

IMAGEN EN LA PRÁCTICA MÉDICA TOMO 5



AUTORES

Pamela Lilian Ramos Rivera
Angel Alfredo Moreira Zambrano
Norma Stephanie Briones Nieto
Irving Ignacio Plaza Palacios
Joffre Alexander Navas Cevallos
Susana Paulette Moncayo Tamayo
Maria Stephania Limones Moncada
Arleth Paola Rosero Feijoo
Sally Estefania Ronquillo del Pozo
María José Arcos Jima
Luis Enrique Laguna Curipallo
Fabricio Miguel Díaz Yaguachi
María del Cisne Bravo Heras
Frank Sebastián García Chávez

Imagen en la Práctica Médica Tomo 5

Imagen en la Práctica Médica Tomo 5

Pamela Lilian Ramos Rivera

Angel Alfredo Moreira Zambrano

Norma Stephanie Briones Nieto

Irving Ignacio Plaza Palacios

Joffre Alexander Navas Cevallos

Susana Paulette Moncayo Tamayo

Maria Stephania Limones Moncada

Arleth Paola Rosero Feijoo

Sally Estefania Ronquillo del Pozo

María José Arcos Jima

Luis Enrique Lagua Curipallo

Fabricio Miguel Díaz Yaguachi

María del Cisne Bravo Heras

Frank Sebastián García Chávez

IMPORTANTE

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado. Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

ISBN: 978-9942-627-46-9

DOI: <http://doi.org/10.56470/978-9942-627-46-9>

Una producción © Cuevas Editores SAS

Mayo 2023

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador

www.cuevaseditores.com

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Índice:

Índice:	4
Prólogo	5
Imagenología en la Evaluación de la Patología Pediátrica	6
Pamela Lilian Ramos Rivera	6
Imagenología en la Evaluación de la Patología Neurológica	13
Angel Alfredo Moreira Zambrano	13
Radiología Convencional: Indicaciones y Limitaciones	28
Norma Stephanie Briones Nieto	28
Imagenología en la Evaluación del Dolor Torácico	42
Irving Ignacio Plaza Palacios	42
Imagenología en la Evaluación de la Patología Osteoarticular	61
Joffre Alexander Navas Cevallos	61
Imagenología en la Evaluación de la Patología Vascular Periférica	75
Susana Paulette Moncayo Tamayo	75
Imagenología en la Evaluación de la Patología Urológica	85
Maria Stephania Limones Moncada	85
Imagenología en la Evaluación de la Patología Ginecológica	96
Arleth Paola Rosero Feijoo	96
Imagenología en la Evaluación del Dolor Abdominal 113	
Sally Estefania Ronquillo del Pozo	113

Ecografía: Principios, Indicaciones y Limitaciones	137
María José Arcos Jima	137
Tomografía Computarizada: Principios, Indicaciones y Riesgos	149
Luis Enrique Laguna Curipallo	149
Resonancia Magnética: Principios, Indicaciones y Contraindicaciones	163
Fabricio Miguel Díaz Yaguachi	163
Avances en Imagenología Diagnóstica	178
María del Cisne Bravo Heras	178
Uso Racional de la Imagenología en la Práctica Médica General	188
Frank Sebastián García Chávez	188

Prólogo

La presente obra es el resultado del esfuerzo conjunto de un grupo de profesionales de la medicina que han querido presentar a la comunidad científica de Ecuador y el mundo un tratado sistemático y organizado de patologías que suelen encontrarse en los servicios de atención primaria y que todo médico general debe conocer.

Imagenología en la Evaluación de la Patología Pediátrica

Pamela Lilian Ramos Rivera

Médica Cirujana por la Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

Médico General en Consultorio Privado

Introducción

La imagenología pediátrica es un pilar fundamental en la medicina contemporánea, actuando como una ventana invaluable para visualizar el interior del cuerpo de un niño y permitiendo a los médicos diagnosticar, monitorear y tratar una amplia gama de patologías.

La pediatría, en su esencia, requiere un enfoque especializado dada la naturaleza en constante cambio y desarrollo del cuerpo infantil. La imagenología no es una excepción a esto. Los sistemas de órganos de los niños, desde el esqueleto hasta el sistema circulatorio, se encuentran en un estado de cambio y crecimiento constantes. Además, los niños a menudo presentan patologías y enfermedades únicas que son raramente observadas en adultos. Por lo tanto, las técnicas y protocolos de imagenología deben ser adaptados específicamente para la población pediátrica, tomando en cuenta tanto su salud física como emocional (1).

Este campo se ha beneficiado enormemente de los avances tecnológicos. Las técnicas actuales de imagenología ofrecen una resolución de imagen sin precedentes y una disminución en los riesgos asociados, en particular la reducción de la exposición a la radiación ionizante. Estas técnicas incluyen la radiografía convencional, el ultrasonido, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) y

otros métodos de imagen más especializados, cada uno con sus propias fortalezas y limitaciones.

En este artículo, exploraremos la imagenología pediátrica, discutiendo las técnicas comúnmente utilizadas y su aplicación en la evaluación de la patología pediátrica. También examinaremos cómo la elección de la modalidad de imagenología puede ser guiada por la patología sospechada, las características individuales del paciente y los principios de "ALARA" (As Low As Reasonably Achievable), que buscan minimizar la exposición a la radiación ionizante (2).

Principios Básicos de la Imagenología Pediátrica

1. Principio de ALARA (Tan Bajo Como Razonablemente Posible):

Dado que los niños son más sensibles a la radiación ionizante que los adultos, la imagenología pediátrica adopta el principio de ALARA para minimizar la dosis de radiación. Esto significa que la cantidad de radiación utilizada en los procedimientos de imagenología debe ser lo más baja posible para obtener una imagen de calidad diagnóstica (2).

2. Consideración de la Edad y Tamaño del Paciente:

El tamaño y la edad del paciente son factores cruciales en la imagenología pediátrica. Los parámetros de imagenología deben ser ajustados en función del tamaño

y la edad del niño para garantizar imágenes de alta calidad mientras se minimiza la exposición a la radiación (3).

3. Selección Adecuada de la Modalidad de Imagenología:

La elección de la modalidad de imagenología depende de la patología sospechada, las características individuales del paciente y el equilibrio entre el beneficio diagnóstico y los riesgos potenciales. Por ejemplo, en casos de patología abdominal aguda, el ultrasonido es preferible debido a su naturaleza no ionizante. Por otro lado, la resonancia magnética puede ser más adecuada para evaluar ciertas patologías del sistema nervioso central (4).

4. Manejo del Paciente Pediátrico:

El manejo del paciente pediátrico durante los procedimientos de imagenología es vital. Esto puede requerir técnicas de distracción, el uso de dispositivos de inmovilización y, en ocasiones, la sedación para asegurar la cooperación del niño y obtener imágenes de alta calidad (5) (6)

5. Sedación en Imagenología Pediátrica

La sedación es un aspecto integral de la imagenología pediátrica. Los exámenes de imagen pueden ser largos y potencialmente incómodos, requiriendo que el paciente

se quede quieto durante períodos prolongados. Para los niños, especialmente los más pequeños, cumplir con estas demandas puede ser extremadamente desafiante. La sedación puede utilizarse para mejorar la cooperación del niño, reducir la ansiedad y el estrés, y garantizar la adquisición de imágenes de alta calidad.

El objetivo de la sedación en la imagenología pediátrica es proporcionar un estado de calma y confort, mientras se mantiene la seguridad del paciente. La elección del agente sedante y la profundidad de la sedación dependen de varios factores, incluyendo la edad del niño, el tipo y duración del estudio de imagen, el estado de salud general del niño, y la experiencia y habilidades del equipo médico (7).

Existe una variedad de agentes sedantes utilizados en la imagenología pediátrica, incluyendo midazolam, propofol, fentanilo y dexmedetomidina, cada uno con sus propios beneficios y riesgos. Los efectos adversos de la sedación, aunque raros, pueden incluir la depresión respiratoria, la hipotensión y las reacciones alérgicas. Por lo tanto, los pacientes deben ser monitorizados de cerca durante todo el procedimiento de sedación (8).

