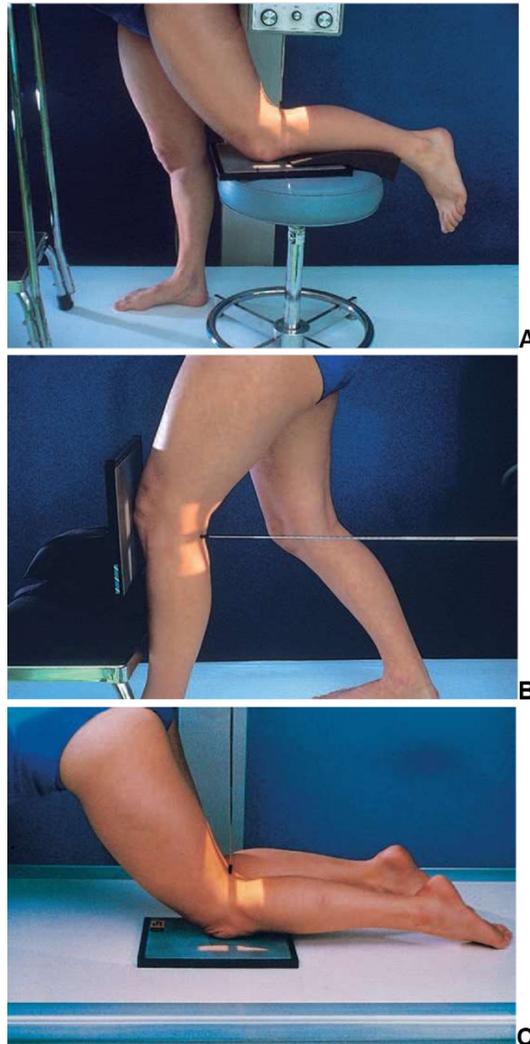
- **Método 1:** paciente de pie con la rodilla afectada flexionada y apoyada sobre un taburete al lado de la mesa de Rx (Ilustración 227.A).
- **Método 2:** coloque al paciente en una proyección PA contra el RI vertical, con la articulación de la rodilla centrada en el RI (Ilustración 227.B).
- **Método 3:** el paciente se arrodilla sobre la mesa, apoyándose sobre manos y rodillas, con la articulación de la rodilla afectada centrada en el RI (Ilustración 227.C).
- En todas se flexiona la cadera y la rodilla, hasta que el fémur forme un ángulo de 60 a 70° con el soporte de RI vertical o la mesa (rayo central a 20-30°).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 227. A) Proyección PA axial de la fosa intercondílea, en posición vertical con la rodilla sobre un taburete. **B)** Proyección PA axial de la fosa intercondílea, en bipedestación y utilizando un rayo central horizontal. **C)** Proyección PA axial de la fosa intercondílea, en posición de rodillas sobre la mesa radiográfica: método de Holmblad original (236).

ABC



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Criterios de evaluación

Se observa la meseta tibial, eminencia intercondílea y tubérculos. También incluye la superficie proximal de la fosa intercondílea. El vértice rotuliano se muestra proximal a la fosa intercondílea. El espacio de la articulación de la rodilla está abierto (Ilustración 228) (238).

Ilustración 228. Proyección PA axial («túnel») de la fosa intercondílea: método de Holmblad ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

2. Método de Camp Coventry
Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (221):

- El tamaño del chasis es de 18x24cm, dividido horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 75 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige perpendicularmente a la parte inferior de la pierna y centrado en la fosa poplítea. Se angula 40-50° cuando la rodilla está flexionada (Ilustración 229.B).

Posición

El paciente se coloca en decúbito prono, con la rodilla flexionada 40-50°, situando un apoyo debajo del tobillo. Se ajusta la pierna para que la rodilla no muestre rotación medial ni lateral (Ilustración 229.A) (221)

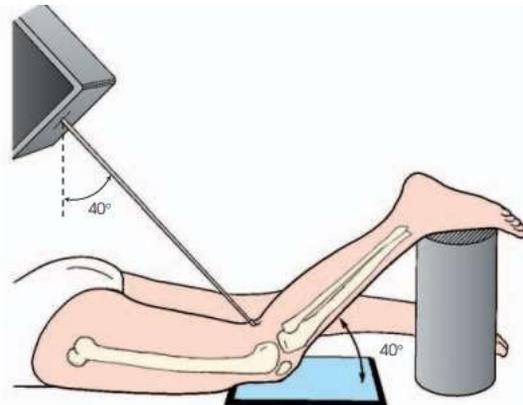
Ilustración 229. A) Proyección PA axial («túnel») de la fosa intercondílea: método de Camp-Coventry.

B) Relaciones de alineación del rayo central en el método de Camp-Coventry (236).

A



B



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, SmithBJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Criterios de evaluación

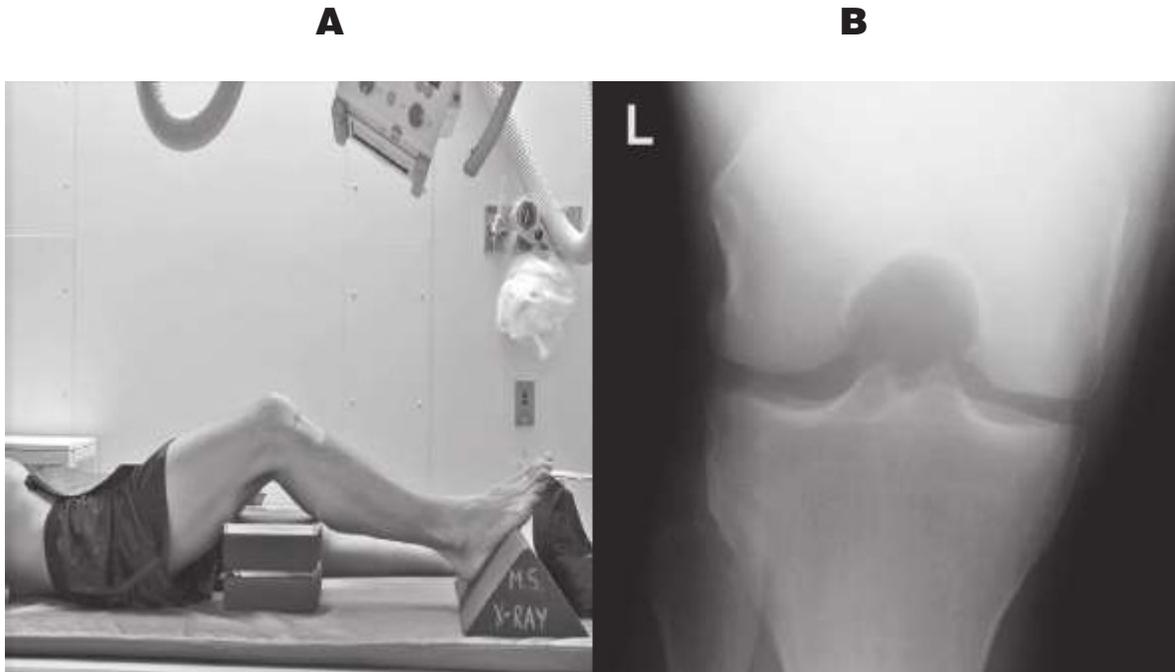
Debe mostrarse la fosa intercondílea sin rotula proyectada, las superficies articulares(mesetas tibiales), superficie posteroinferior de los condilos femorales y el espacio articular de la rodilla. Ausencia de rotación, lo que se evidencia como una ligera superposición tibioperonea (Ilustración 230) (234).

Ilustración 230. Flexión de la rodilla a 50: método de Camp-Coventry (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Ilustración 231. **A)** Colocación adecuada del paciente para proyección AP axial de rodilla (método Béclere). **B)** Proyección AP axial de rodilla. Flexión y ángulo rayo central de 40° (238).



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Criterios de evaluación

Esta proyección deja claramente mostrado la fosa intercondílea abierta, superficie posteroinferior de los cóndilos femorales, eminencia intercondílea y el espacio articular de la rodilla. Se visualiza el vértice de la rótula no superpuesto a la fosa. Ausencia de rotación, lo que se evidencia como una ligera superposición tibioperonea (222).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Rótula

Proyección PA

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (229):

- El tamaño del chasis es de 18x24cm, dividido horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 75 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige al punto medio entre los bordes superiores de los cóndilos tibiales a nivel de la fosa poplíteica, con el rayo central a 90^{a} del ejemayor de la tibia.

Posición

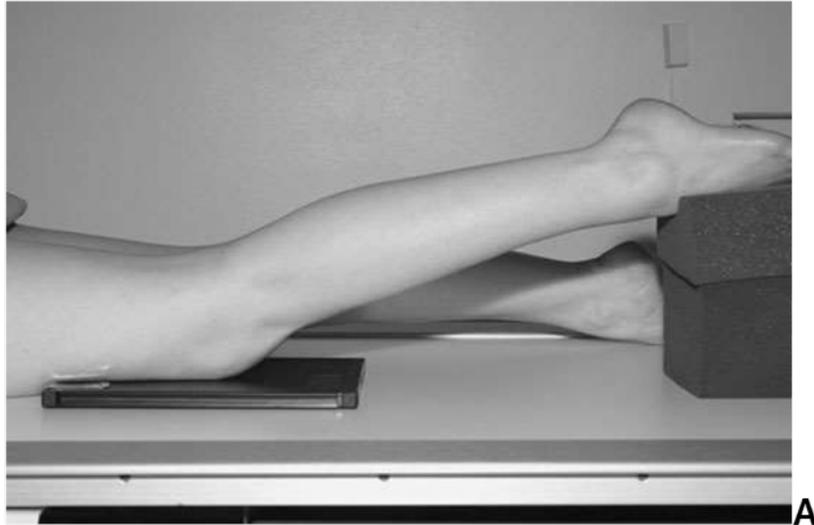
El paciente se acuesta en decúbito prono sobre la mesa, con la rodilla ligeramente flexionada. Se colocan almohadillas de espuma debajo del tobillo y el muslo para brindar apoyo. La extremidad se gira para centralizar la rótula. El centro del RI está al nivel del pliegue de la rodilla (Ilustración 232.A) (226).

Criterios de evaluación

Se debe visualizar la rótula y cóndilos femorales anteriores. La rótula se muestra completamente superpuesta al fémur. Ausencia de rotación (Ilustración 232.B y C) (238).

Ilustración 232. **A)** Técnica utilizada para una proyección PA de rótula. **B)** Radiografía posteroanterior de rótula normal. **C)** Radiografía de rótula que muestra fractura transversal ⁽²²⁷⁾.

A



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londrés, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral-mediolateral Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen son las siguientes (221):

- El tamaño del chasis es de 18x24cm, dividido horizontalmente.
- DFP: 100cm (1m)
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 70 ± 6 kV.
- El rayo central dirigido al punto medio de la rótula o espacio de la articulación femororrotuliana.

Posición

Paciente se coloca en decúbito lateral (sobre el lado afectado), con la rodilla y la pierna del otro lado hacia atrás para evitar una rotación excesiva. Se debe centrar el RI con la zona central de la rótula, asegurando que se incluya el aérea de la articulación femororrotuliana (Ilustración 233.A) (223).

Nota. Ante la sospecha de una fractura rotuliana, el paciente debe flexionar la rodilla únicamente $5-10^\circ$ para evitar la separación de fragmentos fracturados (229).

Criterios de evaluación

Esta proyección debe visualizar la rótula de perfil con el espacio articular femororrotuliano despejado. Al igual que la articulación de la rodilla (articulación femororrotuliana y la articulación femorotibial (Ilustración 233.B) (226).

Ilustración 233. **A)** Técnica utilizada para la proyección lateral de la rótula. **B)** Radiografía lateral de rótula, proyección mediolateral ⁽²³⁶⁾.

A



B



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Proyecciones tangenciales (axial o de la salida del sol/ línea del horizonte

Método bilateral de Merchant

Técnicas de obtención de imagen.

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (222):

- El tamaño del chasis es de 24x30 cm dividida transversalmente.
- DFP: 120 -180 cm
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 65 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige en sentido perpendicular al RI, formando un ángulo de 30° con respecto a los fémures. Ajustar el ángulo del rayo central, si es necesario, para una proyección tangencial verdadera de los espacios articulares femororotulianos. Se debe direccionar el rayo central a un punto medio entre las rotulas.

Posición

Coloque al paciente en posición supina, con las rodillas flexionadas 40° sobre el extremo de la mesa, descansando las rodillas y la parte inferior de las piernas sobre un dispositivo ajustable de soporte del RI. Es preciso la comodidad del paciente, para la relajación del músculo cuádriceps, se puede colocar una almohadilla de espuma bajo la cabeza o espalda (241).

Colocar el dispositivo de "visualización axial" debajo de las rodillas para elevar la región femoral distal. Asegure las piernas en esta posición, envolviendo las pantorrillas del paciente con las correas de velcro del dispositivo de visualización axial. Colocar el RI de perfil contra las piernas, unos 30 cm por debajo de las rodillas, perpendicular al haz de rayos X. Rotar internamente las piernas hasta que los epicóndilos femorales estén alineados paralelo con el RI (Ilustración 234) (238).



Ilustración 234. A) Proyección tangencial de la rótula y la articulación femoropatelar: método de Merchant. Obsérvese la utilización del dispositivo de “visualización axial”. **B)** Soporte del RI sobre la parte superior de la mesa. Obsérvese cómo se utiliza la sombra de las rodillas para centrar la rótula en el RI ⁽²³⁶⁾.

A

B



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

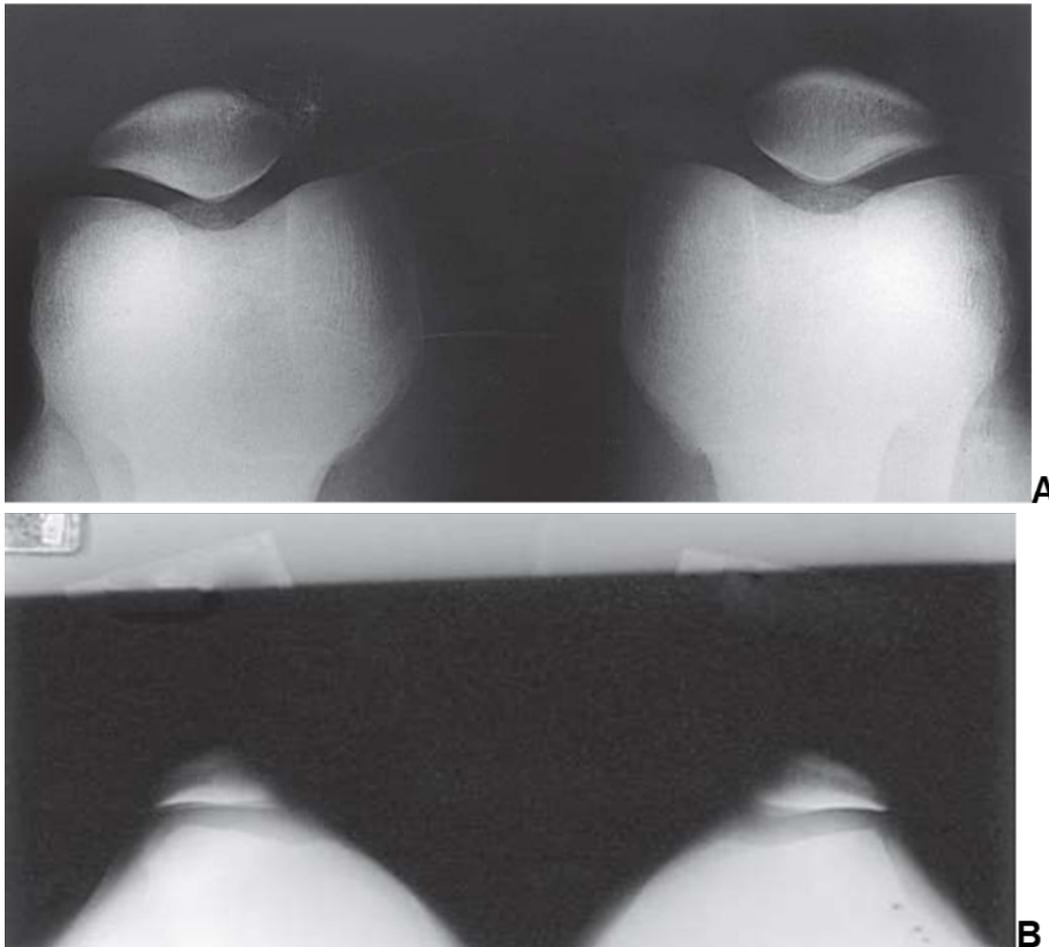
Criterios de evaluación

Se debe mostrar las rótulas, cóndilos femorales anteriores y surcos intercondíleos. El cóndilo femoral lateral muestra un poco más de altura que el cóndilo medial. Los espacios de la articulación femorrotuliana están abiertos, sin superposición de las rótulas o tuberosidades tibiales (Ilustración 235) ⁽²³⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 235. A) Radiografía tangencial normal de unas articulaciones femoropatelares congruentes que muestran las rótulas bien centradas y con un patrón trabecular normal. B) Radiografía tangencial anormal en la que se aprecia un surco intercondíleo poco profundo, unas rótulas mal configuradas y subluxadas en sentido lateral y unas articulaciones femoropatelares incongruentes (la izquierda peor que la derecha) ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010



Otras proyecciones tangenciales

Existen otros métodos utilizados para lograr una proyección tangencial de rótula: proyección inferosuperior, método de Hughston, método de Settegast y el método tangencial en sedestación. Los factores técnicos usados para la obtención de imágenes de estas proyecciones se describen a continuación (227):

- El tamaño del chasis es de 24×30 o 18×24 cm.
- DFP: 100-120 cm.
- Tamaño del foco: fino
- Valores de exposición: 65±5 kV.

1. Proyección inferosuperior

Rayo central

El tubo de rayos X se baja. Evitando los pies, el rayo central se dirige cranealmente para pasar a través del vértice de la rótula paralelo al eje longitudinal. El haz debe estar estrechamente colimado con la rótula y los cóndilos femorales para limitar la radiación dispersa al tronco y la cabeza (224).

Posición

El paciente se sienta en la mesa de rayos X, con la rodilla flexionada entre 30 - 45° y apoyada sobre una almohadilla colocada debajo de la rodilla. El paciente sujeta un casete contra el fémur distal anterior y lo sostiene con sacos de arena y cinta adhesiva u otros métodos para estabilizar el RI en esta posición, que descansa sobre la cara anterior del muslo. Se usa un delantal de goma de plomo como protección, con protección adicional de goma de plomo colocada sobre las gónadas (Ilustración 236) (233).

Nota. La principal ventaja de este método es una posición relativamente cómoda para el paciente, y puede lograrse una relajación total con una flexión de rodilla de 40 a 45° si se coloca un apoyo de tamaño adecuado debajo de las rodillas. Si el paciente no puede colaborar plenamente-

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

te, la única desventaja, será el problema de sostener o apoyar el RI en esta posición (227)

Ilustración 236. Proyección inferosuperior a 40-45° de flexión de las rodillas (227).



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

2. Método de Hughston

Rayo central

El rayo central se dirige a la parte media del espacio de la articulación femorrotuliana y mantiene una angulación de 45° en dirección cefálica al eje longitudinal de la pierna (223).

Posición

El paciente se coloca en decúbito prono con el pie apoyado sobre la mesa de rayos X. El cuerpo no debe estar rotado. El RI se coloca de-

.....

bajo la rodilla afectada y se flexiona lentamente de forma que la tibia y el peroné formen un ángulo de 50 a 60 ° con la mesa. El paciente debe sostener su pie con una gasa o dejarlo descansar contra el colimador u otro apoyo (Ilustración 237) (222).

Nota. Es una posición relativamente cómoda para el paciente, pudiendo lograr la relajación del músculo cuádriceps. La primordial desventaja es la posición en prono, difícil de soportar para algunos pacientes (227).

Ilustración 237. Proyección tangencial de la rótula y la articulación femoropatelar: método de Hughston (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010



3. Método de Settegast

Rayo central

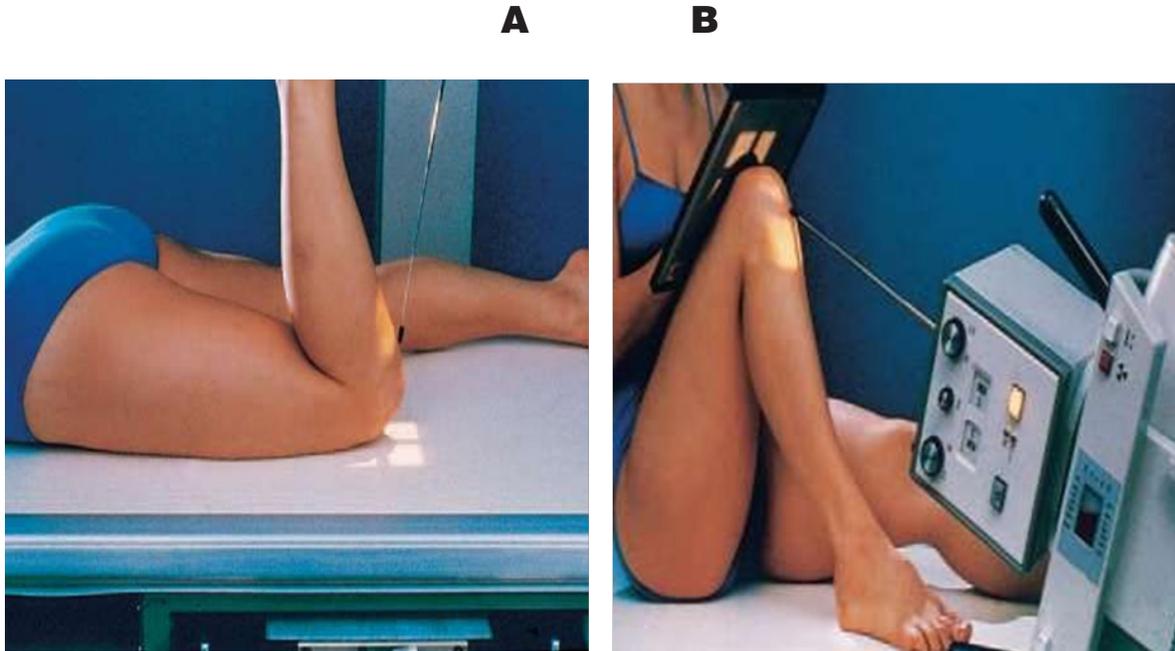
El rayo central se direcciona tangencialmente al espacio de la articulación femorrotuliana, se inclina aproximadamente 15° hacia la rodilla, evitando los dedos de los pies (229).

Posición.

El paciente se acuesta en decúbito prono sobre la mesa de rayos X, con el casete colocado debajo de la articulación de la rodilla y la rodilla flexionada 90° . Un vendaje colocado alrededor del tobillo y atado a un soporte vertical o sostenido por el paciente puede evitar movimientos innecesarios. Por otra parte, también se emplea una variante de este método, donde el paciente se encuentra en sedestación sobre la mesa, y se debe asegurar en posición el RI (Ilustración 238) (226).

Nota. La principal desventaja de este método es que la flexión aguda de la rodilla impide la relajación del cuádriceps y arrastra la rótula al surco intercondíleo, por consiguiente, provoca una disminución del valor diagnóstico de esta proyección (223).

Ilustración 238. **A)** Método de Settegast en decúbito prono: flexión de la rodilla a 90°. **B)** Variación de Settegast en sedestación: flexión de la rodilla a 90° (236).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010.

4. Método tangencial en sedestación superoinferior: Modificación de Hobbs

Rayo central

El rayo central se dirige a la cara posterior del borde proximal de la rótula. El rayo central debe ser paralelo al eje longitudinal de la rótula. El haz se colima a la rótula y los cóndilos femorales (223).

Posición

El paciente debe estar sentado en una silla, con las rodillas flexionadas con los pies situados ligeramente debajo de la silla. Demasiada flexión reduce el espacio femorrotuliano. Sentar al paciente sobre un cojín ayuda a conseguir la posición óptima. El RI se apoya horizontalmente

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

.....
sobre un taburete al nivel del borde de la tuberosidad tibial inferior (Ilustración 239) (222).

Nota. Esta proyección tiene la ventaja de que el haz de radiación no se dirige hacia las gónadas, y que se puede explorar al paciente mientras está sentado en una silla. La principal desventaja es que se necesita la flexión aguda de las rodillas. Una flexión insuficiente hará que la tuberosidad tibial eclipse la articulación femorrotuliana. Demasiada flexión hará que la rótula se desplace sobre el cóndilo femoral lateral (227).

Ilustración 239. Método axial en sedestación superoinferior: modificación de Hobbs (227).



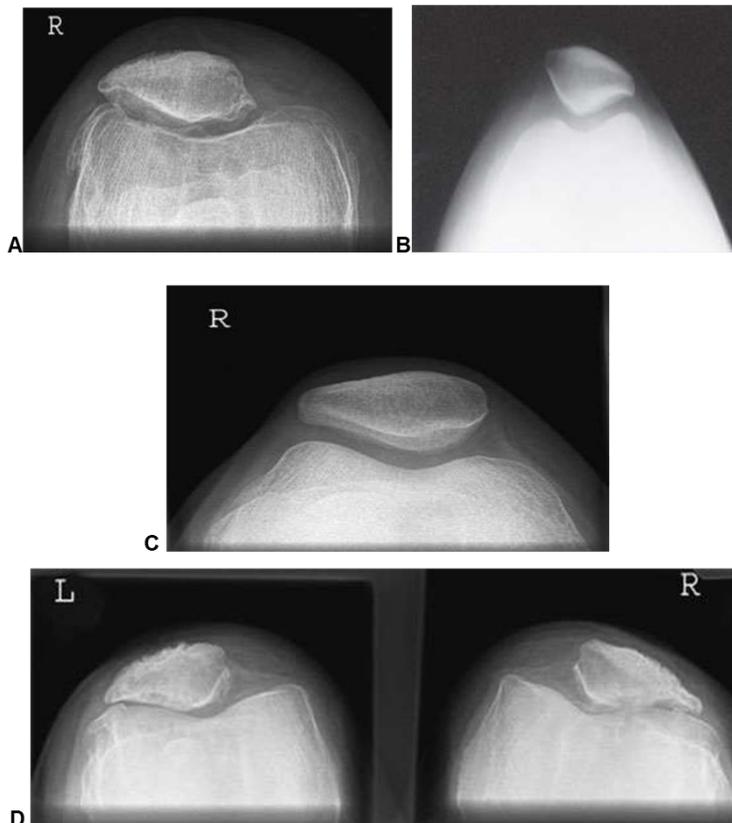
Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Criterios de evaluación

En todos estos métodos tangenciales se debe visualizar la rótula de perfil, también la articulación femoropatelar abierta, las superficies de los cóndilos femorales, y las partes blandas de la articulación femoropatelar (Ilustración 240) (229, 236).

Ilustración 240. A) Proyección inferosuperior convencional que muestra osteofitosis que afecta a la articulación femorrotuliana. **B)** Proyección tangencial: método de Hughston. **C)** Proyección tangencial: método de Settegast. **D)** Proyecciones supero-inferiores que muestran cambios degenerativos avanzados pero las rodillas se han flexionado demasiado, dando la apariencia de subluxación lateral de la rótula (227).

C



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.



Fémur

Proyección AP. Parte media y distal

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (229):

- El tamaño del chasis es de 35 x 43 cm dividida longitudinalmente
- DFP: 100 cm (1m)
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 75 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige al tercio medio del muslo.

Posición

El paciente se acuesta en decúbito supino sobre la mesa radiográfica, con ambas piernas extendidas. Rotar internamente la pierna hasta que los epicóndilos femorales estén alineados paralelamente con el RI. El RI se coloca en la bandeja Bucky inmediatamente debajo de la extremidad, junto a la cara posterior del muslo para incluir las articulaciones de la cadera y la rodilla (Ilustración). Alternativamente, el RI se coloca directamente debajo de la extremidad, contra la cara posterior del muslo para incluir la articulación de la rodilla (Ilustración 241) (238).

Ilustración 241. Posicionamiento adecuado del paciente para la proyección AP medial y distal de fémur. **A)** Receptor de imagen en la bandeja Bucky. **B)** Receptor de imagen directamente debajo de la extremidad (227).

A



B



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Criterios de evaluación

Esta proyección debe visualizar los dos tercios distales del fémur, incluida la articulación de la rodilla. Los epicóndilos femorales están en perfil. El espacio articular de la rodilla no aparece plenamente abierto. Los cóndilos femorales son de forma simétrica (Ilustración 242) (233).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 242. Radiografía AP parte media y distal del fémur ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Nota. En casos de sospecha de fractura, no se debe rotar la extremidad. Si ambas articulaciones no están incluidas en una película, entonces se debe tomar una sola proyección AP de la articulación distal al sitio de la fractura. Esto asegura que no se pase por alto ninguna fractura y permite evaluar cualquier rotación en el lugar de la fractura ⁽²³⁴⁾.

Proyección lateral (parte media y distal)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (221):

- El tamaño del chasis es de 35x43 cm dividida longitudinalmente
- DFP: 100 cm (1m)
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 75 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige perpendicularmente al fémur, al punto medio del RI.

Posición

Decúbito lateral

Paciente en decúbito lateral, gira hacia el lado afectado y la rodilla está ligeramente flexionada (45°). La pelvis se gira hacia atrás para separar los muslos. Luego se ajusta la posición de la extremidad para superponer verticalmente los cóndilos femorales. Las almohadillas se utilizan para sostener la extremidad opuesta detrás de la que se está examinando. El RI se coloca en la bandeja Bucky debajo de la cara lateral del muslo para incluir la articulación de la rodilla y la mayor parte posible del fémur. Alternativamente, se necesita un segundo RI para incluir el fémur proximal y la cadera en un adulto (Ilustración 243.A) (234).

Proyección lateromedial de traumatismo

El paciente permanece en la camilla/cama. Si es posible, la pierna puede rotarse ligeramente para centralizar la rótula entre los cóndilos femorales. El RI se apoya verticalmente contra la cara lateral del muslo, con el borde inferior del RI nivelado con el borde superior del cóndilo tibial. Se debe colocar un soporte bajo la extremidad afectada y la rodilla, y apoyar el pie y el tobillo en posición AP verdadera (Ilustración 243.B) (227).

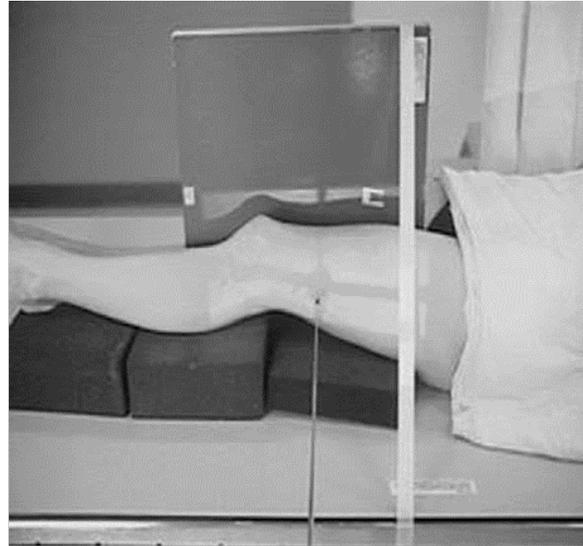
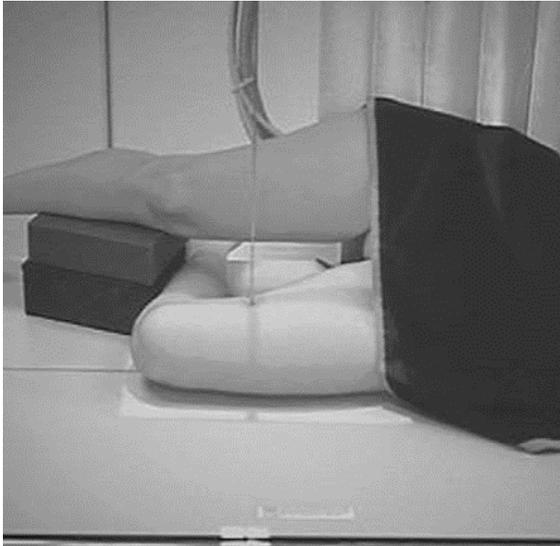
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 243. **A)** proyección mediolateral de la parte media y distal del fémur. **B)** Proyección lateromedial con traumatismo ⁽²²³⁾.

A

B



Fuente: Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018

Criterios de evaluación

Se muestra los dos tercios distales del fémur distal, incluida la articulación de la rodilla. Los cóndilos medial y lateral alineados. Cabeza del peroné ligeramente superpuesta a la tibia. La rótula de perfil (Ilustración 244) ⁽²³³⁾.



Ilustración 244. Radiografía lateral de fémur, incluyendo la articulación de la rodilla. Parte media y distal del fémur ⁽²³⁷⁾.



Fuente: Azpeitia F, Puig J, Soler R. Manual para técnico superior en imagen para el diagnóstico y medicina nuclear. Bogotá DC, Colombia: Panamericana Editorial Ltda; 2021.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral (parte media y proximal)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (229):

- El tamaño del chasis es de 35x43cm o 18x43cm dividida longitudinalmente.
- DFP: 105-115cm.
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 75 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige perpendicularmente al fémur, al punto medio del RI.

Posición

Coloque al paciente en decúbito lateral, con el lado afectado abajo. Flexionar la rodilla afectada 45° , alineando el fémur con la línea media de la mesa radiográfica. La extremidad no afectada se coloca detrás para evitar una rotación excesiva (Ilustración 245.A) (229).

Criterios de evaluación

Se debe visualizar la mitad proximal o los dos tercios proximales del fémur, incluida la articulación de la cadera. El trocánter menor está de perfil medialmente. El cuello y la cabeza femorales se superponen sobre el mayor trocánter. El cuello femoral se muestra de punta (Ilustración 245.B) (236).

Ilustración 245. A) Posicionamiento adecuado del paciente para proyección lateral de fémur proximal. **B)** Radiografía lateral de fémur. Parte media y proximal del fémur (238).

A



B



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Pelvis

Proyección AP (Bilateral de Caderas)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (237):

- El tamaño del chasis es de 35x43cm dividida horizontalmente.
- DFP: 105-115cm.
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: $80\pm 5\text{kV}$ o $90\pm 5\text{kV}$.
- El rayo central se coloca perpendicularmente al RI, dirigido a un punto medio entre el nivel de la espina iliaca anterosuperior (EIAS) y la sínfisis del pubis. Se encuentra a unos 5 cm por debajo del nivel de la EIAS. El centro del RI se coloca al nivel del borde superior de la sínfisis del pubis para las caderas y los fémures superiores.

Posición

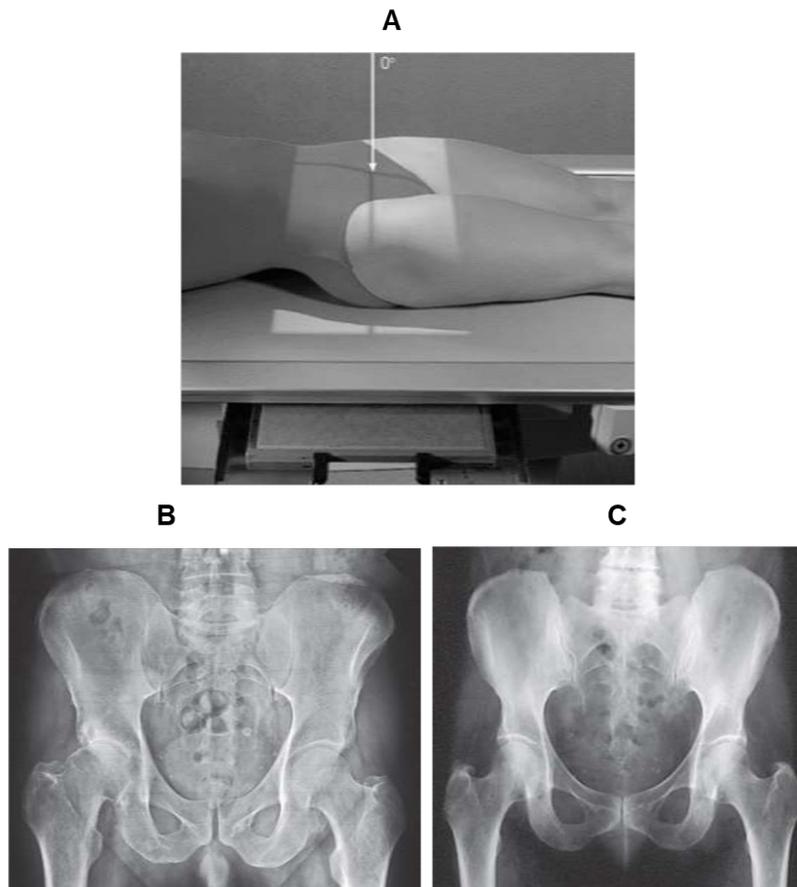
El paciente se acuesta en decúbito supino y simétrico sobre la mesa de rayos X, con el plano sagital medio perpendicular a la mesa. La línea media del paciente debe coincidir con el haz central y el mecanismo Bucky de la mesa. Si el paciente permanece en una camilla, lo ideal es colocarlo en la línea media y ajustarlo para conseguir una proyección óptima en función de su grado de movilidad (222).

Para evitar la rotación pélvica, las espinas ilíacas anterosuperiores deben estar equidistantes de la mesa. Se puede usar una almohadilla no opaca debajo de los glúteos para nivelar la pelvis. Las extremidades se abducen ligeramente y se rotan internamente para que los cuellos femorales queden paralelos al casete. Se colocan sacos de arena y almohadillas contra la región del tobillo para ayudar a mantener esta posición (Ilustración 246.A) (229).

Criterios de evaluación

Se debe mostrar en su totalidad la pelvis, conjuntamente con la parte proximal de los fémures. Los trocánteres menores, si se ven, apreciables en el borde medial de los fémures. Los cuellos femorales en su extensión completa sin superposiciones (Ilustración 246 B y C) (238).

Ilustración 246. A) Posicionamiento adecuado del paciente para proyección AP de pelvis. **B)** .



Proyección AP de la pelvis masculina. **C)** Proyección AP de la pelvis femenina (227).

Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Proyección AP bilateral: en anca de rana **Técnicas de obtención de imagen**

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (237):

- El tamaño del chasis es de 35x43cm dividida horizontalmente.
- DFP: 105-115cm.
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: $80\pm 5\text{kV}$ o $90\pm 5\text{kV}$.
- El rayo central se direcciona perpendicular al RI y se dirige al centro de la línea imaginaria que une entre ambos cuellos femorales.

Posición

El paciente se acuesta en decúbito supino sobre la mesa de rayos X, con las espinas ilíacas anterosuperiores equidistantes de la mesa para evitar la rotación de la pelvis. El plano sagital mediano es perpendicular a la mesa y coincide con el centro del mecanismo Bucky de la mesa. Las caderas y las rodillas están flexionadas y las extremidades rotadas lateralmente unos $40-45^\circ$. Este movimiento separa las rodillas y pone en contacto la cara plantar de los pies. Las extremidades se apoyan en esta posición mediante almohadillas. El casete se centra al nivel del pulso femoral para incluir ambas articulaciones de la cadera (Ilustración 247.A) (227, 241).

Criterios de evaluación

Debe visualizarse claramente la totalidad de la articulación de la cadera, incluyendo la parte proximal del fémur (cabezas y cuellos femorales), el acetábulo y las áreas trocántereas. Los agujeros del obturador están abiertos y son uniformes en tamaño y forma. Las alas ilíacas son simétricas (Ilustración 247.B) (229, 236).

Ilustración 247. **A)** Posicionamiento adecuado del paciente para proyección bilateral “en anca derana” de pelvis. Fémures en abducción a 40-45°. **B)** . Radiografía bilateral en “anca de rana” de pelvis ⁽²³⁸⁾.

A



B



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección AP axial del estrecho inferior: huesos pélvicos anteriores (método de Taylor)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (241):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm dividida horizontalmente.
- DFP: 100 cm.
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 80 ± 5 kV.
- El rayo central se debe dirigir cranealmente y centrado en un punto 5 cm distal al borde superior de la sínfisis del pubis; en hombres a 20-35°, y en mujeres a 30-45°.

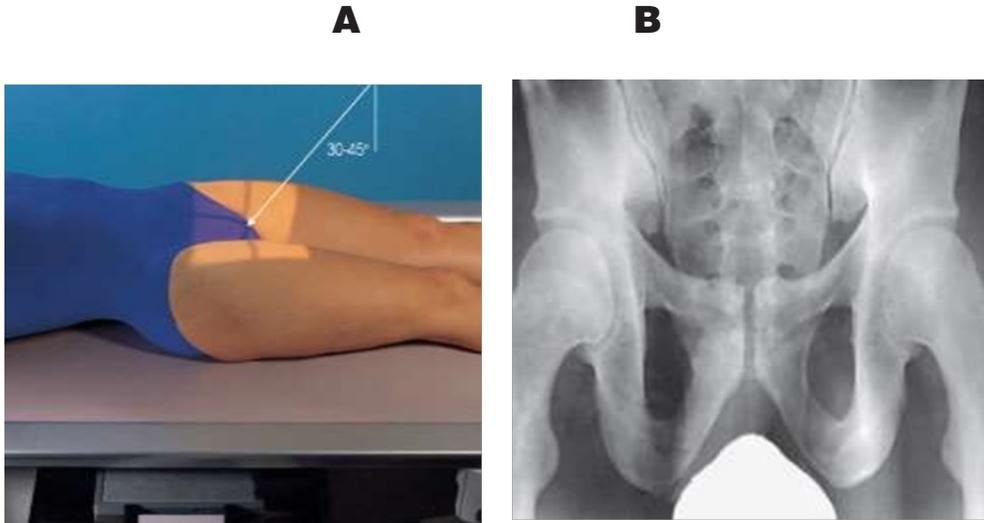
Posición

Paciente en decúbito supino con las extremidades extendidas sobre la mesa radiográfica. Se centra el cuerpo del paciente en un plano medio sagital sobre la línea media de la rejilla. Asegurarse que no hay rotación de la pelvis. Flexionar ligeramente las rodillas y se coloca un soporte bajo las mismas si el paciente se encuentra incomodo. Centrar el RI con el rayo central (Ilustración 248.A) (223).

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar bien las ramas superior e inferior del pubis y el cuerpo y el ramo del isquion, con una mínima reducción o superposición. Los agujeros obturadores son simétricos (Ilustración 248.B) (234).

Ilustración 248. **A)** Técnica AP axial de huesos pélvicos: método de Taylor. **B)** Radiografía AP axial del estrecho inferior, pelvis masculina: método de Taylor ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, SmithBJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección AP axial del estrecho superior: huesos pélvicos anteriores (método de Bridgeman)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (241):

- El tamaño del chasis es de 35x43 cm.
- DFP: 100 cm
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 80 ± 5 kV.
- El rayo central se debe angular caudalmente a 40° . Y dirigirlo a un punto decentral en el nivel de la EIAS, tanto en hombre como en mujeres.

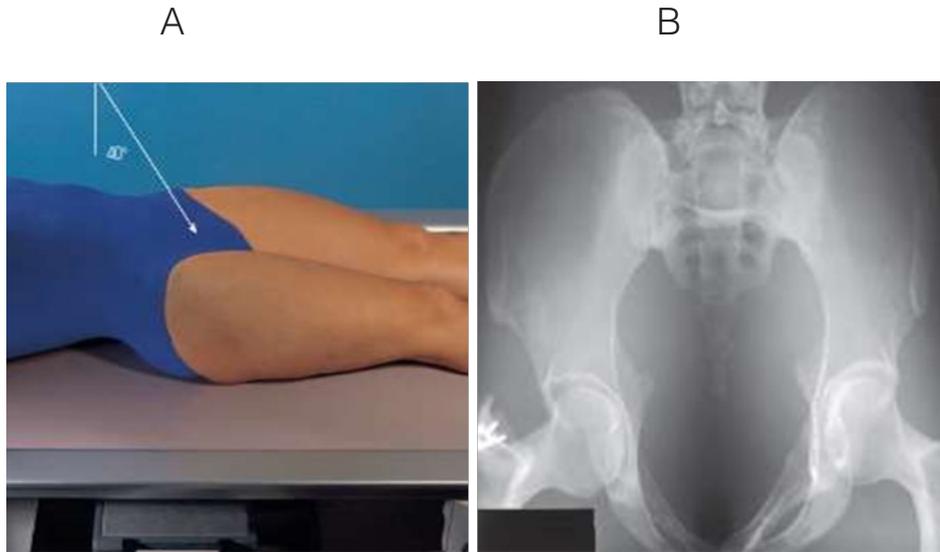
Posición

Paciente en decúbito supino con las extremidades extendidas sobre la mesa radiográfica. Se centra el cuerpo del paciente en un plano medio-sagital sobre la línea media de la mesa y/o el RI. Asegurarse que no hay rotación de la pelvis. Con el RI dentro de la bandeja del Bucky, se centra ésta a la altura de los trocánteres mayores (Ilustración 249.A) (227).