Además, el consentimiento informado debe obtenerse de los padres o tutores antes de proceder con la sedación. Se les debe informar sobre los beneficios y riesgos de la

sedación, así como sobre los procedimientos alternativos disponibles (9).

Bibliografía

1. Pfeifer, Cory M. "Promoting imaging appropriateness in pediatric radiology." *Pediatric radiology* vol. 50,3 (2020): 325-326. doi:10.1007/s00247-019-04563-6
2. Strauss, Keith J, and Sue C Kaste. "The ALARA (as low as reasonably achievable) concept in pediatric interventional and fluoroscopic imaging: striving to keep radiation doses as low as possible during fluoroscopy of pediatric patients--a white paper executive summary." *Pediatric radiology* vol. 36 Suppl 2,Suppl 2 (2006): 110-2. doi:10.1007/s00247-006-0184-4
3. Tsujiguchi, Takakiyo et al. "Consideration of the usefulness of a size-specific dose estimate in pediatric CT examination." *Journal of radiation research* vol. 59,4 (2018): 430-435. doi:10.1093/jrr/rry022
4. Guimarães Ferreira Fonseca, Lucas et al. "Anesthesia for pediatric magnetic resonance imaging: a review of practices and current pathways." *Current opinion in anaesthesiology*, 10.1097/ACO.0000000000001267. 20 Mar. 2023, doi:10.1097/ACO.0000000000001267
5. Gunderman, Richard B. "Knowing and being in pediatric radiology." *Pediatric radiology* vol. 50,1 (2020): 1-2. doi:10.1007/s00247-019-04573-4
6. Khanna, Geetika. "Pediatric radiology - our journey together." *Pediatric radiology* vol. 53,3 (2023): 343-344. doi:10.1007/s00247-023-05612-x
7. Stern, Jacob. and Alexander Pozun. "Pediatric Procedural Sedation." *StatPearls*, StatPearls Publishing, 8 March 2023.
8. Merchant, Suleman Adam, and Prakash M Nadkarni. "Sedation in Pediatric Imaging." *Radiographics : a review publication of*

- the Radiological Society of North America, Inc vol. 43,1 (2023): e220168. doi:10.1148/rg.220168
9. Dong, Su-Zhen et al. “Techniques for minimizing sedation in pediatric MRI.” *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI* vol. 50,4 (2019): 1047-1054. doi:10.1002/jmri.26703

Imagenología en la Evaluación de la Patología Neurológica

Angel Alfredo Moreira Zambrano

Médico por la Universidad de Guayaquil Cursando
el Step 1

Imagenología en la evaluación de la patología neurológica

La imagenología desempeña un papel crucial en el diagnóstico y el seguimiento de las patologías neurológicas. Los avances recientes en la tecnología de imagen han permitido la visualización detallada del sistema nervioso, proporcionando información valiosa sobre la anatomía y la fisiología cerebral.(1) En este artículo, discutiremos las modalidades de imagenología más utilizadas en la evaluación de la patología neurológica y cómo pueden ser aplicadas en la práctica clínica general.

Aplicación en la Práctica Clínica

El uso de la imagenología en la evaluación de la patología neurológica debe ser guiado por la presentación clínica del paciente y las características de las diferentes modalidades de imagen.(2) Los médicos generales deben familiarizarse con las indicaciones y limitaciones de cada modalidad de imagen para poder hacer referencias apropiadas y para interpretar correctamente los informes de imagenología (3).

Tabla 1: Tipos de estudios de imagenología en neurología

Estudio de Imagenología	Descripción
-------------------------	-------------

Resonancia Magnética (RM)	Utiliza campos magnéticos y ondas de radio para generar imágenes detalladas de órganos y tejidos en el cuerpo. Útil para visualizar el cerebro y la médula espinal.
Tomografía Computarizada (TC)	Utiliza rayos X para crear imágenes transversales detalladas del cerebro. Se usa comúnmente para detectar hemorragias, tumores y otras afecciones cerebrales.
Tomografía por Emisión de Positrones (PET)	Utiliza un trazador radiactivo para observar el funcionamiento de los tejidos y órganos. En neurología, se utiliza principalmente para la evaluación de enfermedades degenerativas como el Alzheimer.
Imagen por Resonancia Magnética Funcional (fMRI)	Variante de la RM que permite observar y medir la actividad cerebral al detectar cambios asociados al flujo sanguíneo.
Angiografía Cerebral	Utiliza un tinte y rayos X para visualizar los vasos sanguíneos en el cerebro, es útil para evaluar aneurismas y malformaciones arteriovenosas.

Indicaciones

Las patologías neurológicas susceptibles de ser diagnosticadas mediante el uso de técnicas de imagenología incluyen, pero no están limitadas a:

- **Traumatismo craneoencefálico:** En el caso de un traumatismo craneoencefálico, la tomografía computarizada (TC) se utiliza a menudo como primera línea de investigación.(4) Esto se debe a que la TC es excelente para visualizar hemorragias, fracturas y otros signos de trauma.
- **Sospecha de tumor cerebral:** En caso de sospecha de un tumor cerebral, la resonancia magnética (RM) es a menudo el método de elección debido a su alta resolución y capacidad para diferenciar entre tipos de tejido. La RM puede proporcionar imágenes detalladas del cerebro y es particularmente útil para identificar y caracterizar lesiones cerebrales.
- **Evaluación de enfermedades degenerativas:** En enfermedades como la enfermedad de Alzheimer, la tomografía por emisión de positrones (PET) se utiliza a menudo.(5) La PET puede medir el metabolismo del cerebro, lo que puede ayudar a identificar áreas de disfunción cerebral relacionadas con enfermedades degenerativas.

- Dolor de cabeza crónico inexplorado: En casos de dolor de cabeza crónico inexplorado, la RM o la TC pueden ser útiles para descartar causas estructurales, como tumores o aneurismas.
- Evaluación de esclerosis múltiple: La RM es el estándar de oro para la evaluación de la esclerosis múltiple. Puede mostrar áreas de desmielinización (lesiones) que son características de la enfermedad.(6)
- Sospecha de accidente cerebrovascular: En el caso de una sospecha de accidente cerebrovascular, se pueden utilizar tanto la RM como la TC. Estas técnicas pueden ayudar a distinguir entre un accidente cerebrovascular isquémico y hemorrágico y a identificar la localización y el tamaño de la lesión.(7)
- Evaluación de aneurismas cerebrales: La angiografía cerebral, a menudo complementada con RM o TC, se utiliza para evaluar los aneurismas cerebrales.
- Estudio de la actividad cerebral: La imagen por resonancia magnética funcional (fMRI) se utiliza para estudiar la actividad cerebral, como en casos de epilepsia o preoperatorio de cirugía cerebral.

Estas son solo algunas de las situaciones en las que se utilizan diferentes técnicas de imagenología en neurología. La elección de la técnica depende de la sospecha clínica, la disponibilidad de equipos y expertos, las condiciones del paciente y otros factores.

Contraindicaciones

Las contraindicaciones para la utilización de técnicas de imagenología en la evaluación de patología neurológica varían según el tipo de estudio.

Aquí están algunas contraindicaciones comunes:

Tomografía Computarizada (TC):

Alergia al medio de contraste yodado: En pacientes que requieran la administración de contraste intravenoso, se debe tener en cuenta una posible alergia.

Embarazo: Aunque la TC del cerebro implica una baja exposición a la radiación, siempre se debe tener precaución con las mujeres embarazadas debido a los posibles riesgos para el feto.

Insuficiencia renal: El medio de contraste puede agravar la insuficiencia renal en pacientes con enfermedad renal preexistente.(8)

Resonancia Magnética (RM):

Implantes metálicos: Los pacientes con ciertos tipos de implantes metálicos, como algunos marcapasos, clips de aneurisma cerebral, implantes cocleares, ciertos tipos de válvulas cardíacas y algunos tipos de stents vasculares, no pueden someterse a RM debido al fuerte campo magnético.

Claustrofobia: Los pacientes con claustrofobia pueden tener dificultades para tolerar el estudio.(9)

Embarazo: Aunque la RM generalmente se considera segura durante el embarazo, se debe usar con precaución, especialmente durante el primer trimestre.

Tatuajes: Algunos tatuajes pueden contener pigmentos metálicos que pueden causar quemaduras durante la RM.

Tomografía por Emisión de Positrones (PET):

Embarazo y lactancia: Debido al uso de radiotrazadores, la PET no se recomienda en mujeres embarazadas o en período de lactancia para evitar la exposición del feto o del lactante a la radiación.

Diabetes mal controlada: Los niveles altos de glucosa en sangre pueden interferir con la interpretación de los estudios de PET.(7)

Es importante recordar que la decisión de realizar un estudio de imagenología debe basarse en una cuidadosa consideración de los riesgos y beneficios para el paciente en cada caso individual.

Tabla 2. Comparación de técnicas de imagenología

Estudio de Imagenología	Resolución de Imagen	Tiempo de Escaneo	Costo	Seguridad	Disponibilidad
Resonancia Magnética (RM)	Alta	Medio-Largo	Alto	Sin radiación ionizante, pero hay restricciones para personas con ciertos implantes metálicos	Ampliamente disponible
Tomografía Computarizada (TC)	Moderada	Corto	Moderado	Exposición a radiación ionizante, pero generalmente seguro con precauciones adecuadas	Ampliamente disponible

Tomografía por Emisión de Positrones (PET)	Moderada	Medio	Muy Alto	Exposición a radiación ionizante, pero generalmente seguro con precauciones adecuadas	Disponibilidad limitada
Imagen por Resonancia Magnética Funcional (fMRI)	Alta	Medio-Largo	Alto	Sin radiación ionizante, pero hay restricciones para personas con ciertos implantes metálicos	Disponibilidad limitada
Angiografía Cerebral	Alta	Medio	Alto	Exposición a radiación ionizante y uso	Ampliamente disponible

				de medio de contrast e, pero general mente seguro con precauci ones adecuad as	
--	--	--	--	--	--

Modernas técnicas de imagen en patologías neurológicas

Las técnicas de imagenología en el campo de la neurología han experimentado avances significativos en los últimos años. Aquí se presentan algunas de las técnicas modernas de imagenología utilizadas en el diagnóstico y manejo de patologías neurológicas:

- **Resonancia Magnética Funcional (fMRI):** Esta técnica mide la actividad cerebral indirectamente al detectar cambios en el flujo sanguíneo. Se utiliza principalmente en la investigación, pero también tiene aplicaciones clínicas, como la localización de áreas funcionales del cerebro antes de la cirugía.(10)

- Espectroscopia por Resonancia Magnética (MRS): MRS proporciona información sobre la composición química del cerebro. Puede ser útil en el diagnóstico de ciertas enfermedades, como los tumores cerebrales, las enfermedades metabólicas y la esclerosis múltiple.(10)
- Imagen por Tensor de Difusión (DTI): Esta técnica de RM permite visualizar las fibras de la sustancia blanca del cerebro, lo que puede ser útil para entender las enfermedades que afectan a estas estructuras, como el accidente cerebrovascular, la esclerosis múltiple y las lesiones traumáticas del cerebro.(10)
- Tomografía por Emisión de Positrones (PET) con trazadores específicos: Los trazadores específicos, como la Pittsburgh Compound B (PiB), se utilizan para detectar placas de beta-amiloide en el cerebro, que es una característica de la enfermedad de Alzheimer.(10)
- Angiografía por Resonancia Magnética (ARM) y Tomografía Computarizada (ACT): Estas técnicas no invasivas permiten visualizar los vasos sanguíneos del cerebro y pueden ser útiles en el diagnóstico de aneurismas y malformaciones arteriovenosas.(10)

- Imagen de Perfusión por Resonancia Magnética: Esta técnica mide el flujo sanguíneo en el cerebro, lo que puede ser útil en el diagnóstico y manejo del accidente cerebrovascular.(10)

Es importante destacar que, aunque estas técnicas modernas de imagenología ofrecen una visión más detallada y funcional del cerebro, su disponibilidad puede ser limitada, especialmente en centros de atención de salud de menor recursos. Además, su interpretación requiere un alto nivel de especialización(10).

Protocolo para el Uso de Imagen Diagnóstica en Patologías Neurológicas

Este protocolo tiene como objetivo proporcionar una guía para el uso de la imagenología en el diagnóstico y manejo de las patologías neurológicas en el ámbito de la práctica clínica general.

1. Evaluación inicial del paciente

La evaluación inicial debe incluir una historia clínica completa, una evaluación física general y una evaluación neurológica detallada. Esto permitirá identificar los síntomas y signos neurológicos que requieren una evaluación por imagen.

2. Identificación de la necesidad de imagenología

No todas las presentaciones neurológicas requieren una evaluación por imagen. Los médicos deben estar familiarizados con las indicaciones para los estudios de imagenología en neurología.(4) Por ejemplo, los estudios de imagen pueden ser necesarios en casos de cefaleas inusuales o persistentes, cambios repentinos en la función neurológica, convulsiones de nuevo inicio, trauma craneoencefálico, y signos de aumento de la presión intracraneal, entre otros.

3. Selección de la modalidad de imagenología

La elección de la modalidad de imagenología dependerá de la patología sospechada, la urgencia clínica, la disponibilidad y las características individuales del paciente.

- Tomografía computarizada (TC): Indicada en casos de trauma craneoencefálico, sospecha de accidente cerebrovascular agudo, hemorragia intracraneal, y en situaciones de emergencia debido a su rápida adquisición de imágenes.(5)
- Resonancia magnética (RM): Indicada en casos de enfermedades desmielinizantes, tumores cerebrales, trastornos neurodegenerativos, patología de la columna vertebral, y cuando se necesita una mayor resolución de imagen.(6)

- Tomografía por emisión de positrones (PET): Utilizada en casos de enfermedades neurodegenerativas y evaluación de epilepsia refractaria, aunque su uso es más limitado debido a su disponibilidad y coste.(7)

4. Referencia al especialista

Si los resultados de la imagenología son anormales o si se requiere una mayor especialización en la interpretación de los resultados, se debe hacer una referencia a un neurólogo o neurocirujano según corresponda.

5. Seguimiento del paciente

Los pacientes con patología neurológica a menudo requieren seguimiento a largo plazo, que puede incluir estudios de imagenología repetidos para evaluar la progresión de la enfermedad o la respuesta al tratamiento.

6. Comunicación con el paciente y la familia

Es importante comunicar de manera clara y comprensible los resultados de los estudios de imagenología a los pacientes y sus familias, y discutir cómo estos resultados informan el diagnóstico, el pronóstico y el plan de tratamiento.

Bibliografía

1. Klein J, Vinson EN, Brant WE, Helms CA. Brant and Helms' Fundamentals of Diagnostic Radiology. 5th ed. Philadelphia: LWW; 2018.
2. Liu, H., & Chen, Z. (2020). Recent Advances in Functional MRI: Study on Brain Networks Based on the Connectome. *Neuroimaging Clinics of North America*, 30(3), 239–247.
3. Frisoni, G. B., Boccardi, M., Barkhof, F., Blennow, K., Cappa, S., Chiotis, K., ... & Nordberg, A. (2017). Strategic roadmap for an early diagnosis of Alzheimer's disease based on biomarkers. *The Lancet Neurology*, 16(8), 661-676.
4. Marshall, Helen et al. "In vivo methods and applications of xenon-129 magnetic resonance." *Progress in nuclear magnetic resonance spectroscopy* vol. 122 (2021): 42-62. doi:10.1016/j.pnmrs.2020.11.002
5. Siddiqi, Shan H et al. "Causal mapping of human brain function." *Nature reviews. Neuroscience* vol. 23,6 (2022): 361-375. doi:10.1038/s41583-022-00583-8
6. Vyas, Arvind et al. "Neuroimage - Neurosyphilis." *Neurology India* vol. 69,4 (2021): 1131-1132. doi:10.4103/0028-3886.325304
7. Liu, Yu et al. "PET imaging of reactive astrocytes in neurological disorders." *European journal of nuclear medicine and molecular imaging* vol. 49,4 (2022): 1275-1287. doi:10.1007/s00259-021-05640-5
8. Smith, Luke G F et al. "Advanced neuroimaging in traumatic brain injury: an overview." *Neurosurgical focus* vol. 47,6 E17. 1 Dec. 2019, doi:10.3171/2019.9.FOCUS19652
9. Silverberg, Noah D et al. "Mild Traumatic Brain Injury in 2019-2020." *JAMA* vol. 323,2 (2020): 177-178. doi:10.1001/jama.2019.18134
10. Dowd, Christopher F. "Cerebral angiography: Techniques and practice." *Handbook of clinical neurology* vol. 176 (2021): 107-119. doi:10.1016/B978-0-444-64034-5.00006-7

Radiología Convencional: Indicaciones y Limitaciones

Norma Stephanie Briones Nieto

Médico por la Universidad de Guayaquil
CIMED Centro de Informes Médicas

Radiología convencional: indicaciones y limitaciones

La radiología convencional sigue siendo una herramienta fundamental en el diagnóstico y seguimiento de muchas enfermedades. A pesar de los avances en técnicas de imagen más sofisticadas como la resonancia magnética (RM) y la tomografía computarizada (TC), la radiología convencional continúa siendo una opción práctica y rentable para muchas aplicaciones clínicas(1).