Criterios de evaluación

Esta proyección axial muestra claramente el anillo pélvico o el estrecho superior en su totalidad, rotación, Las espinas isquiáticas se muestran plenamente, y son iguales en tamaño y forma. El pubis y las espinas isquiáticas simétricos (Ilustración 249.B) (234).

Ilustración 249. **A)** Técnica AP axial de huesos pélvicos: método de Bridgeman **B)** Radiografía AP axial del estrecho superior método de Bridgeman ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010



Ilustración 250. A) Proyección oblicua posterior derecha (proyección alar). Centrada para el acetábulo derecho (costado de abajo). **B)** Proyección oblicua posterior izquierda (proyección obturatriz). Centrada para el acetábulo izquierdo (costado de arriba) ⁽²³⁰⁾.

A



B



Fuente: Bucholz RW. Fracturas en El adulto - Rockwood & green's - 3 vols. Marban Libros; 2003.

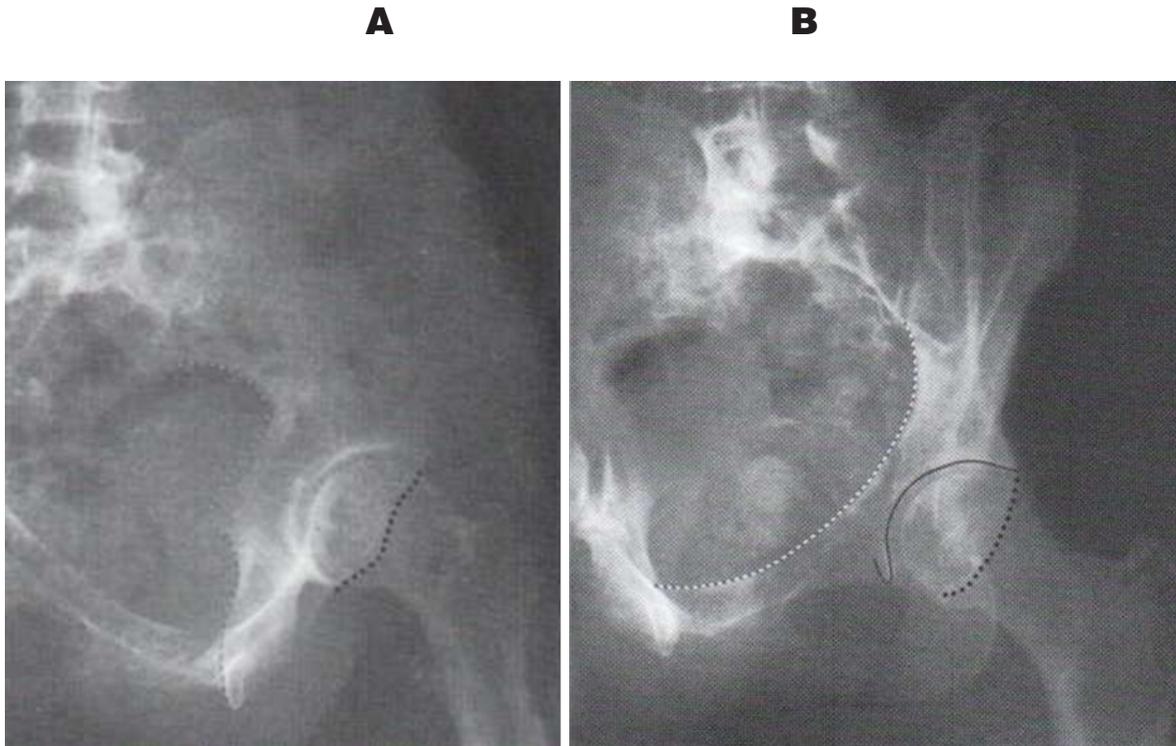
Criterios de evaluación

En la proyección alar, se debe visualizar claramente el borde anterior del acetábulo y la columna ilioisquiática posterior. También se visualiza bien el ala ilíaca. Ante unaproyección obturatriz, se muestran el borde posterior del acetábulo y la columna ilioisquiática anterior. También se visualiza el agujero obturador (Ilustración 251) ⁽²²⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 251. **A)** Radiografía oblicua posterior pelviana. Lado de abajo (borde anterior y columna ilioisquiática posterior). **B)** Radiografía oblicua posterior pelviana. Lado de arriba (borde posterior y columna ilioisquiática anterior) ⁽²³⁰⁾.



Fuente: Bucholz RW. Fracturas en El adulto - Rockwood & green's - 3 vols. Marban Libros; 2003.

Proyección oblicua PA axial de la pelvis. Acetábulo
Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (221):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 70 a 80 kV.
- El rayo central direccionarlo con una angulación cefálica de 12°. Centrar el RI (con el Bucky) con el rayo central.

Posición

Paciente se coloca en semidecúbito prono, con el lado afectado hacia abajo. Rotar el cuerpo 35-45° con la pelvis y el tórax también a 35 a 40° con respecto al tablero de la mesa. Apoyar con una cuña de esponja. se procede a centrar el RI longitudinalmente al rayo central a nivel de la cabeza femoral (Ilustración 252.A) (221).

Criterios de evaluación

Se observa la pared superoposterior del acetábulo, cuando está centrado con el acetábulo del lado inferior (Ilustración 252.B) (233).

Ilustración 252. A) Proyección oblicua axial PA (Teufel): ángulo craneal de 12°. **B)** Radiografía oblicua axial PA del acetábulo (Teufel) (236).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

A



B



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Cadera y fémur proximal
Proyección AP unilateral de cadera
Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (221):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 80 ± 5 kV.
- El rayo central vertical se dirige 2,5 cm distalmente a lo largo de la parte media del cuello femoral. El haz primario debe colimarse en el área que se está examinando y aplicar protección gonadal cuando corresponda.

Posición

El paciente se acuesta en decúbito supino y simétrico sobre la mesa de rayos X, con el plano sagital medio perpendicular a la mesa. Para evitar la rotación pélvica, las espinas ilíacas anterosuperiores deben estar equidistantes de la mesa. La extremidad afectada se rota internamente para que el cuello del fémur quede paralelo a la mesa (Ilustración 253) (222).

Criterios de evaluación

Debe visualizarse el tercio proximal del fémur, junto con el acetábulo y las partes adyacentes del pubis, isquion e ilíaco. La espina isquiática está alineada con el borde pélvico. El sacro y el cóccix son alineado con el sínfisis del pubis. El agujero obturador está abierto. El contraste y la densidad son adecuado para demostrar el glúteo pericapsular, iliopsoas y obturador (Ilustración 254) (233, 238).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 253. Posicionamiento adecuado para proyección AP de cadera ⁽²²⁷⁾.



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

Ilustración 254. Radiografía AP unilateral de cadera ⁽²²⁷⁾.



Fuente: Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londres, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.

.....

Nota. Esta proyección junto con la proyección lateral oblicua se utiliza para comprobar las fijaciones internas después de una fractura. Si se utiliza un mAs demasiado alto, la densidad óptica alrededor del trocánter mayor puede ser demasiado grande para una visualización adecuada, especialmente en pacientes muy delgados. La rotación excesiva de la extremidad internamente traerá el perfil del trocánter mayor. Esta puede ser una proyección complementaria útil para una posible fractura por avulsión de este hueso (238).

Proyección axiolateral inferosuperior (método de Danelius-miller)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (229):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 80 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige al eje longitudinal del cuello femoral y al RI.

Posición

Coloque al paciente en decúbito supino con la cadera afectada junto al borde lateral de la mesa (puede efectuarse en una camilla o a la cabecera del paciente si éste no puede moverse). Flexionar y elevar la pierna no afectada de modo que el muslo esté en una posición casi vertical y fuera del campo de colimación. Abduzca la pierna no afectada tanto como lo permita el paciente, apoyándose en un soporte para piernas especialmente diseñado o soporte adecuado (233).

Rote internamente la pierna afectada hasta que los epicóndilos femorales estén alineados paralelo a la mesa. Coloque el RI en el pliegue formado en el cintura del paciente, justo por encima de la cresta ilíaca. Alinee el RI y la rejilla paralelos al cuello femoral y perpendiculares al rayo central (Ilustración 255) (241).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 255. Posicionamiento adecuado para proyección axiolateral de cadera ⁽²³⁸⁾.



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Criterios de evaluación

Debe visualizarse la totalidad de la cabeza y cuello femorales, trocánter y acetábulo (Ilustración 256) ⁽²³⁶⁾.

Ilustración 256. Radiografía axiolateral de cadera ⁽²³⁸⁾.



Fuente: Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.

Proyección unilateral en anca de rana (método de cleaves modificado)

Técnicas de obtención de imagen

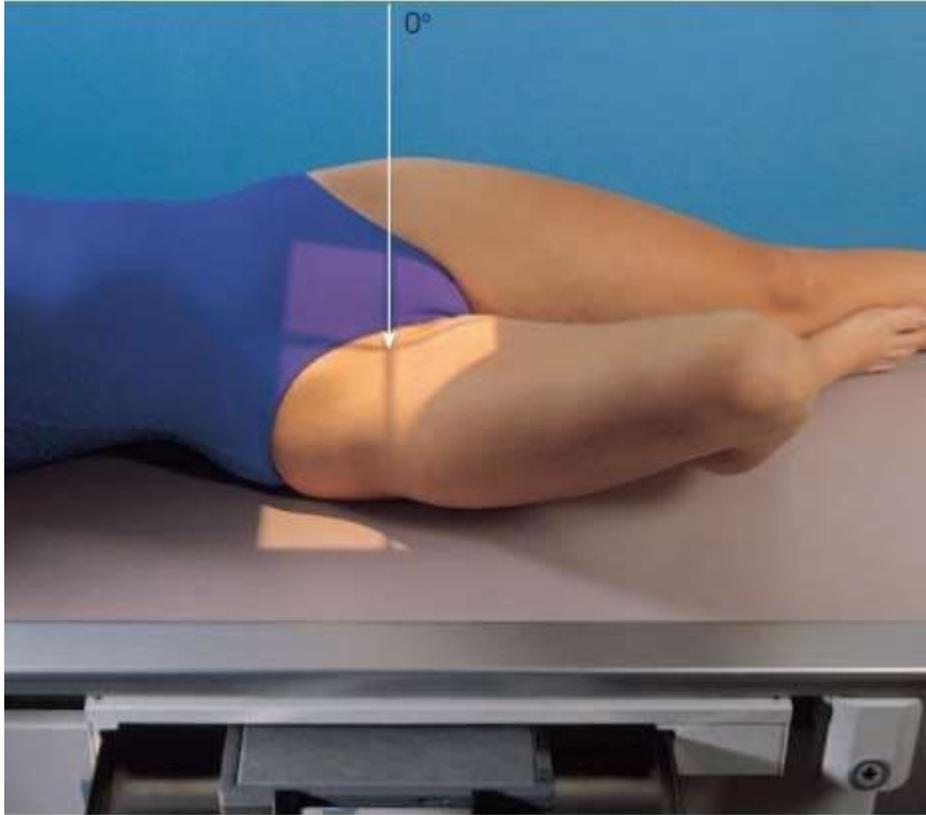
Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (229):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 80±5 kV.
- El rayo central perpendicular al RI, y dirigido a la parte media del cuellofemoral.

Posición

El paciente se acuesta en decúbito supino sobre la mesa de rayos X. El plano mediosagital coincide con el eje longitudinal de la mesa Bucky. La rodilla se flexiona sobre la cadera del lado afectado para que con la planta del pie contacte con la parte interna de la pierna opuesta, si es posible, cerca de la rodilla. Abducir el fémur 45° de la vertical para la región proximal del fémur general. El borde superior del RI debe estar nivelado con la EIAS (Ilustración 257) (227).

Ilustración 257. Posicionamiento adecuado para proyección anca de rana unilateral (cuello femoral paralelo al RI ⁽²³⁶⁾).



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Criterios de evaluación

Debe visualizarse las vistas laterales del acetábulo y de la cabeza y cuello femorales, el área trocantérea y el tercio proximal del fémur (Ilustración 258) ⁽²²³⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 258. Radiografía anca de rana unilateral. Abducción de 45° para el cuello femoral ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010

Proyección axiolateral modificada (método de Clements-nakayama)

Técnicas de obtención de imagen

Las técnicas para la obtención de imagen se describen a continuación (221):

- El tamaño del chasis es de 24x30cm, dividida longitudinalmente.
- DFP: 100 cm
- Tamaño del foco: grueso
- Valores de exposición: 80 ± 5 kV.
- El rayo central se dirige perpendicular y centrado al cuello femoral, angulado en sentido posterior de 15 a 20° con la horizontal mediolateralmente según las necesidades.

Posición

Se coloca al paciente en una posición de decúbito supino sobre la mesa con el lado afectado cerca del borde de la misma. No rotar el miembro inferior internamente. En vez de ello, se mantiene el miembro en una posición neutral o de ligera rotación externa. Se apoya el RI rejilla en la bandeja del Bucky de forma que su borde inferior quede por debajo del paciente. Se sitúa la rejilla de forma que sus líneas discurren paralelas al suelo. Se ajusta la rejilla paralela al eje del cuello femoral y se angula suborde posterior 15 ° en sentido posterior (Ilustración 259) (238).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 259. Posicionamiento adecuado para proyección axiolateral modificada de la cadera:método de Clements-Nakayama ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED,Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010.

Criterios de evaluación

Esta proyección debe mostrar claramente la vista oblicua lateral del acetábulo, la cabeza y el cuello femoral y el área trocantérea (Ilustración 260) ⁽²⁴¹⁾.

Ilustración 260. Radiografía axiolateral de la cadera: método de Clements-Nakayama ⁽²³⁶⁾.



Fuente: Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tórax

La radiografía de tórax permite revisar la anatomía básica normal de esta estructura y es uno de los estudios realizados con mayor frecuencia en el contexto clínico. Para la correcta evaluación del tórax, por lo general se utilizan dos proyecciones bidimensionales ortogonales básicas: la proyección posteroanterior y la lateral (244).

Proyecciones radiológicas básicas proyección posteroanterior o PA

Técnica de obtención de imagen

Para esta proyección el haz de rayos x debe estar perpendicular al Registro de Imagen y la misma se obtiene con un formato de película de 40x40 cm, una distancia de foco-película de 1.80 metros o 180 cm del chasis, una técnica de alto potencial de kilovoltaje (140 kVp), una rejilla para reducir la dispersión, un temporizador fotográfico para controlar la duración de la exposición y un tamaño de foco fino que en pacientes obesos debe ser uno grueso (242).

Posición

Para la toma de la radiografía PA se debe realizar lo siguiente: Colocar al paciente en bipedestación con el tórax anterior sobre el chasis, la cabeza verticalizada y la barbilla apoyada sobre el soporte, el dorso de las muñecas sobre las caderas con codos rotados hacia anterior para mover la escápula en lateral y los hombros hacia adelante para que las clavículas queden debajo de los ápices y los pulmones se encuentren despejados (246).

Ilustración 261. Proyección PA de tórax en bipedestación ⁽²⁵⁶⁾.



Fuente: Uzcátegu, R. (s.f.). Anatomía Radiológica de Tórax. Universidad de los Andes Departamento de Radiodiagnóstico.

Disponible en: <http://www.medic.ula.ve/imagenologia/torax.pdf>

Una vez el paciente se ubique en la posición adecuada se le indica que realice una inspiración profunda y posteriormente contenga la respiración y de esa manera se efectúa el disparo de la radiografía ⁽²⁴⁸⁾.

Criterios de evaluación

Se debe tener especial cuidado en evaluar la calidad técnica de la exploración, que debe estar correctamente inspirada y centrada, y sin ningún tipo de rotación. Es importante revisar todas las estructuras anatómicas cuidadosamente incluyendo huesos (costillas, esternón y vértebras), corazón, diafragma y senos costofrénicos, debiendo observarse en su totalidad los campos pulmonares ⁽²⁴⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Proyección lateral

La radiografía lateral de tórax es la proyección de rutina complementaria a la posteroanterior para la evaluación torácica.

Técnica de obtención de imagen

La dirección del rayo ingresa desde lado derecho o izquierdo del paciente, con el aparato de radiografía en horizontal y el paciente realizando una inspiración forzada. Al igual que la proyección PA se obtiene con un formato de película de 40x40 cm, una distancia de foco-película de 180 cm del chasis, una técnica de alto potencial de kilovoltaje (140 kVp), una rejilla para reducir la dispersión y un tamaño de foco grueso (242).

Posición

Para conseguir esta proyección el paciente debe colocarse en bipedestación apoyando el hemitórax lateral izquierdo o derecho (en caso de un paciente con dextrocardia) sobre el chasis, a continuación, los brazos se ubican sobre la cabeza y con las manos se sujetan los codos para evitar rotaciones (246).

Ilustración 262. Proyección lateral de tórax en bipedestación (252).



Fuente: Jiménez, C. (2012). Manual Interactivo de Radiología. Tórax y Abdomen. Disponible en: <https://medicinausc2012.blogspot.com/2009/09/manual-interactivo-de-radiologia-torax.html>



Criterios de evaluación

La proyección lateral debe permitir identificar de forma clara la columna dorsal y el esternón, estructuras no visibles en la proyección PA, además de proporcionar información sobre las áreas retroesternal y retrocardíaca y una visión complementaria de la silueta cardíaca y de los hilos pulmonares ⁽²⁴⁷⁾.

Por tanto, con esta proyección se deberá observar por delante, el esternón y las partes blandas de la pared torácica anterior (corazón y pulmones) con nitidez y sin movimiento; por detrás, las partes blandas de la pared torácica posterior y la columna vertebral; y por debajo, los diafragmas evidenciando los ángulos costodiafragmáticos ⁽²⁴⁵⁾.

Proyecciones radiológicas especiales

También existen proyecciones radiológicas de tórax especiales que permiten obtener una visualización distinta de ciertas estructuras en esta área y son las siguientes:

Proyección anteroposterior o AP

Esta técnica se realiza principalmente en neonatos, infantes y niños pequeños (menores 5 años) o pacientes inestables en unidades de cuidado intensivo o encamados en quienes se dificulta la bipedestación y el movimiento ⁽²⁴⁶⁾.

Técnica de obtención de imagen

Para realizar la proyección AP, el operador coloca un receptor detrás del paciente acostado en la cama y dispara el haz de rayos X desde el frente de manera que el rayo entra desde anterior y sale a posterior ⁽²⁴⁹⁾.

Dado que esta radiografía se suele realizar con un aparato de rayos X portátil cuya potencia es menor que la de los convencionales, y que a la cabecera de la cama hay menos espacio, las radiografías AP se toman

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

generalmente a una menor distancia (1 metro, en lugar de 2 metros en la PA) y el chasis está en la espalda del paciente, dando una mayor magnificación, y obteniéndose imágenes menos nítidas ⁽²⁵⁰⁾.

Posición

El paciente se debe colocar en posición anatómica en decúbito con el receptor de imagen (RI) en el dorso del paciente, a continuación, es necesario alinear el centro del RI respecto al rayo central (RC) y la parte superior del RI debe estar a unos 4 a 5 cm por encima de los hombros ⁽²⁴²⁾.

Ilustración 263. Radiografía de tórax proyección AP con el paciente en decúbito supino ⁽²⁵⁶⁾.



Fuente: Uzcátegu, R. (s.f.). Anatomía Radiológica de Tórax. Universidad de los Andes Departamento de Radiodiagnóstico.

Disponible en: <http://www.medic.ula.ve/imagenologia/torax.pdf>

Criterios de evaluación

Los radiólogos deben tener en cuenta la vista posicional al interpretar la radiografía de tórax en AP ya que la sombra del corazón parece aumentar de tamaño debido a la mayor distancia entre el corazón y la terminal del receptor de imagen. Debido a esta apariencia magnificada del corazón, observamos las estructuras mediastínicas inusualmente expandidas. Además, las clavículas parecen estar extendidas y superpuestas con los vértices pulmonares ⁽²⁴⁹⁾.

Además, es importante tener presente que debido a las dificultades de los pacientes encamados graves de realizar una inspiración profunda y en ubicarse correctamente en muchos casos, con lo cual, aparecerán menos de 6 arcos costales anteriores y los vasos en las bases pulmonares van a estar más aglomerados y pueden simular una condensación o áreas colapsadas (250).

Ilustración 264. Radiografía de tórax proyección AP donde se muestra el pulmón izquierdo, la escápula y los tejidos blandos izquierdos más radiolucientes que los del lado derecho (250).



Fuente: Sanches, A. et al. (2022). Radiografía en decúbito supino, un desafío para el especialista. Seram, 1(1). Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9109/7575>

Proyección AP lordótica

Técnica de obtención de imagen

La dirección del rayo ingresa desde lado derecho o izquierdo del paciente, con el aparato de radiografía en horizontal y el paciente realizando una inspiración forzada, la imagen se ejecuta a una distancia de foco-película de 1 metro o 100 cm del chasis y con un potencial de kilovoltaje de 68 Kv (250).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posición

El paciente se ubica en bipedestación y proyección anteroposterior, inclinándose unos 45° respecto al foco de radiografía, es decir, apoyando los hombros sobre el bucky, lo cual permite elevar las clavículas y de esta manera se consigue una mejor visualización de los vértices pulmonares (247).

Ilustración 265. Proyección lordótica AP con el paciente en bipedestación (256).



Fuente: Uzcátegu, R. (s.f.). Anatomía Radiológica de Tórax. Universidad de los Andes Departamento de Radiodiagnóstico. Disponible en: <http://www.medic.ula.ve/imagenologia/torax.pdf>

Criterios de evaluación

La proyección lordótica sirve para estudiar el lóbulo medio o la língula en casos de duda en el diagnóstico y permite un mejor estudio de los vértices pulmonares. No obstante, esta proyección hace más difícil la valoración de otros territorios anatómicos y produce notables distorsiones anatómicas, por lo cual se utiliza solo en casos excepcionales (243).

Proyección en decúbito lateral

Técnica de obtención de imagen

Se obtiene una radiografía en decúbito lateral con un haz de rayos X horizontal mientras el paciente se encuentra en posición de decúbito a una distancia de foco- película de 1.80 metros o 180 cm del chasis con

.....
Bucky mural o 100 cm si se realiza usando chasis con parrilla y con un potencial de kilovoltaje de 125 Kv (242).

Posición

Se coloca al paciente en decúbito lateral completo, tumbado sobre el lado afectado sobre el no afectado, según indique el trastorno existente. A continuación, se extienden bien los brazos por encima de la cabeza y se ajusta el tórax en una posición lateral verdadera y la placa se coloca por detrás del tórax (254).

Ilustración 266. Proyección decúbito lateral (256).



Fuente: Uzcátegu, R. (s.f.). Anatomía Radiológica de Tórax. Universidad de los Andes Departamento de Radiodiagnóstico. Disponible en: <http://www.medic.ula.ve/imagenologia/torax.pdf>

Criterios de evaluación

Esta proyección en decúbito lateral es útil para confirmar la presencia de líquido pleural libre o neumotórax y también para forzar la espiración en casos de sospecha de atrapamiento aéreo ya que permite visualizar campos pulmonares completos y los bordes laterales de las costillas. Con ella debe mostrarse el tórax sin rotación lo que se demuestra con las clavículas equidistantes de la columna vertebral, mostrándose el lado afectado en su totalidad (250).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Esternón

Es difícil obtener radiografías del esternón, debido a su composición ósea y su posición dentro del tórax, por ello existen ciertas proyecciones más útiles para la evaluación de esta estructura y son las siguientes:

Proyección oblicua anterior derecha (OAD)

Técnica de obtención de imagen

El rayo entra en un punto medio entre la columna y el reborde costal izquierdo perpendicular al chasis. Se obtiene con un formato de película de 24x30 cm, una distancia de foco-película de 1 metro o 100 cm del chasis, factor de exposición de 65 ± 5 kV y con una parrilla antidifusora (243).

Posición

El paciente se debe encontrar en bipedestación apoyando la superficie anterior del tórax en el Bucky, seguidamente se le pide que apoye el hemitórax derecho en posición oblicua a $15-20^\circ$ hacia el lado derecho. Se alinea el cuerpo del paciente de forma que el eje longitudinal del esternón quede centrado sobre la línea media de la rejilla y el paciente debe tomar bastante aire y mantenerlo hasta que se indique expirar (252).

Ilustración 267. Proyección oblicua anterior derecha en bipedestación (252).



Fuente: Jiménez, C. (2012). Manual Interactivo de Radiología. Tórax y Abdomen. Disponible en: <https://medicinausc2012.blogspot.com/2009/09/manual-interactivo-de-radiologia-torax.html>

.....

Criterios de evaluación

Con la proyección OAD se debe observar con claridad el esternón superpuesto sobre la sombra cardíaca, es decir, consiguiendo una rotación correcta del paciente se podrá visualizar el esternón a lo largo de la columna vertebral sin superposición de las vértebras. También debe ser posible observar el margen posterior de la silueta cardíaca, ambos campos pulmonares hasta los ángulos costofrénicos y producirá el alargamiento de hemitórax izquierdo (253).

Proyección lateral de esternón

Técnica de obtención de imagen

Esta proyección se realiza con un receptor de imagen de 24 x30 cm longitud, con una distancia foco-película de 1.83 metros o 183 cm, con un factor de exposición de 70 kVp, con el rayo central al medio del esternón, y que el detector quede 5 cm sobre la escotadura yugular. Se debe ajustar la altura del RI de forma que su borde superior se encuentre 4 cm por encima de la escotadura yugular y el paciente debe encontrarse en inspiración profunda para así lograr un mayor contraste entre la superficie posterior del esternón y las estructuras adyacentes (255).

Posición

La proyección lateral de esternón idealmente requiere que el paciente se coloque en bipedestación en posición lateral verdadera, rotando los hombros en sentido posterior y haciendo que el paciente entrelace las manos detrás de la espalda y se centrando el esternón en el chasis (255).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 268. Lateral en bipedestación ⁽²⁰⁰⁾.



Fuente: Bontrager, K. & Lampignano, J. (2010). Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7ma ed.

Criterios de evaluación

Con la proyección en cuestión debe ser posible visualizar todo el esternón desde la escotadura yugular hasta la apófisis xifoides, el manubrio debe encontrarse libre de la superposición de las partes blandas de los hombros, así como de la superposición de las costillas ⁽²⁵⁵⁾.

Vía Aérea Superior

Faringe y Laringe Proyección Anteroposterior

Técnica de obtención de imagen

Se utiliza un casete de 24 x 30 cm dirigiendo el rayo central 10° cefálico con el casete centrado en la línea media al nivel de la cuarta vértebra cervical. El haz debe colimarse para incluir un área desde el hueso occipital hasta la séptima vértebra cervical y la adquisición de imágenes se puede realizar con o sin rejilla Bucky. Para la exposición se indica al paciente que realice una espiración forzada ⁽²⁵⁵⁾.

Posición

El paciente se acuesta en decúbito supino, con el plano sagital medio ajustado para coincidir con el eje longitudinal central de la camilla y el mentón se levanta para mostrar los tejidos blandos debajo de la man-

díbula y llevar la línea de base radiográfica a un ángulo de 20° con respecto a la vertical (228).

Ilustración 269. Proyección anteroposterior de la faringe y laringe (228).



Fuente: Stewart, A. et al. (2005). Clark's Positioning in radiography. Horder Arnold. 12th ed.

Criterios de evaluación

Se solicita esta proyección para investigar la presencia de tumefacciones de partes blandas y sus efectos sobre las vías aéreas, así como para localizar la presencia de cuerpos extraños o evaluar traumatismos laríngeos. Para la evaluación se debe tener en cuenta que el aire en la faringe y la laringe aumenta el contraste del sujeto en la región del cuello (254).

Proyección Lateral

Técnica de obtención de imagen

Para realizar esta radiografía se utiliza un casete de 24 x 30 cm y se dirige el rayo central horizontal a un punto verticalmente debajo del proceso mastoideo al nivel de la prominencia del cartílago tiroideo a través de la cuarta vértebra cervical y la exposición se realiza con el paciente en espiración forzada (228).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posición

El paciente se debe encontrar en bipedestación o sedestación con cualquiera de los hombros contra un casete vertical. Seguidamente la mandíbula se levanta ligeramente para que los ángulos de la mandíbula se separen de los cuerpos de las vértebras cervicales superiores. Inmediatamente antes de la exposición, se le pide al paciente que presione los hombros con fuerza para que sus estructuras se proyecten por debajo del nivel de la séptima vértebra cervical (251).

Ilustración 270. Proyección lateral de la faringe y laringe (228).



Fuente: Stewart, A. et al. (2005). Clark's Positioning in radiography. Hoder Arnold. 12th ed.

Criterios de evaluación

Deben demostrarse los tejidos blandos desde la base del cráneo hasta la raíz del cuello (C7), con la exposición debe permitir una visualización clara de los cartílagos laríngeos y cualquier posible cuerpo extraño. Si los tejidos blandos prevertebrales al nivel de C4–C6 son más anchos que el cuerpo vertebral correspondiente, entonces se puede diagnosticar una inflamación de los tejidos blandos y este puede ser el único signo de un cuerpo extraño transparente por ello es necesario esta proyección lateral (228).

Estudios radiológicos del aparato digestivo

Fluoroscopia

Una serie fluoroscópica de tracto gastrointestinal superior es un examen de rayosX para evaluar la estructura y función del esófago, estómago y duodeno, para lo cual el paciente puede ingerir dos tipos de contraste oral: contraste yodado soluble en agua y contraste de bario, sin embargo, la mezcla de sulfato de bario diluido es el medio de contraste habitual para realizar este procedimiento (258).

Técnica de obtención de imagen

Al iniciar el procedimiento la mesa de fluoroscopia se levanta a la posición vertical y se prepara el panel de control. Es importante mencionar que se necesita un kV de 100-125 para penetrar adecuadamente y aumentar la visibilidad de las estructuras llenas de bario. La serie fluoroscópica se puede realizar con una técnica de contraste único (material de contraste solo) o una técnica de doble contraste (material de contraste y gránulos efervescentes), pero esta última requiere la reducción del kV a un intervalo de 90-100 para así obtener imágenes de mayor contraste (259).

Posición

Cabe destacar que, durante la fluoroscopia, el paciente se colocará en diferentes posiciones que se combinan con movimientos de la mesa y este debe sostener el vaso de bario con la mano izquierda siempre que esté en bipedestación mientras que cuando la mesa se incline hacia arriba o hacia abajo el paciente debe dejar el vaso a un lado (257).

La evaluación fluoroscópica del esófago y el estómago se realiza con una técnica descrita por Levine et al, con el paciente en posición oblicua posterior izquierda supina. Por otro lado, las imágenes puntuales de contraste de aire del duodeno se adquieren con el paciente en las posiciones oblicua posterior izquierda y lateral izquierda. Luego, el paciente se mueve a la posición oblicua anterior derecha prona para adquirir imágenes puntuales del bulbo duodenal, y se realiza un barrido a través del ligamento de Treitz (259).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

La mayor ventaja de la fluoroscopia sobre otros estudios de imagen es la capacidad de variar la posición del paciente durante el examen y tener un mayor control sobre la distensión de la luz gastrointestinal en cuestión (258).

Ilustración 271. Fluoroscopia del aparato digestivo superior (200).



Fuente: Bontrager, K. & Lampignano, J. (2010). Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7ma ed.

Esofagografía

La esofagografía o esofagograma es un estudio no invasivo que no requiere de sedación que permite la evaluación de la anatomía y función del esófago de forma parcial (262).

Técnica de obtención de imagen

Para obtener estas imágenes se utiliza un registro de imagen de 35×43cm, una parrilla antidifusora móvil o fija y una exposición de 100-125kV. Como parte de la técnica de obtención de la imagen también se recalcan los preparativos que debe tener el paciente, entre ellos el más importante es que deberá encontrarse en ayuno de al menos 8 horas. Una vez el paciente esté en bipedestación se le da una suspensión de sulfato de bario para ingerir entre 15-20 segundos una cantidad que generalmente varía entre 100 a 250 ml (262).

Posición

Para este estudio se comienza siguiendo con fluoroscopia el contraste ingerido en bipedestación y proyección AP. Se realizan proyecciones en decúbito prono, oblicua anterior derecha y decúbito supino oblicua posterior izquierda que permiten el estudio del esófago con contraste simple y doble contraste y valorar sus pliegues. Recomendándose acabar con el paciente en bipedestación, realizando proyecciones AP y oblicuas (251).

Ilustración 272. Paciente en proyección AP (izquierda) y lateral (derecha) en decúbito (200).



Fuente: Bontrager, K. & Lampignano, J. (2010). Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7ma ed.

Criterios de evaluación

Para realizar la evaluación del esofagograma es necesario tener en cuenta que se deben evaluar las tres porciones anatómicas del esófago, es decir, el esófago cervical (a partir de la faringe hasta la sexta vértebra cervical), el esófago torácico (que va desde la sexta vértebra cervical hasta el hiato esofágico) y el esófago abdominal (del hiato esofágico a la unión gastroesofágica) (262).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tránsito del intestino delgado

El tránsito del intestino delgado es un procedimiento que implica la realización de radiografías seriadas después de la ingestión de bario con el fin de obtener una repleción opaca homogénea de las asas.

Técnica de obtención de imagen

Como parte de la preparación del paciente, es necesario un ayuno mínimo de 8 horas y seguido de ello el paciente ingiere 2 vasos, es decir, un contenido de aproximadamente 450ml de bario, una vez ingerido el contraste de bario se procede a obtener las imágenes conforme este líquido va avanzando por el cuerpo del paciente (260).

Posición

Se debe comenzar con el paciente en decúbito prono oblicuo anterior derecho que facilita el vaciamiento del estómago evaluándose cada 15 o 20 min para visualizar la progresión del contraste. Las asas de intestino delgado se pueden estudiar en decúbito prono y supino con fluoroscopia, para valorar los movimientos peristálticos. Una vez el contraste pasa a través de la válvula ileocecal se concluye el estudio (257).

Criterios de evaluación

Con el tránsito del intestino delgado es posible estudiar la forma y función de los tres componentes del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), así como detectar cualquier anomalía que exista en esta zona y dependiendo de la patología que se esté investigando debemos centrarnos detenidamente en las áreas de interés que se afecten con mayor frecuencia, es decir, en caso de sospecha de enfermedad de Crohn debe evaluarse a detalle el íleon terminal (257).

Enema opaco

El enema opaco es un estudio radiológico del intestino grueso que se obtiene con la introducción de un contraste de bario para mostrar el intestino grueso y sus componentes y así determinar patologías específicas de esta zona (265).

El enema opaco puede realizarse con dos contrastes: el enema de bario por contraste simple que se efectúa por medio de la inyección de contraste con una sonda en el recto para visualizar todo el intestino grueso y el enema de bario de doble contraste (DCBE) que consiste en inyectar bario, seguido de aire, en el colonrectosigmoideo ^(264, 265).

Técnica de obtención de imagen

La dosis efectiva para la realización del enema opaco es inferior a 5 mSv y todo el procedimiento dura en general un promedio de 7-15 minutos mientras se obtienen las imágenes respectivas del intestino grueso (264).

Para realizar el examen sea por contraste simple o doble contraste, el paciente tiene que seguir una preparación previa, para que de esta manera el colon quede limpio, esta preparación incluye lo siguiente (266):

- Tres días antes debe ingerir alimentos suaves, dos días antes deberá tomar laxantes y un día antes seguirá una dieta líquida.
- Además, el día anterior deberá preparar el colon con un enema de limpieza realizado a las 8:00 pm con 2 litros de agua hervida tibia más 2 cucharadas de sal de cocina. Asimismo, el día del examen deberá realizar un último enema de limpieza a las 6:00 am y estar en ayunas antes del procedimiento.

Posición

Se debe indicar al paciente que se recueste sobre la mesa radiográfica para posteriormente colocarse en decúbito lateral izquierdo (posición de Sims), con la pierna flexionada en la rodilla y la cadera, esta posición es útil para relajar la musculatura abdominal y así reducir la presión intraluminal rectal. Una vez en esa posición se procederá a agitar la bolsa para el enema para asegurar la mezcla correcta de la suspensión del sulfato de bario lo cual permitirá que el bario fluya a través de la tubuladura hasta el pico para eliminar cualquier vestigio de aire en el sistema (266).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 273. Paciente en decúbito lateral izquierdo (posición de Sims) ⁽²⁶⁶⁾.



Fuente: Puca A., et al. (2014). Estudio contrastado de colon por enema gastrointestinal. Univ. Cienc. Soc. (13): 30-35.

Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882014000200006&lng=es.

A continuación, se pide al paciente realizar una espiración profunda y se introduce una cánula rectal suavemente de 2.5 a 4 cm y luego de la inserción inicial, se procede a avanzar hacia arriba y ligeramente hacia adelante consiguiendo una inserción total que no debe extenderse de 3 o 4 cm. La sonda rectal puede ser fijada con una cinta adhesiva para impedir que se salga mientras se toma la radiografía pues el paciente deberá colocarse en distintas posiciones. Por último, para que la sonda se quede fijada se inyecta 40cc de aire ⁽²⁶⁶⁾.

Proyección frontal

Los pacientes se colocan en decúbito prono y se visualiza todo colon, incluidas las flexuras y recto.

Ilustración 274. Radiografía en proyección frontal ⁽²⁶⁶⁾.



Fuente: Puca A., et al. (2014). Estudio contrastado de colon por enema gastrointestinal. Univ. Cienc. Soc. (13): 30-35.

Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882014000200006&lng=es.

Proyección oblicua anterior-derecha

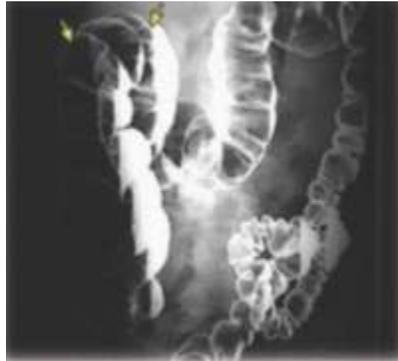
Se realiza a nivel de la cresta iliaca a 2.5cm del plano medio sagital y se visualiza el ángulo hepático del colon, la porción ascendente y la porción sigmoidea del colon.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 275. Radiografía en proyección OAD ⁽²⁶⁶⁾.



Fuente: Puca A., et al. (2014). Estudio contrastado de colon por enema gastrointestinal. Univ. Cienc. Soc. (13): 30-35.

Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882014000200006&lng=es.

Proyección axial AP

Se indica al paciente ubicarse en decúbito dorsal o ventral y con esta proyección se muestra mejor la región rectal sigmoidea del colon.

Ilustración 276. Radiografía en proyección axial AP ⁽²⁶⁶⁾.



Fuente: Puca A., et al. (2014). Estudio contrastado de colon por enema gastrointestinal. Univ. Cienc. Soc. (13): 30-35.

Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882014000200006&lng=es.

Criterios de evaluación

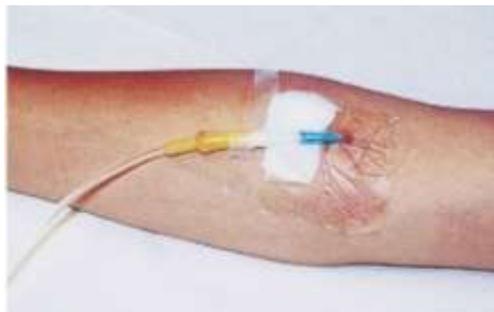
Con el enema opaco es posible el estudio de la forma y función del intestino grueso para detectar patologías propias del mismo. Este procedimiento con contraste simple proporciona información única en tiempo real sobre fugas colónicas y fístulas para pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal, mientras que cuando se usa doble contraste es útil como un examen de detección de neoplasia maligna colónica, así como para el estudio de pólipos colónicos, divertículos, estenosis y lesiones anulares

(265).

Venopunción

La venopunción se define como la punción de una vena para la inyección de una sustancia, como un contraste siendo el contraste yodado hidrosoluble el más utilizado en exploraciones radiológicas del sistema urinario. Como parte de la preparación del paciente, es importante confirmar el contenido correcto del envase, la vía de administración, la cantidad que se va a administrar y la fecha de caducidad antes de sacar el contenido de un frasco. Este tipo de contraste puede administrarse como inyección en bolo o en perfusión por goteo (267).

Ilustración 277. Catéter colocado listo para empezar la inyección del contraste (200).



Fuente: Bontrager, K. & Lampignano, J. (2010). Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7ma ed.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Inyección en bolo. Las inyecciones en bolo consisten en la infusión de toda la dosis de contraste en el sistema venoso de una vez. Este método se usa para alcanzar un máximo realce del contraste. Por lo general se realizan flujos > de 3 ml/s para mantener un bolo compacto. Finalmente, luego de administrado, sirve inyectar suero para aprovechar todo el volumen administrado y evitar que el contraste quede en las conexiones ⁽²⁶⁷⁾.

Infusión por goteo. Con este método el contraste se introduce en el sistema venoso por un sistema conectado a la vía intravenosa y a continuación introduce una cantidad concreta de contraste en un período determinado. Se utiliza con mayor frecuencia cuando el catéter por goteo ya está colocado para infusiones continuas o repetidas. La velocidad de infusión puede ser gradual o rápida según las necesidades del estudio ⁽²⁶⁷⁾.

Tomosíntesis digital mamaria

La tomosíntesis digital mamaria (TDM) es una nueva tecnología de imágenes que resuelve la limitación causada por la superposición de tejido mediante la adquisición de una serie de imágenes, que posteriormente se reconstruyen en un sistema computacional, permitiendo examinar los datos en secciones de hasta 1 mm ⁽²⁶⁹⁾.

Técnica de obtención de imagen

Las imágenes de tomosíntesis se adquieren a medida que el tubo de rayos X viaja a través de un arco limitado por encima de la mama y se obtienen múltiples exposiciones de rayos X en dosis bajas. El movimiento del tubo, la longitud del arco y el tiempo que lleva obtener un conjunto completo de imágenes de proyección, reconstruidas en finas rebanadas de imagen espaciadas entre 0,5 y 1,0 mm ⁽²⁷⁰⁾.

Las imágenes de TMD son bajas en dosis manteniéndose por debajo de los límites de seguridad de la FDA de 3mGy / vista. Dicho de otra manera, la dosis agregada de esta técnica es equivalente a alrededor de 1-2 meses de radiación ⁽²⁷⁰⁾

Posición

La mama se comprime y se mantiene fija entre la paleta de compresión y el detector, en un procedimiento similar a la mamografía. El tubo de rayos X se mueve en una especie de arco, realizando una serie de adquisiciones a bajas dosis e intervalos predefinidos, cada una con un ángulo diferente. Las imágenes se pueden adquirir en las proyecciones estándar (cráneo-caudal, medio-lateral-oblicua y medio-lateral). También se pueden realizar compresiones localizadas y estudios en mamas con implantes; sin embargo, no es posible realizar magnificaciones (269).

Ilustración 278. Paciente en una unidad de mamografía para una proyección craneocaudal (200).



Fuente: Bontrager, K. & Lampignano, J. (2010). Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7ma ed.

Posterior a la adquisición de las imágenes, éstas pueden ser reconstruidas en secciones tan delgadas como un milímetro en el plano paralelo al detector, lo que permite la estimación en tres dimensiones del tejido, ayudando a determinar de manera más exacta la ubicación de las lesiones (269).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Criterios de evaluación

Con la tomosíntesis digital de mama, la información cuasi-tridimensional obtenida de las imágenes reconstruidas permite una mejor localización de las lesiones mamarias. Las lesiones superficiales como las calcificaciones de la piel o los quistes sebáceos pueden localizarse fácilmente. Asimismo, las lesiones dentro de la mama pueden localizarse encontrando la lesión dentro de la pila reconstruida y utilizando la ubicación de la lesión en relación con el plano DBT lo cual es particularmente útil en lesiones no palpables que se ven mejor o solo se ven en una vista ⁽²⁶⁹⁾.

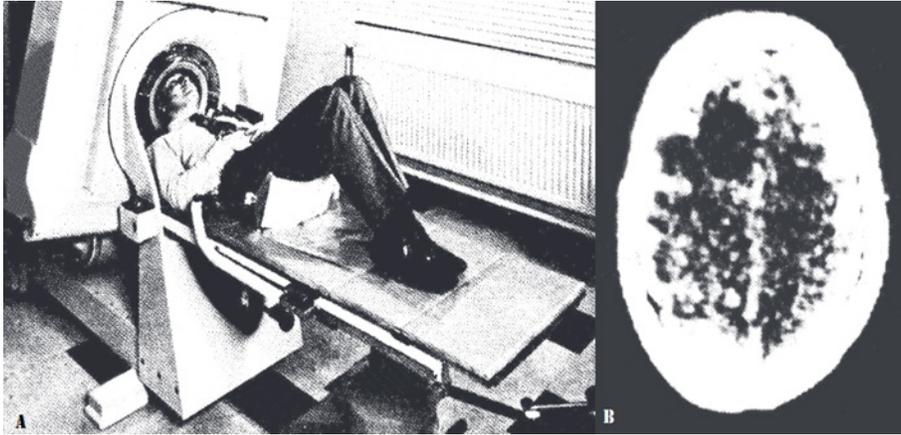
Tomografía computarizada

La tomografía computarizada es una técnica bien establecida para la obtención de imágenes tridimensionales no invasivas de la estructura interna de los objetos. Se obtienen mediante una proyección bidimensional de rayos X, tiene mucha importancia porque ofrece mejores posibilidades de diagnóstico que otros métodos como la radiología convencional; además, su aplicación abarca varios ámbitos de la investigación actual ⁽²⁷¹⁾.