Desarrollo histórico

La radiología ha experimentado un tremendo desarrollo desde su descubrimiento a finales del siglo XIX.

El descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Conrad Roentgen en 1895 marcó el inicio de la radiología como disciplina(1). Roentgen observó que los rayos X podían atravesar la materia y exponer una placa fotográfica, creando una imagen de los objetos internos en el cuerpo humano. Este descubrimiento revolucionó el campo de la medicina, ya que por primera vez se podía ver dentro del cuerpo humano sin cirugía.

La fluoroscopia, introducida por Thomas Edison en 1896, permitió la visualización en tiempo real de estructuras internas y proporcionó una herramienta valiosa para el diagnóstico y la intervención(2). En las décadas siguientes, los avances en la tecnología de los

rayos X y las técnicas de imagen permitieron imágenes más claras y detalladas.

En la segunda mitad del siglo XX, se desarrollaron nuevas técnicas de imagen. La tomografía computarizada (TC), inventada en 1972 por Godfrey Hounsfield y Allan Cormack, utiliza una serie de imágenes de rayos X para crear imágenes tridimensionales detalladas de los tejidos y órganos internos(3). La resonancia magnética (RM), introducida en la década de 1980, utiliza campos magnéticos y ondas de radio para producir imágenes detalladas de los tejidos blandos(4).

La radiología convencional sigue siendo una herramienta valiosa en la medicina moderna, a pesar de los avances en las técnicas de imagen más avanzadas. Su aplicación en diversas áreas de la medicina, desde la evaluación del trauma hasta el diagnóstico de enfermedades pulmonares y óseas, subraya su valor y relevancia continua.

Técnicas de Radiología Convencional

La radiología convencional, también conocida como radiografía, es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza rayos X para visualizar el interior del cuerpo. A continuación, se detallan algunas de las técnicas y procedimientos clave en la radiología convencional:

Proyecciones de Rayos X: Las radiografías se realizan desde diferentes proyecciones para obtener una visión completa de la estructura o área de interés. Las proyecciones más comunes incluyen:

Proyección anteroposterior (AP): El haz de rayos X pasa de la parte anterior del cuerpo (frente) hacia la parte posterior (espalda). Se utiliza comúnmente para visualizar el tórax y el abdomen.

Proyección posteroanterior (PA): El haz de rayos X pasa de la parte posterior del cuerpo hacia la parte anterior. Esta proyección se utiliza a menudo para imágenes de tórax.

Proyección lateral: El haz de rayos X pasa de un lado del cuerpo al otro. Se utiliza comúnmente para visualizar la columna vertebral y el tórax.

Proyección oblicua: El haz de rayos X se dirige en un ángulo. Esta proyección puede ser útil para visualizar estructuras que pueden ser difíciles de ver en las proyecciones AP o PA.

Radiografía de Contraste: En algunos casos, se puede administrar un medio de contraste para mejorar la visibilidad de ciertas estructuras. El medio de contraste

puede ser ingerido o inyectado, y ayuda a resaltar áreas del cuerpo en las imágenes radiográficas.

Fluoroscopia: La fluoroscopia es una técnica de radiología en tiempo real que utiliza un intensificador de imagen para visualizar el movimiento de estructuras internas y la distribución de medios de contraste. Se utiliza en muchos procedimientos, como los estudios del tracto gastrointestinal y la colocación de dispositivos médicos.

Radiografía Computarizada (CR) y Radiografía Digital Directa (DR): La CR y la DR son técnicas de adquisición de imágenes que utilizan tecnología digital para capturar y procesar imágenes radiográficas. Estas técnicas proporcionan una mayor flexibilidad en el procesamiento de imágenes y una menor dosis de radiación en comparación con las técnicas de radiografía analógica tradicionales.

Cada una de estas técnicas tiene sus propias ventajas, limitaciones y aplicaciones clínicas. Los radiólogos y los tecnólogos radiológicos están altamente capacitados para seleccionar y aplicar la técnica adecuada para cada situación clínica específica.(5)

Indicaciones

La radiología convencional, también conocida como radiografía, sigue siendo una técnica de imagen esencial en muchas áreas de la medicina. Aquí se presentan varias de sus indicaciones más comunes:

1. Diagnóstico y seguimiento de enfermedades del sistema musculoesquelético: La radiología convencional es fundamental en la detección de fracturas y luxaciones, cambios degenerativos en las articulaciones (como la osteoartritis), y enfermedades óseas como la osteoporosis(1).
2. Enfermedades del tórax: La radiografía de tórax es una de las pruebas de imagen más comúnmente realizadas. Puede detectar una variedad de afecciones pulmonares, incluyendo neumonía, edema pulmonar, cáncer de pulmón, y enfermedades del corazón y los grandes vasos(2).
3. Abdomen agudo: La radiología convencional puede ser útil en el diagnóstico de afecciones agudas del abdomen, como obstrucciones intestinales, perforaciones gastrointestinales, y cálculos renales(3).
4. Evaluación pediátrica: En niños, la radiología convencional se utiliza para evaluar el crecimiento y desarrollo óseo, así como para identificar afecciones

como la displasia de cadera. También es útil en la evaluación de afecciones torácicas y abdominales(4).

5. Trauma: La radiología convencional es a menudo la primera línea de evaluación en el contexto de trauma para identificar fracturas, dislocaciones, y otras lesiones(5).

Es importante recordar que, aunque la radiología convencional es una herramienta de diagnóstico valiosa, no es la más adecuada para todas las situaciones. Debe utilizarse en conjunción con la historia clínica del paciente, el examen físico, y otras modalidades de imagen cuando sea necesario.

Contraindicaciones

La radiología convencional, al igual que cualquier otro procedimiento médico, tiene contraindicaciones relativas y absolutas en determinadas situaciones. Aquí se detallan algunas de las contraindicaciones más importantes:

1. Embarazo: La radiación ionizante puede tener efectos dañinos en el feto en desarrollo, especialmente durante el primer trimestre del embarazo(1). Por lo tanto, las pruebas de radiología convencional deben evitarse siempre que sea posible en mujeres embarazadas, especialmente si la radiación se dirige a la región abdominal o pélvica. Si es absolutamente necesario, se

deben tomar precauciones para minimizar la exposición al feto.

2. Sensibilidad a los medios de contraste: En algunas situaciones, se puede utilizar un medio de contraste para mejorar la visualización de ciertas estructuras o procesos en las radiografías. Algunos pacientes pueden tener una alergia conocida a estos medios de contraste, lo que podría causar una reacción alérgica(2).

3. Radiación acumulativa: La exposición a la radiación ionizante es acumulativa a lo largo de la vida de una persona. En situaciones en las que un paciente ha tenido una cantidad significativa de exposición a la radiación previamente, se puede preferir otra modalidad de imagen que no utilice radiación ionizante para minimizar el riesgo adicional de exposición(3).

4. Niños: Los niños son más sensibles a la radiación ionizante que los adultos, y la exposición puede tener efectos a largo plazo. Aunque la radiografía convencional puede ser necesaria en algunas situaciones, los médicos a menudo optan por otras modalidades de imagen que no implican radiación, como la ultrasonografía, siempre que sea posible(4).