Sir Godfrey Hounsfield y Alan Cormack recibieron el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1979, por el desarrollo de la tomografía computarizada (TC) en el año de 1970 ⁽²⁷²⁾.

Allan Cormack fue quien publicó los primeros estudios sobre la tomografía en 1963 y 1964, pero sus investigaciones no dieron resultados prácticos, debido a que los ordenadores de la época tenían dificultades para realizar todos los cálculos necesarios en un tiempo razonable, sin embargo, Sir Godfrey Hounsfield fue la figura central de este invento, ya que completamente independiente de Cormack, desarrolló un prototipo y construyó el primer escáner de TC para uso clínico, que permitía examinar el cráneo y su contenido (Ilustración 279) ⁽²⁷²⁾.

Ilustración 279. (A) Primer prototipo de escáner clínico para cerebro. (B) Primera imagen clínica obtenida con tomógrafo computado prototipo ⁽²⁷²⁾.



Fuente: Bosch, E. (2004). Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la Tomografía Computada, su Contribución a la Medicina Moderna. Revista chilena de radiología. 10(4), 183-185. doi:10.4067/S0717-93082004000400007.

Para sorpresa de la comunidad médica en la primavera de 1972 en Europa se publicaron los primeros resultados clínicos. Los procesos patológicos que antes sólo se habían mostrado de forma indirecta, ahora podían mostrarse directamente. Debido a ello la tomografía revolucionó el trabajo médico en todo el mundo ⁽²⁷²⁾.

La tomografía computarizada supuso un cambio porque pudo medir la atenuación de los haces de luz a su paso por cualquier parte del cuerpo desde varios ángulos, y a partir de estas mediciones a través de un ordenador se reconstruye imágenes del interior del cuerpo. El paradigma sostenía que, al escanear un objeto desde múltiples ángulos, se podía extraer toda la información que contenía ⁽²⁷²⁾.

En el Reino Unido y en Estados Unidos se instalaron los cinco primeros dispositivos producidos. Luego siguió una nueva generación que hizo

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

notables progresos y amplió sus aplicaciones para examinar no sólo el cráneo y el cerebro, sino también otras partes del cuerpo ⁽²⁷²⁾.

La primera generación de TC consistía en un generador de rayos X y un detector acoplado a un pórtico o gantry que giraba alrededor del paciente. Más adelante, se crea un sistema en espiral en el cual se adquirirían continua y simultáneamente imágenes a medida que la mesa de exploración se desplazaba ⁽²⁷³⁾.

En la tercera generación, aparecieron en el mercado equipos que contenían más de una fila de detectores a lo largo del eje del paciente, conocidos como TC multicorte o multidetector, desde entonces la TC ha evolucionado con 6, 8, 10, 16, 40 y 64 matrices de detectores, lo que permite escanear cortes de menor grosor, cubriendo áreas de examen más cortas en menos tiempo y con mayor resolución ⁽²⁷³⁾.

La última generación consiste en dos tubos de rayos X y sus respectivas matrices de detectores montados verticalmente en el mismo pórtico, estos sistemas están llamados a revolucionar la radiología gracias al concepto de doble energía ⁽²⁷³⁾.

Los avances tecnológicos y económicos, así como el uso generalizado de tecnologías de imagen que utilizan radiaciones ionizantes, como la tomografía computarizada (TC), han provocado un aumento significativo del número de exámenes que se realizan cada día ⁽²⁷⁴⁾.

La integración de la TC en la práctica médica diaria ha mejorado la asistencia sanitaria, permitiendo un diagnóstico más rápido y preciso de una amplia gama de enfermedades. Sin embargo, el número total de tomografías realizadas cada año en EE. UU. ha aumentado de aproximadamente 3 millones en 1980 a casi 70 millones en 2007, lo cual es preocupante ya que se utilizan dosis de radiación mucho más altas que las pruebas de diagnóstico tradicionales ⁽²⁷⁴⁾.

La tomografía computarizada es, sin duda, uno de los métodos diagnóstico más importantes de la actualidad. Por lo tanto, es esencial que los médicos y técnicos que utilicen el equipo comprendan los efectos de las radiaciones ionizantes, interpreten las mediciones que muestra la máquina e identifiquen los rangos de dosis que superan las recomendadas ⁽²⁷⁴⁾.

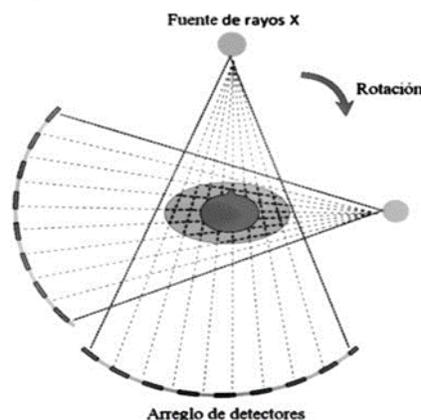
Evolución de la TC

Las primeras imágenes de TC reconstruidas con el primer escáner desarrollado tenían una resolución espacial muy baja, con una matriz de 80x80 píxeles, y tardaban un total de nueve horas en fotografiar un cerebro humano. Desde su aparición, se han desarrollado varios modelos de escáneres de TC que se dividen en varias generaciones en la literatura (Ilustración 5) ⁽²⁷⁵⁾.

Primera generación

En la primera generación de escáneres de TC (Ilustración 280), el haz paralelo se produce mediante movimientos de traslación a lo largo del objeto, un proceso que se repite en pequeños pasos de rotación hasta que se barre 180 grados ⁽²⁷⁵⁾.

Ilustración 280. Tomógrafo de primera generación. Utiliza un método de traslación-rotación y genera proyecciones paralelas ⁽²⁷⁵⁾.



Fuente: Raudales, I. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. *Revista Facultad de Ciencias Médicas*. 11(1): 35-43.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

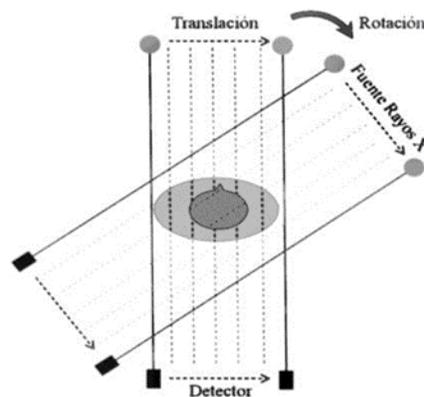
Segunda generación

Los dispositivos de segunda generación funcionaban según un principio de traslación-rotación similar, pero podían hacerlo algo más rápido gracias a más detectores y a una fuente de luz que emitía un haz en forma de abanico, y también aprovechaban mejor la energía de los rayos X emitidos. El tiempo de reconstrucción de la imagen era de 20 segundos aproximadamente ⁽²⁷⁵⁾.

Tercera generación

La búsqueda de una adquisición de imágenes más rápida condujo a la eliminación del movimiento de traslación y se dispuso de una tercera generación de dispositivos en 1975. En este tipo de escáner, el tubo de rayos X y el detector giran simultáneamente para cubrir al paciente con un haz de rayos X en forma de abanico (Ilustración 281) ⁽²⁷⁵⁾.

Ilustración 281. Tomógrafo de tercera generación. Los rayos forman una especie de abanico en donde la fuente de rayos X y el arreglo de detectores rotan dentro del gantry ⁽²⁷⁵⁾.



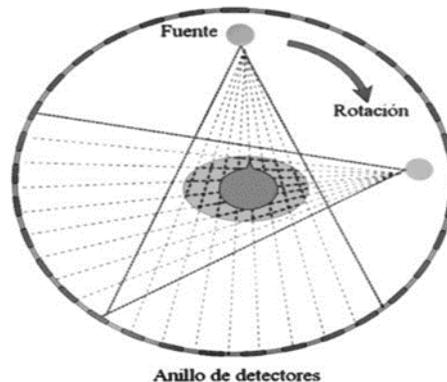
Fuente: Raudales, I. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. *Revista Facultad de Ciencias Médicas*. 11(1): 35-43.

Cuarta generación

La cuarta generación de escáneres tomográficos se produce en 1976, la cual consistía en una matriz fija de detectores circulares que rodea-

ban completamente al paciente, este modelo tenía la desventaja de que era un aparato muy caro (Ilustración 282) ⁽²⁷⁵⁾.

Ilustración 282. Tomógrafo de cuarta generación. La fuente de rayos X es rotada a través de un anillo de detectores estacionario; las proyecciones son también en forma de abanico ⁽²⁷⁵⁾.



Fuente: Raudales, I. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. *Revista Facultad de Ciencias Médicas*. 11(1): 35-43.

Quinta, sexta y séptima generación

En 1980 se introdujo la tomografía computarizada por haz de electrones (EBCT), que representa la quinta generación. La EBCT utiliza una arquitectura fija, es decir no giratoria, en la que el haz de electrones pasa a lo largo de cuatro placas semicirculares alrededor del paciente ⁽²⁷⁵⁾.

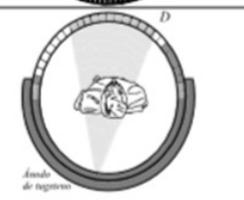
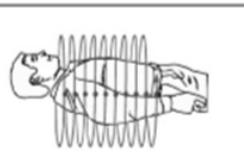
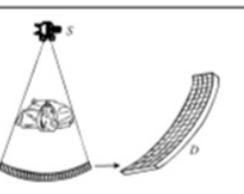
Kalender y sus colaboradores inventaron en 1989 la tomografía en espiral o helicoidal, que utiliza la arquitectura de la tercera generación, pero cuenta con una camilla de exploración que se movía continuamente por medio del gantry, que resultó ser la clave de la sexta generación. Sin embargo, el tubo de rayos X puede sobrecalentarse, especialmente cuando se requiere una mayor resolución espacial y cortes más finos ⁽²⁷⁵⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

En 1998 se desarrolló un modelo de séptima generación conocida como tomografía computarizada multicorte (MSCT), permite adquirir datos de múltiples cortes simultáneamente, minimizando el número de rotaciones del tubo de rayos X necesarias para cubrir una región anatómica determinada (Ilustración 283). La TC desde el año 2006 brinda la posibilidad de obtener datos en diferentes espectros de rayos X, lo que se denomina TC con energía dual (DECT) ⁽²⁷⁵⁾.

Ilustración 283. Características de las últimas generaciones de TC hasta el año 1998 ⁽²⁷¹⁾.

Cuarta generación (4G) (1978)		Una fuente rotatoria y un anillo de detectores estáticos. Ventaja: el área de detección es muy amplia. Desventaja: existen problemas por la dispersión, debido a que los detectores no están restringidos. (Prince y Links, 2005).
Quinta generación (5G) (1979)		Un arreglo de detectores permanece estacionario, mientras que un haz de electrones de alta energía se dispersa electrónicamente a lo largo del ánodo semicircular de tungsteno. Ventaja: se reduce el tiempo de adquisición. Desventaja: el campo de visión está limitado por el semicírculo. (Webb, 1987; Prince y Links, 2005).
Sexta generación (6G) (1987)		Anillo de deslizamiento en un sistema que puede girar continuamente alrededor de un área móvil que contiene al objeto. Ventaja: la adquisición de datos es continua y en un corto lapso. Desventaja: los datos se guardan como un patrón helicoidal y no hay secciones transversales completas disponibles. (Goldman, 2007; Prince y Links, 2005).
Séptima generación (7G) (1998)		Una matriz de múltiples detectores y una fuente de rayos-X que emite haces en forma de cono. Ventaja: un escáner 7G puede adquirir una gran cantidad de información en un tiempo muy corto. Desventaja: requiere un nivel mucho más alto en el proceso de reconstrucción, con respecto a las demás generaciones. (Seeram, 2008).

Fuente: Espitia, J., et al (2016). Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. Revista Tecnura. 20(47): 119-135. doi: 10.14483/ udistrital.jour.tecnura.2016.1.a10.

Modo de escaneo

Escáneres de TC volumétricos

A finales de la década de 1980 se inició una nueva era de la TC con

la llegada de la TC espiral, también llamada exploración helicoidal. La mesa del escáner podía moverse en el pórtico a una velocidad constante, lo que permitía la adquisición de datos volumétricos ⁽²⁷⁶⁾.

La TC en espiral se basa en la tecnología de rotación continua. La tecnología de rotación continua permite que todo el bastidor que contiene el tubo de rayos X, el generador de alta tensión y el detector giren sin interrupción. La conexión entre el generador y la fuente de alimentación se realiza mediante un sistema de escobillas de gran eficacia sobre un anillo metálico que interviene en el movimiento de forma sincronizada ⁽²⁷⁷⁾.

A medida que la camilla se mueve simultáneamente a cierta velocidad preestablecida, las exploraciones del haz obtenidas describen una línea en espiral con un paso conocido sobre el paciente. Combinada con la velocidad de análisis de datos del ordenador, proporciona un dispositivo cuya principal ventaja es la reducción radical del tiempo de exploración de volúmenes clínicamente relevantes ⁽²⁷⁷⁾.

En la actualidad se obtienen datos continuos para el volumen escaneado en lugar de cortes individuales. La Ilustración 284 muestra un diagrama esquemático de la trayectoria del haz de rayos X sobre la superficie corporal del paciente durante una exploración oblicua ⁽²⁷⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 284. Simulación del recorrido del haz de rayos X sobre el cuerpo de un paciente en TC helicoidal ⁽²⁷⁷⁾.



Fuente: Pifarré, X., et al. (2012). Fundamentos de física médica. Volumen 2, Radiodiagnóstico: bases físicas, equipos y control de calidad. Madrid: ADI Aula Documental de Investigación.

Además de las características de los equipos convencionales, los TC helicoidales tienen características especiales relacionadas con su funcionamiento específico; las cuales son: velocidad de desplazamiento de la camilla y el paso de la hélice o pitch ⁽²⁷⁷⁾.

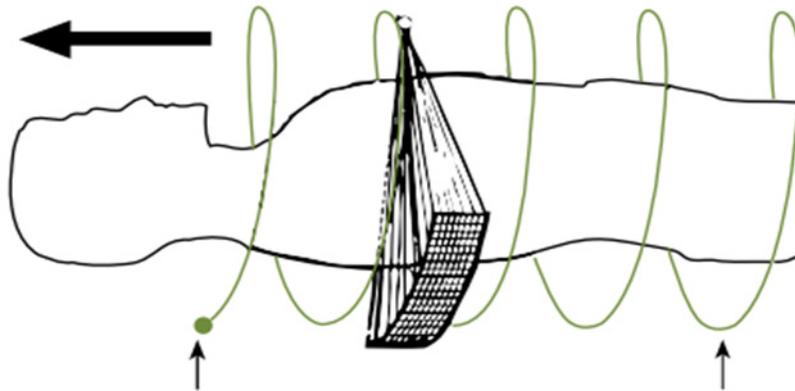
La velocidad de avance varía de un modelo a otro; desde 1 mm/seg; unidad de corte única que gira a una velocidad de 1 segundo con un grosor de corte de 1 mm; hasta más de 80 mm/seg, unidades de corte múltiples de rotación rápida ⁽²⁷⁷⁾.

El concepto de pitch es la relación entre el avance de la mesa por revolución y la colimación total del haz, y puede ser ajustado por el usuario. El tiempo de exploración se ha reducido gracias al uso de un solo detector y a un tiempo de rotación corto para la TC espiral. Sin embargo, estas exploraciones se limitan a órganos individuales. Una exploración torácica y abdominal completa requiere al menos dos paradas respiratorias ⁽²⁷⁶⁾.

Escáneres de TC multicorte

Otra revolución tecnológica en la TC ha sido la de los dispositivos multicorte. La idea es utilizar la transmisión de los rayos X en una vuelta alrededor del paciente para obtener más vistas y proyecciones, en lugar de un solo conjunto, con el objetivo de reducir el tiempo de examen y aumentar la información obtenida en un tiempo determinado (Ilustración 285) ⁽²⁷⁷⁾.

Ilustración 285. Esquema de funcionamiento de un equipo helicoidal multicorte ⁽²⁷⁷⁾.



Fuente: Pifarré, X., et al. (2012). Fundamentos de física médica. Volumen 2, Radiodiagnóstico: bases físicas, equipos y control de calidad. Madrid: ADI Aula Documental de Investigación.

La tecnología multicorte precede de la primera generación de dispositivos axiales, que adquirían los datos con dos detectores. A principios de los años 90, Elscint introdujo un dispositivo de tercera generación con un doble arco de detector que podía capturar dos cortes en una sola rotación. Posteriormente, aparecen dispositivos con cuatro detectores multiarcos. En la actualidad, los dispositivos son capaces de capturar en una vuelta, 16, 64, 128 o incluso más de 300 registros simultáneamente ⁽²⁷⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

El resultado ha sido un aumento de la resolución en el eje Z y una mejora radical de la capacidad de reconstruir imágenes en 3D, además de una reducción significativa del tiempo de exploración para grandes volúmenes ⁽²⁷⁷⁾.

El desarrollo tecnológico no se detiene ahí; se siguen desarrollando nuevas aplicaciones y sistemas. Uno de ellos es la TC de doble tubo que permite obtener el mismo volumen de imágenes en menos tiempo; TC de haz cónico, que sustituye las filas de detectores por detectores planos similares a los utilizados en radiología general o en imagen dinámica ⁽²⁷⁷⁾.

Componentes del sistema de TC

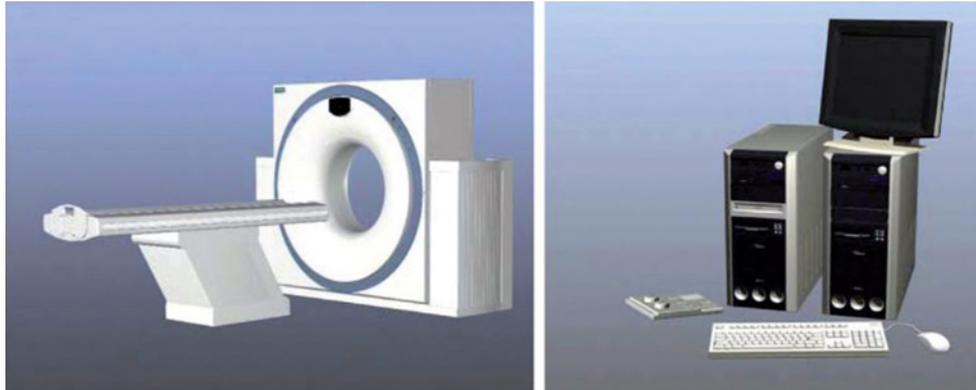
Gantry

El interior del gantry contiene todo el equipo necesario para registrar el perfil de transmisión del paciente. Como estos perfiles deben registrarse en diferentes orientaciones angulares, todo el contenido del aparato está montado en un soporte giratorio que está conformado por tubo de rayos X, unidad de detección, generador de alta tensión para el tubo, sistema de refrigeración para el tubo de rayos X, sistema de adquisición de datos, colimador y filtro de forma ⁽²⁷⁸⁾.

El abasto eléctrico de los componentes giratorios suele realizarse a través de contactos de aros deslizantes. Los componentes del gantry son controlados por el operador para realizar las inspecciones y recoger los datos necesarios para su posterior análisis y composición de imágenes ^(278,279).

Hay dos tipos de gantry, uno que gira 360° y cambia de dirección, y otro que rota continuamente. En el interior del gantry hay un anillo giratorio que contiene tubos de rayos X y detectores encargados de recibir los fotones atenuados y de contener la información sobre el objeto inspeccionado (Ilustración 286) ⁽²⁷⁹⁾.

Ilustración 286. Esquema de los elementos que componen una TC ⁽²⁷⁹⁾.



Fuente: Costa, J., y Soria J. (2021). Tomografía computarizada dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico. España: Elsevier. 2da Edición.

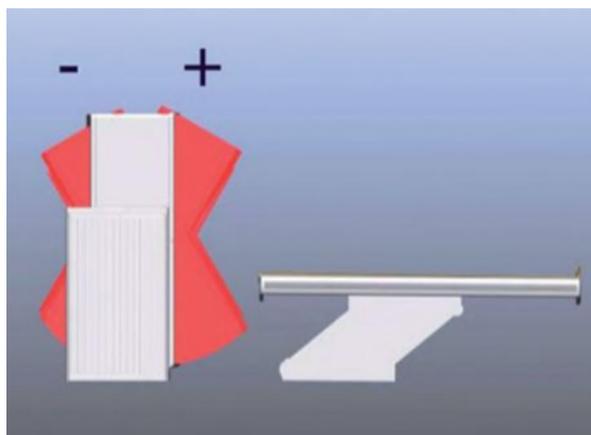
A ambos lados del gantry, en la carcasa, hay controles para la alineación centrada, el posicionamiento y la inclinación del gantry para adaptarlo a la posición necesaria para el examen. La inclinación máxima es de 30°. Cuando la inclinación cefálica y la parte superior del gantry se inclina hacia atrás se denomina inclinación caudal, como se muestra en la Ilustración 287 ⁽²⁷⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 287. Dirección de angulación del gantry ⁽²⁷⁹⁾.



Fuente: Costa, J., y Soria J. (2021). Tomografía computarizada dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico. España: Elsevier. 2da Edición.

Se utiliza una luz láser colocada en el gantry para posicionar y enfocar al paciente, con la ayuda de puntos de referencia de la anatomía del paciente, como escotadura yugular, apófisis xifoides o sínfisis púbica ⁽²⁷⁹⁾.

El tubo de rayos X y el generador

Para producir el haz de rayos X se utilizan generadores de alta tensión y tubos de rayos X compuestos por ánodos de wolframio. En función de la calidad de imagen requerida, es decir buena resolución con bajo contraste o alta resolución espacial, los tubos utilizados están disponibles en diferentes tamaños focales ⁽²⁷⁸⁾.

Los equipos modernos tienen una potencia máxima de entre 60 y 120 kW y una tensión de entre 80 y 140 kV. La introducción de múltiples detectores ha permitido un uso más eficiente de la potencia de la unidad de generador-tubo. Las innovaciones de los tubos de rayos X, como la introducción de cámara giratoria de vacío o el desplazamiento de puntos focales, han permitido obtener mayores potencias máximas y una mejor resolución espacial ⁽²⁷⁸⁾.

El diseño de estos componentes del escáner es complejo porque están montados en la parte giratoria del gantry y deben estar diseñados para soportar la rápida rotación de los componentes durante fuertes fuerzas G (fuerza centrífuga). Debido al fuerte aumento de las fuerzas G durante los tiempos de rotación más cortos, el tiempo de rotación y la correspondiente resolución temporal del TC son limitados ⁽²⁷⁸⁾.

Filtración y colimación

Al igual que en otras aplicaciones de rayos X en diagnóstico por imagen, el haz producido en el tubo debe ser colimado al tamaño requerido. La anchura del haz a lo largo del eje longitudinal suele ser pequeña, por lo que se suele utilizar el término “filtros en abanico” ⁽²⁷⁸⁾.

Además de las características de filtración de todos los equipos de rayos X, los escáneres de TC están equipados con un “filtro de forma” que crea un gradiente de intensidad del haz de rayos X en plano axial perpendicular al haz central. Para conseguir el gradiente necesario, el filtro se coloca cerca del tubo de rayos X. La finalidad del gradiente y del filtro de forma que lo produce es reducir el rango dinámico de la señal que debe registrarse en el sistema detector ⁽²⁷⁸⁾.

Detectores

Un detector de radiación es un medio material activo o pasivo capaz de registrar ciertas propiedades de un campo de radiación ionizante; recoge la energía de los fotones de los rayos X que penetran en el cuerpo del paciente y convierte esta energía en una corriente eléctrica que llega al ordenador y se convierte en una imagen. La Ilustración 288 se muestra el detector con el tubo de rayos X y el generador ⁽²⁷⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

Ilustración 288. Tubo de rayos X (A), generador (B) y detectores (C) (279).



Fuente: Costa, J., y Soria J. (2021). Tomografía computarizada dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico. España: Elsevier. 2da Edición.

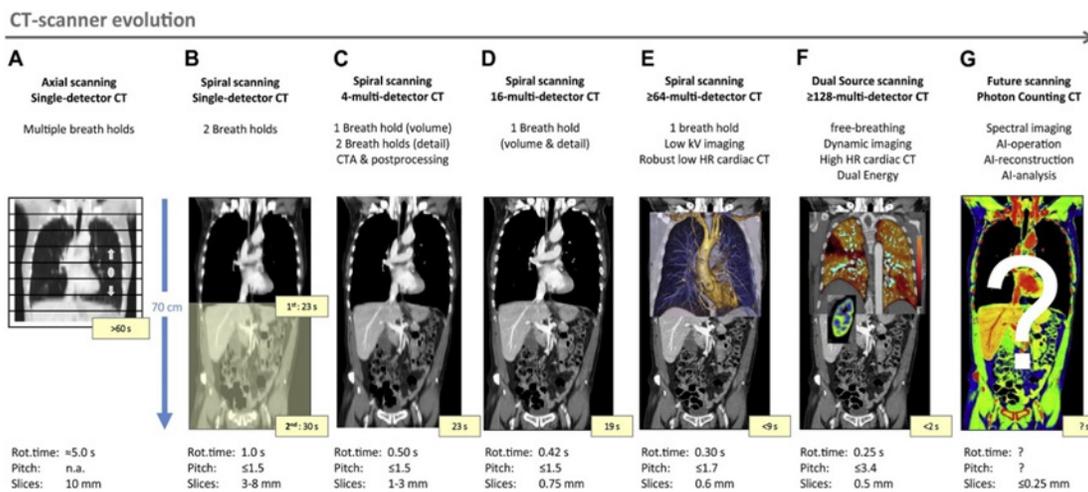
Las primeras máquinas utilizaban un detector, mientras que las actuales utilizan miles de detectores. En función de la generación del TC, existen tres tipos de detectores: detectores de cristal de centelleo, detectores de gas o de cámara de ionización, y detectores de estado sólido o semiconductores. Antes de la llegada de los equipos de TC en espiral equipadas con detectores de estado sólido, los detectores de gas xenón eran los más utilizados (279).

En los detectores de estado sólido, casi todos los fotones entrantes son absorbidos. Tienen una eficacia de detección del 100%, frente al 70% de los detectores de gas. Los detectores de estado sólido utilizados son generalmente detectores de centelleo con fotodiodos en la parte posterior del detector, que convierte la luz en una señal eléctrica (278).

Además de una buena eficacia de detección, las propiedades físicas básicas de los detectores son una respuesta rápida y una buena transparencia de la luz producida para garantizar una detección óptima por el fotodiodo. Los sistemas actuales de detectores están constituidos

por miles elementos de detectores de estado sólido. Un sistema completo se compone de varios módulos detectores colocados uno al lado del otro a lo largo del arco detector (Ilustración 289) ⁽²⁷⁸⁾.

Ilustración 289. Representación de la evolución de la tomografía computarizada. Las reconstrucciones multiplanares coronales (MPR) del tórax-abdomen que ilustran las mejoras de la calidad de la MPR a lo largo del tiempo muestran: (a) Exploración axial de 10 mm de detector único (fila). (b) La exploración espiral de un solo detector se necesitó al menos dos apneas para una exploración completa del tórax y el abdomen. (c) TC multidetector. (d) TC en espiral con 16 filas de detectores permitidas para escaneo de volumen con conjuntos de datos isotrópicos. (e) Los tiempos de rotación más rápidos y la TC de 64 detectores permitieron exámenes de TC cardíacos robustos. Futuras tecnologías: la escala de colores se utiliza únicamente con fines ilustrativos y no refleja el recuento real de fotones (PCCT) ni la CT espectral ⁽²⁷⁶⁾.



Fuente: Booi R., et al. (2020). Technological developments of X-ray computed tomography over half a century: User’s influence on protocol optimization. *European Journal of Radiology*. 131(109261). doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109261.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Consolas de control

Muchos escáneres de TC tienen dos o tres consolas, una para el técnico controle el funcionamiento del escáner y otra para que el tecnólogo de radiología procese las imágenes, anote los datos del paciente en las imágenes e identifique las imágenes individuales ^(280,281).

Esta segunda consola también permite al tecnólogo ver las imágenes resultantes antes de enviarlas a la consola de visualización del médico. Una tercera consola permite al médico ver las imágenes y cambiar el contraste, el tamaño y el aspecto general de las mismas; esta consola suele ser un complemento de varias estaciones de trabajo remotas ⁽²⁸¹⁾. La consola de trabajo contiene contadores y controles para escoger las propiedades técnicas de las imágenes, para el correcto movimiento mecánico de la cabeza y la camilla del paciente, y controles informáticos capaces de reconstruir y transmitir las imágenes. La consola de visualización del médico recibe las imágenes reconstruidas de la estación de trabajo y las proyecta para su observación y diagnóstico ⁽²⁸¹⁾.

También está equipado con controles para el movimiento automático y la indexación de la camilla de examen del paciente. Esto permite al técnico programar la posición del eje Z, el volumen de tejido a visualizar y el factor de desplazamiento en espiral ⁽²⁸¹⁾.

La denominada terminal de trabajo del médico permite al médico recuperar y editar cualquier imagen anterior para optimizar la información de diagnóstico. La unidad de control permite dirigir en los ajustes de brillo y contraste, técnicas de aumento, visualización de la zona de interés y en el uso en línea del software ⁽²⁸¹⁾.

Ordenador

Se trata de un subsistema único del sistema de imágenes de TC. Dependiendo del formato de la imagen, hay que resolver hasta 250.000 ecuaciones simultáneamente, por lo que se requiere una gran potencia de cálculo ⁽²⁸¹⁾.

El microprocesador y la memoria principal son el corazón del ordenador utilizado en la TC. Estos componentes determinan el tiempo que transcurre desde el final de la exploración hasta la aparición de la imagen, el llamado tiempo de reconstrucción. La eficacia de una exploración viene determinada en gran medida por el tiempo de reconstrucción, especialmente cuando se trata de un gran número de cortes ⁽²⁸¹⁾.

Muchos sistemas de imágenes de TC utilizan matrices de procesadores en lugar de microprocesadores para la reconstrucción de imágenes. Los conjuntos de procesadores realizan muchos cálculos simultáneamente y, por tanto, son mucho más rápidos que los microprocesadores ⁽²⁸¹⁾.

Reconstrucción de la imagen

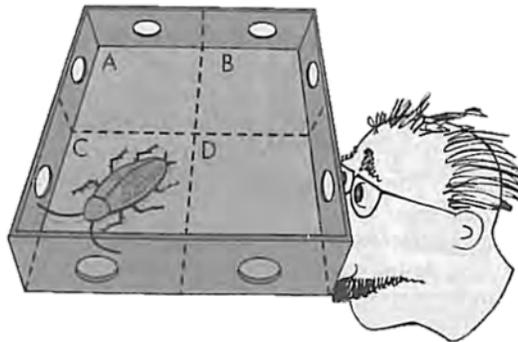
Durante el procedimiento de una TC, las proyecciones tomadas por cada detector se almacenan en la memoria de un ordenador de alto rendimiento. Las imágenes se reconstruyen a partir de estas proyecciones mediante un proceso conocido como reproyección filtrada. El término “filtrada” se refiere a una función matemática y no a un filtro físico de algún metal ⁽²⁸²⁾.

El proceso es complejo, pero su comprensión puede facilitarse con un ejemplo sencillo. Si se imagina una caja con dos agujeros en cada lado (Ilustración 290) y dicha caja está dividida en cuatro compartimentos, llamados a, b, c y d; con una cucaracha en el compartimento c. Si se tapa la caja y se mira a través de los cuatro agujeros, se puede determinar dónde está la cucaracha en la caja ⁽²⁸²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 290. Esta matriz de cuatro píxeles muestra el método de reconstrucción de una imagen en tomografía computarizada por una técnica de retroproyección ⁽²⁸²⁾.



Fuente: Bushong S. (2009). Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. Madrid: Harcourt. 6ta Edición.

Llamemos 1 al resultado de mirar dentro de la caja cuando vemos la cucaracha. Si desde un agujero vemos dos compartimentos vacíos y el agujero delante de ellos, entonces la cucaracha no está en ese compartimento. Esta situación de “no cucaracha” se indica con el valor 0. Así, el proceso de inspección visual de la caja mostrada en la Ilustración 12 puede expresarse simbólicamente mediante la ecuación $c + d = 1$ ⁽²⁸²⁾.

Un escáner no procesa cuatro cuadrículas (píxeles), sino más de 250.000. Por lo tanto, la reconstrucción de imágenes de TC requiere la solución simultánea de más de 250.000 ecuaciones ⁽²⁸²⁾.

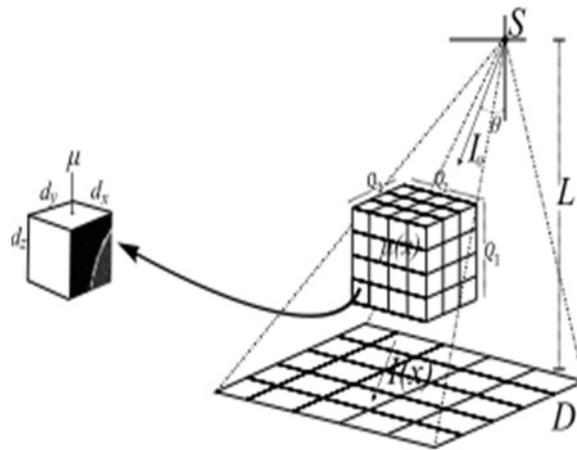
Características de la imagen

En la TC, el formato de la imagen está definido por un gran número de celdas a las que se les asigna un número y se muestran en el monitor de vídeo con un brillo o densidad determinados. El formato original del EMI consistía en una matriz de 80 x 80 que contenía un total de 6.400 celdas de información. Los escáneres actuales procesan una matriz de 512 x 512, produciendo 262.144 celdas de información ⁽²⁸²⁾.

.....

Cada unidad de información es un píxel y la información digital contenida en cada píxel se conoce como número TC o unidad Hounsfield. Un píxel es una representación bidimensional de un volumen específico de tejido denominado vóxel, que se obtiene multiplicando el tamaño del píxel por el grosor del corte de TC. El diámetro de la imagen reconstruida se denomina campo de visión, al aumentar el este, el tamaño de los píxeles también aumenta (Ilustración 291) ⁽²⁸²⁾.

Ilustración 291. Cada célula de una matriz de imagen en TC es una representación bidimensional (píxel) de un volumen de tejido (vóxel) ⁽²⁸²⁾.



Fuente: Espitia, J., e al. (2016). Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. Revista Tecnura. 20(47): 119-135. doi:10.14483/ udistrital.jour.tecnura.2016.1.a10

Existe el rango de números TC entre -1.000 y +1.000 por píxel. Así, un número TC de -1.000 corresponde a aire, mientras que +1.000 se refiere a hueso denso, y un número TC de cero indica la presencia de agua ⁽²⁸²⁾.

Escala de grises y números TC

Un fenómeno importante es el endurecimiento de los rayos, en el que la energía efectiva del espectro policromático aumenta gradualmente a medida que penetran en el material. Esto se debe a que los fotones de

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

menor energía se atenúan más fácilmente y el mismo material tiene un coeficiente de atenuación menor a mayor profundidad ⁽²⁸³⁾.

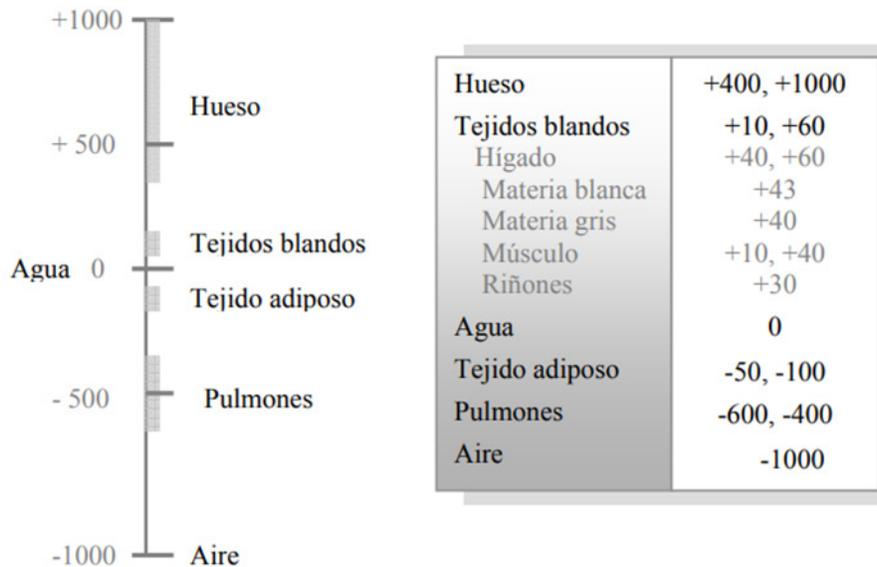
Como resultado, los objetos del mismo material aparecen más oscuros en el centro (valores μ más bajos) y más claros en los bordes de la imagen (valores μ más altos). Para esto, Hounsfield propuso en su primer prototipo el uso de una caja llena de agua para corregir el fenómeno del endurecimiento de los rayos. Midió la μ producida por el rayo que pasaba sólo por el agua y la comparó con la producida cuando el rayo pasaba tanto por la caja como por el paciente ⁽²⁸³⁾.

Luego, calculó la μ equivalente correspondiente a la diferencia entre las dos mediciones y aplicó un factor de corrección. Por este motivo, y dado que la diferencia entre los coeficientes de atenuación lineal de los distintos materiales es muy pequeña (alrededor del 0,5%), se desarrollaron las unidades Hounsfield (HU) o números CT ⁽²⁸³⁾.

Las unidades Hounsfield son un sistema normalizado para representar los coeficientes de atenuación en la TC. Se definen como la transformación lineal del coeficiente de atenuación de los rayos X de un material con respecto al agua. Según esta escala, el agua tiene una UH de 0, el aire tiene una UH de -1000 y los materiales que absorben más rayos X tienen un valor de UH más alto (Ilustración 292) ⁽²⁸⁴⁾.

Las Unidades Hounsfield no forman parte del Sistema Internacional de Unidades, pero son una unidad práctica para su uso en el diagnóstico radiológico, ya que tienen un rango de valores conocido para diversos tejidos como la sangre, el músculo, la grasa, el hueso y otros ⁽²⁸⁴⁾.

Ilustración 292. Números HU correspondientes a varios tipos de materiales ⁽²⁸³⁾.



Fuente: Ramírez C., et al. (2008). Tomografía computarizada por rayos X: fundamentos y actualidad. Revista Ingeniería Biomédica. 2(4).

Contraste intravenoso

El concepto de contraste es la base de la imagen. El contraste es simplemente la capacidad de distinguir entre dos objetos. En la imagen médica permite distinguir y hacer visible el material o tejido adyacente. La capacidad de distinguir el tejido objetivo de las estructuras circundantes permitió definir la anatomía, identificar la patología y realizar un diagnóstico ⁽²⁸⁵⁾.

Mientras que ciertas estructuras anatómicas tienen un contraste inherente debido a sus características físicas, otras son intrínsecamente difíciles de delinear. En el contexto del músculo y la grasa, el hueso se puede perfilar bien en las radiografías, pero en el contexto de la cirrosis nodular, la detección del carcinoma hepatocelular precoz está limitada por las imágenes de TC convencionales ⁽²⁸⁵⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Para aumentar el contraste de estos tejidos tan similares, se puede utilizar un agente que altere la apariencia del tejido objetivo, del tejido de fondo o de ambos. El uso óptimo de los agentes de contraste depende de la modalidad y de la física del sistema de obtención de imágenes ⁽²⁸⁵⁾.

El yodo, un elemento muy utilizado de los agentes de contraste, posee una alta densidad física que provoca la dispersión y tiene la energía de enlace suficiente en sus electrones exteriores para absorber la energía de los rayos X, que finalmente se emiten en la otra dirección o se convierten en calor ⁽²⁸⁵⁾.

El contraste intravenoso suele administrarse a través de un catéter intravenoso insertado periféricamente. El uso de un catéter más grande permite una entrega más rápida y la administración de más medio de contraste. El lugar más común para la colocación de un catéter intravenoso es la fosa antecubital. La adición del agente de contraste venoso aumenta la densidad de la sangre y, por tanto, la atenuación de la sangre mezclada con ella ⁽²⁸⁵⁾.

Los objetivos para conseguir con el uso del contraste intravenoso son: realzar el tumor, lo que facilita su estadificación local al distinguirlo del tejido adyacente; y obtener un buen contraste en los vasos del cuello para distinguirlo de los adenomas, lo que facilita la estadificación ganglionar ⁽²⁸⁵⁾.

Para obtener resultados óptimos, el agente de contraste debe inyectarse mediante un sistema de inyección o una bomba automatizada que regule el flujo y el volumen y lo coordine con el momento de la adquisición de la imagen ⁽²⁸⁶⁾.

El tiempo que transcurre entre el inicio de la inyección de contraste y la imagen en espiral es de aproximadamente 50 segundos, de modo que la imagen en espiral comienza una vez finalizada la inyección de con-

traste. El agente de contraste ha tenido tiempo de difundirse a través del tejido patológico, y se consigue una alta densidad de contraste en el tejido patológico y en los vasos del cuello ⁽²⁸⁶⁾.

Dosis de radiación

La dosis de radiación depende del número total de fotones y de su energía individuales. La distribución de estos fotones depende de la tensión aplicada, así como de los filtros espectrales utilizados para absorber las regiones de menor energía del espectro, además de los filtros bowtie para atenuar la exposición de las regiones periféricas ⁽²⁸³⁾. En la práctica, la calidad de la imagen con buena resolución y bajo ruido se intercambia por una mayor dosis de radiación; esto significa que hay un compromiso entre la calidad de la imagen a la que se expone el radiólogo y la dosis de radiación a la que se expone el paciente ⁽²⁸³⁾. Debido al creciente número de exámenes de TC en el mundo, la dosis de radiación de la tomografía se ha convertido en un tema de gran interés. En los últimos años, la optimización de la dosis se ha llevado a cabo con mucho éxito y ha dado lugar incluso a aplicaciones con valores de dosis efectiva inferiores a 1 mSv (millisievert) ⁽²⁸⁷⁾.

En general, hay una tendencia a reducir los valores de las dosis debido a las innovaciones técnicas. Los valores de la dosis efectiva son, por término medio, muy inferiores a 10 mSv, y hay estudios, como la TC cardíaca y pediátrica, que se realizan de forma rutinaria por debajo de 1 mSv con equipos modernos ⁽²⁸⁸⁾.

No es de extrañar que la TC se haya disparado en popularidad desde su introducción. Se calcula que en 2007 se realizaron 62 millones de TC al año en Estados Unidos, frente a los aproximadamente 3 millones anuales de 1980. Una de las principales preocupaciones asociadas a la acogida generalizada de la TC es el aumento de la exposición a la radiación de los pacientes ⁽²⁸⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Un estudio estadounidense de 2009 descubrió que la TC representa el 75,4% de la dosis de radiación efectiva para todas las modalidades de imagen, en comparación con sólo el 11% para los rayos X. La creciente dependencia de la TC ha llevado a un aumento de casi seis veces en la dosis de radiación efectiva acumulada per cápita absorbida por la imagen médica en los EE. UU. ⁽²⁸⁸⁾.

El uso de la tomografía computarizada ha aumentado casi un 10% al año desde mediados de la década de 1990. El rápido crecimiento de la radiología intervencionista y de los procedimientos fluoroscópicos también ha provocado un aumento de la radiación ionizante administrada por la comunidad médica ⁽²⁸⁸⁾.

La Health Physics Society determinó que a dosis inferiores a 50-100 mSv, el riesgo de efectos sobre la salud es demasiado pequeño para ser observado o inexistente; la Asociación Americana de Físicos en Medicina respaldó este criterio ⁽²⁸⁸⁾.

Además, el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de la Radiación Atómica, detalla que se observan aumentos de riesgo estadísticamente significativos a partir de dosis de 100 a 200 mGy, y que no existe un riesgo claro a dosis inferiores a este nivel de radiación ionizante. Las dosis de radiación ionizante en procedimientos radiológicos comunes se describen en la Tabla 16 ⁽²⁸⁸⁾.

Tabla 16. Dosis de procedimientos radiológicos comunes ⁽²⁸⁸⁾.

Examen	Dosis efectiva media (mSv)	Valores reportados en la literatura
Estudio posteroanterior de tórax	0.02	0.007-0.05
TAC de cabeza	2	0.9-4.0
TAC de tórax	7	4.0-18.0
Angiografía pulmonar por TC	15	13,0-40,0
TAC de abdomen	8	3.5-25
TC pélvica	6	3.3-10
Angiografía coronaria	16	5.0-32

Fuente: Power, S., et al. (2016). Computed tomography and patient risk: Facts, perceptions and uncertainties. *World Journal of Radiology*. 28;8(12):902-915. doi: 10.4329/wjr.v8.i12.902E

Nota. mSv: millisievert. TAC: Tomografía axial computarizada. TC: Tomografía computarizada.