Es importante señalar que estas contraindicaciones son relativas y deben considerarse en el contexto de los

beneficios potenciales de la prueba de imagen. En situaciones donde los beneficios superan los riesgos, la radiografía convencional puede ser apropiada incluso en presencia de estas contraindicaciones.

Limitaciones

La radiología convencional, aunque es una herramienta de diagnóstico invaluable, presenta ciertas limitaciones que deben tenerse en cuenta:

1. Imágenes en dos dimensiones: A diferencia de las técnicas de imagen más avanzadas, como la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM), la radiología convencional solo puede proporcionar imágenes en dos dimensiones. Esto puede dificultar la visualización de estructuras complejas y superpuestas(6).
2. Sensibilidad y especificidad limitadas: En comparación con técnicas de imagen más modernas, la radiología convencional puede tener una sensibilidad y especificidad reducidas para ciertas afecciones. Por ejemplo, la RM es superior a la radiografía convencional para detectar lesiones de tejidos blandos y anomalías del sistema nervioso central(2).
3. Uso de radiación ionizante: La radiología convencional utiliza radiación ionizante, que puede tener riesgos para la salud, especialmente en poblaciones

vulnerables como los niños y las mujeres embarazadas. La exposición a la radiación también es acumulativa, lo que significa que la exposición repetida puede aumentar el riesgo de efectos adversos a largo plazo(7).

4. No proporciona información funcional: A diferencia de algunas otras técnicas de imagen, la radiología convencional no puede proporcionar información funcional sobre los órganos o tejidos que se están examinando. Por ejemplo, no puede proporcionar información sobre el flujo sanguíneo o el metabolismo de los tejidos, a diferencia de otras técnicas como la RM o la tomografía por emisión de positrones (PET)(8).

Estas limitaciones no restan valor a la importancia de la radiología convencional en el diagnóstico y seguimiento de una amplia variedad de condiciones médicas. Sin embargo, es importante tenerlas en cuenta al decidir la mejor modalidad de imagen para un paciente particular.

Interpretación de Imágenes Radiológicas Convencionales

La interpretación de imágenes radiológicas convencionales es una habilidad crítica para los radiólogos y otros profesionales de la salud. Esta sección proporcionará una visión general de los principios básicos de la interpretación de imágenes radiológicas y proporcionará ejemplos comunes y casos clínicos.

Principios Básicos de la Interpretación de Imágenes Radiológicas

Anatomía radiológica: Es fundamental tener un conocimiento sólido de la anatomía normal en las radiografías. Esto incluye reconocer las estructuras normales y entender cómo se ven en diferentes proyecciones.

Patrón de Atenuación: Las diferentes estructuras corporales tienen diferentes niveles de atenuación, que determinan qué tan brillantes o oscuras aparecen en la imagen radiológica.(9) Los huesos, por ejemplo, tienen una alta atenuación y aparecen blancos en las imágenes radiológicas, mientras que los tejidos blandos tienen una atenuación menor y aparecen grises.

Comparación Bilateral: A menudo, la comparación con el lado opuesto del cuerpo puede proporcionar pistas valiosas sobre la presencia de patología.(9)

Secuencia de Revisión: Es útil tener una secuencia sistemática para revisar las imágenes radiológicas para asegurarse de que no se pase por alto ninguna área.

Ejemplos Comunes y Casos Clínicos

Fracturas: Las fracturas óseas son a menudo fácilmente visibles en las imágenes radiológicas como líneas oscuras o discontinuidades en el hueso.

Infecciones pulmonares: Las infecciones pulmonares pueden causar opacidades o consolidaciones en la radiografía de tórax.

Cálculos renales: Los cálculos renales son visibles como manchas brillantes en una radiografía abdominal.

Aneurisma Aórtico: Un aneurisma aórtico puede causar un ensanchamiento de la aorta en una radiografía de tórax.(10)

La interpretación de imágenes radiológicas convencionales requiere un alto nivel de habilidad y experiencia. Si bien este es un breve resumen, hay muchos recursos y cursos de formación disponibles para aquellos interesados en profundizar en este fascinante campo.

Bibliografía

1. MacDonald, David, and Sabina Reitzik. "'New Normal' Radiology." *International dental journal* vol. 72,4 (2022): 448-455. doi:10.1016/j.identj.2022.05.002
2. Czernin, Johannes et al. "The Future of Nuclear Medicine as an Independent Specialty." *Journal of nuclear medicine : official*

- publication, Society of Nuclear Medicine vol. 60,Suppl 2 (2019): 3S-12S. doi:10.2967/jnumed.118.220558
3. Wissman, Robert D. “Radiology Review.” The journal of knee surgery vol. 35,5 (2022): 469. doi:10.1055/s-0041-1740631
 4. Decker, Summer J et al. “Forensic Radiology: A Primer.” Academic radiology vol. 26,6 (2019): 820-830. doi:10.1016/j.acra.2019.03.006
 5. Fleishon, Howard B. “Global Radiology.” Journal of the American College of Radiology : JACR vol. 19,3 (2022): 401-402. doi:10.1016/j.jacr.2021.09.014
 6. Kamel, Serageldin et al. “Acing the Fundamentals of Radiology: An Online Series for Medical Students and Interns.” Journal of computer assisted tomography vol. 46,4 (2022): 614-620. doi:10.1097/RCT.0000000000001306
 7. Kamel, Serageldin et al. “Acing the Fundamentals of Radiology: An Online Series for Medical Students and Interns.” Journal of computer assisted tomography vol. 46,4 (2022): 614-620. doi:10.1097/RCT.0000000000001306
 8. Mandell JC, Donovan A. Core Radiology: A Visual Approach to Diagnostic Imaging. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2021.
 9. Kandarpa K, Machan L, Lewandoski R. Handbook of Interventional Radiology. 6th ed. Philadelphia: LWW; 2023.
 10. Herring W. Learning Radiology: Recognizing the Basics. 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.

Imagenología en la Evaluación del Dolor Torácico

Irving Ignacio Plaza Palacios

Médico por la Universidad de Guayaquil

Médico Residente de Emergencias en Hospital

General IESS Babahoyo

1. Introducción

El dolor torácico es un motivo común de consulta en los servicios de urgencias y en atención primaria, siendo una de las diez principales razones para buscar atención médica en los Estados Unidos(1). Su importancia radica en la amplia gama de condiciones potencialmente graves que pueden causar, desde afecciones cardiovasculares hasta trastornos pulmonares y gastrointestinales(2).

El dolor torácico puede ser un indicador de enfermedad coronaria, la principal causa de muerte a nivel mundial(3). Aunque a menudo se asocia con enfermedades cardiovasculares, el dolor torácico también puede ser un signo de afecciones no cardíacas, como enfermedades pulmonares y gastrointestinales(2). Por lo tanto, es esencial una evaluación diagnóstica precisa y oportuna de los pacientes con dolor torácico, lo cual suele requerir una combinación de historia clínica, examen físico y pruebas de imagen(4).

Las pruebas de imagen desempeñan un papel crucial en la evaluación del dolor torácico, ayudando a identificar su causa y a determinar el tratamiento más apropiado(4). Las modalidades de imagenología como la radiografía de tórax, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), la ecografía y la angiografía pueden proporcionar información valiosa sobre la anatomía y la

función del tórax, lo cual es fundamental para el diagnóstico y el manejo del dolor torácico(5).

Este artículo explorará el papel de las diferentes modalidades de imagenología en la evaluación del dolor torácico y proporcionará orientación sobre cómo elegir la modalidad más adecuada en función de la presentación clínica del paciente.

2. Visión general de las modalidades de imagenología

El papel de la imagenología en la evaluación del dolor torácico es indiscutible. Las pruebas de imagen proporcionan información esencial para identificar la etiología del dolor torácico, ayudando a diferenciar entre causas cardíacas y no cardíacas(4). Las técnicas de imagen más comúnmente utilizadas en la evaluación del dolor torácico incluyen la radiografía de tórax, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), la ecocardiografía y la angiografía coronaria(5).

La radiografía de tórax es a menudo la primera prueba de imagen realizada en pacientes que presentan dolor torácico. Puede detectar una serie de afecciones que causan dolor torácico, como la neumonía, el neumotórax, la disección aórtica y la insuficiencia cardíaca(6). Sin embargo, su utilidad es limitada en la evaluación de afecciones cardíacas más sutiles, como la enfermedad coronaria(7).

La TC, especialmente la tomografía computarizada de coronarias (CTA), es una herramienta de diagnóstico muy valiosa en la evaluación del dolor torácico. Permite una evaluación detallada de las arterias coronarias, el miocardio y las estructuras del tórax, y puede identificar rápidamente afecciones potencialmente mortales como la embolia pulmonar y la disección aórtica(8).

La RM se utiliza menos comúnmente en la evaluación aguda del dolor torácico debido a su disponibilidad limitada y al tiempo requerido para realizar el examen. Sin embargo, ofrece una excelente resolución de tejidos blandos y puede ser útil en ciertos escenarios, como la evaluación de la miocarditis y las anomalías de las arterias coronarias(9).

La ecocardiografía es una herramienta valiosa para evaluar la función y la estructura cardíaca en pacientes con dolor torácico. Puede detectar alteraciones en la función del ventrículo izquierdo, valorar la presencia de valvulopatías y detectar signos de pericarditis(10).

La angiografía coronaria, aunque es invasiva, sigue siendo el estándar de oro para la evaluación de la enfermedad coronaria obstructiva en pacientes con alto riesgo(11).

Cada modalidad de imagen tiene sus ventajas y desventajas, y la elección de la prueba de imagen más apropiada depende de la presentación clínica del paciente, los factores de riesgo, la probabilidad pretest de enfermedad coronaria y la disponibilidad de los recursos(12).

3. Radiografía de tórax en la evaluación del dolor torácico

La radiografía de tórax es una de las primeras y más accesibles pruebas de imagen que se realizan en la evaluación del dolor torácico. Aunque su resolución es limitada en comparación con otras técnicas de imagen más avanzadas, puede proporcionar información valiosa que ayuda en el diagnóstico de varias afecciones torácicas(6).

La radiografía de tórax puede detectar una serie de afecciones que causan dolor torácico. Por ejemplo, puede revelar signos de neumonía, como consolidaciones o infiltrados alveolares. También puede detectar un neumotórax, que se presenta como una línea pleural sin marcas pulmonares vasculares visibles más allá de esta línea. En el caso de la insuficiencia cardíaca, puede mostrar un corazón agrandado y signos de congestión pulmonar. Además, puede proporcionar pistas sobre la disección aórtica, como el ensanchamiento mediastínico(6).

A pesar de su utilidad, la radiografía de tórax tiene varias limitaciones en la evaluación del dolor torácico. Es menos sensible y específica que otras pruebas de imagen para la detección de enfermedades cardíacas, como la enfermedad coronaria y las anomalías valvulares(7). Por ejemplo, no puede visualizar directamente las arterias coronarias ni detectar isquemia miocárdica. Además, los hallazgos en la radiografía de tórax pueden ser normales en muchas afecciones que causan dolor torácico, como la angina de pecho(13).

La interpretación de una radiografía de tórax requiere una comprensión detallada de la anatomía torácica y el reconocimiento de los hallazgos normales y anormales. Los médicos deben estar atentos a las anomalías sutiles y a los hallazgos inespecíficos que pueden indicar una afección subyacente que cause dolor torácico(14).

4. Tomografía Computarizada en la evaluación del dolor torácico

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta de diagnóstico extremadamente valiosa en la evaluación del dolor torácico. Con su capacidad para proporcionar imágenes detalladas de las estructuras torácicas, incluyendo el corazón, los pulmones, los vasos sanguíneos y las estructuras óseas, la TC puede

identificar una amplia gama de afecciones potencialmente graves(8).

La tomografía computarizada de coronarias (CTA) es particularmente útil en la evaluación del dolor torácico en el contexto de la sospecha de enfermedad coronaria. La CTA puede visualizar la anatomía coronaria y detectar la presencia de placas ateroscleróticas y estenosis coronaria. Los estudios han demostrado que la CTA tiene una alta sensibilidad y especificidad para detectar enfermedad coronaria significativa, y puede ser una alternativa a la angiografía coronaria en pacientes con riesgo intermedio de enfermedad coronaria(15).

La TC también es esencial en la evaluación de otras afecciones que pueden causar dolor torácico. Por ejemplo, puede identificar rápidamente afecciones potencialmente mortales como la embolia pulmonar y la disección aórtica(8). En el caso de la embolia pulmonar, la TC con angiografía pulmonar (CTPA) es el estándar de oro para el diagnóstico. Para la disección aórtica, la TC puede mostrar un falso lumen, una íntima desgarrada o un ensanchamiento aórtico.

A pesar de sus ventajas, la TC tiene limitaciones. La exposición a la radiación y el uso de medios de contraste yodados son preocupaciones importantes. Además, aunque la CTA es excelente para detectar la presencia de

enfermedad coronaria, es menos precisa para determinar la relevancia funcional de las lesiones estenóticas(16).

Por lo tanto, aunque la TC es una herramienta valiosa en la evaluación del dolor torácico, es esencial seleccionar a los pacientes de manera adecuada y utilizar la técnica de manera juiciosa para maximizar sus beneficios y minimizar sus riesgos.

5. Resonancia Magnética en la evaluación del dolor torácico

Aunque la resonancia magnética (RM) se utiliza con menos frecuencia en la evaluación aguda del dolor torácico debido a factores como su disponibilidad limitada y el tiempo necesario para realizar el estudio, esta modalidad de imagen tiene una serie de ventajas que pueden hacerla útil en ciertos escenarios(9).

La RM ofrece una excelente resolución de los tejidos blandos y es capaz de proporcionar imágenes detalladas de las estructuras cardíacas y vasculares sin la necesidad de radiación ionizante. Esto puede hacer que la RM sea una opción preferida para ciertos grupos de pacientes, como las mujeres jóvenes, en las que se quiere minimizar la exposición a la radiación(17).

La resonancia magnética cardíaca (RMC) es particularmente útil en la evaluación de una serie de

condiciones que pueden causar dolor torácico. Por ejemplo, puede ser útil para evaluar la miocarditis, una inflamación del miocardio que puede causar dolor torácico. La RMC puede mostrar hallazgos característicos de la miocarditis, como el realce tardío del gadolinio en un patrón no isquémico(18).

Además, la RMC puede ser útil en la evaluación de las anomalías de las arterias coronarias, que pueden ser una causa de dolor torácico. La RMC puede visualizar la anatomía coronaria y detectar anomalías como la arteria coronaria izquierda que surge del seno aórtico derecho, que puede ser una causa de dolor torácico y muerte súbita en los jóvenes(19).

Finalmente, la RM puede ser útil en la evaluación de las masas mediastínicas y otras afecciones torácicas no cardíacas que pueden causar dolor torácico.

A pesar de sus ventajas, la RM tiene algunas limitaciones en la evaluación del dolor torácico. La disponibilidad limitada, el tiempo necesario para realizar el estudio y la necesidad de que el paciente permanezca quieto durante el procedimiento son desventajas prácticas. Además, la RM no puede ser utilizada en pacientes con ciertos dispositivos implantados, como algunos marcapasos y desfibriladores(20).

6. Ecocardiografía en la evaluación del dolor torácico

La ecocardiografía es una técnica de imagen no invasiva que utiliza ondas de ultrasonido para crear imágenes en tiempo real del corazón. Es una herramienta valiosa para evaluar la función y la estructura cardíacas en pacientes con dolor torácico(10).

La ecocardiografía puede revelar una variedad de hallazgos que pueden estar relacionados con el dolor torácico. Puede mostrar alteraciones en la función del ventrículo izquierdo, como la disfunción sistólica o diastólica, que pueden ser el resultado de una isquemia miocárdica aguda. Además, puede ayudar a identificar la valvulopatía, como la estenosis o la regurgitación valvular, que pueden causar dolor torácico(21).