El pronóstico de los posibles efectos sobre la salud de las tomografías computarizadas utilizando una relación lineal entre el riesgo y la dosis sin umbral de seguridad es controvertida en la comunidad radiológica ⁽²⁸⁹⁾.

Varios científicos han especulado que las dosis de radiación de la TC son demasiado bajas para causar efectos en la salud, a pesar de ello, recientes evaluaciones directas de los efectos sobre la salud de las exploraciones pediátricas con TC mediante estudios observacionales han mostrado un mayor riesgo de leucemia y tumores cerebrales asociado a múltiples exposiciones a TC en niños y adolescentes ⁽²⁸⁹⁾.

Aunque los riesgos para la salud de los pacientes que se realicen una tomografía pueden ser bajos y los beneficios individuales superen los riesgos, es posible que muchos tengan que ser examinados más de una vez, por ello se debe de saber que los modelos de predicción sugieren que hasta el 2% de los futuros procesos neoplásicos en la población estadounidense pueden atribuirse a la exposición de TC ⁽²⁸⁹⁾.

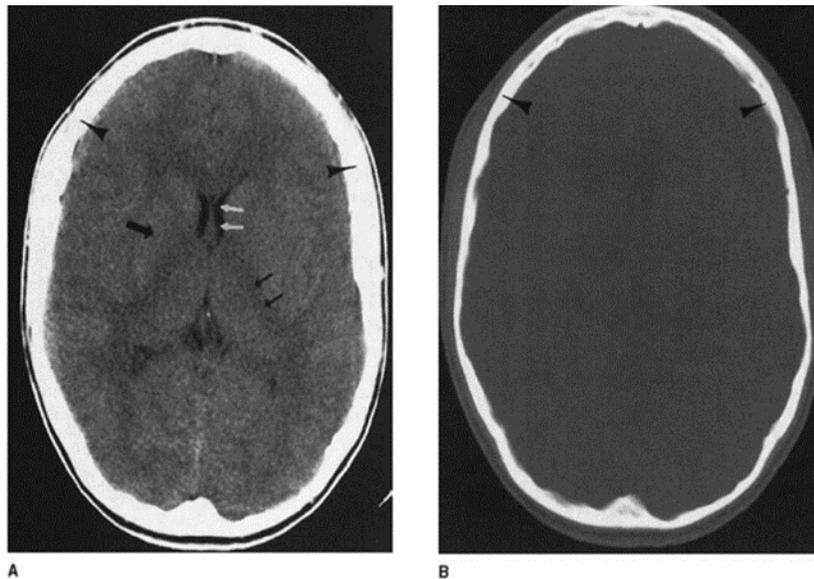
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tomografía computarizada craneal: TC craneal

La TC craneal suele incluir imágenes configuradas para resaltar los detalles del tejido blando (ventana de tejido blando) e imágenes configuradas para mostrar los detalles del hueso (ventana de ósea) (Ilustración 293). Como se ha mencionado anteriormente; el hueso cortical aparece de color blanco con valores de atenuación elevados o unidades Hounsfield, mientras que el aire de los senos aparece de color negro con un coeficiente de atenuación bajo ⁽²⁹⁰⁾.

Ilustración 293. Sección axial de TC normal de la cabeza. Una selección apropiada de la ventana permite visualizar los contenidos intracraneales (A) y de la calota ósea (B). Se observa las diferencias de atenuación entre la sustancia gris (ganglios basales derechos, flecha grande), la sustancia blanca (cápsula interna izquierda, flechas pequeñas negras), líquido cefalorraquídeo (asta frontal del ventrículo lateral izquierdo, flechas blancas) y hueso (cráneo, puntas de flecha) ⁽²⁹⁰⁾.



Fuente: Chen, M., et al. (2004). Radiología Básica. Madrid: Mcgraw-Hill Interamericana.

La materia blanca del cerebro tiene un coeficiente de atenuación ligeramente inferior al de la materia gris; por lo tanto, aparece ligeramente más oscura en las imágenes de TC que esta última ⁽²⁹⁰⁾.

Los cambios patológicos intracraneales pueden ser oscuros (baja atenuación) o brillantes (alta atenuación) dependiendo de la lesión, como en el caso de la hemorragia intracraneal aguda que suele ser muy brillante en comparación con el cerebro normal circundante, mientras que el infarto cerebral agudo tiene una atenuación baja debido a la presencia de edema ⁽²⁹⁰⁾.

El técnico de TC puede modificar las características de la imagen cambiando el grosor y el ángulo del corte y otros parámetros técnicos. Las imágenes axiales son las más comunes, pero también se pueden producir imágenes coronales dejando el cuello del paciente en hiperextensión ⁽²⁹⁰⁾.

Suele realizarse tras una inyección intravenosa de un agente de contraste que contiene yodo, los cuales iluminan o realzan los vasos sanguíneos y los senos duros normales, así como las estructuras intracraneales sin barrera hematoencefálica, como la hipófisis, el plexo coroideo o la glándula pineal ⁽²⁹⁰⁾.

En situaciones patológicas en las que la barrera hematoencefálica está alterada, también puede producirse un realce tras la inyección intravenosa de medios de contraste. Por lo tanto, las lesiones que no son visibles con la inyección de contraste intravenoso también pueden ser invisibles en los exámenes sin inyección de contraste, esto es evidente después de su administración ⁽²⁹⁰⁾.

Base del cráneo

Las imágenes se toman desde C2 hasta la parte superior del cráneo. Los exámenes axiales se realizaban en el plano de la línea de base de Reid, línea trazada desde el borde inferior de la órbita (punto orbital)

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

hasta el centro del conducto auditivo externo (punto auricular) ⁽²⁹¹⁾.

Con la llegada de la TC multicorte, se hizo posible la adquisición de volumen y la reconstrucción multiplanar del cráneo. Las imágenes se evalúan con algoritmos para el esqueleto y los tejidos blandos. Se pueden realizar exámenes post-contraste, especialmente si se sospecha de lesiones vasculares o vascularizadas ⁽²⁹¹⁾.

En los planos axial y coronal la base del cráneo se estudia mejor. Para una mejor visualización, se utiliza un algoritmo de reconstrucción ósea de ventana ancha (ancho: 4000 planos: 800), se recomienda el uso de contraste yodado intravenoso para la evaluación de los tejidos blandos ⁽²⁹¹⁾.

La TC es la modalidad preferida para determinar la anatomía ósea de la base del cráneo y para visualizar los finos márgenes corticales del foramen neurovascular. Es más sensible para mostrar la anatomía ósea, patrones de destrucción ósea, reacción perióstica, esclerosis, osificación, y calcificación; además de evaluar las fracturas de la base del cráneo y mostrar las fístulas de LCR, especialmente después de la inyección de contraste intratecal ⁽²⁹¹⁾.

Utilidades de TC craneal

Identifica la hemorragia intracraneal

Ya sea un hematoma intracerebral, subdural o una hemorragia subaracnoidea. La sensibilidad para detectar una hemorragia intracerebral es casi del 100% y en el 90% de los casos se puede diagnosticar la presencia de una hemorragia subaracnoidea ⁽²⁹²⁾.

Ante la sospecha de la presencia de una hemorragia subaracnoidea se debe examinar cuidadosamente la cisterna basal, la fisura silviana y la cisura interhemisférica, y comprobar si la sangre está localizada o se distribuye de forma difusa, ya que estos datos a veces pueden llevar a conclusiones sobre la posible localización del aneurisma, además tiene valor pronóstico ⁽²⁹²⁾.

Reconoce los primeros síntomas de ACV

Los síntomas tempranos del ictus pueden observarse en las primeras horas de su aparición y suelen asociarse a un peor pronóstico (Tabla 17). Si la isquemia es grave, puede observarse un edema cerebral focal en las tres primeras horas después del ictus ⁽²⁹²⁾.

Tabla 17. Signos tempranos del ictus que se observan en la TC de cráneo ⁽²⁹²⁾.

Signos precoces de infarto en la TC craneal
Presencia de área hipodensa focal
Pérdida de la diferenciación entre sustancia gris y blanca
Hipodensidad del córtex insular y de ganglios basales
Signos de expansividad local
Colapso de surcos corticales o del surco silviano
Compresión ventricular o de cisternas
Hiperdensidad de la arteria cerebral apropiada
Signo de la arteria cerebral media hiperdensa

Fuente: Rebollo, M., y Ricart, C. (2003). Indicaciones de la tomografía computarizada craneal y de la resonancia magnética cerebral. *Revista Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 8(92):5004-5005. doi:10.1016/S0304-5412(03)70928-7

Nota. TC: Tomografía computarizada

Se manifiesta como una materia gris hiperdensa, tanto cortical como de los ganglios basales, que pierden su delimitación de la materia blanca. Se observan signos de hiperdensidad en la arteria cerebral media en el 40-60% de los pacientes con oclusión detectable de la arteria cerebral media, lo que indica un gran infarto con mayor probabilidad de transformación hemorrágica ⁽²⁹²⁾.

Localiza topográficamente la lesión

La localización topográfica de la lesión y la posible presencia de lesiones asociadas, como infartos antiguos o leucoaraiosis, sirven para realizar un diagnóstico etiológico del proceso vascular actual ⁽²⁹²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

La presencia de múltiples infartos cerebrales en ambos hemisferios y en diferentes regiones vasculares sugiere una etiología de infarto de miocardio para un ictus, mientras que un infarto lacunar previamente presente, especialmente si el paciente es hipertenso, también suele indicar una enfermedad arterial perforante ⁽²⁹²⁾.

Detecta complicaciones

La tomografía craneal no sólo es útil en la fase aguda de la enfermedad cerebrovascular, sino que también es esencial para evaluar la progresión de las lesiones cerebrovasculares y diagnosticar posibles complicaciones. Por tanto, es la prueba de elección en los ACV con deterioro neurológico progresivo, ya que puede detectar complicaciones como la extensión del edema, la hidrocefalia obstructiva o la transformación hemorrágica del infarto ⁽²⁹²⁾.

Tomografía computarizada torácica: TC de tórax

En la era digital que avanza, hay menos interacciones cara a cara entre los médicos, lo que aumenta la necesidad de información escrita concisa pero completa. Se han realizado esfuerzos considerables para estandarizar los informes radiológicos, especialmente para estudios de imágenes complejos como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética ⁽²⁹³⁾.

Principalmente al realizar un estudio tomográfico en el tórax, lo que se busca es complementar la radiología convencional, obviamente para establecer un adecuado diagnóstico y con una idea clínica orientativa, esto se debe a que la radiografía continúa siendo la técnica fundamental en pacientes con sospecha de patología torácica, sobre todo por su rentabilidad y dinamismo ⁽²⁹⁴⁾.

Sin embargo, la TC tiene una mayor resolución en cuanto al constante y la capacidad para obtener imágenes con cortes transversales, por lo que es una modalidad extremadamente valiosa en el ámbito del diag-

.....

nóstico y la investigación de nuevas alteraciones, incluido el tratamiento y evaluación de patologías previamente diagnosticadas ⁽²⁹⁴⁾.

Indicaciones patológicas

Hay poca controversia sobre la utilidad de proporcionar información clínica adecuada al solicitar tomografías computarizadas, por ello cuando se proporciona información inexacta, también es más probable que el informe sea inexacto. Afortunadamente, toda la información pertinente para la indicación clínica se puede proporcionar en 1 o 2 oraciones concisas. No obstante, está claro que existen indicaciones patológicas habituales ^(293,294):

Enfermedades del sistema circulatorio: aneurismas, disección aórtica, embolia pulmonar.

Enfermedades inflamatorias y/o infecciosas: abscesos, empiema.

Enfermedades intratorácicas: asbestosis, sarcoidosis, enfisema.

Enfermedades pericárdicas: derrame pericárdico.

Traumatismos: lesiones mediastínicas o pulmonares.

Tumores: metástasis, neoplasias mediastínicas e hiliares, carcinoma.

Procedimiento de la TC torácica

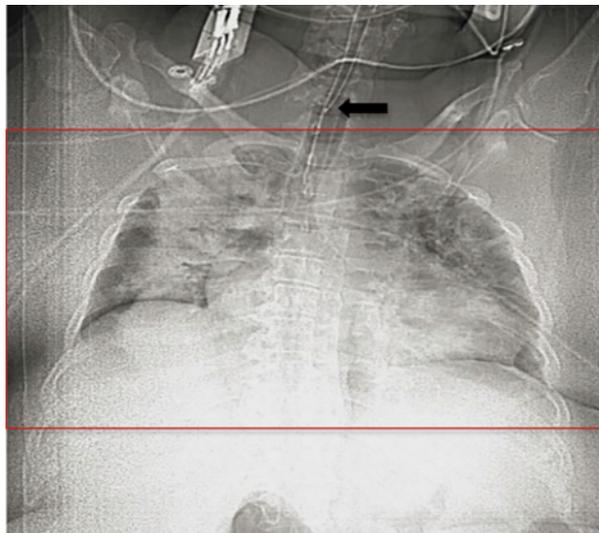
En primera instancia, deben retirarse todas las joyas y objetos metálicos; después de obtener el consentimiento para el contraste intravenoso (si se administró), se coloca al paciente en la mesa de exploración con el cuerpo centrado dentro del pórtico de TC ⁽²⁹⁴⁾.

Cuando sea posible, los brazos del paciente se colocan por encima de la cabeza para la TC de tórax; esto evita la dispersión y los artefactos de endurecimiento del haz de los huesos y tejidos blandos del brazo; a continuación, se obtiene el “topograma de exploración” del paciente (Ilustración 294) ⁽²⁹⁵⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 294. Topograma CT o “scout”. El topograma de exploración es una imagen plana obtenida a un costo de radiación muy bajo. El tecnólogo usa el explorador para prescribir la extensión superior e inferior del rango de tomografía computarizada (recuadro). El escáner CT también suele utilizar el explorador para modular la corriente del tubo adecuada a la densidad del tejido en cualquier punto a lo largo del paciente (modulación de la corriente del tubo). Hallazgos importantes pueden estar presentes en la vista de exploración, pero fuera del rango de exploración, como esta sonda nasogástrica mal colocada con la punta sobre el esófago alto (flecha) ⁽²⁹⁵⁾.



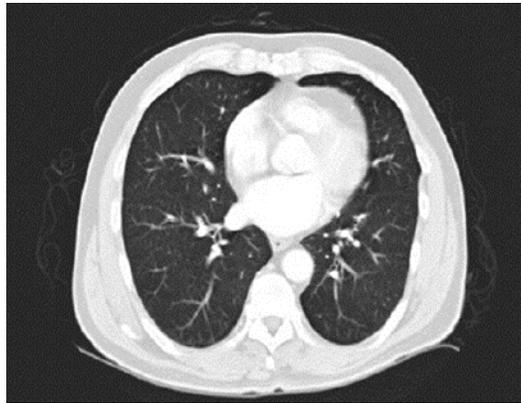
Fuente: Little, Brent P. (2015). Approach to Chest Computed Tomography. *Clinics in Chest Medicine*, 36(2), 127–145. doi: 10.1016/j.ccm.2015.02.001

La mayoría de los escáneres de TC utilizan el explorador para estimar la densidad del tejido del paciente en cada posición a lo largo del rango de exploración, aumentando la corriente del tubo de TC en áreas de alta densidad de tejido (como el abdomen) y disminuyendo en regiones de baja densidad (como los pulmones) para mantener una relación señal-ruido óptima mientras se minimiza la exposición a la radiación, una técnica conocida como “modulación de corriente de tubo” ⁽²⁹⁵⁾.



Generalmente los tumores en partes blandas comprimen el esófago, por lo que para ayudar a distinguir el susodicho del resto de las partes blandas, se administran al paciente por vía oral sustancias radiopacas que recubrirán la mucosa y opacarán el esófago. Existen dos series de ajustes de ventana de visualización, una de ellas permite una visión óptima del pulmón (Ilustración 295) y otra muestra más detalles del mediastino (Ilustración 296) ⁽²⁹⁴⁾.

Ilustración 295. Visualización óptima de los pulmones: ventana de pulmón ⁽²⁹⁴⁾.

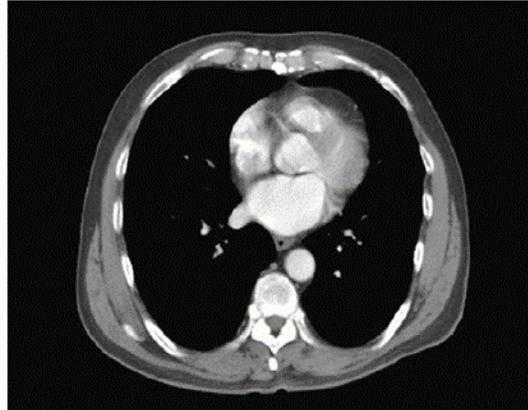


Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. *Elsevier*. 7: 733-734.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 296. Visualización de las estructuras mediastínicas: ventana de mediastino ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. *Elsevier*. 7: 733-734.

Esto no solo salva al paciente de cualquier riesgo potencial asociado con los medios de contraste como reacción de hipersensibilidad, nefropatía inducida por contraste, tirotoxicosis inducida por contraste yodado o extravasación de contraste, sino que también evita que su práctica, el paciente, el sistema de atención médica y todos los demás pierdan dinero ⁽²⁹⁶⁾.

Respecto a la posición del paciente, debe ser en posición supina, con el tórax centrado dentro del pórtico y ambos brazos elevados; además, el voltaje del tubo debe ser menor o igual a 120 pico de kilovoltaje (kVp), la extensión del escaneo va desde los vértices pulmonares hasta el fondo, pudiendo variar dependiendo de la indicación ⁽²⁹⁶⁾.

Por supuesto, hay que considerar utilizar una técnica de tono alto si la inspiración suspendida es un problema, entendiendo que la TC de alta resolución se puede lograr a partir de cortes delgados definidos como menores de 1,5 mm, oscilando entre 0,625 y 1,25 mm, aunque esta no es la técnica axial tradicional y dependerá de la institución ⁽²⁹⁶⁾.



En las investigaciones clínicas del tórax se emplean tres técnicas principales de TC. Las tomografías computarizadas en espiral y en fila de detectores múltiples son tecnologías estándar para la mayoría de las indicaciones clínicas de tomografía computarizada de tórax, mientras que la tomografía computarizada de alta resolución se utiliza para la evaluación de enfermedades pulmonares difusas, así como enfermedades de las vías respiratorias ⁽²⁹⁷⁾.

La tomografía computarizada en espiral (=helicoidal) requiere un escáner con un tubo de rayos X en rotación continua. El paciente se desplaza por el plano de exploración a una velocidad continua de la mesa (alimentación de la mesa) durante la adquisición de datos sin procesar. A continuación, se puede generar una imagen a partir de cualquier segmento dentro del volumen escaneado ⁽²⁹⁷⁾.

Los TC de fila de detectores múltiples utilizan varios tipos de detectores, siendo los más comunes los detectores de matriz, los detectores de matriz adaptativa y los detectores híbridos. Los detectores de matriz constan de múltiples filas de detectores de idéntico ancho, por ejemplo, 16 conjuntos de detectores paralelos con un ancho de 1,25 mm cada uno. Los protocolos de exploración típicos para exámenes estándar de TC de tórax y TC de alta resolución se proporcionan en las tablas 18 y 19 ⁽²⁹⁷⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 18. Protocolo estándar de tomografía computarizada de tórax (297).

Posición del paciente	Decúbito supino con los brazos elevados
Rango de escaneo	Estándar: entrada torácica – receso pleural posterior. Sospecha de cáncer de pulmón: entrada torácica: debajo de las venas renales.
Fase respiratoria	Inspiratorio final
Inyección de contraste	TC de un solo corte: 80 ml MC, 2 ml s ⁻¹ , 20 s de retraso. TC de 4 cortes: 80 ml de MC + 50 ml de lavado con solución salina, 2 ml s ⁻¹ , 20 s de retraso. TC de 16 cortes: 70 ml MC+50 ml de solución salina, 2 ml s ⁻¹ , 30 s de retraso.
Parámetros de escaneo.	TC de corte único: SC/TF/RI=5/10/5 mm TC de 4 cortes: SC=1,25-3,75, P=1,5, SW/RI =5/4 TC de 16 cortes: SC=1-1,5, P=1,3-1,5, SW/RI =5/4.

Fuente: Marten K, Hansell D. (2006). Encyclopedia of Respiratory Medicine. *Academic Press*. (1): 633-643. <https://doi.org/10.1016/B0-12-370879-6/00226-X>.

Nota: SC, colimación de corte (mm); TF, avance de mesa (mm/rotación); RI: incremento de reconstrucción (mm); P, tono; SW, ancho de sección efectivo (mm); MC, material de contraste, concentración de contraste=200 mg ml⁻¹ de yodo.

La TC de alta resolución (HRCT, por sus siglas en inglés) se puede realizar con escáneres de TC de un solo corte o de hileras de detectores múltiples. Su principio se basa en un grosor de corte de 1 o 2 mm y una adquisición de escaneo discontinua con un espacio de 10 a 20 mm entre las secciones (297).

Las TCAR en decúbito prono deben limitarse a aquellas áreas que son sospechosas en la exploración en decúbito supino. Se pueden obtener exploraciones de HRCT espiratorias para detectar atrapamiento de aire que indica obstrucción de las vías respiratorias periféricas ⁽²⁹⁷⁾.

Tabla 19. Protocolo de tomografía computarizada de alta resolución ⁽²⁹⁷⁾.

Posición del paciente	Supino con los brazos elevados. Propenso a la diferenciación del cambio. hipostático normal de la fibrosis.
Rango de escaneo	Entrada torácica: receso pleural posterior.
Fase respiratoria	Estándar: al final de la inspiración.
Inyección de contraste	Para demostrar el atrapamiento de aire: al final de la espiración. Ninguna.
Parámetros de escaneo.	Escaneado discontinuo con incrementos de 10 a 20 mm entre secciones. TC de corte único: SC=1-1,5. TC de 4 cortes: SC=1-1.25, SW=1-2. TC de 16 cortes: SC=0,5-1, SW=1-2.

Fuente: Marten K, Hansell D. (2006). Encyclopedia of Respiratory Medicine. *Academic Press*. (1): 633-643. <https://doi.org/10.1016/B0-12-370879-6/00226-X>.

Nota: SC, colimación de corte (mm); SW, ancho de sección efectivo (mm).

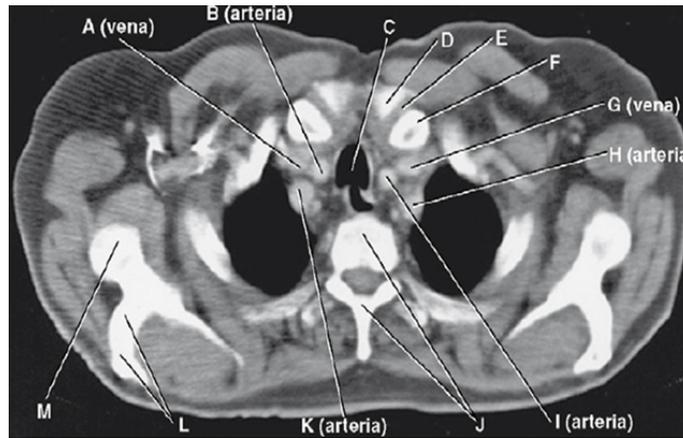
Anatomía seccional del tórax

En la ilustración 297, se observa una sección axial a nivel de la escotadura esternal, donde se observa por orden desde la A hasta la M, respectivamente la vena yugular interna derecha, la arteria carótida común derecha, tráquea, esternón, articulación esternoclavicular, clavícula, vena yugular interna izquierda, arteria subclavia izquierda, arteria carótida común izquierda, vértebras T2-T3, arteria subclavia derecha, espina y acromion de la escápula y la cabeza del húmero ⁽²⁹⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

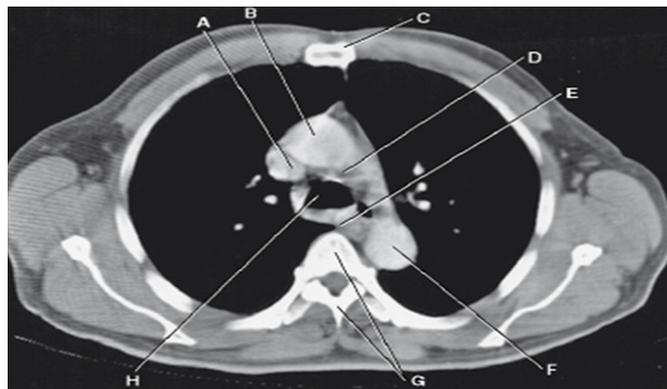
Ilustración 297. Sección a nivel de la escotadura esternal (294).



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. *Elsevier*. 7: 733-734.

En la ilustración 298, se aprecian la vena cava superior (A), la aorta ascendente (B), el cuerpo esternal (C), la ventana aortopulmonar (D), el esófago (E), la aorta descendente (F), las vértebras T4-T5 (G) y la tráquea (H), en el espacio situado entre la aorta ascendente y la arteria pulmonar (294).

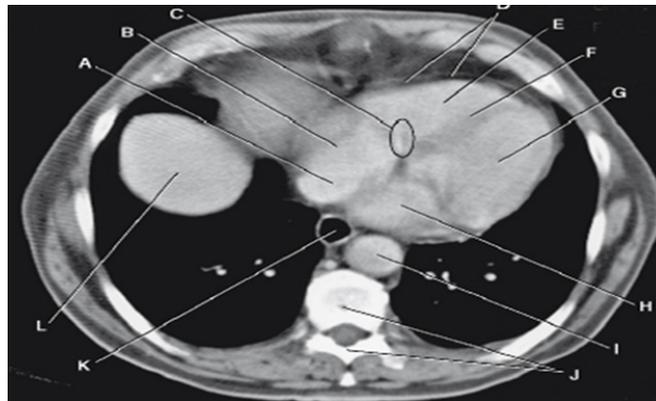
Ilustración 298. Sección a nivel de la ventana aorto-pulmonar (294).



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. *Elsevier*. 7: 733-734.

En la ilustración 299 las partes que se aprecian con detalle son la vena cava inferior (A), la aurícula derecha (B), la válvula tricúspide (C), el pericardio (D), el ventrículo derecho (E), el tabique interventricular (F), el ventrículo izquierdo (G), la aurícula izquierda (H), la aorta descendente (I), las vértebras T9-T10 (J), el esófago (K), el hemidiafragma derecho y porción superior del hígado (L) ⁽²⁹⁴⁾.

Ilustración 299. Se aprecia como el corte axial atraviesa la base del corazón, la pequeña área circular (C) es la válvula tricúspide, entre el ventrículo y aurícula derecha ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. *Elsevier*. 7: 733-734.

Ejemplos de patologías torácicas.

Se expresa una radiografía torácica en proyección AP (Ilustración 300), de un varón de 53 días de vida, donde se aprecia un ensanchamiento mediastínico de causa no conocida. Cuando se aplica la TC axial (Ilustración 301) se muestra una masa bien marcada, homogénea en el mediastino posterior, dicha masa al tener un valor de atenuación superior al del agua, se concluyó que correspondían a un quiste broncogénico ⁽²⁹⁴⁾.

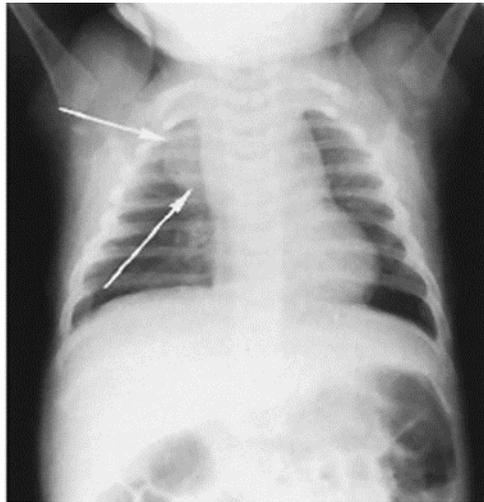
El uso de la TC de tórax para el diagnóstico o triage de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en entornos de atención médica

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

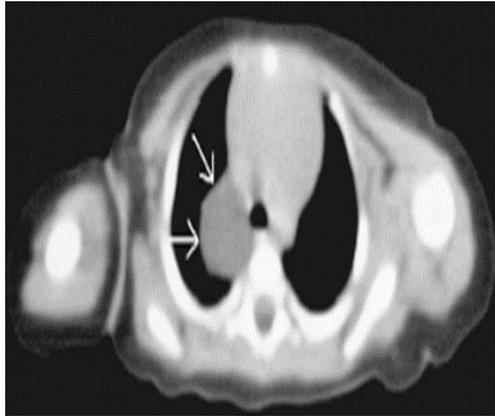
con capacidad limitada de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) del síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2) es controvertido. La categorización del sistema de datos e informes de COVID-19 (CO-RADS) del nivel de sospecha de COVID-19 podría mejorar el rendimiento del diagnóstico ⁽²⁹⁸⁾.

Ilustración 300. Proyección AP de tórax ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrèr K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.

Ilustración 301. Imagen de TC axial: quiste broncogénico ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.

Tomografía computarizada del abdomen y pelvis: TC abdominopélvica

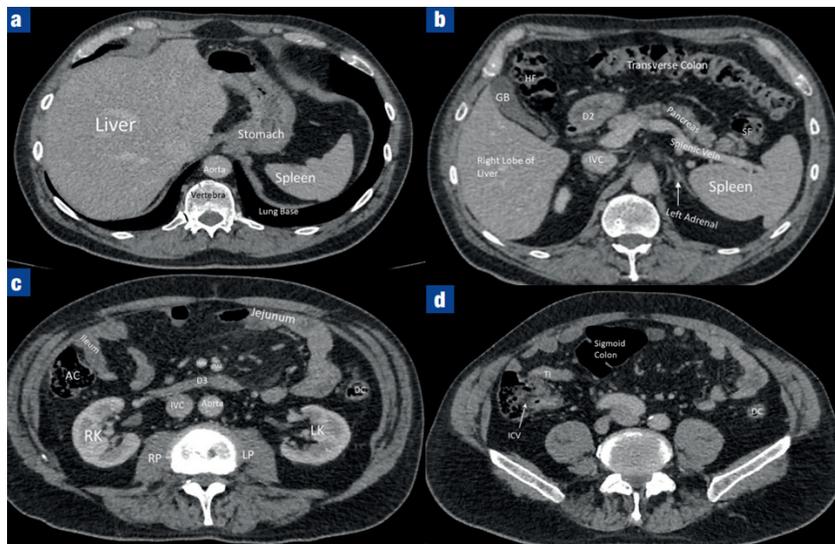
Los sistemas de TC actuales tienen varias estrategias de reducción de dosis, incluida la modulación automática de la corriente del tubo, la técnica de reconstrucción iterativa (IR) y el control automático de la exposición ⁽²⁹⁹⁾.

Las tomografías computarizadas (TC) abdominopélvicas pueden ser complejas de interpretar, y un radiólogo que tenga los conocimientos y la capacitación pertinentes siempre debe completar un informe final. Sin embargo, en las emergencias es beneficioso que los cirujanos y los médicos puedan identificar una patología importante que pueda cambiar de inmediato el tratamiento del paciente. Comprender la anatomía es un requisito previo obvio para la interpretación. Las posiciones normales de los órganos intraabdominales se muestran en la Ilustración 302 ⁽³⁰⁰⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 302. Cortes axiales anotados de tomografía computarizada abdominopélvica con contraste a nivel de (a) unión gastroesofágica, (b) vena esplénica, (c) tercera parte del duodeno y (d) válvula ileocecal. AC = colon ascendente; DC = colon descendente; D2 = segunda parte del duodeno; D3 = tercera parte del duodeno; GB = vesícula biliar; HF = ángulo hepático; ICV = válvula ileocecal; CIV = vena cava inferior; LK = riñón izquierdo; LP = músculo psoas mayor izquierdo; RK = riñón derecho; RP = músculo psoas mayor derecho; SF = ángulo esplénico; SMA = arteria mesentérica superior; SMV = vena mesentérica superior; CT = colon transverso; TI = íleon terminal ⁽³⁰⁰⁾.



Fuente: Evans, O; Rea, B; Shareef, T. (2019). Identifying emergency pathology on abdominopelvic CT for non-radiologists. *British Journal of Hospital Medicine*, 80(10), C140–C145. doi:10.12968/hmed.2019.80.10.C140.

Indicaciones patológicas en el abdomen y la pelvis

Abdomen

Cálculos renales

La tomografía computarizada sin contraste es la prueba de elección para evaluar la sospecha de cólico renal como etiología del dolor en el flanco es rápida y precisa, permite identificar la ubicación y el tamaño

del cálculo, facilita la clasificación de los pacientes y tiene una sensibilidad del 98-100 % y una especificidad del 92-100 % para la detección de cálculos renales y ureterales ⁽³⁰¹⁾.

Enfermedades del sistema circulatorio: aneurisma, hemangioma, trombosis.

Enfermedades inflamatorias/infecciosas: abscesos, pancreatitis. Linfadenopatía.

Tumores: linfomas, metástasis en el hígado, páncreas, riñón, glándulas suprarrenales, tracto gastrointestinal o bazo.

Pelvis

Enfermedades inflamatorias y/o infecciosa: abscesos.

Traumatismos: fracturas.

Tumores: cuello uterino, próstata, ovario, vejiga urinaria.

Procedimiento de la TC abdominopélvica

Ha habido un aumento exponencial en el uso de la tomografía computarizada (TC) en los últimos años y actualmente la TC imparte más del 50 % de toda la exposición a la radiación de las imágenes de diagnóstico. La relación de la exposición a la radiación de las imágenes de diagnóstico con un riesgo cuantificable de inducción de cáncer sigue siendo un tema controvertido ⁽³⁰²⁾.

Sin embargo, se cree ampliamente que la exposición prolongada a la radiación ionizante de bajo nivel está asociada con un mayor riesgo de malignidad 2-4 y la optimización de la dosis sin pérdida del rendimiento diagnóstico es esencial para una buena práctica ⁽³⁰²⁾.

La TC abdominopélvica representa el 50 % de la dosis colectiva total de TC en muchas cohortes de pacientes y, por lo tanto, las estrategias de reducción de dosis en esta área tendrán un impacto significativo en la dosis general de la población a partir de imágenes de diagnóstico ⁽³⁰²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

En primera instancia se debe retirar todo objeto metálico de la zona abdominopélvica antes de colocar al paciente sobre la mesa en decúbito supino, los brazos también deben estar levantados. Además, se debe obtener un escanograma para que el técnico pueda estimar el rango de escaneo ⁽²⁹⁴⁾.

El protocolo rutinario menciona que su rango de escaneo es el área entre el diafragma y las crestas iliacas, en cortes aproximados de 5 a 7 mm; en el caso de la TC de pelvis rutinaria se suele incluir el escaneo desde las crestas iliacas hasta la sínfisis pubiana, con el mismo corte ⁽²⁹⁴⁾.

Las posibles técnicas de reducción de dosis que pueden emplearse al realizar una TC abdominopélvica incluyen control de exposición automático, técnicas de bajo voltaje de tubo, control de rango de exploración y colimación adaptativa ⁽³⁰²⁾.

Muchos modelos ficticios no reflejan con precisión la compleja relación que existe entre la variabilidad anatómica y la calidad de la imagen, y los resultados de los estudios ficticios pueden no ser completamente aplicables al entorno clínico ⁽³⁰²⁾.

Sin embargo, los estudios de pacientes para evaluar el rendimiento de los algoritmos de reconstrucción en diferentes niveles de dosis a menudo pueden ser problemáticos de implementar, ya que la obtención de imágenes de un gran número de pacientes en diferentes configuraciones de dosis presenta factores de confusión además de desafíos éticos ⁽³⁰²⁾.

Contraste

Para diferenciar el tracto gastrointestinal de las estructuras cercanas, en una TC abdominopélvica se precisa un contraste. Las zonas que no se opacan de los intestinos pueden diagnosticarse erróneamente como masas, abscesos o nódulos linfáticos. Si se trata de un contraste oral debe ingerirse antes de la exploración ⁽²⁹⁴⁾.

Generalmente, el paciente debe ingerir el contraste en tres tomas, el motivo es porque al estar fraccionada la toma, el contraste ingerido por la noche se encontrará en el intestino grueso, el que se ingresa una hora antes estará en el intestino delgado, mientras que la cantidad administrada previo a la exploración se situará en el estómago; la intención es cubrir el máximo territorio posible ⁽²⁹⁴⁾.

El material de contraste oral positivo suele administrarse para marcar la luz del intestino a fin de mejorar la diferenciación del intestino de las estructuras no intestinales en la TC abdominal. Las principales clases de material de contraste oral positivo son el sulfato de bario, los agentes yodados iónicos y los agentes yodados no iónicos ⁽³⁰³⁾.

Contraste intravenoso

En el caso de la vía intravenosa, se requiere un medio de contraste yodado y no iónico en el caso de la TC abdominal, especialmente si se quiere evaluar el hígado y el páncreas. Opacar los vasos sanguíneos por todo el abdomen es bastante útil para diferenciar los vasos de masas, además de verificar la integridad de los susodichos ⁽²⁹⁴⁾.

Ejemplo de patología del abdomen y la pelvis

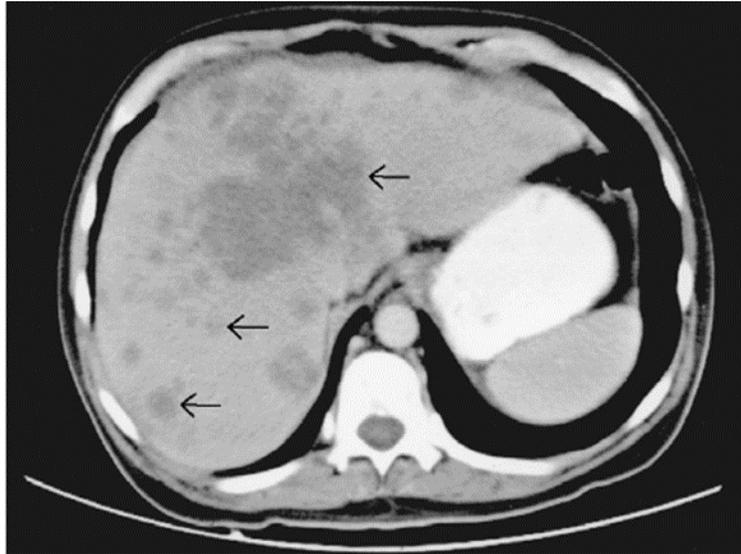
Como se aprecia en las ilustraciones 303 y 304 en ambas se muestran trastornos abdominopélvicos, en la ilustración 303, se evidencia múltiples lesiones metastásicas en el hígado, mientras que en la ilustración 304 se representa con ventana ósea para manifestar la fractura del segmento anterior del acetábulo ⁽²⁹⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

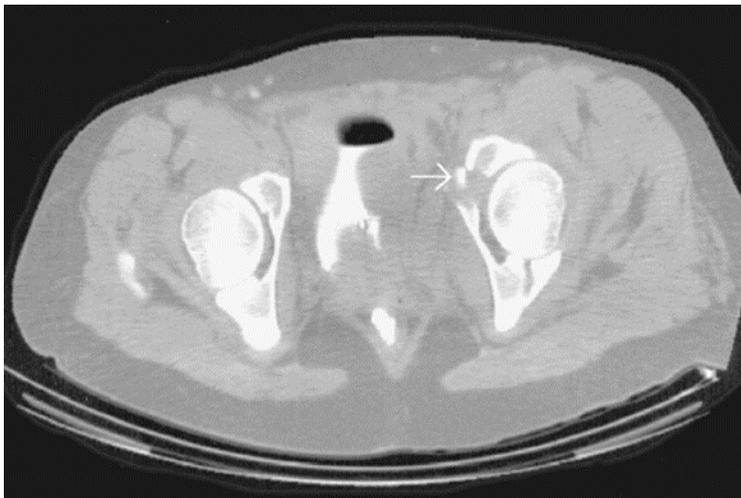


Ilustración 303. Metástasis hepáticas ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.

Ilustración 304. Fractura del acetábulo izquierdo ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.



Otros procedimientos de TC

TC cervical

Las lesiones de la columna cervical ocurren en el 2% al 6% de los pacientes con trauma cerrado. Debido a que la tomografía computarizada (TC) tiene una mayor sensibilidad en comparación con la radiografía convencional para identificar lesiones de la columna cervical (98 % frente a 54 %), las directrices internacionales actuales recomiendan una TC de la columna cervical como modalidad de imagen primaria para evaluar las lesiones de la columna cervical ⁽³⁰⁴⁾.

El objetivo de la atención traumatológica es disminuir la morbilidad y la mortalidad, lo que se espera lograr mediante la evaluación y el tratamiento rápidos y sistemáticos del paciente lesionado. En general, los médicos de urgencias determinan si se requieren imágenes de la columna cervical en un paciente traumatizado; posteriormente, un radiólogo evalúa la tomografía computarizada de la columna cervical ⁽³⁰⁴⁾. Sin embargo, la disponibilidad de experiencia radiológica varía según el país e incluso según el hospital; desde la presencia de un radiólogo en el departamento de emergencias las 24 horas del día, los 7 días de la semana, hasta la cobertura fuera del horario laboral a través de consultas remotas con un radiólogo de guardia para múltiples hospitales ⁽³⁰⁴⁾.

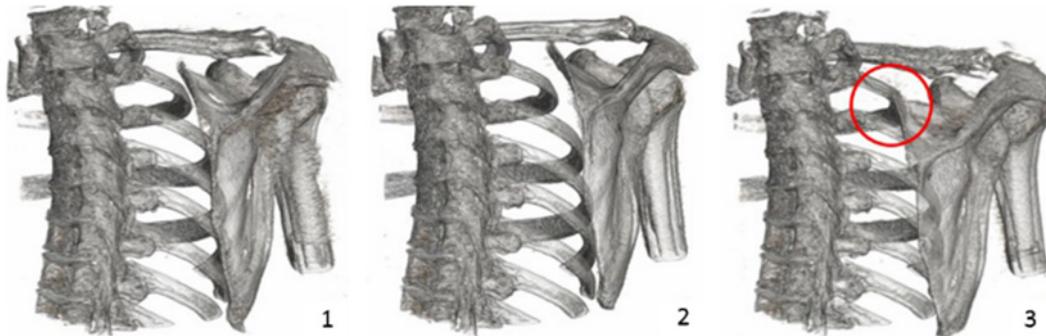
La identificación temprana de lesiones inestables de la columna cervical sigue siendo esencial en el manejo de pacientes con trauma cerrado. La tomografía cervical se utiliza para delimitar anatómicamente fracturas sospechosas o identificadas en radiografías simples o para descartar lesiones de la columna cervical cuando las radiografías simples no son adecuadas ⁽³⁰⁵⁾.

TC musculoesquelética

Los estudios de TC musculoesqueléticos (MSK) se realizan con frecuencia, duran solo unos segundos y son un poco más irradiantes que las radiografías convencionales. Además, la TC tiene un mejor rendi-



Ilustración 305. Mujer de 39 años con dolor y rechinar en la escápula derecha. No se identificaron anomalías en los estudios de imagen convencionales. Las imágenes 1 a 3 se extrajeron de un estudio dinámico de TC mediante adquisición continua. El ángulo escapular superior incide contra la segunda costilla al final de la rotación de la cintura escapular (círculo rojo). La adquisición duró 5 s y la resolución temporal después del procesamiento fue de 200 ms ⁽³⁰⁶⁾.



Fuente: Gondim P et al. (2015). Musculoskeletal wide detector CT: principles, techniques and applications in clinical practice and research. *Eur J Radiol.* 84(5):892-900. doi: 10.1016/j.ejrad.2014.12.033.

TC de la columna vertebral

Debido a que el tiempo requerido para llegar a un diagnóstico correcto es un factor crítico para el manejo de pacientes politraumatizados, la TC se ha convertido en una herramienta esencial para despejar la columna cervical ⁽³⁰⁷⁾.

Las fracturas traumáticas de la columna toracolumbar, especialmente la unión toracolumbar (T10-L2), son las fracturas más comunes de la columna vertebral. La transición de la columna torácica menos móvil con sus costillas y esternón asociados a la columna lumbar más dinámica hace que esta sea un área de gran estrés biomecánico ⁽³⁰⁷⁾.

Las secuelas de estas lesiones pueden ser devastadoras e incluyen parálisis, dolor, deformidad y pérdida de la función. Las alteraciones

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

de la columna toracolumbar a menudo son el resultado de lesiones de alta energía, la mayoría de las cuales son el resultado de accidentes automovilísticos y caídas ⁽³⁰⁷⁾.

Las radiografías simples, y especialmente si se agrega CT, demostrarán la mayoría de las lesiones óseas. Sin embargo, es posible que se pasen por alto alteraciones significativas de los tejidos blandos, ya que la TC y las radiografías simples a menudo no pueden visualizar ni describir adecuadamente el conducto raquídeo y otros ligamentos asociados ⁽³⁰⁷⁾.

La mayoría de los centros de trauma de nivel 1 ahora están equipados con tomografía computarizada rápida de alta resolución. La tomografía computarizada helicoidal es más rápida, sin más radiación que las radiografías simples, identifica y describe mejor los detalles óseos de las fracturas y reduce el tiempo necesario para las precauciones de fractura. La TC troncal helicoidal tiene una precisión del 99% en la identificación de fracturas vertebrales agudas frente al 87% cuando se utilizan radiografías simples ⁽³⁰⁷⁾.

La tomografía computarizada de la columna ósea puede permitir la colimación axial reformateada de imágenes en imágenes 2D y 3D. Dado que la mayoría de los pacientes con trauma cerrado requieren TC para detectar otras lesiones, este método parece ser la forma más efectiva y económica de identificar fracturas de la columna ⁽³⁰⁷⁾.

Procedimientos de TC específicos

Reconstrucción tridimensional

La reconstrucción tridimensional (3D) de la densidad de masa de un objeto a partir del conjunto de sus proyecciones de línea 2D se encuentra en el núcleo tanto de la técnica de reconstrucción de partículas individuales como de la tomografía electrónica. Ambas técnicas utilizan el microscopio electrónico para recolectar un conjunto de proyecciones de múltiples objetos que representan en principio el mismo complejo

macromolecular en una forma aislada, o una estructura subcelular aislada in situ ⁽³⁰⁸⁾.

Generalmente las aplicaciones clínicas de la reconstrucción involucran la posibilidad de estudiar traumatismos de columna vertebral, faciales, hombro, pelvis y rodilla; además de poder evaluar anomalías congénitas del cráneo, tal y como se aprecia en la ilustración 306, incluido el estudio del sistema nervioso central, estructuras pulmonares y los vasos ⁽²⁹⁴⁾.

Ilustración 306. Reconstrucción tridimensional del cráneo. Traumatismo facial grave. (Por cortesía de Philips Medical Systems) ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.

Endoscopia mediante TC (Virtual)

Una ventaja de la endoscopia es su capacidad para realizarse en entornos austeros. Más allá del quirófano, la endoscopia flexible se ha utilizado en lugares como departamentos de emergencia y unidades de

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

|||||

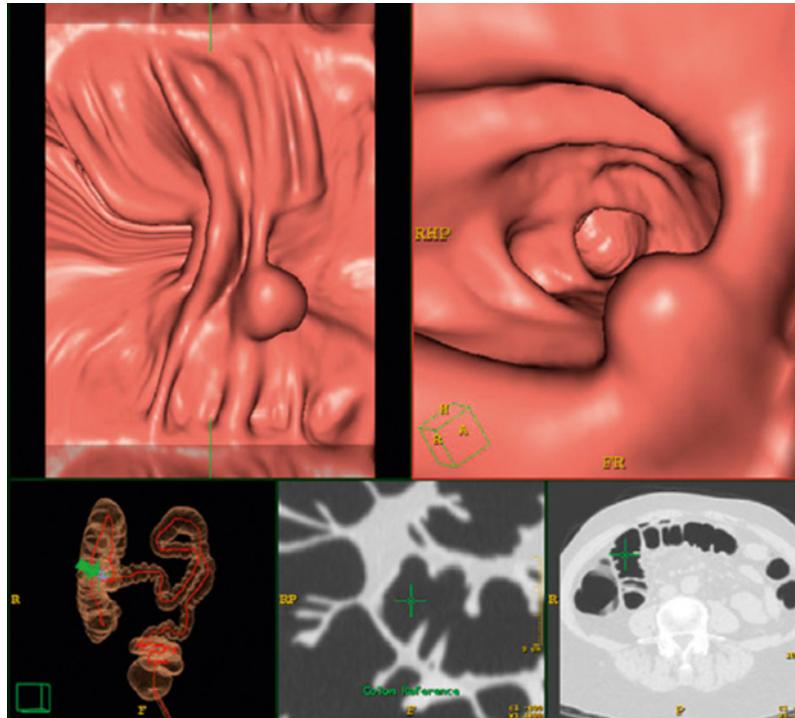
cuidados intensivos. Las intervenciones endoscópicas se han vuelto más seguras mediante el uso de imágenes bidimensionales en tiempo real, con mayor frecuencia fluoroscopia ⁽³⁰⁹⁾.

La combinación de la visualización directa de la endoscopia con la visualización radiográfica de la fluoroscopia ha permitido intervenciones más precisas y dirigidas. Sin embargo, esta técnica no está exenta de limitaciones en pacientes con anatomía desafiante. El uso combinado de la endoscopia y las modalidades de imágenes tridimensionales, como la fluoroscopia por TC, puede proporcionar la precisión adicional necesaria para realizar intervenciones difíciles ⁽³⁰⁹⁾.

Cuando se proporciona el contraste es necesario insuflar aire o dióxido de carbono en el intestino, dicho gas distiende la pared intestinal para mostrarlo por completo. Una vez hecho eso, el paciente debe estar como de costumbre en decúbito supino y prono. Tal y como se observa en la ilustración 307, los datos se procesan por medios informáticos especiales que crean imágenes tridimensionales ⁽²⁹⁴⁾.



Ilustración 307. Colonografía por TC (CTC). Nota: hay un pólipo en la pared intestinal. (Por cortesía de Philips Medical Systems.)⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.

Enteroclis mediante TC

La enteroclis por tomografía computarizada (TC) es una técnica híbrida que combina los métodos de exámenes del intestino delgado con intubación-infusión fluoroscópica con los de la TC abdominal. El uso de la tecnología de tomografía computarizada multidetector ha hecho de este un examen versátil que se ha convertido en dos modificaciones técnicas distintas⁽³¹⁰⁾.

La enteroclis por TC se puede realizar utilizando material de contraste enteral positivo sin material de contraste intravenoso y material de contraste enteral neutro con material de contraste intravenoso. Se ha demostrado que la enteroclis por TC es superior a otras pruebas de

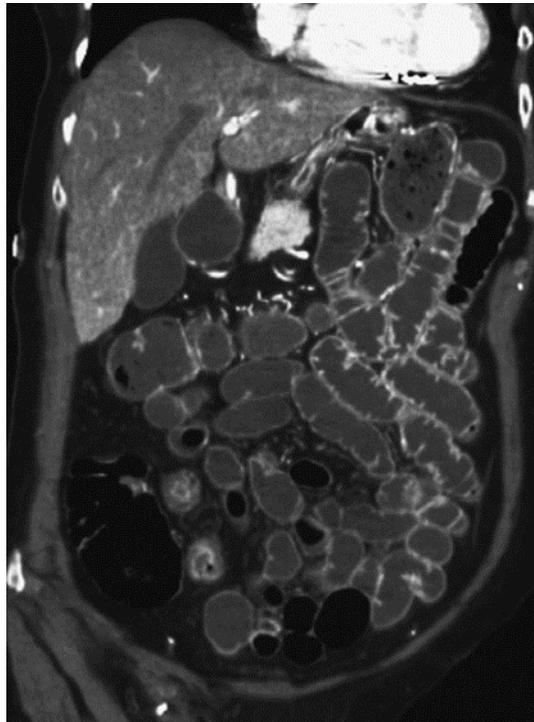
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

imágenes como la TC convencional y la enteroclisia con bario, excepto en la demostración de úlceras aftosas tempranas de la enfermedad de Crohn ⁽³¹⁰⁾.

Se suelen utilizar fármacos antiperistálticos como el glucagón para ayudar a la distensión intestinal y que sea más cómodo para el paciente. También suele utilizarse contraste yodado durante el procedimiento para obtener información diagnóstica relevante. Posteriormente se realiza el corte, aproximadamente de 1,25 mm o menos, para después efectuar la reconstrucción multiplanar (Ilustración 308) ⁽²⁹⁴⁾.

Ilustración 308. Enteroclisia por tomografía computarizada: reconstrucción coronal ⁽²⁹⁴⁾.



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.



Para realizar adecuadamente la enteroclis por TC, es necesario establecer la logística de los cuidados de enfermería y el seguimiento continuo. Cobramos códigos de terminología procesal actual separados para exámenes de sedación, fluoroscopia y TC. Además, la enteroclis por TC se realiza sin sedación o con una sedación mínima, como con diazepam administrado por vía oral ⁽³¹⁰⁾.

Angiografía por TC

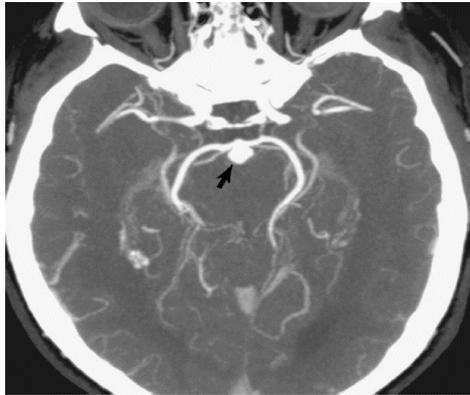
La angiografía por TC (ATC) es un término utilizado para hacer referencia a la exploración de imágenes tridimensionales a través de la TC, permitiendo observar las estructuras vasculares en diferentes planos (axial, sagital y coronal). Las indicaciones clínicas de la ATC dependen del vaso o estructura que se desea estudiar y son las mismas que las de la angiografía convencional ⁽²⁹⁴⁾.

Sin embargo, principalmente suelen realizarse para la investigación de aneurismas o disecciones vasculares. En la ilustración 309, se visualiza un aneurisma de la arteria basilar, mientras que en la ilustración 310, se muestra un aneurisma de la arteria renal ⁽²⁹⁴⁾.

Fundamentos Radiológicos

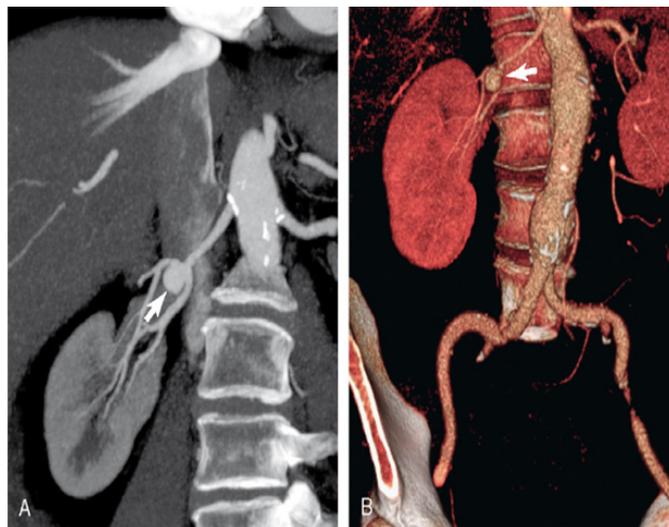
y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 309. ATC del polígono de Willis, donde se observa un aneurisma de la arteria basilar. (Por cortesía de Philips Medical Systems.)
(294).



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.

Ilustración 310. A, ATC (reconstrucción coronal) que muestra un aneurisma de la arteria renal. (Por cortesía de Philips Medical Systems.) B, Angio-TC tridimensional que muestra un aneurisma de la arteria renal. (Por cortesía de Philips Medical Systems.)
(294).



Fuente: Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.



Fluoroscopia por TC

La fluoroscopia por tomografía computarizada (TC) combina las ventajas convencionales de la TC y la fluoroscopia y tiene un papel importante en las intervenciones guiadas por imágenes donde se requieren imágenes en tiempo real. Históricamente, la fluoroscopia fue la principal herramienta de guía de imágenes para los procedimientos de radiología intervencionista ⁽³¹¹⁾.

Una de las principales ventajas de la fluoroscopia es que las estructuras superpuestas se pueden eliminar, proporcionando información mucho más precisa; además se visualizan las imágenes en tiempo real y existe una consecuente reducción de complicaciones a través de un control más fino de la aguja ⁽³¹¹⁾.



Mamografía

Anatomía de las mamas

La mama madura se va encontrar dentro de la pared torácica anterior, sobre el músculo pectoral mayor (MPP). Los cambios puberales conducen a un desarrollo incompleto de la mama proceso que solo se completa durante el embarazo ⁽³¹²⁾.

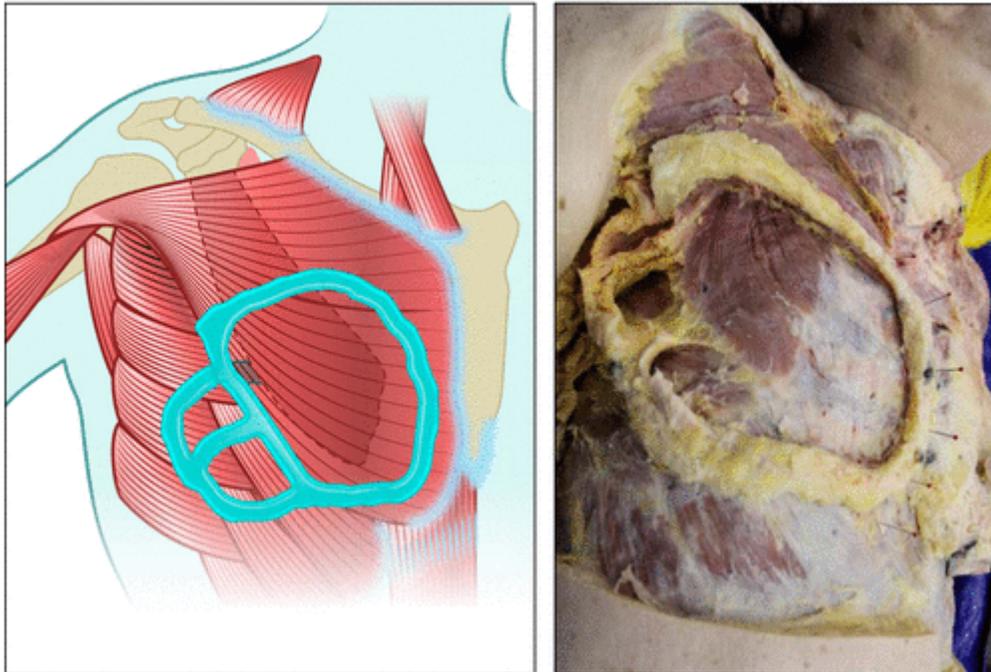
La mama completa se va a componer principalmente de tejido adiposo, pero también de unidades lactíferas llamadas lóbulos. Durante el embarazo, la mamá sufre cambios tanto anatómicos como fisiológicos para prepararse para la lactancia ⁽³¹²⁾.

Los niveles elevados de estrógeno también provocan una disminución del tejido adiposo y la proliferación y elongación de los conductos. El estrógeno también estimula la glándula pituitaria lo que produce a niveles elevados de prolactina ⁽³¹²⁾.

Es importante comprender la estructura y el movimiento de los senos para numerosas aplicaciones como la reconstrucción del seno de una mujer después de una cirugía de cáncer de seno, el modelado del seno para ayudar en el diagnóstico y tratamiento de patologías mamarias, o simplemente el diseño de sostenes efectivos que sostengan cómodamente los senos de una mujer para las actividades diarias ⁽³¹³⁾. Cubriendo toda la superficie externa del seno de piel que incluye el pezón la areola y la piel en general. Debajo de la capa epidérmica la capa dérmica de la piel del seno forma una malla interconectadas de colágeno y fibras de elastina, que dictan el comportamiento mecánico de la piel (Ilustración 311), firmemente adherida sobre toda la superficie de la mama a la estructura de tejido adiposo situada en la profundidad, la piel que cubre la mama proporciona cierto soporte anatómico ⁽³¹³⁾.



Ilustración 311. Perímetro de la mama y sus inserciones en la pared anterolateral ⁽³¹³⁾.



Fuente: McGhee, et al. (2020). “Breast Biomechanics: What Do We Really Know?”. *Physiology* (Bethesda, Md.) 35(2):144-156. doi:10.1152/physiol.00024.2019

Cáncer de mama

El cáncer de mama es una enfermedad heterogénea y la estratificación de los tumores es primordial para lograr mejores resultados clínicos. Mientras es común tratar y estratificar tumores de mama como una entidad única, existen nuevos hallazgos a partir de estudios de heterogeneidad intratumoral y células madre del cáncer que incrementan la posibilidad de que múltiples subtipos de cáncer de mama coexistan dentro con un tumor ⁽³¹⁴⁾.

Los estudios epidemiológicos han contribuido de manera importante al conocimiento actual de los factores de riesgo ambientales y genéticos del cáncer de mama en todo el mundo, es una causa importante de

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

sufrimiento humano y de mortalidad prematura entre las mujeres ⁽³¹⁵⁾.

En los Estados Unidos, el cáncer de mama representa más muertes por cáncer en las mujeres que cualquier otro sitio que no sea el cáncer de pulmón. Y una variedad de factores de riesgo han sido bien establecidos para investigaciones epidemiológicas ⁽³¹⁵⁾.

Los datos disponibles dan a conocer, que la incidencia y la mortalidad en los países de bajos recursos ha aumentado, es probable que este patrón se deba a los perfiles cambiantes de los factores de riesgo y las diferencias en el acceso a la detección temprana y el tratamiento de cáncer de mama ⁽³¹⁶⁾.

Los factores de riesgo para el cáncer de mama incluyen el aumento de la edad, la raza, los antecedentes de menarquía, las características de las mamas, los patrones reproductivos, el uso de hormonas, el consumo de alcohol, el consumo de tabaco, la dieta, la actividad física y el hábito corporal ⁽³¹⁶⁾.

El diagnóstico de pacientes con cáncer de mama en etapas tempranas es uno de los aspectos importantes del tratamiento de cáncer de mama. Entre las diversas plataformas de diagnóstico, las técnicas de imagen son los principales enfoques de diagnóstico que podrían proporcionar datos valiosos sobre pacientes con dicha patología ⁽³¹⁷⁾.

Se ha demostrado que diversas técnicas de imagen como la mamografía, la resonancia magnética nuclear, la tomografía por emisión de positrones, la tomografía computarizada y la tomografía computarizada por emisión de fotón único podría usarse para diagnosticar y monitorear pacientes con cáncer de mama en varias etapas ⁽³¹⁷⁾.

Generalidades de la mamografía

La detección temprana es de gran importancia para el éxito del tratamiento de cáncer de mama y para un buen pronóstico. La mamografía

con contraste y especialmente la mamografía espectral con contraste (CESM) muestran resultados iniciales prometedores y son una valiosa adición a los métodos actualmente disponibles ⁽³¹⁸⁾.

La ventaja de estos métodos es que pueden obtener imágenes de ambos senos en un solo examen con una sola aplicación de agente de contraste. La precisión de la mamografía espectral con contraste es similar a la de la resonancia magnética nuclear, fácilmente disponible a bajo costo, razón por la cual este procedimiento se usa cada vez más en el diagnóstico del cáncer de mama ⁽³¹⁸⁾.

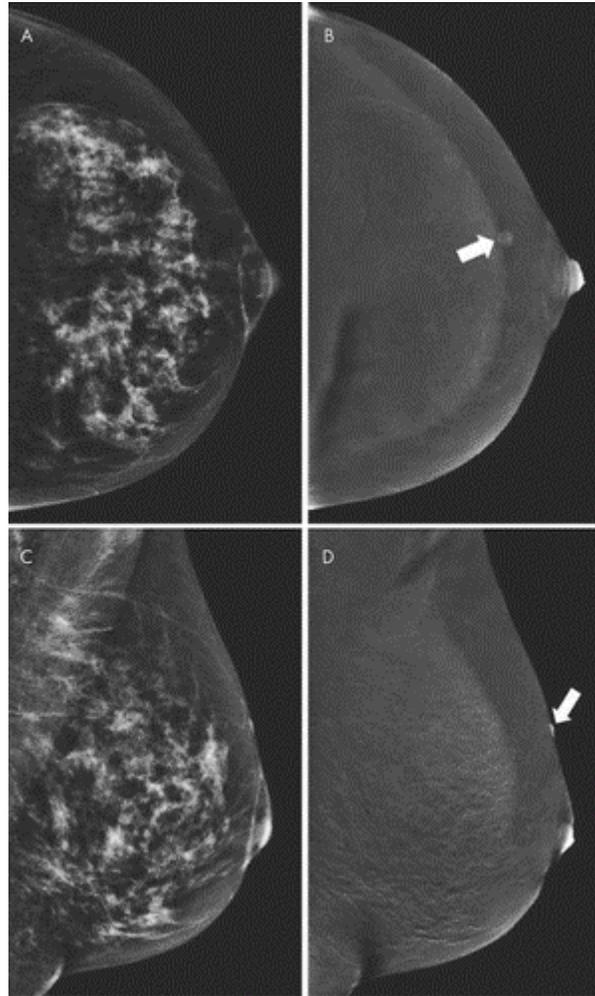
La mamografía con contraste es una modalidad emergente de imagenología mamaria que ayuda a mejorar la precisión diagnóstica cuando las imágenes mamarias de rutina producen hallazgos no concluyentes y que pueden servir como una alternativa a la resonancia magnética mamaria ⁽³¹⁹⁾.

Esta técnica emergente, utiliza materiales de contraste yodado (Ilustración 312) para la visualización de la neovascularización mamaria de manera similar a la resonancia magnética. Los vasos formados a través del proceso de angiogénesis a menudo filtran el material de contraste y el contraste se difunde dentro del tejido tumoral, lo que da como resultado una imagen realizada con yodo. Esto permite ver un tumor maligno a pesar del tejido mamario denso que lo recubre ⁽³¹⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 312. Imágenes mamográficas realzadas con contraste de una lesión benigna en una mujer de 50 años ⁽³¹⁹⁾.



Fuente: Jochelson, M, et al. (2021). "Contrast-enhanced mammography: State of the art." *Radiology*. 299(1): 36-48.

Posicionamiento radiológico

Es frecuente que los radiólogos pasen por alto el 10-30% de los cánceres, aproximadamente el 80% de los casos en los que fueron requeridas visitas posteriores resultaron ser mujeres con resultados normales, mientras que el 40% de las lesiones que fueron sometidas a biopsias eran benignas. Los errores de detección resultan de limitaciones tanto humanas como tecnológicas ⁽³²⁰⁾.

Preparación de la paciente

En primer lugar, el mamografista le brindará a la paciente una bata, generalmente permite exponer únicamente la mama que se desea explorar. Deben ser retiradas todas las pertenencias ya que puedan causar artefactos o interferencias (joyería, polvos, desodorante, inclusive perfumes, entre otros) ⁽³²⁰⁾.

Posteriormente será explicado el procedimiento y se anotará los datos de interés: Número de embarazos, antecedentes familiares de cáncer, medicamentos consumidos actualmente, cirugía mamaria previa, datos de mamografías, motivo de consulta actual (cribado, tumor palpable, dolor o secreción) además localización de cicatrices, tatuajes, entre otros hallazgos en la zona ⁽³²⁰⁾.

Posiciones de la mama

Entre los factores que influyen en el rendimiento mamográfico se encuentran: Características de la población tamizada, por ejemplo, Índice de Masa Corporal (IMC), densidad mamaria (tipo tisular, forma, márgenes, sutileza), implantes mamarios, terapias hormonales, patologías ⁽³²⁰⁾.

La base de la mama corresponde a la porción próxima a la pared torácica, por su parte el área cercana al pezón es denominada vértice. En las Proyecciones Craneocaudal (CC) o Mediolateral (ML), la base presenta un grosor mucho mayor, además de tejidos más densos a diferencia del vértice. Por ello, se utiliza la compresión combinada con un tubo especial que consigue que el rayo central (RC) de más intensidad del haz de rayos X penetre en su totalidad ⁽³²¹⁾.

Tubo de rayos X

En su mayoría los mamógrafos cuentan con rejillas o parrillas, Control Automático de Exposición (CAE) y un dispositivo de compresión mamario (Ilustración 313), lo más característico es su diseño exclusivo en el tubo de rayos X, presenta un objetivo de molibdeno (Mo) con puntos

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

focales de 0,3 y 0,1mm, para visualizar las diferentes calcificaciones malignas que suelen ser menores de 1 mm. Un material opcional del ánodo es el rodio (Rh) ⁽³²²⁾.

Se produce un efecto talón prominente secundario a la corta distancia foco-película (SID) y por el empleo de un estrecho ángulo diana de referencia, este efecto es aprovechado al máximo gracias a que el tubo de rayos X está alineado con el cátodo, el cual se coloca sobre la base de la mama y el ánodo por fuera, dirigido hacia el vértice. Del lado del cátodo se emite una intensidad de rayos X mayor, así los rayos más intensos inciden de manera uniforme en la base ⁽³²²⁾.

Ilustración 313. Mamógrafo y sus partes principales ⁽³²²⁾.



.....

Fuente: Jorge, J.G., et al. (2021). *Algunos aspectos de aseguramiento de la calidad en mamografía*. Protección Radiológica es SEROFCA [Internet]. [citado el 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://serofca.com/2021/03/21/algunos-aspectos-de-aseguramiento-de-la-calidad-en-mamografia/>

Selección de dispositivo de CAE

Generalmente en los mamógrafos las cámaras de CAE son ajustadas hasta en 10 posiciones que van de la pared torácica hacia el pezón. Para garantizar una correcta exposición en casos de tejidos de mayor densidad se seleccionará la cámara en la zona tisular más densa. Exceptuando en proyecciones especiales como las magnificaciones, en dichos casos la cámara se colocará bajo la región de interés (RDI) ⁽³²³⁾.

Compresión

Los mamógrafos presentan un dispositivo plástico de compresión utilizado para comprimir la mama, el cual transmite los rayos X de baja energía, consta de un borde recto con la finalidad de englobar el área tisular mamaria próxima a la pared torácica. Por lo general, es aplicada una fuerza de 11-20kg, la aplicación de la misma debe ser lenta y constante, evaluando el grado de molestia que puede presentarse, es de gran utilidad la compresión asistida por la paciente ⁽³²⁴⁾.

Además del artefacto compresor estándar, se puede utilizar un dispositivo “puntual” de menor tamaño para que sea posible visualizar posibles lesiones o regiones de superposición. Todos los dispositivos deben evaluarse para asegurar su correcto funcionamiento ⁽³²⁴⁾.

La compresión adecuadamente aplicada representa uno de los factores primordiales para la obtención de un estudio mamográfico de alta calidad y confiabilidad. Las ventajas de una correcta compresión se mencionan en la Tabla 20 ⁽³²⁵⁾:

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 20. Ventajas radiológicas de la compresión en Mamografía ⁽³²⁵⁾.

N°	Ventajas
1	Iguala la diferencia de grosor, haciendo la densidad más uniforme.
2	Acerca lo máximo posible los tejidos mamarios al RI.
3	Reduce la dosis y el tiempo de exposición a la radiación.
4	Disminuye la distorsión geométrica al realizar el acercamiento del objeto a la placa.
5	Los factores de sobreexposición e infraexposición son menores.
6	Los movimientos de exposiciones largas igualmente se reducen.

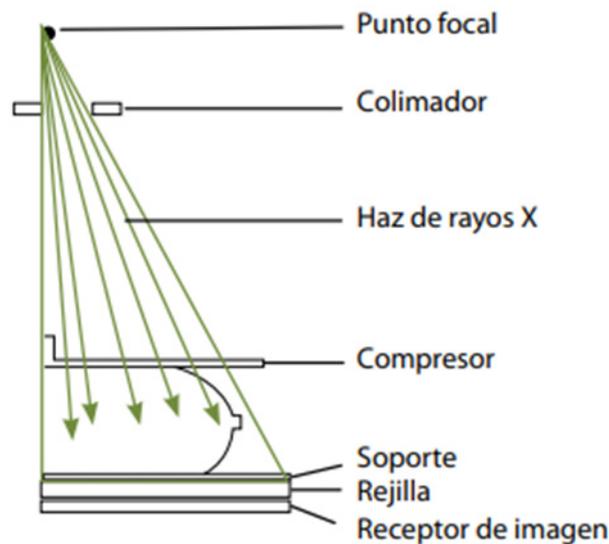
Fuente: Pérez, S. (2017). Técnica mamográfica [Internet]. Revista Portales Medicos.com. [citado el 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/tecnica-mamografica/>

Elaboración propia.

Nota. RI: Receptor de Imagen.

Las ventajas mencionadas anteriormente reducen la difusión y magnifican las estructuras mamarias. Al realizar una correcta compresión se acercan los distintos tejidos incluidas las lesiones al reducirse considerablemente el grosor mamario, lo que consigo disminuye a un 50% la relación entre la radiación dispersa y la primaria. La nitidez geométrica es conservada debido a que el RC es perpendicular a dichas estructuras mamarias (Ilustración 314 y 315) ⁽³²⁶⁾.

Ilustración 314. Efecto de la compresión en la radiación dispersa ⁽³²⁶⁾.

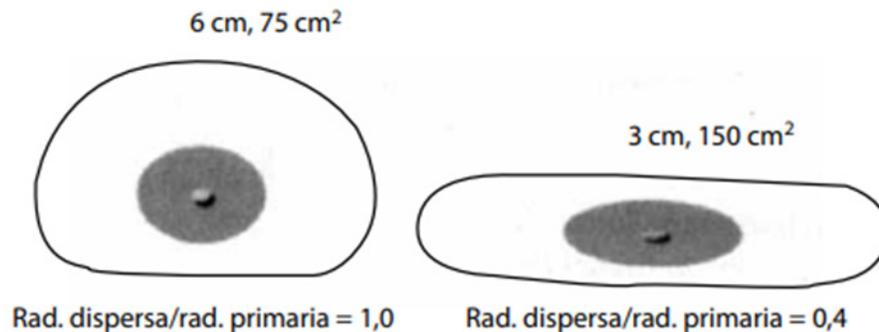


Fuente: Torres, R., y González, I.H. (2016). Equipos de rayos X y receptores de imagen. En A Brosed (Ed.), Fundamentos de Física Médica Volumen 2 Radiodiagnóstico: Bases físicas, equipos y control de calidad (pp.127-128). Madrid: ADI Librería y Editorial Científico-Técnica <http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/4-Libro-Volumen-2-fisica-medica-esp%C3%B1ol.pdf>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 315. Efecto de la compresión en la radiación dispersa ⁽³²⁶⁾.



Fuente: Torres, R., y González, I.H. (2016). Equipos de rayos X y receptores de imagen. En A Brosed (Ed.), Fundamentos de Física Médica Volumen 2 Radiodiagnóstico: Bases físicas, equipos y control de calidad (pp.127-128). Madrid: ADI Librería y Editorial Científico-Técnica <http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/4-Libro-Volumen-2-fisica-medica-esp%C3%B1ol.pdf>

Magnificación

Este factor de magnificación (FM) es utilizado para aumentar zonas de interés entre ellas pequeñas lesiones o microcalcificaciones. Se requiere un tubo de rayos X con punto focal de 0,1 mm para conservar una buena resolución imagenológica. Puede ser magnificada de 1,5-2 veces al insertar una plataforma de ampliación, mediante el aumento de la Distancia del receptor de imagen al objeto (OID), el FM puede determinarse mediante dos fórmulas ⁽³²⁵⁾:

- FM= Tamaño de imagen / tamaño del objeto.
- FM= SID (Distancia foco-película) / SOD (Distancia fuente-objeto).

Dosis que recibe la paciente y técnica radiológica

La dosis recibida en mamografía es relativamente alta, esto puede comprenderse mejor con un ejemplo; en la columna lumbar lateral de 30 cm (a 90 kilovoltios (kV) y 50 miliamperios (mAs)), recibe Dosis Cutánea (DC) de 1.000-1.300 milirad (mrad) y una Dosis Glandular Media

(DGM) de 130-180 mrad; mientras que para realizar una mamografía en un grosor de 4cm por lo general, se utiliza una DC de 800-900 mrad y una DGM de 130-150 mrad debido a su kV bajo (25-28) (Tabla 21) y su mAs alto (75-85) ⁽³²⁷⁾.

Para poder controlar la dosis se debe tener un posicionamiento correcto y cuidadoso, que minimice la necesidad de repetir el estudio. El Colegio Americano de Radiología (ACR) recomienda una tasa de repeticiones < 5% en mamografía. Con la finalidad de proteger las gónadas se ofrece un delantal para el área de la cadera ⁽³²⁸⁾.

Tabla 21. Especificaciones del ACR para valores máximos de HVL ⁽³²⁹⁾.

Voltaje del tubo (kV)	Mo/Mo C=0,12	Mo/Rh C=0,19	Rh/Rh C=0,22	W/Rh C=0,30
24	0,36	0,43	0,46	0,54
26	0,38	0,45	0,48	0,56
28	0,40	0,47	0,50	0,58
30	0,42	0,49	0,52	0,60
32	0,44	0,51	0,54	0,62

Fuente: Díaz, H.F. (2020). Determinación de niveles de referencia en procedimientos de mamografía digital tomosíntesis. [Internet]. [citado el 12 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77555>

Nota. ACR: Colegio Americano de Radiología - HVL (mmAl): kV/100+C – kV: Kilovoltaje – Mo: Molibdeno – Rh: Rodio – W: Wolframio.

Para la correcta obtención de imágenes mamográficas de muy buena calidad se deben considerar los puntos de la Tabla 22 ⁽³²⁹⁾:

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 22. Técnica radiológica ⁽³²⁹⁾.

Técnica radiológica	Definición
Kilovoltaje (kV)	Es la alta tensión establecida entre el cátodo y ánodo, determina la energía de desplazamiento de los electrones. Cuando es aumentado el voltaje existe mayor emisión de rayos X y penetración, pero disminuye el contraste de la imagen produciéndose más ruido, por ello los voltajes radiodiagnósticos deben ser bajos, con la finalidad de obtener una imagen de mayor calidad-contraste.
Miliamperaje (mA)	Es la cantidad de electrones que se desplazan entre el cátodo y ánodo, al existir mayor corriente, existirán más fotones, por ende, mayor exposición en el RI. Al aumentar el mA en detectores digitales únicamente se presentará un incremento de dosis de radiación.
Tiempo de exposición	Es el tiempo en el que el tubo de rayos X emite la radiación, debe ser el menor posible y evitar los movimientos. Los equipos modernos cuentan con parámetro de mAs, producto de mA por el tiempo de exposición.

Fuente: Díaz, H.F. (2020). Determinación de niveles de referencia en procedimientos de mamografía digital tomosíntesis. [Internet]. [citado el 12 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77555>

Elaboración propia.

Nota. RI: Receptor de Imagen - mAs: Miliamperios por segundo.

Métodos de obtención de imagen mamográfica

La mamografía tiene por objetivo identificar tejidos normales y diferenciar áreas patológicas que pueden presentar coeficientes de absorción radiológica similares, dichas imágenes patológicas pueden resultar pequeñas como es el caso de las microcalcificaciones; es fundamental una excelente definición de contrastes y una alta resolución. Existen varios métodos de obtención de mamografía (Ilustración 316) ⁽³³⁰⁾:

- Mamografía Convencional (analógica).
- Mamografía Digital Indirecta (digitalizada, Radiografía Computarizada o CR (Computed Radiography)).
- Mamografía Digital Directa (DR o Direct Radiography).

Mamografía en placa convencional

Corresponde a la mamografía tradicional en la que se producen imágenes de diagnóstico mediante la aplicación de rayos X en dosis bajas, se emplea para identificar cambios o alteraciones en la anatomía, casos sospechosos que involucren un bulto o nódulo en el seno, dolor en la zona, aspecto anómalo de la piel y/o engrosamiento-secreción del pezón. Por su parte, en la mamografía de detección se evalúan hallazgos no característicos ⁽³³⁰⁾.

Mamografía digital

En las mamografías digitales la película de rayos X es reemplazada por un chip digital que registrará las imágenes, de esta manera es posible que las imágenes sean visualizadas tanto en un monitor portátil o que se escriban en una película especial, así como las mamografías convencionales, presentando diversas ventajas (Tabla 4). Una variante es la mamografía de Tomosíntesis Mamaria Digital, presentando una visión Tridimensional (3D) de la mama ⁽³³⁰⁾.

Mamografía con Radiografía Computarizada

La Radiografía Computarizada (RC) puede ser utilizada para mamografía de manera similar que, en radiología, en caso de existir puede utilizarse el chasis, presentando varias ventajas ⁽³²⁹⁾.

Radiografía Digital Directa

Este sistema mamográfico contiene un detector plano que se monta de forma permanente a la unidad de rayos X, no necesitándose una placa de imagen, los detectores de radiación convierten en un único paso la información en carga eléctrica. Generalmente el Selenio (Se) es empleado como fotodetector por su afinidad con los rayos X. En la tabla 23 se mencionan las ventajas ambos métodos ⁽³²⁹⁾:

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 23. Ventajas de los diferentes métodos de obtención de imagen Mamográfica Digital ⁽³²⁸⁾.

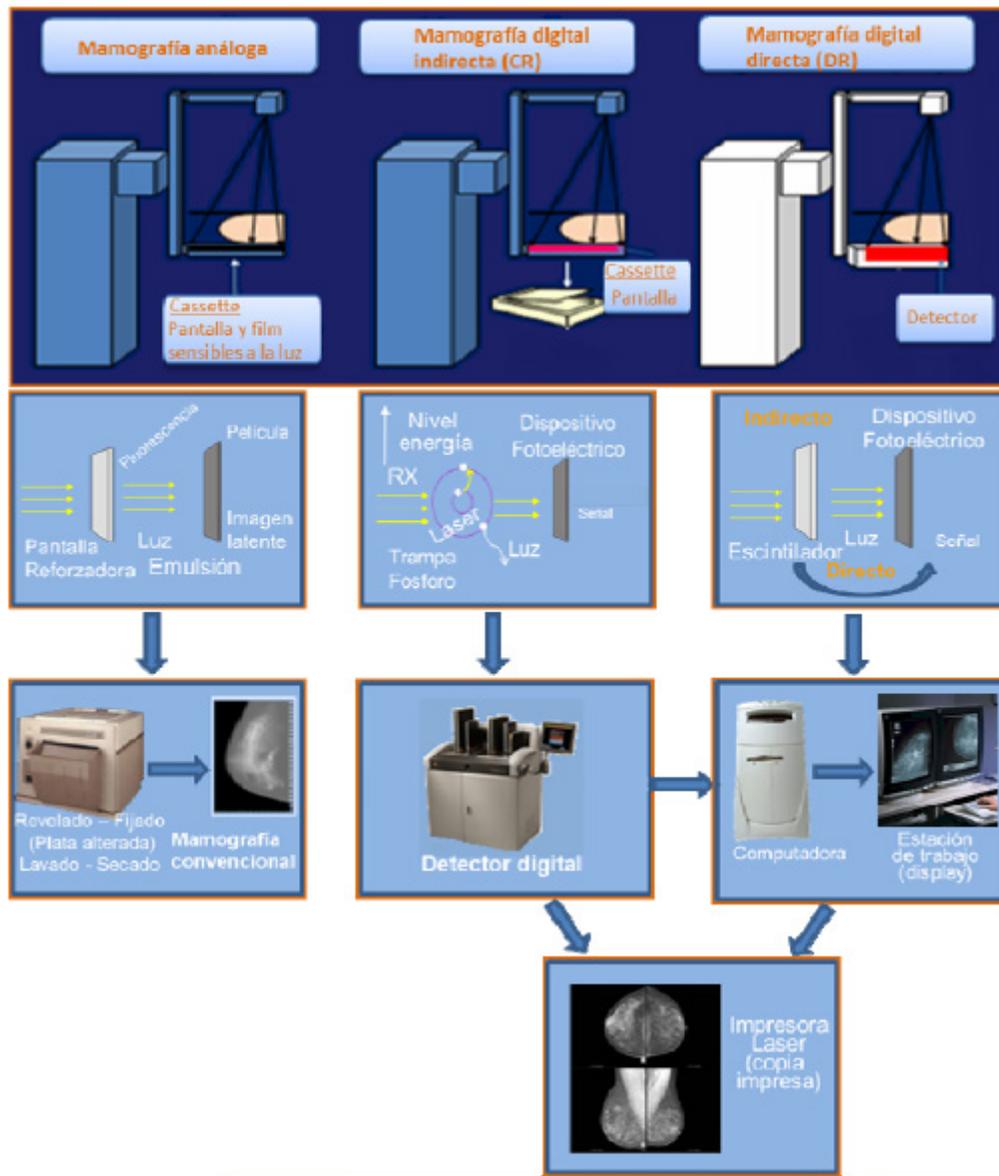
Mamografía Digital	Ventajas
RC	Menor costo de funcionamiento. Adaptable a los equipos por medio del chasis. Costo bajo de reposición. Telemamografía.
RD	Niveles menores de radiación. No presenta chasis. Mayor eficiencia-velocidad que RC. Imagen dinámica. CAE incorporado en el equipo.

Fuente: Buffa, R., et al. (2018). Manual Operativo para el Uso de Mamografía en Tamizaje [Internet]. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000013cnt-10-manual-operativo-de-uso-de-mamografia.pdf>

Elaboración propia.

Nota. RC: Radiografía Computarizada – RD: Radiografía Directa – CAE: Control Automático de Exposición.

Ilustración 316. Comparación entre equipo Convencional, Indirecto y Directo (328).



Fuente: Buffa, R., et al. (2018). Manual Operativo para el Uso de Mamografía en Tamizaje [Internet]. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000013cnt-10-manual-operativo-de-uso-de-mamografia.pdf>

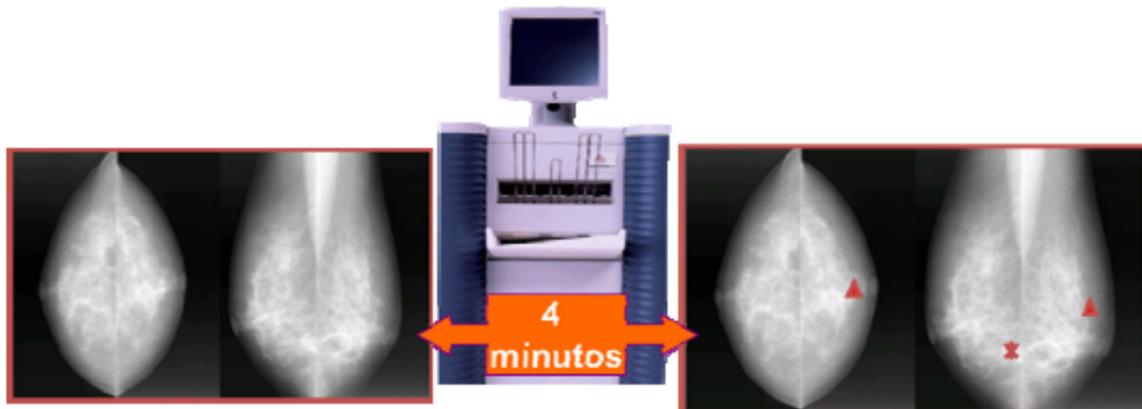
Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

CAD (Detección Asistida por Computadora)

Se trata de un segundo lector, su objetivo es aumentar la sensibilidad sin que se disminuya la especificidad. El radiólogo-mamografista realiza la lectura mamográfica y posteriormente le consulta al CAD, el cual direcciona la atención del especialista a lugares de sospecha, calcificaciones y en distorsiones del parénquima. Producen marcas que son consecuencia de algoritmos y cálculos computacionales como se puede observar en la Ilustración 317 ⁽³²⁸⁾.

Ilustración 317. Detección Asistida por Ordenador (DAO) ⁽³²⁸⁾.

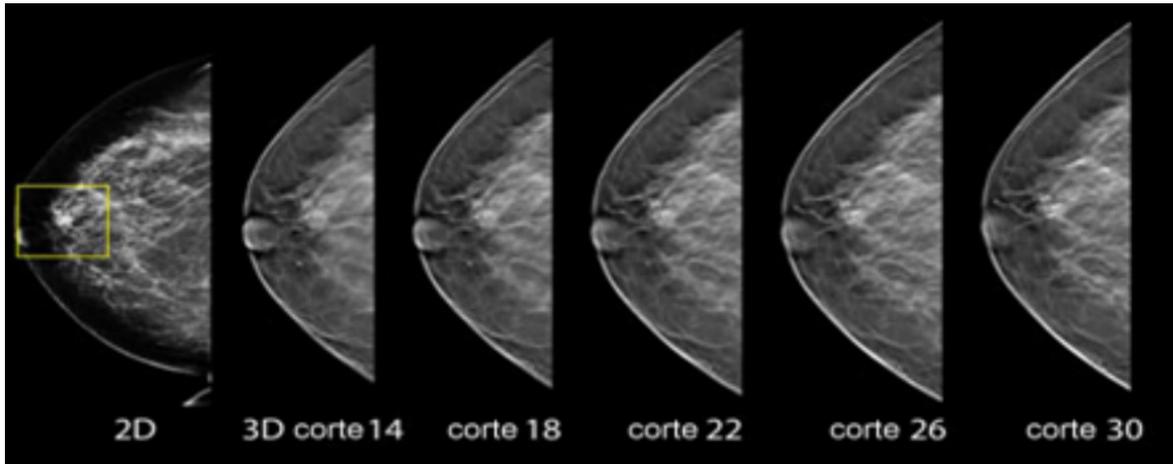


Fuente: Buffa, R., et al. (2018). Manual Operativo para el Uso de Mamografía en Tamizaje [Internet]. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000013cnt-10-manual-operativo-de-uso-de-mamografia.pdf>

Tomosíntesis Mamaria Digital (TMD)

Consiste en realizar con un mamógrafo digital especializado, por lo menos 15 proyecciones anguladas entre sí en 11 segundos aproximadamente (Ilustración 318); de forma simultánea, el equipo realizará una mamografía digital que en 3-4 segundos procesa la información y da como resultado cortes planos de 1 mm de espesor que son paralelos a la superficie del detector; a su vez, realiza una mamografía digital convencional. Cabe recalcar que utiliza mayor radiación y presenta un costo elevado ⁽³²⁸⁾.