La ecocardiografía también puede ser útil en la evaluación de la pericarditis, una inflamación del pericardio que puede causar dolor torácico. Los hallazgos ecocardiográficos de la pericarditis pueden incluir el engrosamiento pericárdico y la presencia de derrame pericárdico(22).

Además, la ecocardiografía de estrés, que combina la ecocardiografía con una prueba de esfuerzo físico o farmacológico, puede ser útil para evaluar la isquemia miocárdica en pacientes con dolor torácico. Puede

mostrar anomalías en la contractilidad del miocardio durante el estrés que son sugestivas de isquemia(23).

Aunque la ecocardiografía es una herramienta de imagen valiosa en la evaluación del dolor torácico, tiene sus limitaciones. La calidad de la imagen puede estar limitada en algunos pacientes, y la interpretación de las imágenes requiere experiencia y habilidad. Además, aunque la ecocardiografía puede sugerir la presencia de enfermedad coronaria al mostrar anomalías en la función del ventrículo izquierdo, no puede visualizar directamente las arterias coronarias(24).

7. Nuevas técnicas y avances en imagenología del dolor torácico

En la última década, se han realizado importantes avances en las técnicas de imagen para la evaluación del dolor torácico. Estos avances han mejorado la capacidad de diagnosticar de manera precisa y eficiente una variedad de afecciones que pueden causar dolor torácico.

Una de las áreas en las que se han realizado avances significativos es en la tomografía por emisión de positrones (PET). La PET cardíaca puede usarse para evaluar la perfusión miocárdica y la viabilidad del miocardio, lo que puede ser útil en la evaluación de los pacientes con dolor torácico(25). Los avances en la tecnología de PET, como la PET híbrida con TC, han

permitido una mejor localización anatómica y una mayor resolución de las imágenes.

La tomografía computarizada de doble energía es otra técnica emergente que puede ser útil en la evaluación del dolor torácico. Esta técnica puede proporcionar información sobre la composición de las placas ateroscleróticas, lo que puede ayudar a identificar las placas que son más propensas a causar eventos isquémicos(26).

Además, se están desarrollando técnicas de imagen avanzadas para mejorar la evaluación de la función cardíaca. Por ejemplo, la ecocardiografía en 3D puede proporcionar una evaluación más precisa de la función ventricular y valvular que la ecocardiografía en 2D(27).

Finalmente, se están desarrollando técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la interpretación de las imágenes cardíacas. Estas técnicas tienen el potencial de aumentar la precisión y la eficiencia de la interpretación de las imágenes, lo que podría ser particularmente útil en la evaluación del dolor torácico(28).

A pesar de estos avances, es importante recordar que la elección de la técnica de imagenología adecuada en la evaluación del dolor torácico debe basarse en el cuadro

clínico del paciente y las características individuales, como la edad, el sexo, los factores de riesgo y los hallazgos físicos.

8. Limitaciones y consideraciones en la imagenología del dolor torácico

A pesar de los avances significativos en las técnicas de imagenología para la evaluación del dolor torácico, existen varias limitaciones y consideraciones importantes que los médicos deben tener en cuenta.

La primera consideración es la exposición a la radiación. Aunque las técnicas modernas de imagenología han reducido significativamente la cantidad de radiación necesaria, la exposición a la radiación sigue siendo una preocupación en estudios como la radiografía de tórax y la tomografía computarizada (TC). La radiación ionizante tiene el potencial de causar daño al ADN y aumentar el riesgo de cáncer a largo plazo(29). Por lo tanto, se deben tomar decisiones cuidadosas para equilibrar el beneficio diagnóstico de estas pruebas contra el riesgo potencial de la exposición a la radiación.

Otra consideración importante es la capacidad de las técnicas de imagen para detectar ciertas afecciones. Por ejemplo, aunque la resonancia magnética (RM) puede proporcionar imágenes detalladas del corazón y los vasos sanguíneos, puede no ser tan sensible como la TC

para detectar la calcificación de las arterias coronarias, un signo de enfermedad coronaria(30).

La disponibilidad y el costo son otros factores a tener en cuenta. No todas las técnicas de imagenología están disponibles en todos los centros médicos, y algunas, como la RM y la PET, pueden ser costosas.

Finalmente, es importante recordar que las técnicas de imagenología son solo una herramienta en la evaluación del dolor torácico. Aunque pueden proporcionar información valiosa, no deben utilizarse en lugar de una evaluación clínica completa. El juicio clínico, la historia del paciente y el examen físico siguen siendo fundamentales en la evaluación del dolor torácico.

9. Conclusiones

La imagenología juega un papel fundamental en la evaluación del dolor torácico, ayudando a los médicos a identificar la causa subyacente del dolor y a guiar el tratamiento adecuado. Las técnicas de imagen como la radiografía de tórax, la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la ecocardiografía, cada una con sus propias fortalezas y limitaciones, proporcionan una visión invaluable de las estructuras torácicas y cardíacas.

Las decisiones sobre qué técnica de imagenología utilizar deben ser individualizadas y basadas en factores

como la presentación clínica del paciente, los factores de riesgo, la disponibilidad de la técnica y el juicio clínico del médico.

El rápido progreso en las técnicas de imagenología, incluyendo los avances en la PET, la tomografía computarizada de doble energía, la ecocardiografía 3D y la inteligencia artificial, promete mejorar aún más la evaluación del dolor torácico en el futuro.

Sin embargo, a pesar de estos avances en la imagenología, es esencial recordar que la evaluación del dolor torácico debe ser un proceso integral que incluya una anamnesis detallada, un examen físico completo y, cuando sea apropiado, pruebas de laboratorio y pruebas de estrés. La imagenología es una herramienta poderosa, pero es solo una parte del enfoque global para la evaluación del dolor torácico.

La educación continua y la familiarización con las actuales técnicas de imagenología y sus aplicaciones clínicas son esenciales para los médicos generales para optimizar el cuidado de los pacientes con dolor torácico.

Bibliografía

1. Bader, Anna S et al. "Imaging in the Evaluation of Chest Pain in the Primary Care Setting, Part 2: Sources of Noncardiac Chest Pain." *The American journal of medicine* vol. 133,10 (2020): 1135-1142. doi:10.1016/j.amjmed.2020.04.013

2. Writing Committee Members et al. “2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines.” *Journal of the American College of Cardiology* vol. 78,22 (2021): e187-e285. doi:10.1016/j.jacc.2021.07.053
3. Ferraro, Richard et al. “Evaluation and Management of Patients With Stable Angina: Beyond the Ischemia Paradigm: JACC State-of-the-Art Review.” *Journal of the American College of Cardiology* vol. 76,19 (2020): 2252-2266. doi:10.1016/j.jacc.2020.08.078
4. Alderwish, Edris et al. “Evaluation of acute chest pain: Evolving paradigm of coronary risk scores and imaging.” *Reviews in cardiovascular medicine* vol. 20,4 (2019): 231-244. doi:10.31083/j.rcm.2019.04.589
5. Writing Committee et al. “2022 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Evaluation and Disposition of Acute Chest Pain in the Emergency Department: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee.” *Journal of the American College of Cardiology* vol. 80,20 (2022): 1925-1960. doi:10.1016/j.jacc.2022.08.750
6. Bader, Anna S et al. “Imaging in the Evaluation of Chest Pain in the Primary Care Setting, Part 1: Cardiovascular Etiologies.” *The American journal of medicine* vol. 133,9 (2020): 1033-1038. doi:10.1016/j.amjmed.2020.04.024
7. Joshi, Parag H, and James A de Lemos. “Diagnosis and Management of Stable Angina: A Review.” *JAMA* vol. 325,17 (2021): 1765-1778. doi:10.1001/jama.2021.1527
8. Gulati, Martha et al. “2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on