Ilustración 318. Detección Asistida por Ordenador (DAO) ⁽³²⁸⁾.



Fuente: Buffa, R., et al. (2018). Manual Operativo para el Uso de Mamografía en Tamizaje [Internet]. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000013cnt-10-manual-operativo-de-uso-de-mamografia.pdf>

Las imágenes digitales a diferencia de los sistemas convencionales pueden ofrecer diagnósticos más precisos (Ilustración 319), considerando que la mamografía tradicional en ocasiones presenta falsos positivos. Una manera eficaz de disminuir la superposición y errores de sensibilidad es la adquisición de varias imágenes en distintas proyecciones angulares ⁽³²⁹⁾.

Ilustración 319. Diferencias entre mamografía de imagen convencional (a), imagen digital (b) y digital tomosíntesis (c) ⁽³²⁹⁾.

Fuente: Díaz, H.F. (2020). Determinación de niveles de referencia en procedimientos de mamografía digital tomosíntesis. [Internet]. [citado el 12 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77555>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Implantes mamarios

En la actualidad muchas mujeres se someten a una intervención quirúrgica de aumento de busto, es primordial conocer la apariencia normal de los mismos, tipos, características, complicaciones y por ende los hallazgos radiológicos. Además de las imágenes de rutina se van a requerir proyecciones con Desplazamiento del Implante (DI) que más adelante se explicará este método. Los implantes se pueden clasificar de dos maneras, como es mencionado en la Tabla 24 ⁽³³¹⁾:

Tabla 24. Clasificación de los implantes mamarios ⁽³³¹⁾.

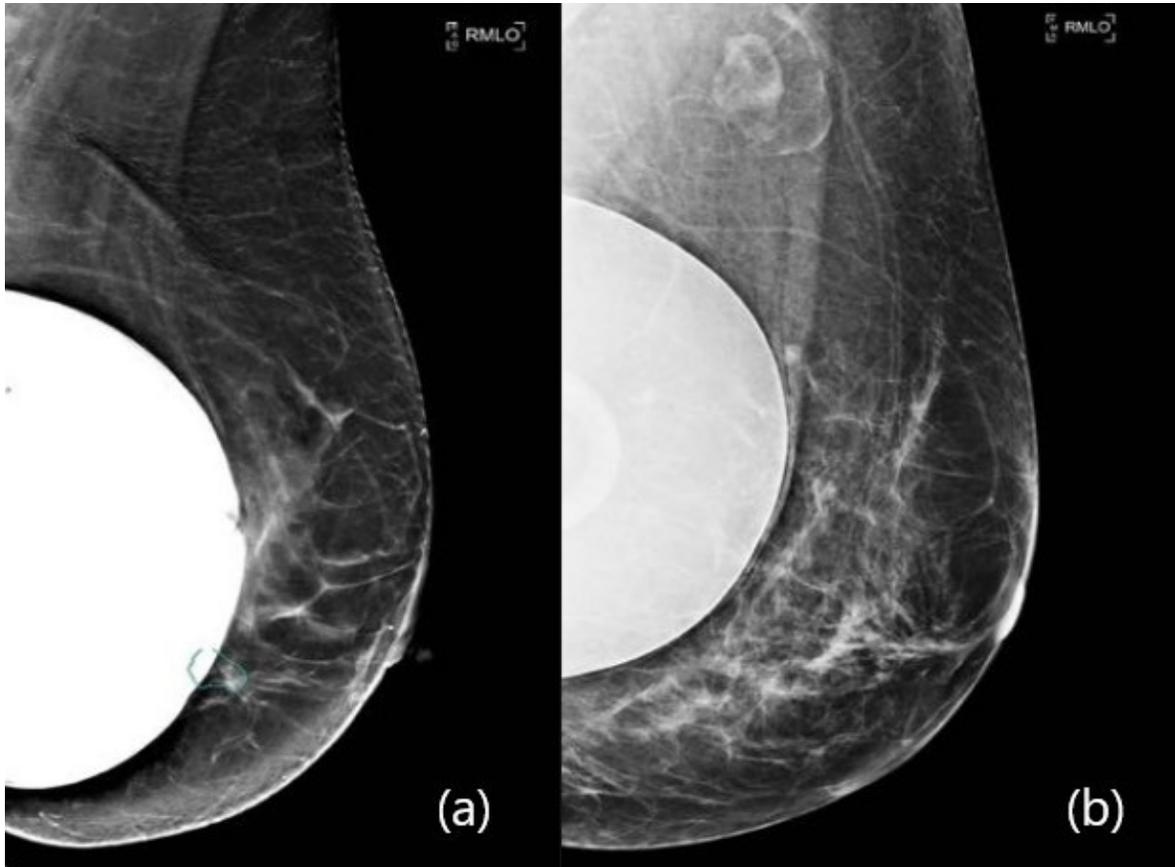
Clasificación	Características
En función de su contenido (Ilustración 320)	
Silicona (a)	Es el tipo de implante mamario más empleado en Europa.
Salino (b)	Tiene densidad agua (> densidad que el implante de silicona).
Ambos presentan cápsula externa de silicona.	
En función de su localización (Ilustración 321)	
Subglandular (c)	Es colocada por detrás de la GM
Retropectoral (d)	Se coloca por detrás del MPP.

Fuente: Framis, A., et al. (2021). Complicaciones tardías de los implantes mamarios y su manejo diagnóstico. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 35. Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4258>

Elaboración propia.

Nota. GM: Glándula Mamaria - MPP: Músculo Pectoral Mayor.

Ilustración 320. Mamografías en la que se observan una Prótesis de Silicona (a) y una Prótesis Salina (b) ⁽³³¹⁾.

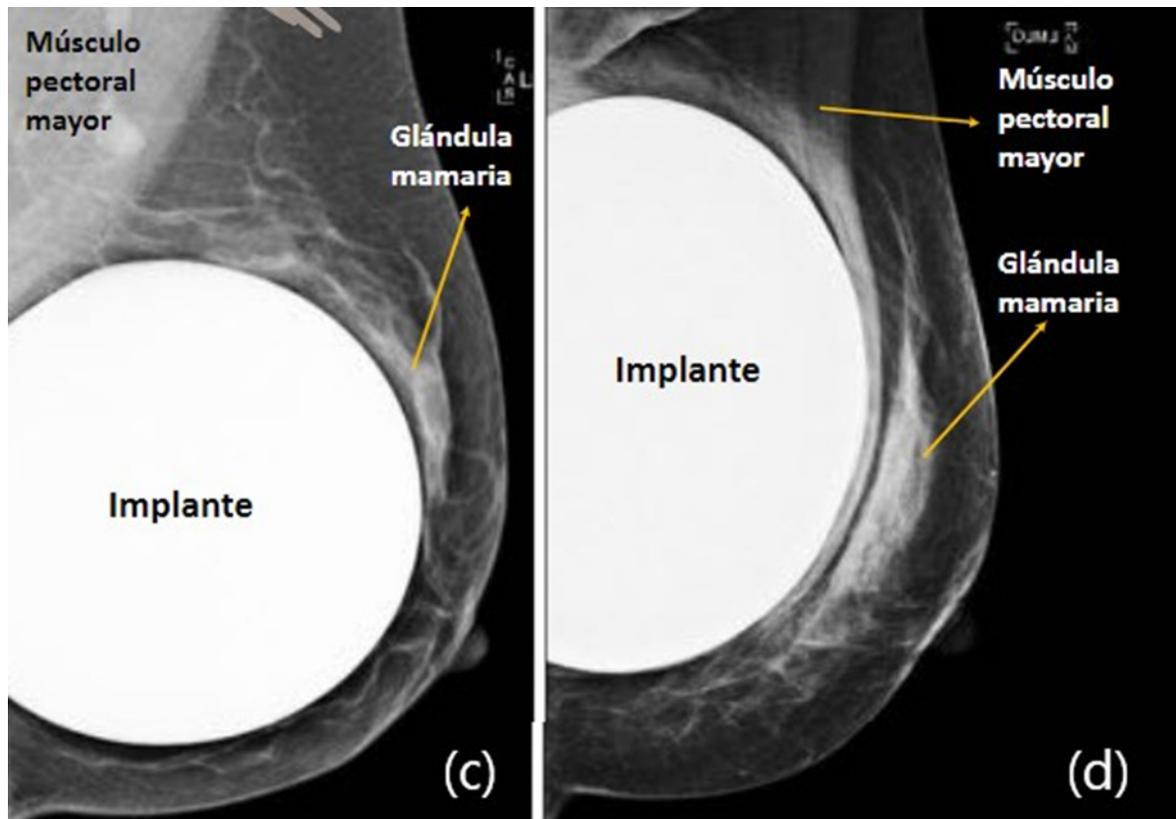


Fuente: Framis, A., et al. (2021). Complicaciones tardías de los implantes mamarios y su manejo diagnóstico. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 35. Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4258>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 321. Mamografías en las que se visualizan implantes de localización Subglandular (c) y de Localización Rectropectoral (d) ⁽³³¹⁾.



Fuente: Framis, A., et al. (2021). Complicaciones tardías de los implantes mamarios y su manejo diagnóstico. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 35. Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4258>

Indicaciones

La mamografía se utiliza en 3 circunstancias: Para el estudio en la población con signos-síntomas de patología mamaria, para cribado en pacientes asintomáticas y en el seguimiento especial en aquellas mujeres que presentan un mayor riesgo de desarrollar Cáncer de mama ⁽³³²⁾.

.....

Mamografía en sintomáticos

- Nódulo palpable.
- Mastalgia no cíclica.
- Secreción anómala.
- Alteración cutánea o en el complejo areola-pezón; por ejemplo, la Enfermedad de Paget puede ser un trastorno invasivo o no invasivo en el que mamográficamente pueden observarse masas.
- Modificaciones en la forma y/o simetría mamaria.
- Revisiones.
- Ginecomastia; el posible aspecto radiológico de este trastorno benigno de la mama masculina consiste en opacidad con forma de llama, el cual presenta expansión por detrás del pezón ⁽³³²⁾.

Mamografía de cribado

- Cambios fibroquísticos; generalmente son bilaterales en premenopáusicas, se evidencian mayormente cuadros de fibrosis y dilatación de los canalículos; imagenologicamente se observan quistes fibrosos bilaterales de alta densidad.
- Carcinoma de mama; el cual puede ser invasivo o no invasivo (in situ), su aspecto mamográfico consiste en una masa de bordes espiculados o presencia de microcalcificaciones.
- Fibroadenoma; estos tumores presentan bordes lisos bien delimitados ⁽³³²⁾.

Mamografía de seguimiento especial

- Antecedes patológicos familiares (APF) de Cáncer de mama y de alto riesgo.
- Lesiones histopatológicas de elevado riesgo como la Hiperplasia ductal con signos de atipia, Hiperplasia ductal sin signos de atipia en mujeres posmenopáusicas o con APF, Neoplasia lobulillar, lesiones papilares ⁽³³²⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Mamografía con contraste (CEM)

La Contrast-enhanced mammography por su terminología en inglés, es un método reciente, en el que mejora la imagen convencional de la mamografía, en esta técnica es utilizado un contraste iodado endovenoso, con la finalidad de aumentar la tasa de detección de Carcinoma de mama ⁽³³³⁾.

El contraste iodado es de baja osmolaridad, hidrosoluble y nefrotrópico, según lo establecido en el Hospital Universitario Ramón y Cajal en Madrid, su concentración es de 300 mg/ml, es recomendado no superar los 370 mg/ml. Respecto al volumen y flujo, allí se emplea 1,5ml/kg peso (máx. 150 ml), junto con 10-15 ml de Solución Salina, es administrado a través de un inyector a un flujo de 3 ml/seg ⁽³³³⁾.

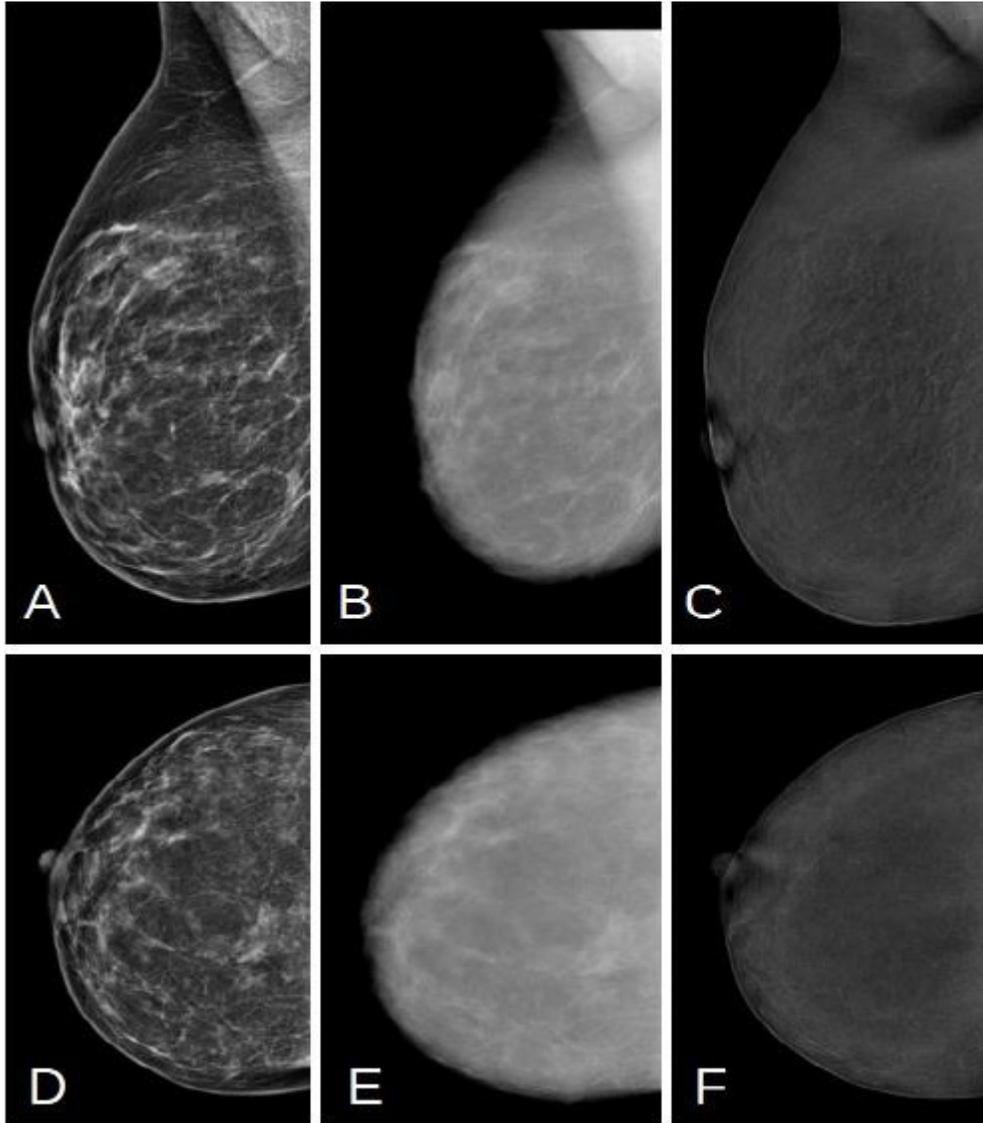
Antes de realizar el estudio contrastado se debe hacer una revisión de la historia clínica de la paciente en edad fértil por la posibilidad de embarazo, evaluar el riesgo de alergia al contraste y los valores de creatinina y filtrado glomerular para evitar daño de la función renal ⁽³³³⁾.

Protocolo según el Hospital de Poniente, El Ejido (Almería)

Se dispone de 7-10 minutos aproximadamente tras la administración del contraste para poder realizar las diferentes proyecciones imagenológicas (Ilustración 322) ⁽³³⁴⁾:

- Proyección Craneocaudal (CC) de la mama de sospecha; esta se realiza a los 2 minutos posterior a la inyección del contraste.
- Proyección CC/Oblicua Medio Lateral (OML) de la mama contralateral: Con un intervalo de 1 minuto - 1½ minuto entre ambas proyecciones.
- Proyección OML de la mama de sospecha: Realizar al 1 o 1½ minuto.
- Proyección Lateral de la mama de sospecha: En varios centros suele incluirse y se realiza a los 7 minutos de la administración de contraste, es de gran utilidad en la localización espacial y comportamiento dinámico de lesiones ⁽³³⁴⁾.

Ilustración 322. CEM Normal en proyecciones OML y CC. Se obtienen 3 imágenes: De baja energía (A y D), de alta energía (B y E) y recombinada (C y F) en las cuales se aprecia un patrón de captación de fondo leve difuso, no hay realces de contraste ⁽³³⁴⁾.



Fuente: Suárez, J., et al. (2022). Mamografía con contraste: Experiencia en nuestro hospital. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9158/7624>

Fundamentos Radiológicos

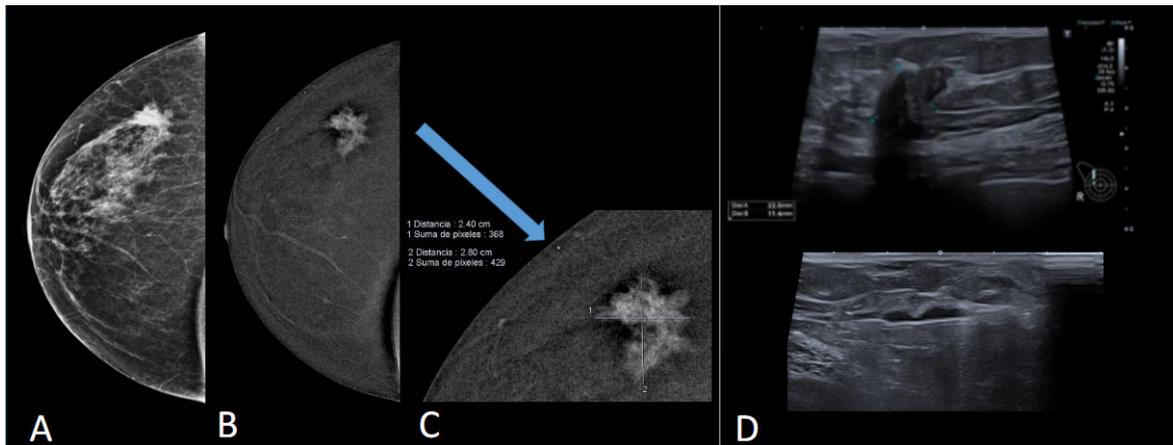
y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posibles indicaciones

Entre las posibles indicaciones clínicas para CEM se encuentran ⁽³³⁵⁾:

- Hallazgos que no fueron concluyentes en la mamografía de detección.
- En el paciente sintomático.
- Examen preoperatorio para evaluar la extensión de la patología (Ilustración 323).
- Seguimiento a la terapia neoadyuvante.
- Evaluación postratamiento.
- Cribado en la población de riesgo.

Ilustración 323. CEM de paciente de 73 años con nódulo palpable en mama derecha (MD). Proyección CC de baja energía (A) e imagen recombinada (B y C) de MD. El nódulo es irregular hipercaptante, corresponde a BIRADS 5. Mediante Biopsia se determinó que se trata de un Carcinoma Ductal Infiltrante (CDI) ⁽³³⁶⁾.



Fuente: Salazar, D.E., et al. (2022). Mamografía con contraste y RM de mama en la evaluación de lesiones malignas: Análisis retrospectivo de resultados en nuestro centro. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8420/6886>

Abreviaturas y Proyecciones

Es necesario conocer la terminología utilizada en mamografía para poder identificar las imágenes de forma correcta, la nomenclatura está aprobada por el ACR ⁽³³⁷⁾:

- **AT:** Proyección de la cola axilar: Corresponde a una proyección mediolateral oblicua de 20-30°.
- **AX:** Proyección axilar: En nódulos linfáticos y demás contenido axilar.
- **CC:** Craneocaudal: Se refiere a la proyección básica de arriba-abajo.
- **CV:** Proyección de escote: Se trata de una vista con doble compresión de mama (evidencia el tejido mamario que se encuentra anterior al esternón y las caras mediales de las mamas).
- **FB:** Caudocraneal, hace referencia desde abajo.
- **ID:** Implante desplazado: Aquí en la proyección se aplica el método de Eklund para aquellas pacientes que tienen prótesis mamarias.
- **LM:** Proyección Lateromedial.
- **LMO:** Proyección Lateromedial Oblicua, generalmente empleada en pacientes que tienen un marcapasos (opuesta a la mediolateral oblicua)
- **ML:** Proyección Mediolateral.
- **MLO:** Proyección Mediolateral Oblicua, básica.
- **RL:** Rotación lateral (tejido mamario superior rotado en sentido lateral).
- **RM:** Rotación medial (tejido mamario superior rotado en sentido medial).
- **SIO:** Superolateral-inferomedial oblicua (oblicua invertida).
- **TAN:** Tangencial.
- **XCCL:** Craneocaudal forzada (lateralmente): En este caso es una proyección CC con mayor énfasis en el tejido axilar.

En cuanto a las proyecciones básicas o de rutina se encuentran la CC y la MLO y en las proyecciones especiales para patologías o áreas

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

específicas, también denominadas adicionales, se encuentran la ML, la XCCL y el método de Eklund. A continuación, se detallarán mejor en qué consisten cada una ⁽³³⁷⁷⁾:

Proyección craneocaudal (CC)

Tiene por objetivo aumentar la detección temprana del cáncer de mama, su sensibilidad y a su vez, reducir la incidencia de cánceres de intervalo. Pueden ser detectadas o evaluadas: Calcificaciones, Quistes, Carcinomas, entre otros cambios del tejido de la mama. Para su respectiva comparación se obtendrán imágenes separadas de ambas mamas ⁽³³⁸⁾.

Posicionamiento y equipo mamográfico

El posicionamiento incorrecto de los mamografistas puede resultar en imágenes de calidad deficiente ya que existirá una demostración inadecuada del tejido mamario, insuficiente compresión y presencia de artefactos, afectando el diagnóstico. En esta proyección, existen puntos de referencia anatómicos mínimos que confirman que ha sido incluido todo el tejido mamario. El pezón es el punto de referencia anterior (Ilustración 324) ⁽³³⁸⁾.

En cuanto a la ubicación del RI en relación con el pliegue inframamario (PIM) de la mama, Eklund y Cardenosa mencionaron que la elevación de este pliegue durante la colocación “hasta el límite de su capacidad natural” es un factor que contribuye a la inclusión de mayor tejido mamario posterosuperior. En la actualidad, el tamaño y profundidad de las plataformas RI pueden contribuir a la facilidad o dificultad para obtener un correcto posicionamiento de la mama ⁽³³⁸⁾.

Se eleva la mama tomándola con la palma de la mano desde abajo y estirándola hacia arriba y afuera (Ilustración 325), levantando el PIM, posteriormente se eleva el compresor y se apoya la mama sobre el detector (colocarla con las dos manos) (Ilustración 326), se relajan las articulaciones superiores y las costillas se apoyan sobre el borde del

chasis, se deben traccionar los laterales de la mama dentro y finalmente se baja el compresor a lo largo de la pared torácica empujando los tejidos contra el detector. Se ejerce compresión desde la parte superior del tejido mamario (Ilustración 327), el haz de rayos estará perpendicular al suelo y el eje del pezón perpendicular al borde del detector ⁽³³⁹⁾.

Ilustración 324. Colocación de la mama para proyección CC con la referencia del pezón ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 325. Elevación de la mama con la palma de la mano para proyección CC, así se relajan los tejidos inferiores que son móviles ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Ilustración 326. Colocación de la mama con ambas manos sobre el detector para proyección CC⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Referente a las paletas de compresión, una paleta bifásica (en ángulo) resulta en una mayor inclusión del Músculo Pectoral (MP); en estudios comparativos se demostró que dicha inclusión era más uniforme, pero se empujaba fuera de la imagen al tejido fibroglandular en la parte posterior⁽³³⁰⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 327. Proyección CC comprimida ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

En la Tabla 25 se resumen los factores técnicos y criterios radiológicos de este tipo de proyección:

Tabla 25. Factores técnicos y criterios radiológicos de la Proyección CC ⁽³³⁹⁾.

Factores técnicos	Tamaño del RI: 18x24cm transversal o 24x30cm transversal Rejilla o Parrilla Intervalo: 23-28 kV.
Protección	Mediante un delantal que cubrirá la zona abdominal.
SID	Fija, de 60cm (varía en los equipos).
Colimación	Emplear cono o colimación apropiados.
Respiración	Aguantar la respiración.
LPP	Se determina mediante una línea imaginaria que va desde el pezón hasta el MP o al borde de la imagen (Ilustración 328 y 329) para conocer la profundidad del tejido de la mama.
Estructuras mostradas	Se debe visualizar toda la mama (central, subareolar y medial) y el MP en el 20-30% de los casos y la medición de la LPP debe estar a 1cm de la MLO (Ilustración 330).

Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Elaboración propia.

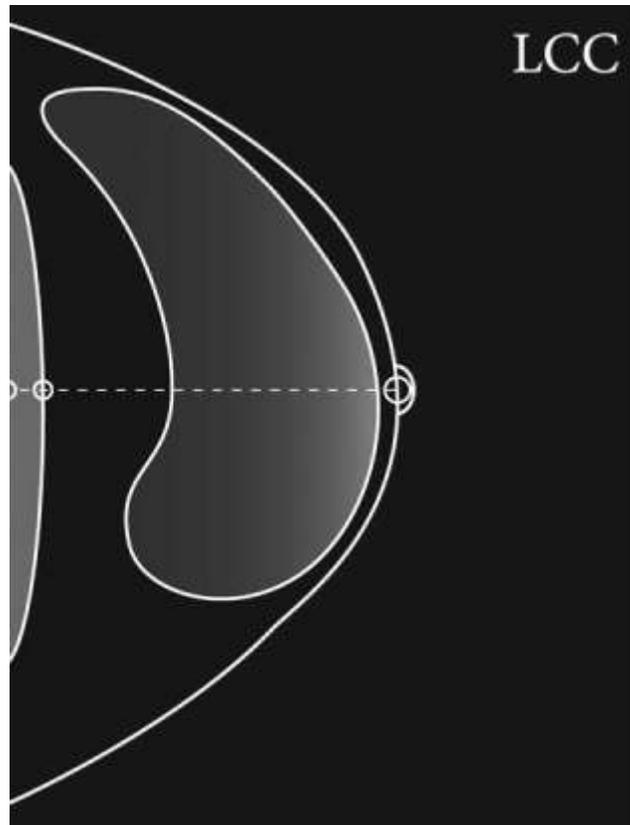
Nota. RI: Receptor de Imagen – SID: Distancia foco-película – LPP: Línea Posterior del Pezón - MP: Músculo Pectoral – MLO: Mediolateral Oblicua.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

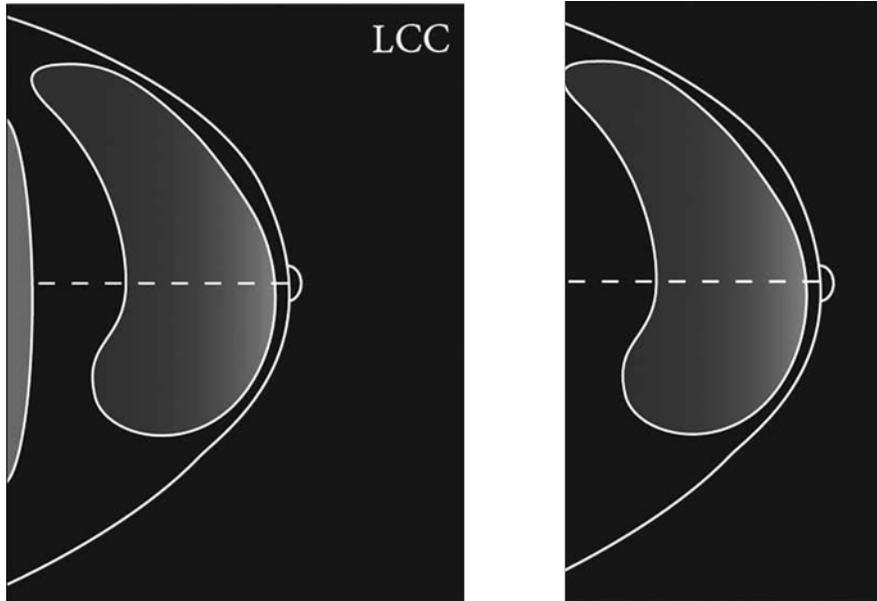


Ilustración 328. Descriptor de la línea posterior del pezón. CC: Posteriormente al MP o al dorso de la imagen ⁽³³⁸⁾.



Fuente: Sweeney, R.I., et al. (2018). A review of mammographic positioning image quality criterion for the craniocaudal projection. The British Journal of Radiology. 91: 20170611. doi: 10.1259/bjr.20170611

Ilustración 329. La LPP se puede aplicar para la vista CC independientemente de la inclusión del Músculo Pectoral en la CC ⁽³³⁸⁾.

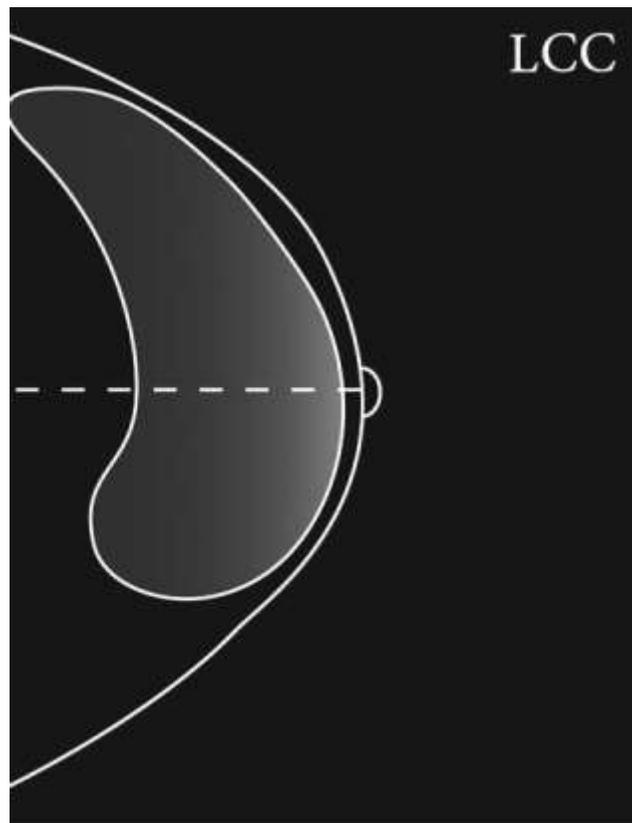


Fuente: Sweeney, R.I., et al. (2018). A review of mammographic positioning image quality criterion for the craniocaudal projection. *The British Journal of Radiology*. 91: 20170611. doi: 10.1259/bjr.20170611

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

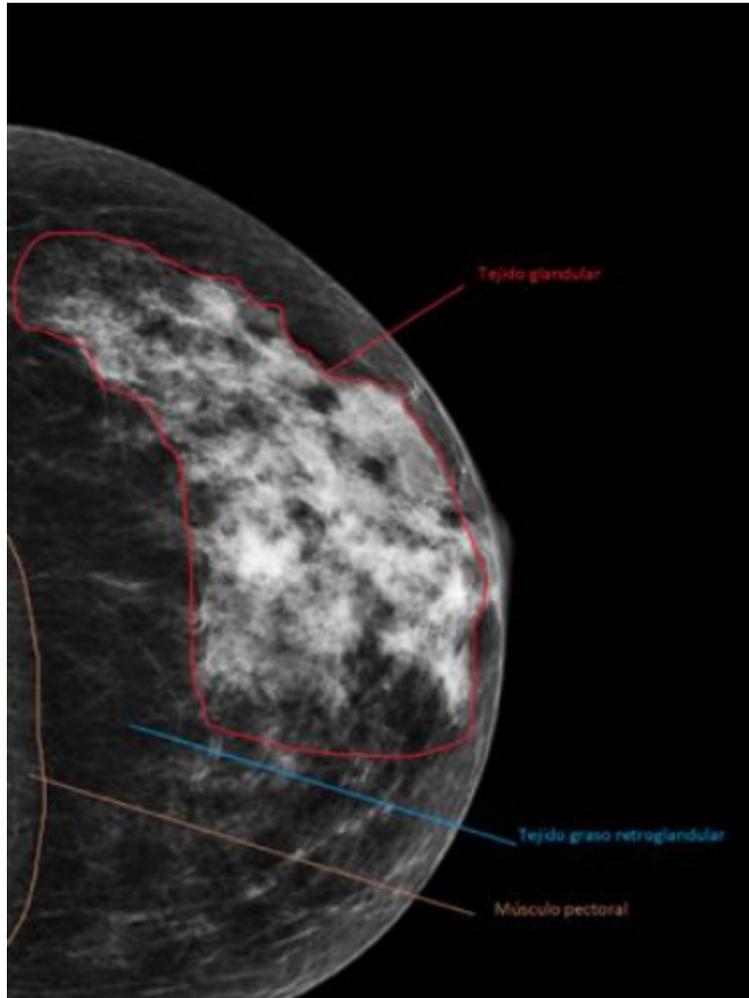
Ilustración 330. La evaluación de la vista CC requiere más de un criterio para confirmar la calidad de la imagen de posicionamiento. Una medición posterior de la línea del pezón hasta la “parte posterior de la imagen” no puede confirmar la presencia de un problema mamario posterior en ausencia de MP ⁽³³⁸⁾.



Fuente: Sweeney, R.I., et al. (2018). A review of mammographic positioning image quality criterion for the craniocaudal projection. *The British Journal of Radiology*. 91: 20170611. doi: 10.1259/bjr.20170611

En la Ilustración 331 se observa la anatomía normal de la mama en proyección CC adecuada, existen diversas lesiones que pueden observarse y son de carácter benigno, por ejemplo, calcificaciones de la piel, difusamente dispersas, vasculares como se observa en la Ilustración 332 y lesiones de probable etiología maligna (Ilustración 333, 334 y 335).

Ilustración 331. Anatomía normal de la mama en proyección CC adecuada, en rojo se encuentra señalado el Tejido glandular, en celeste el tejido graso retroglandular y en color crema el Músculo Pectoral ⁽³⁴⁰⁾.

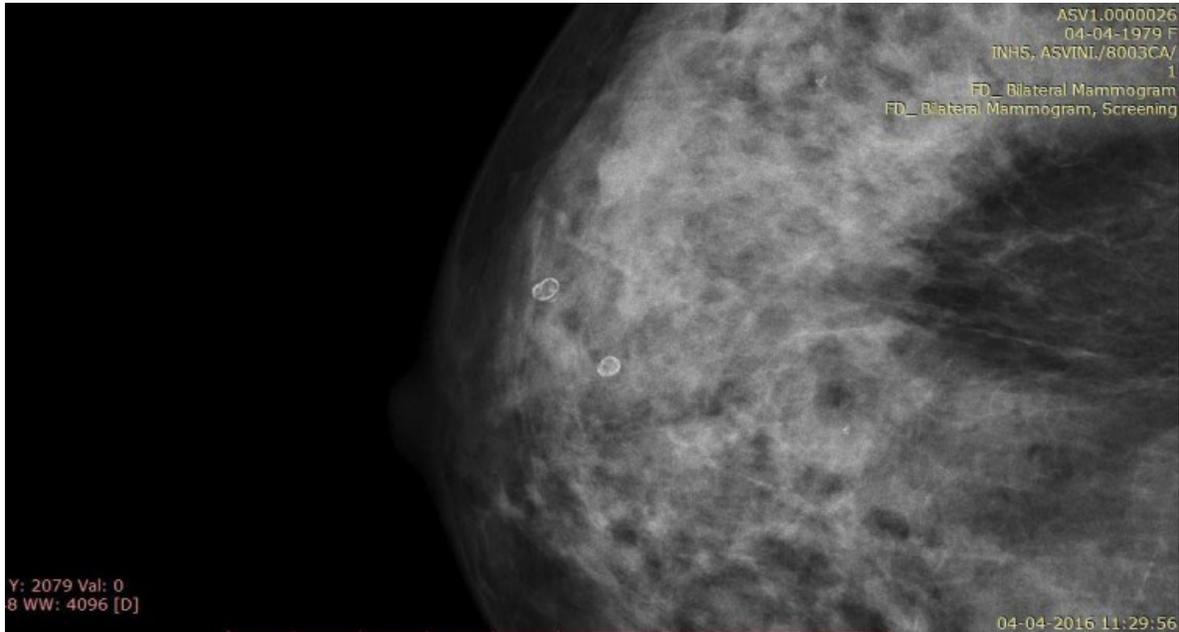


Fuente: Gómez, E., et al. (2018). El arte de la mamografía. Sociedad Española de Radiología Médica. 33. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1702>

Fundamentos Radiológicos

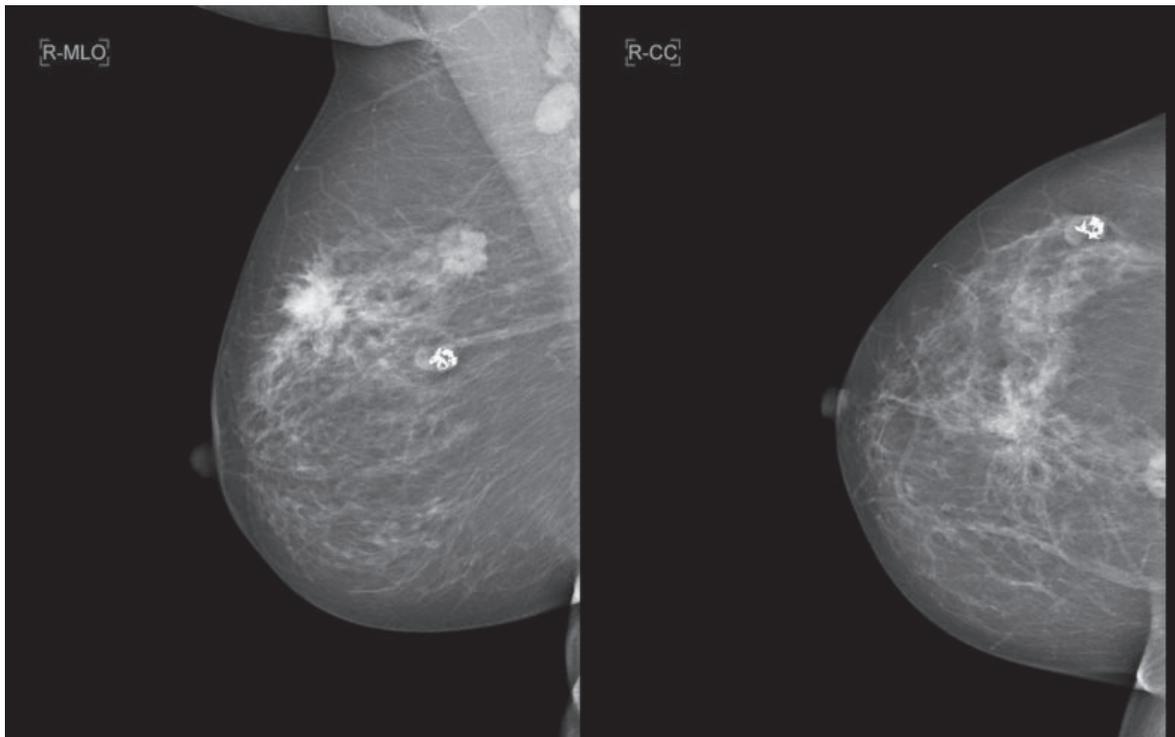
y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 332. Mamografía en proyección CC de mama derecha, muestra lesiones transparentes con calcificación en el borde que representan quistes de aceite ⁽³⁴¹⁾.



Fuente: Joshi, P., y Rohit, S. (2017). Lesiones benignas en la mamografía de detección: aumento de la confianza diagnóstica en una población que hasta ahora no había sido examinada. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 11(9): TC14-TC17. doi: 10.7860/JCDR/2017/25887.10673

Ilustración 333. MD en proyección CC, se revelan dos lesiones masivas, una que demuestra espiculación y la otra microcalcificación de probable etiología maligna. También se observa una masa bien delimitada con calcificación en “palomitas de maíz” típica de un fibroadenoma involutivo ⁽³⁴¹⁾.



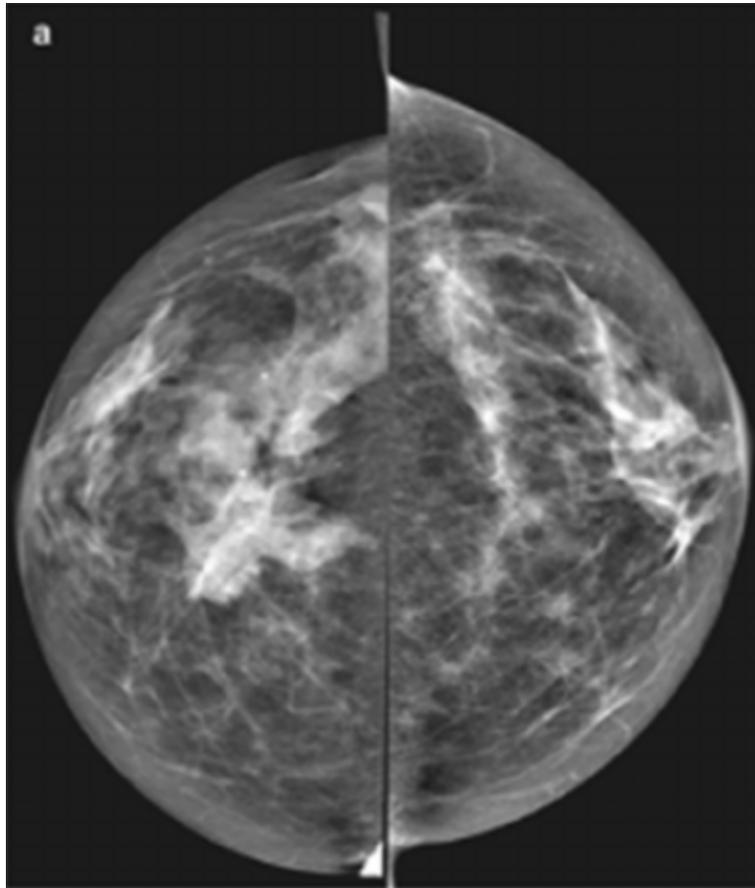
Fuente: Joshi, P., y Rohit, S. (2017). Lesiones benignas en la mamografía de detección: aumento de la confianza diagnóstica en una población que hasta ahora no había sido examinada. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 11(9): TC14-TC17. doi: 10.7860/JCDR/2017/25887.10673

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

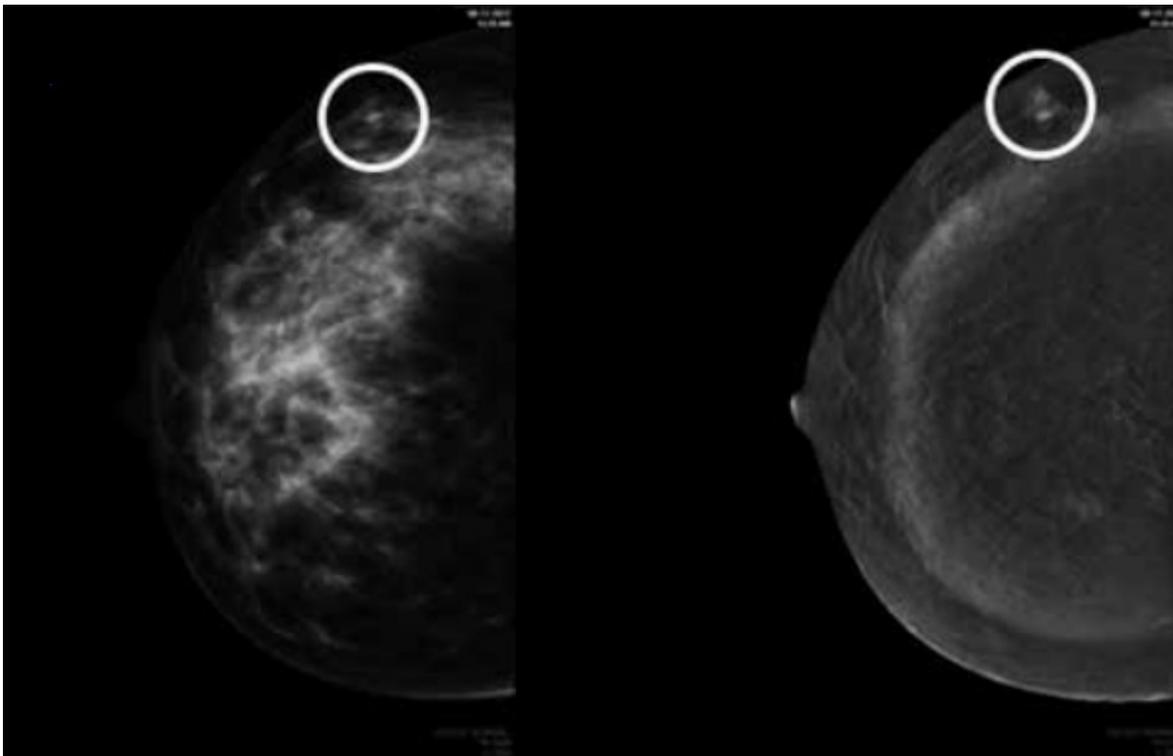


Ilustración 334. Mamografía en Proyección CC en mujer de 72 años con Carcinoma Ductal ⁽³⁴²⁾.



Fuente: Iranmakani, S., et al. (2020). A review of various modalities in breast imaging: technical aspects and clinical outcomes. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 51(1): 57. doi: 10.1186/s43055-020-00175-5

Ilustración 335. Paciente femenina de 31 años, con una masa palpable en el cuadrante superior externo del lado derecho, imagenologicamente se le realizan proyecciones MLO, en la proyección de baja energía se visualiza un nódulo de contornos oscurecidos (círculos) que tomó un realce intenso en la proyección de alta energía, siendo sospechoso de malignidad. El diagnóstico fue CDI grado 2 confirmado mediante biopsia ⁽³⁴³⁾.



Fuente: García, L.E., et al. (2019). Utilidad de la mamografía con contraste en el diagnóstico del cáncer de mama. Nuestra experiencia y revisión de la literatura. Revista Colombiana de Radiología. 30(1): 5088-5093.

PROYECCIÓN MEDIOLATERAL OBLICUA (MLO)

Similar que la proyección CC puede detectar: Calcificaciones, Quistes, Carcinomas, entre otros cambios que se presenten en la cara lateral profunda del tejido de la mama. Se obtendrán imágenes separadas de ambas mamas para su respectiva comparación ⁽³³⁸⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Posicionamiento y equipo radiográfico

Primero es elevada la mama y se estira hacia delante y medialmente, luego se coloca a la paciente en el equipo mamográfico poniendo la axila en la esquina superointerna del chasis y las costillas apoyadas al borde interno, posteriormente se rota la paciente hacia el chasis y empieza la compresión, manteniendo la mama hacia arriba y afuera hasta que el compresor empiece a actuar (Ilustración 336). La mama debe desplazarse lo más posible medialmente. Por su parte, el pezón debe mantenerse tangencialmente al detector (Ilustración 337) ⁽³³⁹⁾.

Ilustración 336. Control de la ubicación del surco mamario inferior dentro de la compresión para proyección MLO, visualizando a la paciente por detrás. En la imagen superior se observa la posición correcta y en la imagen inferior se visualiza que el surco mamario queda por fuera del campo de imagen ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Ilustración 337. Colocación de la mama para proyección MLO ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

En la Tabla 26 se resumen los factores técnicos y criterios radiológicos de este tipo de proyección:

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 26. Factores técnicos y criterios radiológicos de la Proyección MLO ⁽³³⁹⁾.

Factores técnicos	Tamaño del RI: 18x24cm transversal o 24x30cm transversal Parrilla Intervalo: 23-28 kV.
Protección	Mediante un delantal que cubrirá la zona abdominal.
SID	Fija, de 60cm (varía en los equipos).
Colimación	Emplear cono o colimación apropiados.
Respiración	Aguantar la respiración.
Estructuras mostradas	Se debe visualizar toda la mama (desde el MP hasta el pezón) y el PIM.

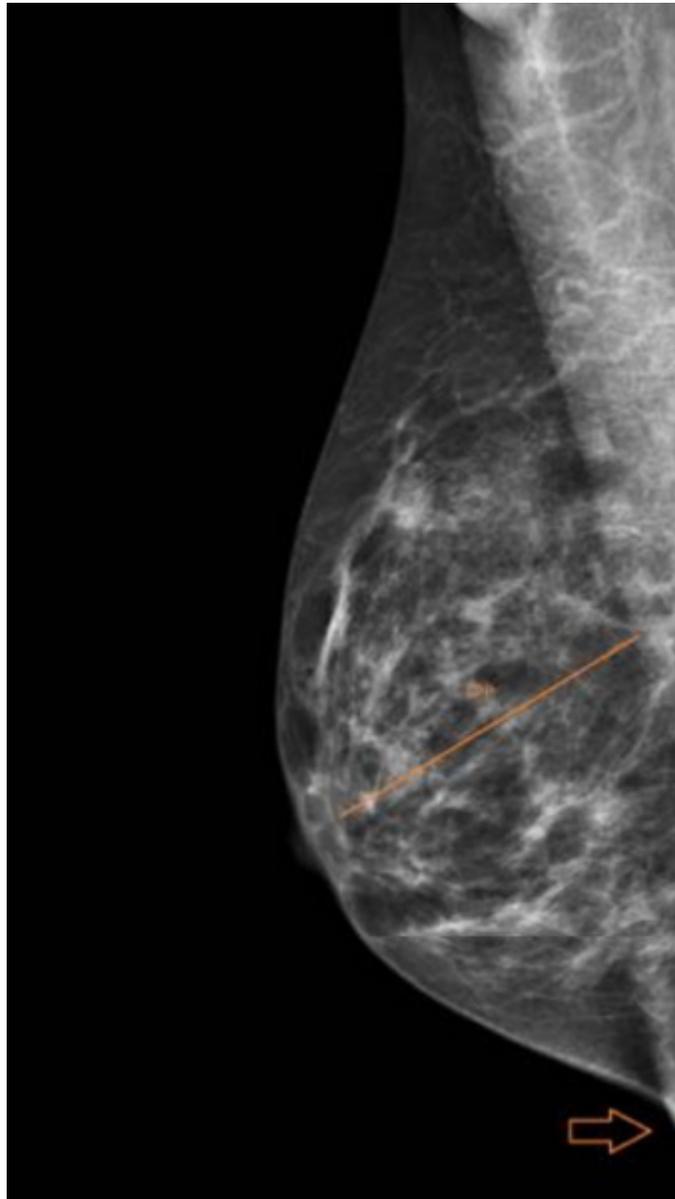
Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Elaboración propia.

Nota. RI: Receptor de Imagen – SID: Distancia foco-película - MP: Músculo Pectoral – PIM: Pliegue Inframamario.

Se pueden visualizar varias mamografías en proyección MLO, primero una imagen que representa la técnica adecuada (Ilustración 338) seguida de otros estudios en los que hay diversos hallazgos mamográficos (Ilustración 339, 340 y 341).

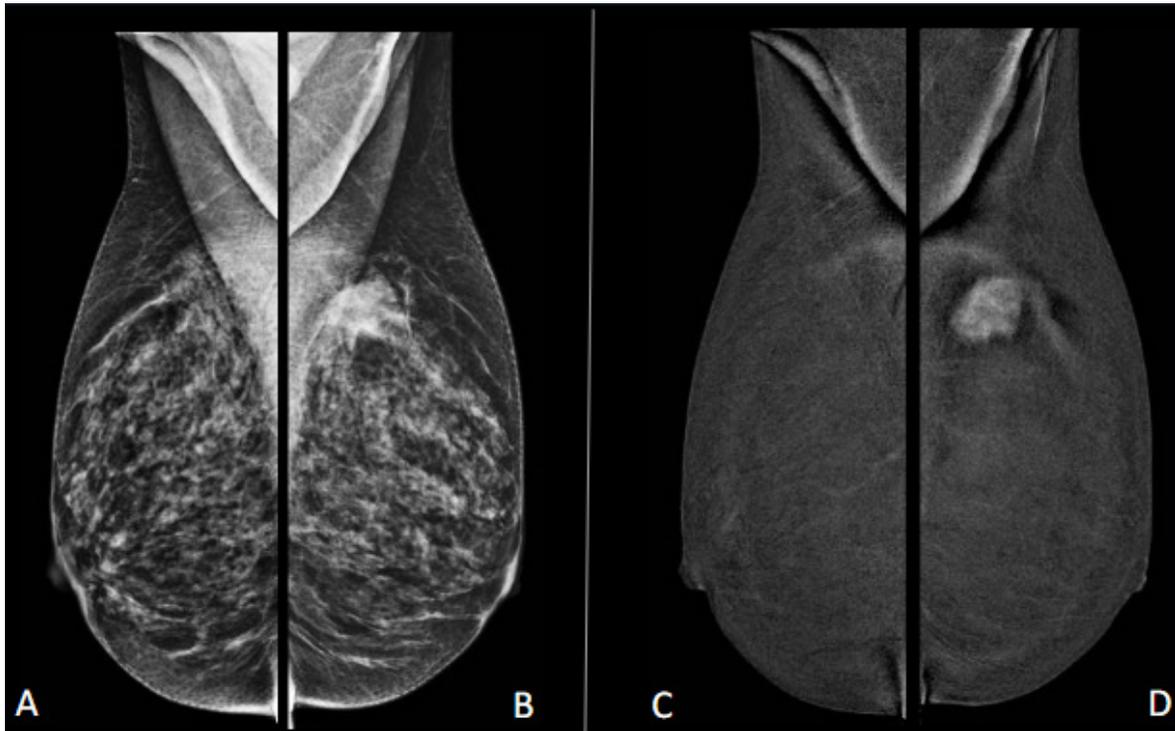
Ilustración 338. Mamografía en proyección MLO adecuada, en la que se muestra la grasa retroglandular y parte del MPP, que presenta un margen convexo visualización por debajo de la LPP ⁽³⁴⁰⁾.



Fuente: Gómez, E., et al. (2018). El arte de la mamografía. Sociedad Española de Radiología Médica. 33. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1702>

.....

Ilustración 340. Mamografía en Proyección MLO de ambas mamas con contraste, paciente de 58 años con nódulo palpable en mama izquierda. Proyección de baja energía (A y B) – Imagen recombinaada (C y D). Se visualiza nódulo irregular sugestivo de malignidad, BIRADS 5, con diagnóstico final: CDI con foco de CDIS ⁽³³⁶⁾.

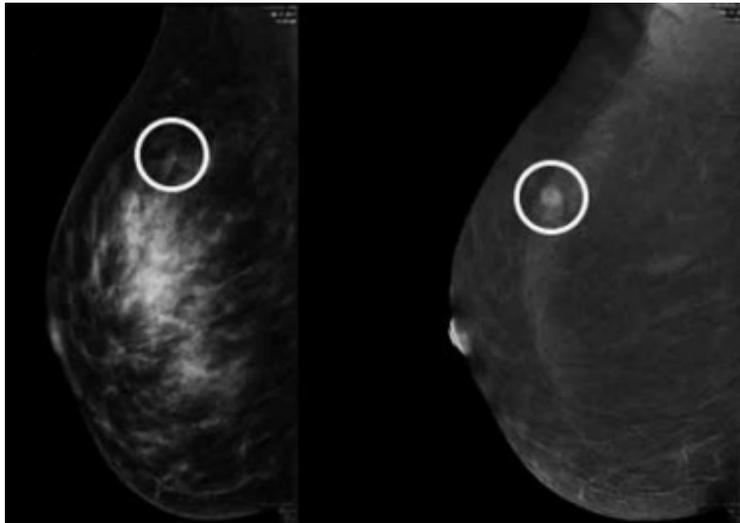


Fuente: Salazar, D.E., et al. (2022). Mamografía con contraste y RM de mama en la evaluación de lesiones malignas: Análisis retrospectivo de resultados en nuestro centro. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8420/6886>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 341. Mamografía en proyecciones MLO de baja y alta energía de paciente de 31 años que presenta una masa palpable en el cuadrante superior externo del lado derecho, en la de baja energía se puede observar un nódulo de contornos oscurecidos que presentó un realce de gran intensidad en la proyección de alta energía siendo sospechoso de malignidad. Se realizó biopsia y el diagnóstico fue Carcinoma Ductal Infiltrante grado 2 ⁽³⁴³⁾.



Fuente: García, L.E., et al. (2019). Utilidad de la mamografía con contraste en el diagnóstico del cáncer de mama. Nuestra experiencia y revisión de la literatura. *Revista Colombiana de Radiología*. 30(1): 5088-5093.

Proyección mediolateral (ML)

Posterior a las proyecciones estándar se puede realizar una ML, entre sus ventajas está aclarar sospechas acerca de lesiones que son visibles en MLO y así ayuda a confirmar si dicha lesión es o no real; a su vez que brinda su localización tridimensional; en caso de presentarse calcificaciones permite identificar sus características y determinar su benignidad, si se trata de leche de calcio precipitada o leche acumulada a modo de quistes ⁽³²⁹⁾.



Se obtiene al colocar el tubo de rayos X de modo que el haz sea paralelo al suelo, la axila posicionada en el chasis y comprimiendo los cuadrantes internos (Ilustración 342) ⁽³³⁹⁾.

Ilustración 342. Colocación de la mama para proyección Medio lateral pura ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

En la Tabla 27 se resumen los factores técnicos y criterios radiológicos de este tipo de proyección:

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 2. Factores técnicos y criterios radiológicos de la Proyección ML
(339).

Factores técnicos	Tamaño del RI: 18x24cm transversal o 24x30cm transversal Parrilla Intervalo: 23-28 kV.
Protección	Mediante un delantal que cubrirá la zona abdominal.
SID	Fija, de 60cm (varía en los equipos).
Colimación	Emplear cono o colimación apropiados.
Respiración	Aguantar la respiración.
Estructuras mostradas	Se debe visualizar la parte lateral del tejido mamario en su totalidad (incluida región axilar, MP y PIM abierto).

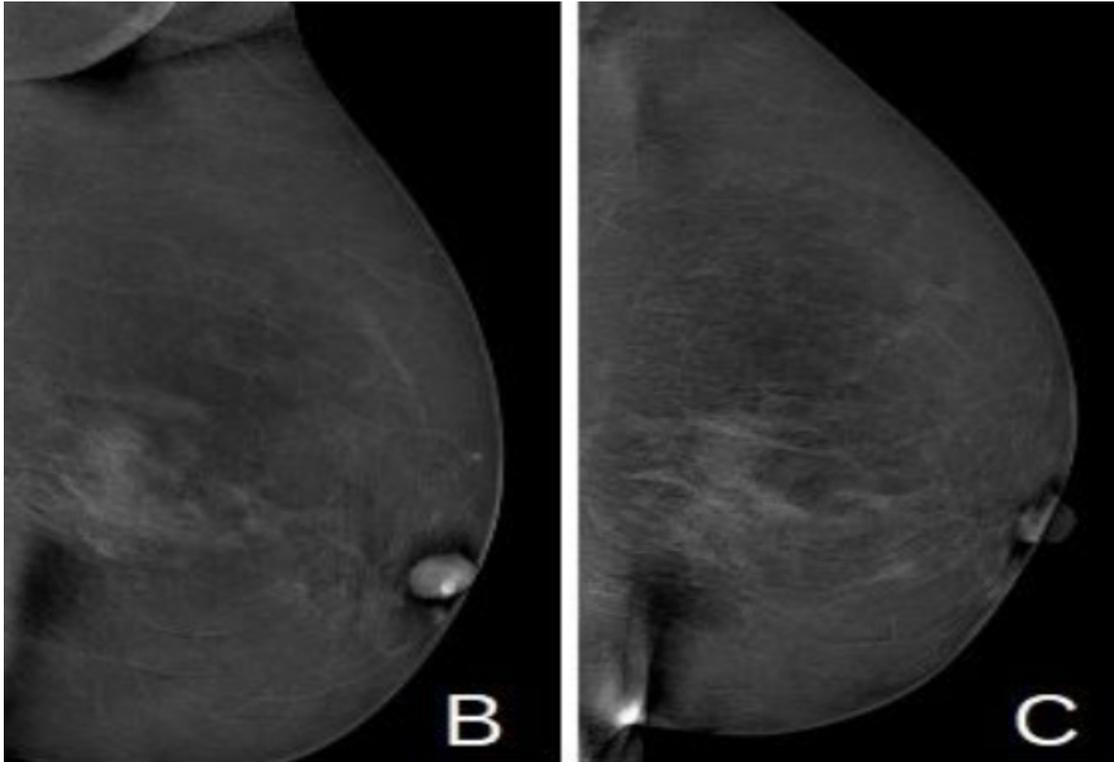
Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Elaboración propia.

Nota. RI: Receptor de Imagen – SID: Distancia foco-película - MP: Músculo Pectoral – PIM: Pliegue Inframamario.

La siguiente imagen utiliza proyecciones recombinadas Oblicua Mediolateral y Lateral pura en paciente con Carcinoma Ductal In Situ (Ilustración 343).

Ilustración 343. Mamografía de mama izquierda de proyecciones re-combinadas OML y ML respectivamente con extensa captación no masa en unión de cuadrantes. El resultado de la biopsia fue de CDIS.
(334).



Fuente: Suárez, J., et al. (2022). Mamografía con contraste: Experiencia en nuestro hospital. Sociedad Española de Radiología Médica. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9158/7624>

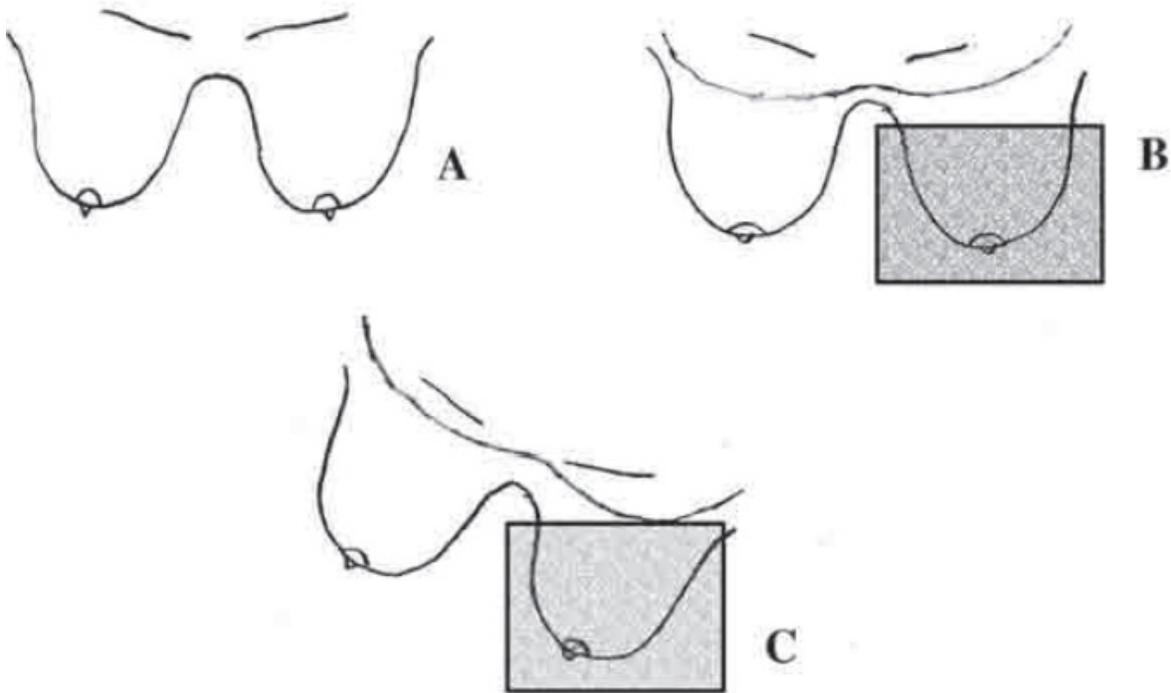
Proyección craneocaudal forzada (lateralmente) (XCCL)

Es utilizada en casos de sospecha de una lesión en la mitad lateral de la mama, resalta el tejido axilar; se obtiene esta proyección rotando al paciente para que sean estudiadas las áreas laterales de la glándula, el pezón pierde perpendicularidad (Ilustración 344 y 345).⁽³³⁹⁾.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Ilustración 344. Proyección XCCL desde la perspectiva superior a la paciente (A), Proyección CC estándar que evidencia la mayor cantidad de los tejidos exceptuando los laterales (B), estos últimos son obtenidos mediante la rotación de la paciente medialmente y colocándolos en el detector (C).⁽³³⁹⁾



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Ilustración 345. Proyección XCCL que permite visualizar los tejidos laterales ⁽³³⁹⁾.



Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

En la Tabla 28 se resumen los factores técnicos y criterios radiológicos de este tipo de proyección:

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

Tabla 28. Factores técnicos y criterios radiológicos de la Proyección XCCL ⁽³³⁹⁾.

Factores técnicos	Tamaño del RI: 18x24cm transversal o 24x30cm transversal Parrilla Intervalo: 23-28 kV.
Protección	Mediante un delantal que cubrirá la zona abdominal.
SID	Fija, de 60cm (varía en los equipos).
Colimación	Emplear cono o colimación apropiados.
Respiración	Aguantar la respiración.
Estructuras mostradas	Se debe visualizar el tejido mamario axilar, el MP y tejido central y subareolar.

Fuente: Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: Imagenología de la mama [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).

Elaboración propia.

Nota. RI: Receptor de Imagen – SID: Distancia foco-película - MP: Músculo Pectoral.

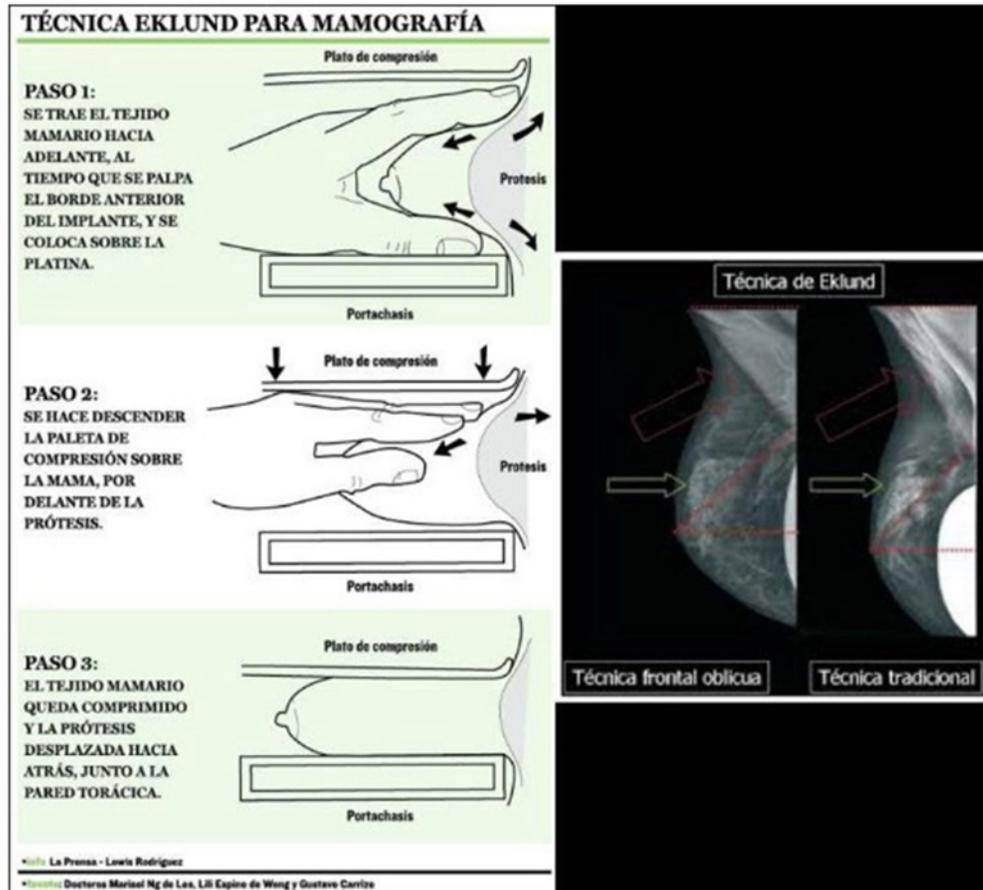
Procedimiento de implante desplazado (ID)

En las mujeres portadoras de implantes mamarios primero hay que realizar las dos proyecciones estándar (CC y MLO) y con maniobra de Eklund. Con la proyección oblicua se podrá identificar el tipo de prótesis, el nivel de dificultad se ve aumentado en las prótesis de localización subglandular. Se realizarán aplicando la compresión necesaria para conseguir inmovilizar la mama, pero evitando el riesgo de que se rompa ⁽³⁴⁵⁾.

Técnica Eklund

Su objetivo es aumentar la cantidad de visibilidad de parénquima mamario mediante una compresión homogénea, con una menor dosis de radiación, cuidando el riesgo de superposición o rotura. Se tracciona la mama hacia fuera y se desplaza la prótesis hacia atrás (contra el tórax), mejorando la compresión y visualización de la mama (Ilustración 346 y 347). En ciertos casos puede ser difícil su realización ⁽³⁴⁵⁾.

Ilustración 346. Pasos a realizar en la técnica Eklund ⁽³⁴⁵⁾.



Fuente: Palacios, A., et al. (2020). Mamografía en pacientes portadoras de prótesis mamarias. La técnica Eklund [Internet]. Revista Médica Ocronos. [citado el 14 de agosto de 2022]. 3(4): 439. Disponible en: <https://revistamedica.com/mamografia-protesis-mamarias-tecnica-eklund/>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen



Ilustración 347. Posicionamiento de la paciente en el Método de Eklund (345).



Fuente: Palacios, A., et al. (2020). Mamografía en pacientes portadoras de prótesis mamarias. La técnica Eklund [Internet]. Revista Médica Ocronos. [citado el 14 de agosto de 2022]. 3(4): 439. Disponible en: <https://revistamedica.com/mamografia-protesis-mamarias-tecnica-eklund/>

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir

REFERENCIAS



Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

1. Abu-Zidan, F. M., Hefny, A. F., y Corr, P. (2011). Clinical ultrasound physics. *Journal of emergencies, trauma, and shock*, 4(4), 501–503. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.86646>
2. Lieu, D. (2010). Ultrasound physics and instrumentation for pathologists. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 134(10), 1541–1556. doi:10.5858/2009-0730-RA.1
3. Shriki J. (2014). Ultrasound physics. *Critical care clinics*, 30(1), 1–v. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.004>
4. Aldrich J. E. (2007). Basic physics of ultrasound imaging. *Critical care medicine*, 35(5 Suppl), S131–S137. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000260624.99430.22>
5. Sahlani, L., Thompson, L., Vira, A., y Panchal, A. (2016). Bedside ultrasound procedures: musculoskeletal and non-musculoskeletal. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*, 42(2), 127–138. <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0539-3>
6. Jong, N., Bouakaz, A., y Frinking, P. (2003). Basic acoustic properties of microbubbles. *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*, 19(3), 229–240. doi:10.1046/j.1540-8175.2002.00229.x
7. Rallan, D., y Harland, C. C. (2003). Ultrasound in dermatology--basic principles and applications. *Clinical and Experimental Dermatology*, 28(6), 632–638. doi:10.1046/j.1365-2230.2003.01405.x
8. Shiina, T., Nightingale, K. R., Palmeri, M. L., Hall, T. J., Bamber, J. C., Barr, R. G., ... Kudo, M. (2015). WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 41(5), 1126–1147. doi:10.1016/j.ultrasmed-bio.2015.03.009
9. Ifirevic, Z., Stampalija, T., y Medley, N. (2015). Fetal and umbilical Doppler ultrasound in normal pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD001450. doi:10.1002/14651858.CD001450.pub4
10. Mohebati, A., y Shaha, A. R. (2012). Anatomy of thyroid and parathyroid glands and neurovascular relations. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 25(1), 19–31. <https://doi.org/10.1002/ca.21220>
11. Chaudhary, V., y Bano, S. (2013). Thyroid ultrasound. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 17(2), 219–227. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.109667>
12. Bastin, S., Bolland, M. J., & Croxson, M. S. (2009). Role of ultrasound in the assessment of nodular thyroid disease. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 53(2), 177–187. doi:10.1111/j.1754-9485.2009.02060.x

13. Lobo, M. (2018). Ecografía de tiroides. *Revista médica Clínica Las Condes*, **29**(4), 440-449. doi:10.1016/j.rmclc.2018.06.002
14. Rago, T., y Vitti, P. (2014). Diagnostic role of ultrasound and elastosonography in nodular goiter. *Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism*, **28**(4), 519-529. doi:10.1016/j.beem.2014.02.003
15. Fancy, T., Gallagher, D., y Hornig, J. D. (2010). Surgical anatomy of the thyroid and parathyroid glands. *Otolaryngologic clinics of North America*, **43**(2), 221–vii. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2010.01.001>
16. Solbiati, L., Osti, V., Cova, L., y Tonolini, M. (2001). Ultrasound of thyroid, parathyroid glands and neck lymph nodes. *European Radiology*, **11**(12), 2411-2424. doi:10.1007/s00330-001-1163-7
17. Kamaya, A., Quon, A., & Jeffrey, R. B. (2006). Sonography of the Abnormal Parathyroid Gland. *Ultrasound Quarterly*, **22**(4), 253–262. doi:10.1097/01.rug.0000237260.33509.4f
18. McGuire, K. P. (2016). Breast anatomy and physiology. En *Breast Disease* (pp. 1-14). Cham: Springer International Publishing.
19. Guo, R., Lu, G., Qin, B., & Fei, B. (2018). Ultrasound Imaging Technologies for Breast Cancer Detection and Management: A Review. *Ultrasound in medicine & biology*, **44**(1), 37–70. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2017.09.012>
20. Hooley, R. J., Scoutt, L. M., & Philpotts, L. E. (2013). Breast ultrasonography: state of the art. *Radiology*, **268**(3), 642-659. doi:10.1148/radiol.13121606
21. Zhang, Z., Zhang, X., Lin, X., Dong, L., Zhang, S., Zhang, X., ... Yuan, K. (2019). Ultrasonic diagnosis of breast nodules using modified Faster R-CNN. *Ultrasonic Imaging*, **41**(6), 353-367. doi:10.1177/0161734619882683
22. Athanasiou, A., Tardivon, A., Ollivier, L., Thibault, F., El Khoury, C., y Neuen-schwander, S. (2009). How to optimize breast ultrasound. *European Journal of Radiology*, **69**(1), 6-13. doi:10.1016/j.ejrad.2008.07.034
23. Sibulesky, L. (2013). Normal liver anatomy. *Clinical Liver Disease*, **2**(Suppl 1), S1-S3. doi:10.1002/cld.124
24. Necas, M. (2018). The clinical ultrasound report: Guideline for sonographers. *Australasian Journal of Ultrasound in Medicine*, **21**(1), 9-23. doi:10.1002/ajum.12075
25. T., K., Khan, M. R., y Narayan, S. (2017). Liver abscess presentation and management: a retrospective study. *International Surgery Journal*, **4**(2), 550. doi:10.18203/2349-2902.isj20170089
26. Fang, C., Lim, A., & Sidhu, P. S. (2020). Ultrasound-based liver elastography in the assessment of fibrosis. *Clinical radiology*, **75**(11), 822–831. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.01.005>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

27. Moudgil, S., Kalra, N., Prabhakar, N., Dhiman, R. K., Behera, A., Chawla, Y. K., y Khandelwal, N. (2017). Comparison of contrast enhanced ultrasound with contrast enhanced computed tomography for the diagnosis of hepatocellular carcinoma. *Journal of clinical and experimental hepatology*, 7(3), 222-229. doi:10.1016/j.jceh.2017.03.003
28. Berzigotti, A., y Castera, L. (2013). Update on ultrasound imaging of liver fibrosis. *Journal of Hepatology*, 59(1), 180-182. doi:10.1016/j.jhep.2012.12.028
29. Karlas, T., Blank, V., & Böhlig, A. (2021). Diagnostic Value of Ultrasound in Fatty Liver Disease. Stellenwert der Sonografie bei Fettlebererkrankungen. *Ultraschall in der Medizin (Stuttgart, Germany : 1980)*, 42(2), 128–153. <https://doi.org/10.1055/a-1352-4313>
30. Pai A. University of Houston College of Medicine. Spleen Anatomy. 2017 Enero 13.
31. MD JV. Spleen. 2022 Agosto 2.
32. Mahadevan V. Anatomy of the pancreas. Elsevier Ltd. 2019; 37(6).
33. Gayoung Choi KAK,JL,PYS,JL,JWC,CHL. Atlas ultrasonográfico de lesiones esplénicas. ultrasonography. 2022; 41(2): p. 416-429.
34. Carol M. Rumack MDSRWMD. Diagnóstico por ecografía. Tercera edición ed.
35. Thippavong S DSSSGMPS. Nonneoplastic, Benign, and Malignant Splenic Diseases: Cross-Sectional Imaging Findings and Rare Disease Entities. Pubmed. 2014; 203(2): p. 315–322.
36. Tanagho EA MJe. Urología general de Smith. In edición. 1, editor.: Lange Medical Books; 2004. p. 583.
37. Andrén-Sandberg Å. Diagnóstico y manejo de los pólipos de la vesícula biliar. Pubmed. 2012 Mayo; 4(5): p. 203-211.
38. Wang R, Wang L, Chen Y, Xie Y, He M, Zhu Y, et al. Biogenic Gas Vesicles for Ultrasound Imaging and Targeted Therapeutics. 2022; 29(8): p. 1316-1330.
39. BIANCHI H F ARSDONFR. Multiple anatomical variations of the hepatic pedicle: case report. In.: J. Morphol; 2014. p. 782-785.
40. Daniel Longnecker M. Anatomy and Histology of the Pancreas. Pancreapedia. 2014 marzo 21.
41. Gustavo Raichholz SGSD. Anatomía segmentaria del páncreas. 2016 marzo 13; 13(5).
42. Wojciech Jelski BM. Diagnóstico bioquímico del cáncer de páncreas - Presente y futuro. ELSIVIER. 2019 Noviembre; 498: p. 47-51.
43. Aliye Uc ,DSF. Pancreatic Disorders. ELSIVIER. 2017 junio; 64(3): p. 685-706.
44. Fernando GQ. SISTEMA URINARIO. ;: p. 2109264.

45. Agur MR DF. Atlas de Anatomía.. In Médica E, editor..: 11ª ed.; 2007. p. Madrid.
46. Segura-Graua RHNDR. Ecografía del aparato urinario. 2015; 42(2): p. 388-394.
47. J.Tuma FTFZBN. Genitourinary ultrasound. 2014;; p. 163-166.
48. Gaitan DES. Actualización del manejo de infecciones de las vías urinarias no complicadas. SOCIEDAD DE MEDICOS DE AMERICA. 2020 febrero; 5(2).
49. Wurgaft KA. Urinary tract infections. 2010 Julio; 214: p. 629-633.
50. Nicolle. LE. Uncomplicated urinary tract infection in adults including uncomplicated pyelonephritis. 2008; 35(1): p. 1-12.
51. T.M. Hooton SBDCRCea. Diagnosis, Prevention, and Treatment of catheter – associated urinary tract infection in adults: 2009 international clinical practice guidelines from the Infectious Disease Society of America. 2010;; p. 625-663.
52. Catherine M Bettcher MCECM. Urinary Tract Infection. University of michigan. 2016 Septiembre;; p. 1-8.
53. K.ByronDVM J. Urinary Tract Infection. 2019 Marzo; 49(2): p. 211-221.
54. Kanu Gopal Bala YHC. Ultrasonography of the Urinary Bladder. J Med Ultrasound. 2010; 18(3): p. 105–114.
55. P. Vargas Viveros RHMJAVA. Esplenomegalia. 2013 enero 14; 56(2).
56. Gaetke-Udager K WAKRea. Multimodality imaging of splenic lesions and the role. 2014; 39(3): p. 570-587.
57. Mirko D’Onofrio VC. Ultrasound of the pancreas. Department of Radiology; GB Rossi University Hospital. 2019 Julio 19.
58. Mauricio Parrales Mora MMCMZM. Colectomía Laparoscópica. Revista clinica. 2018.
59. GRIVELL M WCGANTCATJ. The possum sphincter of Oddi pumps or resist flow depending on common bile duct pressure: a multilumen. In.: J. Physiol ; 2004. p. 611-622.
60. Michael, M., et al. (2010). Ultrasound of the prostate. Cancer Imaging. 10(1): 40–48. doi: 10.1102/1470-7330.2010.0004.
61. Ahmedin, J., et al. (2008). Cancer statistics. CA Cancer J Clin. 58(2): 71-96. doi:10.3322/CA.2007.0010.
62. Prassopoulos, P., et al. (1996). Suprapubic versus transrectal ultrasonography in assessing the volume of the prostate and the transition zone in patients with benign prostatic hyperplasia. Abdom Imaging. 21(1):75-77. doi: 10.1007/s002619900017.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

63. Alfredo, RR., et al. (2019). La próstata: generalidades y patologías más frecuentes. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*. 62(4): 41-54. doi:10.22201/fm.24484865e.2019.62.4.07.
64. Mohammed, I., y Leonard, GG. (2001). Ultrasound for prostate imaging and biopsy. *Curr Opin Urol*. 11(5):471-7. doi: 10.1097/00042307-200109000-00004.
65. Kavoussi PK: Surgical, Radiographic, and Endoscopic Anatomy of the Male Reproductive System. In: *Campbell-Walsh Urology*. 11ª ed. Philadelphia, Elsevier. 2016; 21: 498-515.
66. Sadler TW: *Langman's Medical Embryology*. 7th ed. Baltimore, Wialliams & Wilkins. 1995.
67. Jenniffer, PS., y Walter, DCM. (2020). La próstata desde una perspectiva inmunológica. *Medicina & Laboratorio*. 24(1): 13-35. doi: 10.36384/01232576.12.
68. Aaron, L., et al. (2016). Review of Prostate Anatomy and Embryology and the Etiology of Benign Prostatic Hyperplasia. *Urol Clin North Am*. 43(3):279-88. doi:10.1016/j.ucl.2016.04.012.
69. Paolo, V., et al. (2016). The role of the prostate in male fertility, health and disease. *Nat Rev Urol*. 13(7):379-86. doi: 10.1038/nrurol.2016.89.
70. Lue TF, McAninch JW, Rojas EP, Smith DR. *Urología general*. 18a ed. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores S. A. de C. V.s; 2014.
71. Juan, CMS., et al. (1998). Anatomía Ecográfica de la Próstata Normal. *ME-DUNAB*. 1(1): 36-42.
72. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW, Levine D. *Diagnostic Ultrasound*. 4a ed. Londres, Inglaterra: Mosby; 2012.
73. Kaye, KW. (1991). Ultrasound of the normal prostate. *Contemp Urol*. 3(7):64-75. PMID: 10148060.
74. Ricardo, GN., et al. (2006). Diagnóstico y seguimiento de la hipertrofia prostática benigna mediante ecografía. *Arch. Esp. Urol*. 59(4): 353-360. ISSN: 0004-0614.
75. Matthias, O. (2008). [Benign prostatic hypertrophy and the benign prostatic syndrome]. *harm Unserer Zeit*. 37(4):315-21. doi: 10.1002/pauz.200700275.
76. Castañeda CMA., et al. (2010). Media del volumen prostático por ecografía suprapúbica en jóvenes sanos del estado de Morelos en un estudio transversal. 70(1): 15-21.
77. Yong, JG., et al. (2008). [Clinical significance of parameters of prostate volume measured by transabdominal ultrasonography in evaluating bladder outlet obstruction]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 88(14): 977-979. PMID: 18756971.

78. Jones, DR., et al. (1989). Assessment of volume measurement of the prostate using per-rectal ultrasonography. *Br J Urol.* 64(5): 493-495. Doi: 10.1111/j.1464-410X.1989.tb05284.x.
79. Sosa, BRH., et al. (2020). Ecografía transabdominal de la vejiga y próstata. *Nefrología al día.* Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/333>.
80. Pate, WR., et al. (2020). Comparison of Transabdominal and Transrectal Ultrasound for Sizing of the Prostate. *Urology.* 141:125-129. doi:10.1016/j.urology.2020.04.054.
81. Krieger, JN., et al. (2008). Epidemiology of prostatitis. *Int J Antimicrob Agents.* 31(1): S85-90. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2007.08.028.
82. Futterer, JJ., et al. (2008). Imaging the male reproductive tract: current trends and future directions. *Radiol Clin North Am.* 46(1): 133-47. doi:10.1016/j.rcl.2008.01.005.
83. Michael, M., et al. (2010). Ultrasound of the prostate. *Cancer Imaging.* 10(1): 40-48. doi: 10.1102/1470-7330.2010.0004.
84. Pallwein, L., et al. (2008). Ultrasound of prostate cancer: recent advances. *Eur Radiol.* 18(4): 707-715. doi:10.1007/s00330-007-0779-7.
85. Djavan, B., et al. (2010). Benign prostatic hyperplasia: current clinical practice. *Prim Care.* 37(3):583-597. doi: 10.1016/j.pop.2010.04.004.
86. Segura, GA., et al. (2016). [Ultrasound of the urinary system]. *Semergen.* 42(6):388-394. doi: 10.1016/j.semerg.2015.03.009.
87. Uribe, AG, et al. (2013). Guía de práctica clínica (GPC) para la detección temprana, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y rehabilitación del cáncer de próstata. Sistema General de Seguridad Social en Salud – Colombia. Pag. 52. ISBN: 978-958-8838-41-0.
88. Michael, M., et al. (2007). Contrast-enhanced ultrasound for diagnosis of prostate cancer and kidney lesions. *Eur J Radiol.* 64(2): 231-8. doi:10.1016/j.ejrad.2007.07.027.
89. Stijn, WTPJH., y Jelle, OB. (2007). Contrast-enhanced versus systematic transrectal ultrasound-guided prostate cancer detection: an overview of techniques and a systematic review. *Eur J Radiol.* 63(3):310-6. doi:10.1016/j.ejrad.2007.06.027.
90. Friedrich, A., et al. (2009). Contrast-enhanced ultrasonography using cadence-contrast pulse sequencing technology for targeted biopsy of the prostate. *BJU Int.* 103(4): 458-63. doi: 10.1111/j.1464-410X.2008.08038.x.
91. Roach, M. K., & Andreotti, R. F. (2017). The Normal Female Pelvis. *Clinical obstetrics and gynecology,* 60(1), 3–10. doi: 10.1097/GRF.0000000000000259
92. Dewald, O., & Khan, Y. S. (2022). Sonography Gynecology Anatomy and Physiology. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

93. Shwayder J. M. (2019). Normal Pelvic Anatomy. *Obstetrics and gynecology clinics of North America*, 46(4), 563–580. doi:10.1016/j.ogc.2019.06.001
94. Thut, D. P., et al. (2017). Imaging of Female Pelvic Emergencies. *Seminars in ultrasound, CT, and MR*, 38(4), 310–326. doi:10.1053/j.sult.2017.02.001
95. World Health Organization. *Manual of diagnostic ultrasound: Volume 2*. 2nd ed. Genève, Switzerland: World Health Organization; 2013.
96. Hofer M, MEDIDAK Publishing GmbH. *Ultrasound teaching manual: The basics of performing and interpreting ultrasound scans*. 3rd ed. Stuttgart, Germany: Thieme Publishing Group; 2013.
97. Callen PW. *Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology*. Elsevier Health Sciences; 2011.
98. Mayer, C., & Deedwania, P. (2022). Hysterosalpingogram. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
99. Dietz H. P. (2019). Ultrasound in the assessment of pelvic organ prolapse. *Best practice & research. Clinical obstetrics & gynaecology*, 54, 12–30. doi:10.1016/j.bpobgyn.2018.06.006
100. Fleischer DA. *Ecografía En Obstetricia y Ginecología - 2 Tomos*. Marban Libros; 2002.
101. Hertzberg BS, William D Middleton III. *Ultrasound: The requisites: The requisites*. 3rd ed. Elsevier Health Sciences; 2012.
102. Ayrton R. *Ultrasonografía en ginecología y obstetricia*. Amolca, editor. Vol. 2. Zagier & Urruty Pubns; 2015.
103. Shaaban AM. *Diagnostic Imaging Gynecology*. 2nd ed. Elsevier Editora Ltda; 2016.
104. Rule C, et al. (2018). Sonographic findings in acute puerperal endometritis. *Australas J Ultrasound Med*, 21(4):234-240. doi: 10.1002/ajum.12112.
105. Singh G, Puckett Y. Endometrial Hyperplasia. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
106. Vitale, S. G., et al. (2021). Endometrial polyps. An evidence-based diagnosis and management guide. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*, 260, 70–77. doi:10.1016/j.ejogrb.2021.03.017
107. Kinkel, K., et al. (2018). Benign Disease of the Uterus. In J. Hodler. *Diseases of the Abdomen and Pelvis. Diagnostic Imaging - IDKD Book*. (pp. 21–33). Springer.

108. Epstein, E., et al. (2018). Ultrasound characteristics of endometrial cancer as defined by International Endometrial Tumor Analysis (IETA) consensus nomenclature: prospective multicenter study. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 51(6), 818–828. doi:10.1002/uog.18909
109. Jackson A, editor. *Diagnostic Imaging: Ultrasound*. Hayle Medical; 2017.
110. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. *Tratado de Ultrasonografía Diagnóstica*. 4th ed. Elsevier Editora Ltda; 2012.
111. Jiménez, J. H., et al. (2017). Adolescente con quiste paraovárico. Tratamiento quirúrgico [Adolescent with paraovarian cyst. Surgical treatment]. *Cirugía y cirujanos*, 85(6), 535–538. doi:10.1016/j.circir.2016.08.002
112. Moro, F., et al. (2019). Ultrasound Imaging in Endometriosis. *Obstetrics and gynecology clinics of North America*, 46(4), 643–659. doi:10.1016/j.ogc.2019.07.004
113. Moro, F., et al. (2020). Imaging in gynecological disease (20): clinical and ultrasound characteristics of adnexal torsion. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 56(6), 934–943. doi:10.1002/uog.21981
114. Abdelhamed MH, et al. (2021). Polycystic Ovary Syndrome Among Female Adolescents With Congenital Adrenal Hyperplasia. *Cureus*, 13(12): e20698. doi: 10.7759/cureus.20698.
115. Bonnie K & Cheong Y. (2019). Hydrosalpinx – Salpingostomy, salpingectomy or tubal occlusion. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 59, 41–47. doi; 10.1016/j.bpobgyn.2019.01.011
116. Kühn AL, et al. (2016). Ultrasonography of the scrotum in adults. *Ultrasonography*, 35(3):180-97. doi: 10.14366/usg.15075.
117. Sweet, D. E., et al. (2020). Imaging of the acute scrotum: keys to a rapid diagnosis of acute scrotal disorders. *Abdominal radiology (New York)*, 45(7), 2063–2081. doi:10.1007/s00261-019-02333-4
118. Rebik, K., et al. (2019). Scrotal Ultrasound. *Radiologic clinics of North America*, 57(3), 635–648. doi: 10.1016/j.rcl.2019.01.007
119. Di Serafino M, et al. (2021). Ultrasound of scrotal and penile emergency: how, why and when. *J Ultrasound*, 24(2):211-226. doi: 10.1007/s40477-020-00500-8.
120. Tsili, A. C., et al. (2021). Ultrasonography of the scrotum: Revisiting a classic technique. *European journal of radiology*, 145, 110000. doi:10.1016/j.ejrad.2021.110000
121. Ferreira, M., et al. (2008). *Ultrasonografía Doppler Em Andrologia (1ra edición)*. Saúde Sá- Artes Graficas.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

122. Schwarze, V., et al. (2020). Overview of ultrasound applications for assessing scrotal disorders. *Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 39(6), 1047–1056. doi:10.1002/jum.15197
123. Berlinrut I & Koshy R. (2021). Epididymitis associated with bacteremic pneumococcal pneumonia. *ID Cases*, 23: e01054. doi: 10.1016/j.idcr.2021.e01054
124. Rafailidis, V., et al. (2021). Paratesticular lesions: Aetiology and appearances on ultrasound. *Andrology*, 9(5), 1383–1394. doi:10.1111/andr.13021
125. Rafailidis, V., et al. (2015). Sonography of the scrotum: from appendages to scrotolithiasis. *Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 34(3), 507–518. doi:10.7863/ultra.34.3.507
126. Falticeanu, A. A., et al. (2020). Systematic scrotum ultrasound in male infertility: what to look for. *Medical ultrasonography*, 22(3), 364–369. doi:10.11152/mu-2491
127. Parkin CJ, et al. (2020). Segmental testicular infarction, a rare complication of epididymo-orchitis. *Urol Case Rep*, 32:101246. doi: 10.1016/j.eucr.2020.101246.
128. Wu S, et al. (2020). Curated findings and implications in duplex ultrasound interrogation of the scrotum or varicoceles. *Sci Rep*, 10(1):22028. doi: 10.1038/s41598-020-78619-1. PMID: 33328507; PMCID: PMC7744525.
129. Bertolotto M, et al. (2020). Ultrasound evaluation of varicoceles: systematic literature review and rationale of the ESUR-SPIWG Guidelines and Recommendations. *J Ultrasound*, 23(4):487-507. doi: 10.1007/s40477-020-00509-z.
130. Salama N & Hassan OS. (2022). A Post-Aspiration Giant Spermatocele in a Young Man: A Case Report and Literature Review. *Clin Med Insights Case Rep*, 15:11795476221097218. doi: 10.1177/11795476221097218.
131. Carvajal Cabrera JA, Ralph Troncoso CA. *Manual de Obstetricia y Ginecología* [Internet]. 2017. Disponible en: <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2018/04/Manual-Obstetricia-Ginecologia-2017.pdf>
132. PROTOCOLO: SCREENING ECOGRÁFICO PROTOCOLOS MEDICINA FETAL Y PERINATAL SERVICIO DE MEDICINA MATERNOFETAL -ICGON -HOSPITAL CLÍNICA BARCELONA [Internet]. *Medicinafetalbarcelona.org*. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://medicinafetalbarcelona.org/protocolos/es/patologia-fetal/SCREENINGECOGRAFICO.pdf>
133. Marta, RC., et al. (2011). Flujo reverso diastólico en arterias uterinas y engrosamiento placentario: marcadores de resultado perinatal desfavorable. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*. 54(3): 132-135. doi:10.1016/j.pog.2010.12.004.
134. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2018). Control prenatal del embarazo normal. *Prog Obstet Ginecol*. 61(05):510-527. doi:10.20960/j.pog.0014.

135. Karl, T., et al. (2007). Transobturador tapes for stress urinary incontinence: Results of the Austrian registry. *Am J Obstet Gynecol.* 197(6): 634.e1-5. doi:10.1016/j.ajog.2007.08.018.
136. Donovan, CP., et al. (2012). Ultrasonido en el primer trimestre del embarazo. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 50 (5): 497-50.
137. Armando, LG., et al (1998). Diagnóstico precoz de embarazo en la atención primaria mediante determinación cualitativa de gonadotropina coriónica humana. *Rev Cubana Med Gen Integr.* 14(5):434-439.
138. Chittacharoen, A., y Herabutya, Y. (2004). Slow fetal heart rate may predict pregnancy outcome in first-trimester threatened abortion. *Fertility and Sterility.* 2(1): 227–229. doi:10.1016/j.fertnstert.2003.12.026.
139. Pretorius, DH., et al. (1984). Fetal age estimation by ultrasound: the impact of measurement errors. *Radiology.* 152(3):763-766. doi:10.1148/radiology.152.3.6463258.
140. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Embarazo gemelar bicorial. *Prog Obstet Ginecol.* doi: 10.1016/j.pog.2015.07.002.
141. Youssef, A., et al. (2011). Accuracy of fetal gender determination in the first trimester using three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 37(5):557-61. doi: 10.1002/uog.8812.
142. Juan, LA. (2008). Valoración ecográfica de la gestación precoz anómala. *Prog Obstet Ginecol.* 51(4): 224-31. doi: 10.1016/S0304-5013(08)71080-X.
143. Dennis, AS., et al. (1979). Ultrasonic visualization of a dilated cervix during pregnancy. *Radiology.* 130(2): 417-20. doi: 10.1148/130.2.417.
144. Marjorie, WS., et al. (2004). Sonographic comparison of the tubal ring of ectopic pregnancy with the corpus luteum. *J Ultrasound Med.* 23(1): 57-62. doi:10.7863/jum.2004.23.1.57.
145. Guzman, ER., et al. (1998). Pregnancy outcomes in women treated with elective versus ultrasound-indicated cervical cerclage. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 12(5): 323-327. doi: 10.1046/j.1469-0705.1998.12050323.x.
146. Juan, ASG., et al. (2008). Tumor gigante de ovario y embarazo. A propósito de un caso. *Rev Cubana Obstet Ginecol.* 34(2).
147. Fournier, FS., et al. (2009). Role of biochemical and sonographic aneuploidy markers in the prediction of adverse perinatal outcome. *Prog. diagn. trat. prenatal.* 21(2): 63-69.
148. Carlos, ACL., et al. (2018). Marcadores ecográficos en la detección del síndrome de Down. *Mediciego.* 24(1): 32-38.
149. Souka, AP., et al. (2004). Assessment of fetal anatomy at the 11–14-week ultrasound examination. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 24(1): 730-734. doi:10.1002/uog.1775.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

150. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2015). Exploración ecográfica del primer trimestre. Prog Obstet Ginecol. doi: 10.1016/j.pog.2015.06.009.
151. Nicolaides, KH., et al. (1992). Fetal nuchal translucency: ultrasound screening for chromosomal defects in first trimester of pregnancy. BMJ. 304(6831): 867-869. doi: 10.1136/bmj.304.6831.867.
152. Salvesen, KA., et al. (2011). Safe use of Doppler ultrasound during the 11 to 13 + 6-week scan: is it possible? Ultrasound Obstet Gynecol. 37(6):625-628. doi:10.1002/uog.9025.
153. Paolo, V., et al. (2011). Fetal cardiac evaluation at 11-14 weeks by experienced obstetricians in a low-risk population. Prenat Diagn. 31(11): 1054-61. doi:10.1002/pd.2831.
154. Papatheodorou, Sl., et al. (2011). First-trimester ductus venosus screening for cardiac defects: a meta-analysis. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology. 118(12): 1438-1445. doi:10.1111/j.1471-0528.2011.03029.x.
155. Martínez, JM., et al. (2010). Abnormal first-trimester ductus venosus blood flow: a marker of cardiac defects in fetuses with normal karyotype and nuchal translucency. Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. 35(3): 267-272. doi:10.1002/uog.7544.
156. ISUOG Practice Guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. (2012). Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. 41(1): 102-113. doi:10.1002/uog.12342.
157. Venkatesh, AM., et al. (2020). Role of ultrasound in the evaluation of first-trimester pregnancies in the acute setting. Ultrasonography. 39(2): 178-189. doi:10.14366/usg.19043.
158. Cohen, LS. (2017). Diagnostic ultrasound in the first trimester of pregnancy. Glob Libr. Women's Med. doi:10.3843/glowm.10094.
159. Carvajal, JA., y Constaza, RT. (2019). Manual de Obstetricia y Ginecología. Novena Edición.
160. Antonio, GG., et al. (2009). Ecografía en obstetricia. An Pediatr Contin. 7(1): 39-44. doi: 10.1016/S1696-2818(09)70450-0.
161. John, AV., et al. (2015). Correlación de la biometría fetal estándar y la biometría secundaria con la edad gestacional en gestantes del segundo y tercer trimestre. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia. 61(1): 33-39. doi:10.31403/rpgo.v61i412.
162. Salomon, LJ., et al. (2010). Guías prácticas para la realización de la exploración ecográfica fetal de rutina en el segundo trimestre. Ultrasound Obstet Gynecol. doi:10.1002/uog.8831.

163. Wilfredo, V., et al. (2013). Biometría fetal e Índice de líquido amniótico de 14 a 41 semanas a 3400 msnm y su comparación con tablas de otros niveles de altura fetal. *Acta Med Per.* 30(1): 14-25.
164. Anomalías Placentarias (placenta previa, placenta accreta y vasa previa) y Manejo de la Hemorragia de Tercer Trimestre -ICGON -Hospital Clínic Barcelona [Internet]. *Medicinafetalbarcelona.org*. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://medicinafetalbarcelona.org/protocolos/es/patologia-materna-obstetrica/placenta%20previa%20y%20otras%20anom-al%C3%ADas.%20hemorragia%203er%20t.pdf>
165. Carrera RG. FACTORES PREDISPONENTES QUE INCIDEN EN PLACENTA PREVIA EN EL HOSPITAL GENERAL DE JAEN JULIO DICIEMBRE 2017. [Jaen, Perú]: Universidad Privada de Ica; 2017.
166. Karla, P., y Sophie, J. (2018). ACORTAMIENTO CERVICAL Y SU RELACIÓN CON PARTO PRETÉRMINO. *Rev. Fac. Cienc. Méd.* 15(1): 26-35.
167. Moisés, HG., et al. (2014). Medición de la longitud del cérvix por ecografía abdominal en gestantes normales entre 20 a 23 semanas. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia.* 60(3): 207-210. doi: 10.31403/rpgo.v61i1832.
168. Alicia, I., et al. (2019). Evaluación del cérvix durante la gestación. *Diagnóstico Médico.*
169. Pilar, VM. et al. (2009). Pautas de manejo clínico de embarazos gemelares. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 74(1): 52-68. doi: 10.4067/S0717-75262009000100010.
170. Enrique, DGG., y Enrique, GGM. (2015). Diagnóstico ecográfico de la corionicidad y amnionicidad en el embarazo múltiple. *Rev. peru. ginecol. obstet.* 61(1): 263-268.
171. Basma, EG., et al. (2021). Abnormal Amniotic Fluid Level interpretation with Perinatal Outcomes of Pregnancies. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine.* 8(3): 4339-4350. Online ISSN: 2515-8260.
172. Sussman, BL., et al. (2021). ACR Appropriateness Criteria® Second and Third Trimester Screening for Fetal Anomaly. *Journal of the American College of Radiology.* 18(5): S189–S198. doi: 10.1016/j.jacr.2021.02.017.
173. Sánchez, TP., et al. (2011). Taquicardia supraventricular fetal, diagnóstico y tratamiento prenatal. *Clin Invest Gin Obst.* 38(5): 202-206. doi:10.1016/j.gine.2010.03.009.
174. DAYA, S., WOODS, S., WARD, S., LAPPALAINEN, R., & CACO, C. (1991). Early Pregnancy Assessment With Transvaginal Ultrasound Scanning. *Obstetrical & Gynecological Survey.* 46(10): 666–668. doi:10.1097/00006254-199110000-00004.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

175. Jain, KA., et al. (1988). Comparison of transvaginal and transabdominal sonography in the detection of early pregnancy and its complications. *American Journal of Roentgenology*. 151(6): 1139-1143. doi:10.2214/ajr.151.6.1139.
176. MacGregor, SN., et al. (1987). Underestimation of Gestational Age by Conventional Crown-Rump Length Dating Curves. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 3(6): 310-311. doi:10.1177/875647938700300629.
177. Robinson, HP., y Fleming, JEE. (1975). A CRITICAL EVALUATION OF SONAR "CROWN-RUMP LENGTH" MEASUREMENTS. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 82(9): 702-710. doi:10.1111/j.1471-0528.1975.tb00710.x.
178. Hadlock, FP., et al. (1982). Fetal biparietal diameter: rational choice of plane of section for sonographic measurement. *American Journal of Roentgenology*. 138(5): 871-874. doi: 10.2214/ajr.138.5.871.
179. Hadlock, FP., et al. (1982). An evaluation of two methods for measuring fetal head and body circumferences. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 1(9): 359-360. doi:10.7863/jum.1982.1.9.359.
180. Doubilet, PM., y Benson, CB. (1993). Improved prediction of gestational age in the late third trimester. *J Ultrasound Med*. 12(11):647-53. doi:10.7863/jum.1993.12.11.647.
181. Goldstein, RB., et al. (1987). Pitfalls in femur length measurements. *J Ultrasound Med*. 6(4):203-7. doi: 10.7863/jum.1987.6.4.203.
182. Smulian, JC., et al. (1999). Comparison of three sonographic circumference measurement techniques to predict birth weight. *Obstet Gynecol*. 93(5 Pt 1): 692-696. doi: 10.1016/s0029-7844(98)00517-1.
183. Campbell, S., y Wilkin, D. (1975). Ultrasonic measurement of fetal abdomen circumference in the estimation of fetal weight. *Br J Obstet Gynaecol*. 82(9):689-697. doi: 10.1111/j.1471-0528.1975.tb00708.x.
184. Vintzileos, AM., et al. (1987). Fetal weight estimation formulas with head, abdominal, femur, and thigh circumference measurements. *Am J Obstet Gynecol*. 157(2): 410-414. doi: 10.1016/s0002-9378(87)80182-5.
185. Huamán, M., et al. (1995). Perfil biofísico ecográfico (PBE) en vigilancia fetal. *Ginecología y Obstetricia*. 41(1): 52-55. doi: 10.31403/rpgo.v41i1706.
186. Jorge, SGO. (2002). Perfil Biofísico Ultrasonográfico. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*. 2(2): 24.
187. Néstor, MC., et al. (2007). Principios físicos, metodología, consistencia y seguridad del ultrasonido Doppler en la evaluación fetoplacentaria. *Ginecol Obstet Mex*. 75(10):621-629. ISSN: 0300-904.

188. Héctor, PD., et al. (2008). Velocimetría Doppler de las arterias uterinas en el embarazo. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas* 2008. 13(4):177-8.
189. Silvio, EOD., et al. (2020). La importancia ultrasonográfica del Doppler de arteria uterina en la enfermedad hipertensiva del embarazo. *Reciamuc*. 4(4): 207-213. doi: 10.26820/reciamuc/4.(4).noviembre.2020.207-213.
190. Anita, S., y Jack, R. (2005). Current concepts in fetal cardiovascular disease. *Clin Perinatol*. 32(4):857-875. doi: 10.1016/j.clp.2005.09.012.
191. Anthony, OO., et al. (2004). What antepartum fetal test should guide the timing of delivery of the preterm growth-restricted fetus? A decision-analysis. *Am J Obstet Gynecol*. 191(4):1477-82. doi: 10.1016/j.ajog.2004.05.066.
192. Ahmet, AB. (2004). Pathophysiology of fetal growth restriction: implications for diagnosis and surveillance. *Obstet Gynecol Surv*. 59(8):617-27. doi: 10.1097/01.ogx.0000133943.54530.76.
193. Pablo, MR., y Liliana OC. (2014). Flujometría doppler en medicina materno fetal. *Rev med hondur*. 82(1): 27-32.
194. Arsenio, S., et al. (2004). Interaction between risk factors for fetal growth retardation associated with abnormal umbilical artery Doppler studies. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 83(5):431-5. doi: 10.1111/j.0001-6349.2004.00295.x.
195. Laura, MPI., y Mónica, ABA. (2015). Restricción del crecimiento intrauterino: una aproximación al diagnóstico, seguimiento y manejo. *Rev. chil. obstet. ginecol*. 80(6): 493-502. doi: 10.4067/S0717-75262015000600010.
196. Baschat, AA., y Harman, CR. (2001). Antenatal assessment of the growth restricted fetus. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 13(2):161-168. doi: 10.1097/00001703-200104000-00011.
197. Reed, KL., et al. (1986). Cardiac Doppler flow velocities in human fetuses. *Circulation*. 73(1):41-46. doi: 10.1161/01.cir.73.1.41.
198. Fouron, JC. (2003). The unrecognized physiological and clinical significance of the fetal aortic isthmus. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 22(5):441-7. doi: 10.1002/uog.911.
199. Fouron, JC., et al. (2001). Correlation between prenatal velocity waveforms in the aortic isthmus and neurodevelopmental outcome between the ages of 2 and 4 years. *Am J Obstet Gynecol*. 184(4): 630-636. doi: 10.1067/mob.2001.110696.
200. Bontrager KL, Lampignano J. *Proyecciones Radiológicas Con Correlacion Anatómica*. 7a ed. Elsevier; 2011.
201. Torsten Moller ER. *Posiciones Radiológicas*. 1st ed. Madrid, España: MARBAN LIBROS; 2002.
202. Joseph, G. (2016). *Manual de proyecciones radiológicas*. Calameo.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

203. Santín, G. (2009). La mano: orientación diagnóstica radiológica. *Atención Familiar*, 16(2), 36-37.
204. Fernández, P. (2015). *Técnicas de radiología simple*. España: Arán Ediciones.
205. Hirschfeld, M., et al. (2014). Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Concordancia interobservador de la clasificación de Eaton-Littler de la artrosis trapeciometacarpiana., 58(4), 237-241. doi:10.1016/j.recot.2014.01.006
206. Pico Melo, J *Radiología convencional Tomo 1*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina; 352 páginas.
207. Forriol Brocal, F., et al (1998). *Revista Española de Cirugía Osteoarticular, Osteoma osteoide en falange de la mano*. 33(194), 83-86.
208. Gascón López, M. D. C. (2017). *Fracturas de la base del pulgar. Revisión bibliográfica y serie de casos* (Master's thesis, Universidad Internacional de Andalucía).
209. Álvarez, L., et al. (2012). *Manual de posiciones radiológicas en radiología convencional para Técnicos Especialistas en Radiodiagnóstico. Tipos de traumatismos*. España.
210. Balbuena D. y Cáceres L. *Radiología*. Córdoba: Jorge Sarmiento Editor - Universitas, 2021. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uleam/185772?page=129>
211. Zepeda, N. (2018). *Manual de posicionamiento de extremidad superior para uso radiológico*. Universidad de los Andes Chile.
212. Zarzuela, C., & Rodríguez, P. (2014). *Diagnóstico por la imagen del miembro superior*. Cádiz, España.
213. Maurelos, P., & López, I. (2020). *Técnicas de radiología simple (Segunda ed.)*. Madrid, España: Editorial Síntesis, S.A.
214. Gallego, C., & Perea, J. (2018). *Radiología en consenso, compendio de proyecciones radiológicas para la simulación clínica*. (E. Mora, Ed.) Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria del Área Andina.
215. Palacios, A. (2020). Síndrome del túnel carpiano. *Revista Ocronos*, III(4), 366.
216. Palet, M., & Guzmán, M. (2021). *Radiología Simple en Traumatología (Primera ed.)*. Santiago de Chile, Chile.
217. Angulo, J., González, J., & Jiménez, F. (s.f.). *Técnicas prácticas de radiología*. Málaga, España: VÉRTICE.
218. Morocho (2012), Rep. técnicas radiológicas para estudio de hombro en pacientes ambulatorios y poli traumatizados en el hospital "Manuel Ygnacio Monteros Valdivieso" regional Loja IESS en el periodo febrero julio 2012. Ecuador.

219. Unett, E. M., et al. Radiographic techniques and image evaluation. Springer; 2014.
220. Cabezas, A. Tecnología médica. Técnicas Radiográficas. 2009.
221. Dennis CA, Eisenberg RL, May CR. Posiciones radiográficas - Manual de bolsillo. Masson; 2001.
222. Rodríguez O. & De Vizia J. Manual de proyecciones radiológicas, 2015.
223. Lampignano J, Kendrick LE. Bontrager. Manual de Posiciones Y Técnicas Radiológicas. 9a ed. Elsevier; 2018.
224. De la Fuente N, Ajo R. Proyecciones Radiológicas. Manual Práctico. 1a ed. Editorial Médica Panamericana S.A.; 2011.
225. Toullec E. (2012). Pie plano del adulto. EMC Podología. 14(2): 1–8. doi: 10.1016/S1762-827X(12)62105-1
226. Mosca Bustamante L. Vademécum de técnicas para proyecciones radiológicas. El Ateneo; 2001.
227. Whitley A.S., et al. Clark's Positioning In Radiography. 13a ed. Londrés, Inglaterra: Hodder Arnold; 2015.
228. Vargas P, et al. (2014). Signo radiológico: "Nariz de oso hormiguero". Revista Chilena de Radiología, 20 (4), 156-158. doi:10.4067/S0717-93082014000400006
229. Meschan. Técnica Radiológica Posiciones y Correlación. Editorial Medica Panamericana; 1996.
230. Bucholz RW. Fracturas en El adulto - Rockwood & green's - 3 vols. Marban Libros; 2003.
231. Weir J, et al. Atlas de Anatomía Humana Por Técnicas de Imagen + Student-consult. Elsevier Health Sciences; 2011.
232. Tafti A & Byerly DW. X-ray Radiographic Patient Positioning. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
233. Mohd M. Radiographic Image Evaluation. 2nd ed. Shah Alam University Publication Centre, UiTM. 2011.
234. Villagra S. Técnica Radiológica Manual de Proyecciones Para estudiantes de Tecnología Médica mención de Radiología y Física Médica. 2013.
235. Hirsch S, M., et al. (2016). Incluyendo fracturas triplanares de tibia distal. Revista Chilena de Radiología, 22 (3), 114-120. doi:10.1016/j.rchira.2016.09.002
236. Frank ED. Merrill atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Volumen 1. 11a ed. Frank ED, Smith BJ, Long BW, editores. Elsevier; 2010.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

237. Azpeitia F, Puig J, Soler R. Manual para técnico superior en imagen para el diagnóstico y medicina nuclear. Bogotá DC, Colombia: Panamericana Editorial Ltda; 2021.
238. Martensen KM. Radiographic Image Analysis. 5a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2021.
239. Fleckenstein P & Trantum-Jensen J. Bases Anatómicas del Diagnóstico Por Imagen. 3rd ed. Houghton Mifflin Harcourt P; 2016.
240. Fontboté R, et al. (2008). Proyección de Rosenberg en la evaluación radiológica de la artrosis de rodilla. Revista Médica de Chile, 136 (7), 880-884. doi:10.4067/S0034-98872008000700009
241. Saldaña E. Manual de Radiología para Técnicos. 2015.
242. Brant W., Helms C. (2012). Fundamentals of Diagnostic Radiology. Lippincott Williams & Wilkins, 4th ed. Philadelphia, USA.
243. Adam A., Dixon A., Gillard J., Schaefer-Prokop C. (2021). Diagnostic Radiology. A textbook of Medical Imaging. Elsevier Limited. 7th ed. Poland.
244. Diaz, et al. (2017). Anatomía básica en la radiografía de tórax. Imágenes en medicina. Revista Médica Sanitas. 20 (2): 116-123.
245. García C., Pedrosa C. (2014). Radiografía lateral de tórax. Anatomía radiográfica. Radiología. 56 (6): 548-560. Doi:10.1016/j.rx.2013.11.005.
246. Goic M., Montoya P., Murillo K. (2021). Lectura de radiografía convencional de tórax. Revista Médica Sinergia. 6 (4). Doi: 10.31434/rms.v6i2.655
247. Giménez A. (2017). Información básica de la RX de tórax. Medicina respiratoria. 10 (3): 25-39. Obtenido de: <http://www.neumologiaysalud.es/descargas/R10/R103-4.pdf>
248. Miranda J. (2018). Parámetros de calidad de la imagen de la radiografía de tórax portátil en la Unidad de Cuidados Intensivos. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas - Lima, 2017. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10638>
249. Reza S., Amin O., Hashem M. (2019). A Novel Feature Extraction and Selection Technique for Chest X-ray Image View Classification. 5th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE). doi:10.1109/icaee48663.2019.8975457
250. Sanches A., et al. (2022). Radiografía en decúbito supino, un desafío para el especialista. Seram. 1(1). Obtenido de: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9109>
251. Bayo A., Sánchez I., Melero C. (2005). Guía práctica de radiología de tórax para atención primaria. Adalia farma. Perú.

252. Jiménez C. (2012). Manual Interactivo de Radiología. Tórax y Abdomen. Disponible en: <https://medicinausc2012.blogspot.com/2009/09/manual-interactivo-de-radiologia-torax.html>
253. Arrieta M. (2017). Identificación Radiológica de Cardiopatía Adquirida en el Adulto. Revista Médica Sinergia. 2 (4): 16-20. Obtenido de: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/73>
254. Pedroso J. (2007). Principios básicos en la interpretación de la radiología del tórax. Una guía práctica para el clínico. Santa Marta, Colombia.
255. Guedeney N. (2017). Proyecciones Torax. Universidad Mayor. Obtenido de: <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-mayor/radiologia/proyecciones-torax/13723410>
256. Uzcátegu, R. (s.f.). Anatomía Radiológica de Tórax. Universidad de los Andes Departamento de Radiodiagnóstico. Disponible en: <http://www.medic.ula.ve/imagenologia/torax.pdf>
257. Sánchez-Carpintero M., García, C. (2017). Estudios telemandados con control fluoroscópico del tracto digestivo superior: Técnicas e indicaciones. Radiología, 59(4), 343–354. Doi:10.1016/j.rx.2016.11.003
258. Ross S., et al. (2021). Optimizing detection of postoperative leaks on upper gastrointestinal fluoroscopy: a step-by-step guide. Abdominal Radiology. 46(7), 3019–3032. doi:10.1007/s00261-021-02978-0
259. Johnson L., et al. (2022). Fluoroscopic Evaluation of Duodenal Diseases. RadioGraphics. 42:397–416. Doi:10.1148/rg.210165
260. Borrález B., et al. (2017). Esofagograma: imágenes que valen más que mil palabras. Revista Colombiana de Gastroenterología. 32 (3): 258-268. Doi:10.22516/25007440.157
261. Vila-Trias E., et al. (2021). El esofagograma: ¿se trata de una prueba obsoleta hoy día? Seram. 1(1). Obtenido de: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4147>
262. Borrález B. (2021). Fundamentos de cirugía general Esófago. Colección Textos Académicos. Universidad Tecnológica de Pereira. Primera ed.
263. Calderón I., García D. (2016). Anatomía, fisiología, semiología y métodos de exploración del intestino delgado. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/308698353>
264. Biscaldi E., Barra F., Roberti U., Ferrero S. (2020). Other imaging techniques: double-contrast barium enema, endoscopic ultrasonography, multidetector CT enema, and computed tomography colonoscopy. Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2020.05.01
265. Bass R. et al. (2018). Contrast Enema Examination: Technique and Essential Findings. 38:90–91. Radiographics fundamentals. Doi: 10.1148/rg.201817011

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

266. Puca A., et al. (2014). Estudio contrastado de colon por enema gastro-intestinal. Universidad, Ciencia y Sociedad. (13): 30-35. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882014000200006&lng=es.
267. Pérez A., et al. (2016). Revisando los contrastes yodados: cómo los usamos y cómo deberíamos utilizarlos. Fijando conceptos. Radiología. 58: 1104.
268. Chong A., et al. (2019) Digital Breast Tomosynthesis: Concepts and Clinical Practice. Radiology. 292: 1-14. Doi:10.1148/radiol.2019180760
269. López A., Castillo A., Buttinghausen V. (2016). Tomosíntesis digital mamaria: puesta al día. Revista Hospital Clínico Universidad de Chile. 27: 46 – 54. Obtenido de: <https://search.bvsalud.org/gim/resource/es/biblio-908180>
270. Hooley R., Durand M., Philpotts L. (2017). Advances in Digital Breast Tomosynthesis. American Journal of Roentgenology. 208 (2):256-266. Doi: 10.2214/AJR.16.17127
271. Espitia, J., et al (2016). Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. Revista Tecnura. 20(47), 119-135. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.1.a10.
272. Bosch, E. (2004). Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la Tomografía Computada, su Contribución a la Medicina Moderna. Revista chilena de radiología. 10(4), 183-185. doi:10.4067/S0717-93082004000400007.
273. Bastarrika, G. (2007). Tomografía computarizada y práctica clínica. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. 30(2): 171-176. doi: <https://doi.org/10.23938/ASSN.0224>.
274. García, A., y González, C. (2015). Tomografía computada: grandes beneficios con gran responsabilidad. Acta Médica Grupo Ángeles. 13(4).
275. Raudales, I. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. Revista Facultad de Ciencias Médicas. 11(1): 35-43.
276. Booij R., et al. (2020). Technological developments of X-ray computed tomography over half a century: User's influence on protocol optimization. European Journal of Radiology. 131(109261). doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109261.
277. Pifarré, X., et al. (2012). Fundamentos de física médica. Volumen 2, Radiodiagnóstico: bases físicas, equipos y control de calidad. Madrid: ADI Aula Documental de Investigación.
278. Calzado, A., y Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. Revista Física Médica. 11(3):163-180
279. Costa, J., y Soria J. (2021). Tomografía computarizada dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico. España: Elsevier. 2da Edición.
280. Vallejo B., et al. (2019). Introducción a la Imagenología. doi:10.26820/mawil/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-00-2

281. Bushong S. (2013). Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. España: Elsevier. 10ma Edición.
282. Bushong S. (2009). Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. Madrid: Harcourt. 6ta Edición.
283. Ramírez C., et al. (2008). Tomografía computarizada por rayos X: fundamentos y actualidad. Revista Ingeniería Biomédica. 2(4).
284. Ruiz-Imbert, A., y Cascante-Sequeira, D. (2021). Valores de densidad en la escala de grises en Tomografía Computarizada de Haz Cónico: alcances y limitaciones. Odovtos International Journal of Dental Sciences. 23(2): 52-62. doi.org/10.15517/IJDS.2021.45106
285. Rogers D., y Tadi P. (2022). Contraste intravenoso. In: StatPearls [Internet].
286. Rovira, A., et al. (2010). Actualizaciones SERAM, Radiología de Cabeza y Cuello. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S. A.
287. Kalender, W. (2014). Dose in x-ray computed tomography. Physics in Medicine and Biology, 59(3): 129–150. doi:10.1088/0031-9155/59/3/r129
288. Power, S., et al. (2016). Computed tomography and patient risk: Facts, perceptions and uncertainties. World Journal of Radiology. 28;8(12):902-915. doi: 10.4329/wjr.v8.i12.902.
289. Bosch de Basea, M., et al. (2016). Trends and patterns in the use of computed tomography in children and young adults in Catalonia — results from the EPI-CT study. Pediatric Radiology. 46(1): 119–129. doi:10.1007/s00247-015-3434-5.
290. Chen, M., et al. (2004). Radiología Básica. Madrid: por Mcgraw-Hill Interamericana.
291. Miranda-Merchak, A., et al. (2018). Anatomía radiológica de la base de cráneo y los nervios craneales parte 1: Generalidades y base de cráneo. Revista chilena de radiología. 24(3): 105-111. doi:10.4067/S0717-93082018000300105.
292. Rebollo, M., y Ricart, C. (2003). Indicaciones de la tomografía computarizada craneal y de la resonancia magnética cerebral. Revista Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado. 8(92):5004-5005. doi:10.1016/S0304-5412(03)70928-7
293. Finger A, Harris M, Nishimura E, Yoon HC. (2018). Inadequate Clinical Indications in Computed Tomography Chest and Abdomen/Pelvis Scans. Perm J. 22:18-017. doi: 10.7812/TPP/18-017.
294. Bontagrer K, Lampigrano J. (2010). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier. 7: 733-734.
295. Little, Brent P. (2015). Approach to Chest Computed Tomography. Clinics in Chest Medicine. 36(2), 127–145. doi: 10.1016/j.ccm.2015.02.001.

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

296. Murphy, A. (2020). CT chest non-contrast (protocol). Reference article, Radiopaedia. <https://doi.org/10.53347/rID-75149>.
297. Marten K, Hansell D. (2006). Encyclopedia of Respiratory Medicine. Academic Press. (1): 633-643. <https://doi.org/10.1016/B0-12-370879-6/00226-X>.
298. De Smet K, et al. (2021). Diagnostic Performance of Chest CT for SARS-CoV-2 Infection in Individuals with or without COVID-19 Symptoms. Radiology. 298(1): E30-E37. doi: 10.1148/radiol.2020202708.
299. Choi SJ, et al. (2020). Comparison of image quality and focal lesion detection in abdominopelvic CT: Potential dose reduction using advanced modelled iterative reconstruction. Clin Imaging. 62:41-48. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.01.017.
300. Evans, O; Rea, B; Shareef, T. (2019). Identifying emergency pathology on abdominopelvic CT for non-radiologists. British Journal of Hospital Medicine, 80(10), C140–C145. doi:10.12968/hmed.2019.80.10.C140.
301. Agarwal MD et al. (2015). Limited added utility of performing follow-up contrast-enhanced CT in patients undergoing initial non-enhanced CT for evaluation of flank pain in the emergency department. Emerg Radiol. 22(2):109-15. doi: 10.1007/s10140-014-1259-4.
302. Moloney F et al. (2018). Determination of a suitable low-dose abdominopelvic CT protocol using model-based iterative reconstruction through cadaveric study. J Med Imaging Radiat Oncol. 62(5):625-633. doi: 10.1111/1754-9485.12733.
303. Winklhofer S et al. (2019). Comparison of Positive Oral Contrast Agents for Abdominopelvic CT. AJR Am J Roentgenol. 5:1-7. doi: 10.2214/AJR.18.20445.
304. Van der Kolk B. et al. (2022). Assessment of cervical spine CT scans by emergency physicians: A comparative diagnostic accuracy study in a non-clinical setting. J Am Coll Emerg Physicians Open. 20;3(1): e12609. doi: 10.1002/emp2.12609.
305. Schleeauf, K et al. (1989). Computed tomography in the initial evaluation of the cervical spine. Annals of emergency medicine. 18(8), 815-817.
306. Gondim P et al. (2015). Musculoskeletal wide detector CT: principles, techniques and applications in clinical practice and research. Eur J Radiol. 84(5):892-900. doi: 10.1016/j.ejrad.2014.12.033.
307. Wood, K. et al. (2014). Management of thoracolumbar spine fractures. The Spine Journal, 14(1), 145–164. doi: 10.1016/j.spinee.2012.10.041
308. Penczek, P. (2010). [Methods in Enzymology] Cryo-EM, Part B: 3-D Reconstruction Volume 482 || Fundamentals of Three-Dimensional Reconstruction from Projections. 1-33. doi:10.1016/S0076-6879(10)82001-4

309. DeLong C. et al. (2021). Endoscopy in the CT Scanner: a Multidisciplinary Approach to Difficult Cases. *J Gastrointest Surg.* 25(3):866-867. doi: 10.1007/s11605-020-04840-y.
310. Maglinte D et al. (2007). CT Enteroclysis. *Radiology.* 245(3):661-71. doi: 10.1148/radiol.2453060798.
311. Drew, Z; Murphy, A. (2018). CT fluoroscopy. Reference article. *Radiopaedia.* <https://doi.org/10.53347/rID-62860>. <https://radiopaedia.org/articles/62860>.
312. Alex A., et al. (2020). "Anatomy and Physiology of the Breast during Pregnancy and Lactation". *Advances in experimental medicine and biology.* 1252:3-7. doi:10.1007/978-3-030-41596-9_1
313. McGhee, et al. (2020). "Breast Biomechanics: What Do We Really Know?". *Physiology (Bethesda, Md.)* 35(2):144-156. doi:10.1152/physiol.00024.2019
314. Yeo SK. et al. (2017). "Breast Cancer: Multiple Subtypes within a Tumor?" *Trends in cancer.* 3(11):753–760. doi:doi.org/10.1016/j.trecan.2017.09.001
315. Coughlin SS. (2019). "Epidemiology of Breast Cancer in Women." *Advances in experimental medicine and biology.* 1152:9-29. doi:10.1007/978-3-030-20301-6_2
316. Winters, S. et al. (2017) "Breast Cancer Epidemiology, Prevention, and Screening." *Progress in molecular biology and translational science* 151:1-32. doi:10.1016/bs.pmbts.2017.07.002
317. Jafari SH, et al. (2018). "Breast cancer diagnosis: Imaging techniques and biochemical markers." *Journal of cellular physiology.* 233(7):5200-5213. doi:10.1002/jcp.26379
318. Fallenberg E. M. (2021). "Kontrastmittelunterstützte Mammographie" [Contrast-enhanced mammography]. *Der Radiologe.* 61(2):177–182. doi:10.1007/s00117-021-00805-7
319. Jochelson, M, et al. (2021). "Contrast-enhanced mammography: State of the art." *Radiology* 299(1): 36-48.
320. Usang, E., Alakhras, M., y Brennan, P. (2018). Errors in Mammography Cannot be Solved Through Technology Alone. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention.* 19(2): 291-301. doi: 10.22034/APJCP.2018.19.2.291
321. Cassar, E., y Naylor, S. (2018). Breast compression techniques in screening mammography – A Maltese evaluation project. *Radiography.* 24(4): 309-314. doi: 10.1016/j.radi.2018.03.007
322. Jorge, J.G., et al. (2021). Algunos aspectos de aseguramiento de la calidad en mamografía. *Protección Radiológica es SEROFCA [Internet].* [citado el 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://serofca.com/2021/03/21/algunos-aspectos-de-aseguramiento-de-la-calidad-en-mamografia/>

Fundamentos Radiológicos

y proyecciones de diagnóstico por imagen

323. Acho, S.N., et al. (2020). Verification and optimisation of preselected exposure parameters in screening mammography: a central composite design methodology. *Radiation Protection Dosimetry*. 188(3): 332-339. doi: 10.1093/rpd/ncz291
324. Balleyguier, C., et al. (2018). Patient-assisted compression helps for image quality reduction dose and improves patient experience in mammography. *European Journal of Cancer*. (103): 137-142. doi: 10.1016/j.ejca.2018.08.009
325. Pérez, S. (2017). Técnica mamográfica [Internet]. *Revista Portales Medicos.com*. [citado el 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/tecnica-mamografica/>
326. Torres, R., y González, I.H. (2016). Equipos de rayos X y receptores de imagen. En A Brosed (Ed.), *Fundamentos de Física Médica Volumen 2 Radiodiagnóstico: Bases físicas, equipos y control de calidad* (pp.127-128). Madrid: ADI Librería y Editorial Científico-Técnica <http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/4-Libro-Volumen-2-fisica-medica-esp%C3%B1ol.pdf>
327. Jones, E.F., et al. (2020). Current Landscape of Breast Cancer Imaging and Potential Quantitative Imaging Markers of Response in ER-Positive Breast Cancers Treated with Neoadjuvant Therapy. *Cancers*. 12(6): 1511. doi: 10.3390/cancers12061511
328. Buffa, R., et al. (2018). Manual Operativo para el Uso de Mamografía en Tamizaje [Internet]. [citado el 11 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000013cnt-10-manual-operativo-de-uso-de-mamografia.pdf>
329. Díaz, H.F. (2020). Determinación de niveles de referencia en procedimientos de mamografía digital tomosíntesis. [Internet]. [citado el 12 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77555>
330. Saha, D., Vaishnav, N., y Jha, A.K. (2021). Imaging techniques for breast cancer diagnosis. En: *Biomedical Computing for Breast Cancer Detection and Diagnosis* [Internet]. Hershey, PA: IGI Global; [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 188–210). Disponible en: doi: 10.4018/978-1-7998-3456-4.ch009
331. Framis, A., et al. (2021). Complicaciones tardías de los implantes mamarios y su manejo diagnóstico. *Sociedad Española de Radiología Médica*. 1(1): 35. Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4258>
332. Frutos, F.J., et al. (2012). Técnicas de diagnóstico por la imagen en cáncer de mama. *Cirugía Andaluza*. 23(1-2): 18-24. <https://www.asacirujanos.com/admin/upfiles/revista/2012/2012-vol23-n1-2.pdf>
333. Gamero, V., et al. (2022). Mamografía con contraste: Uso clínico y potenciales indicaciones. *Sociedad Española de Radiología Médica*. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9159/7625>

334. Suárez, J., et al. (2022). Mamografía con contraste: Experiencia en nuestro hospital. *Sociedad Española de Radiología Médica*. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9158/7624>
335. Sogani, J., et al. (2022). Contrast-Enhanced Mammography: Past, Present, and Future. *Clinical Imaging*. 69: 269-279. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.09.003
336. Salazar, D.E., et al. (2022). Mamografía con contraste y RM de mama en la evaluación de lesiones malignas: Análisis retrospectivo de resultados en nuestro centro. *Sociedad Española de Radiología Médica*. 1(1): 36. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8420/6886>
337. Alvizuri, L.A. (2021). Conocimientos, actitudes y su relación con las prácticas sobre el examen de mamografía en pacientes con implantes mamarios, Clínica de Monterrico - 2021. [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17013>
338. Sweeney, R.I., et al. (2018). A review of mammographic positioning image quality criterion for the craniocaudal projection. *The British Journal of Radiology*. 91: 20170611. doi: 10.1259/bjr.20170611
339. Barrionuevo, N., et al. Mamografía. Técnica de proyecciones y documentación. En: *Imagenología de la mama* [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. (pp. 39-62).
340. Gómez, E., et al. (2018). El arte de la mamografía. *Sociedad Española de Radiología Médica*. 33. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1702>
341. Joshi, P., y Rohit, S. (2017). Lesiones benignas en la mamografía de detección: aumento de la confianza diagnóstica en una población que hasta ahora no había sido examinada. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 11(9): TC14-TC17. doi: 10.7860/JCDR/2017/25887.10673
342. Iranmakani, S., et al. (2020). A review of various modalities in breast imaging: technical aspects and clinical outcomes. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 51(1): 57. doi: 10.1186/s43055-020-00175-5
343. García, L.E., et al. (2019). Utilidad de la mamografía con contraste en el diagnóstico del cáncer de mama. Nuestra experiencia y revisión de la literatura. *Revista Colombiana de Radiología*. 30(1): 5088-5093.
344. Muñoz, J.C. (2021). Cálculo de la radiación en mamografía mediante el método Monte Carlo (PENELOPE). [Internet]. [citado el 14 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17474>
345. Palacios, A., et al. (2020). Mamografía en pacientes portadoras de prótesis mamarias. La técnica Eklund [Internet]. *Revista Médica Ocronos*. [citado el 14 de agosto de 2022]. 3(4): 439. Disponible en: <https://revistamedica.com/mamografia-protesis-mamarias-tecnica-eklund/>

1 Edición

FUNDAMENTOS

RADIOLÓGICOS Y PROYECCIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Mendel Steinzappir



Publicado en Ecuador
febrero 2023

Edición realizada desde el mes de enero del 2022 hasta
diciembre del año 2022, en los talleres Editoriales de MAWIL
publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito

Quito – Ecuador

Tiraje 50, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman; en
tipo fuente.