- Clinical Practice Guidelines.” *Circulation* vol. 144,22 (2021): e368-e454. doi:10.1161/CIR.0000000000001030
9. McConaghy, John R et al. “Acute Chest Pain in Adults: Outpatient Evaluation.” *American family physician* vol. 102,12 (2020): 721-727.
 10. Gulati, Martha et al. “2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines.” *Circulation* vol. 144,22 (2021): e368-e454. doi:10.1161/CIR.0000000000001029
 11. Moore, Alastair J E et al. “Imaging of acute pulmonary embolism: an update.” *Cardiovascular diagnosis and therapy* vol. 8,3 (2018): 225-243. doi:10.21037/cdt.2017.12.01
 12. Madan, Nidhi et al. “Sex-Based Considerations in the Evaluation of Chest Pain and Management of Obstructive Coronary Artery Disease.” *Current atherosclerosis reports* vol. 22,8 39. 23 Jun. 2020, doi:10.1007/s11883-020-00855-7
 13. Pradella, Silvia et al. “The Radiologist as a Gatekeeper in Chest Pain.” *International journal of environmental research and public health* vol. 18,12 6677. 21 Jun. 2021, doi:10.3390/ijerph18126677
 14. Dahal, Suraj et al. “Coronary Computed Tomography Angiography for Evaluation of Chest Pain in the Emergency Department.” *Texas Heart Institute journal* vol. 49,6 (2022): e217550. doi:10.14503/THIJ-21-7550
 15. Abdelrahman, Khaled M et al. “Coronary Computed Tomography Angiography From Clinical Uses to Emerging Technologies: JACC State-of-the-Art Review.” *Journal of the American College of Cardiology* vol. 76,10 (2020): 1226-1243. doi:10.1016/j.jacc.2020.06.076
 16. Shaw, Leslee J et al. “More Evidence on the Use of Coronary Calcium Scanning in the Acute Chest Pain Evaluation.” *JACC*.

- Cardiovascular imaging vol. 15,2 (2022): 379-380. doi:10.1016/j.jcmg.2022.01.001
17. Writing Committee Members et al. “2021 AHA/ACC/AASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines.” *Journal of cardiovascular computed tomography* vol. 16,1 (2022): 54-122. doi:10.1016/j.jcct.2021.11.009
 18. Ferencik, Maros et al. “Coronary Atherosclerosis, Cardiac Troponin, and Interleukin-6 in Patients With Chest Pain: The PROMISE Trial Results.” *JACC. Cardiovascular imaging* vol. 15,8 (2022): 1427-1438. doi:10.1016/j.jcmg.2022.03.016
 19. Montgomery, Jay et al. “Myocarditis Following Immunization With mRNA COVID-19 Vaccines in Members of the US Military.” *JAMA cardiology* vol. 6,10 (2021): 1202-1206. doi:10.1001/jamacardio.2021.2833
 20. Dempsey, P J et al. “PE MIMICS: a structured approach for the emergency radiologist in the evaluation of chest pain.” *Emergency radiology* vol. 29,3 (2022): 585-593. doi:10.1007/s10140-022-02023-7
 21. Cho, Sang-Geon et al. “Debates over NICE Guideline Update: What Are the Roles of Nuclear Cardiology in the Initial Evaluation of Stable Chest Pain?.” *Nuclear medicine and molecular imaging* vol. 53,5 (2019): 301-312. doi:10.1007/s13139-019-00607-9
 22. Curzen, Nick et al. “Fractional flow reserve derived from computed tomography coronary angiography in the assessment and management of stable chest pain: the FORECAST randomized trial.” *European heart journal* vol. 42,37 (2021): 3844-3852. doi:10.1093/eurheartj/ehab444
 23. Chaturvedi, Abhishek et al. “CT for evaluation of acute pericardial emergencies in the ED.” *Emergency radiology* vol. 25,3 (2018): 321-328. doi:10.1007/s10140-018-1590-2

24. SCOT-HEART Investigators et al. "Coronary CT Angiography and 5-Year Risk of Myocardial Infarction." *The New England journal of medicine* vol. 379,10 (2018): 924-933. doi:10.1056/NEJMoa1805971
25. Knuuti, Juhani et al. "The performance of non-invasive tests to rule-in and rule-out significant coronary artery stenosis in patients with stable angina: a meta-analysis focused on post-test disease probability." *European heart journal* vol. 39,35 (2018): 3322-3330. doi:10.1093/eurheartj/ehy267
26. Bahadir, Suzan et al. "Triple rule-out computed tomography angiography: Evaluation of acute chest pain in COVID-19 patients in the emergency department." *World journal of radiology* vol. 14,8 (2022): 311-318. doi:10.4329/wjr.v14.i8.311
27. Aygun, Emre et al. "Aetiological evaluation of chest pain in childhood and adolescence." *Cardiology in the young* vol. 30,5 (2020): 617-623. doi:10.1017/S1047951120000621
28. Wagner, Stephen M et al. "The Impact of Pregnancy on the Evaluation of Chest Pain and Shortness of Breath in the Emergency Department." *Journal of acute medicine* vol. 8,4 (2018): 149-153. doi:10.6705/j.jacme.201812_8(4).0002
29. Li, Kunhua et al. "The Clinical and Chest CT Features Associated With Severe and Critical COVID-19 Pneumonia." *Investigative radiology* vol. 55,6 (2020): 327-331. doi:10.1097/RLI.0000000000000672
30. Markousis-Mavrogenis, George et al. "Coronary microvascular disease: The "Meeting Point" of Cardiology, Rheumatology and Endocrinology." *European journal of clinical investigation* vol. 52,5 (2022): e13737. doi:10.1111/eci.13737

Imagenología en la Evaluación de la Patología Osteoarticular

Joffre Alexander Navas Cevallos

Médico por la Universidad de Guayaquil
Médico General de Primer Nivel de Atención en
Servicios Médicos del Ecuador

Introducción a la Patología Osteoarticular

La imagenología ha revolucionado el diagnóstico y el manejo de las enfermedades osteoarticulares.(1)(2) Aunque los médicos generales están familiarizados con las técnicas básicas de imagen como la radiografía y la tomografía computarizada (TC),(3) este artículo busca explorar las aplicaciones y el valor clínico de las técnicas avanzadas de imagenología en la patología osteoarticular.

Imagenología y evaluación temprana de la osteoartritis

El papel de la imagenología en la detección temprana de la osteoartritis (OA) ha evolucionado significativamente.(4)(5) Mientras que las radiografías son útiles para detectar cambios óseos en etapas avanzadas, pueden no detectar las etapas tempranas de la enfermedad.(6) Técnicas más avanzadas como la resonancia magnética (RM) son capaces de visualizar cambios en el cartílago articular, el líquido sinovial y otros tejidos blandos, permitiendo un diagnóstico más temprano y preciso de la OA.(7)

Tabla 1: Comparación de técnicas de imagenología

Técnica	Visualización de Hueso	Visualización de Cartilago	Visualización de Tejido Blando	Disponibilidad	Costo	Tiempo de Exploración	Exposición a Radiación
Radiografía	Excelente	Pobre	Pobre	Alta	Bajo	Rápido	Sí
TC	Muy buena	Regular	Buena	Alta	Medio	Moderado	Sí
RM	Buena	Excelente	Excelente	Media	Alto	Largo	No
Ultrasonido	Regular	Regular	Excelente	Alta	Bajo	Rápido	No

Nota: Esta tabla es una simplificación y puede variar dependiendo de las circunstancias específicas. Por ejemplo, la disponibilidad y el costo pueden variar dependiendo de la ubicación geográfica y de las instalaciones médicas específicas.

Imagenología en la evaluación de las enfermedades inflamatorias articulares

La imagenología también juega un papel crucial en el diagnóstico y manejo de las enfermedades inflamatorias articulares, como la artritis reumatoide.(8) La ecografía musculoesquelética y la RM son modalidades de imagen que pueden detectar inflamación y daño articular en las etapas tempranas de la enfermedad. Estas técnicas de imagen pueden detectar la sinovitis, las erosiones óseas y otros cambios que no son evidentes en las radiografías, lo que permite un diagnóstico más temprano y un tratamiento más eficaz.

Imagenología en la evaluación de las lesiones deportivas

En el campo de la medicina deportiva, la imagenología es esencial para el diagnóstico y tratamiento de las lesiones osteoarticulares. La RM es particularmente útil en la evaluación de las lesiones del cartílago, los ligamentos, los tendones y los meniscos.(9) Además, las técnicas de imagen avanzadas como la artroscopia de RM y la cartografía de T2 pueden proporcionar información detallada sobre la composición y la estructura del cartílago, lo que es útil para la planificación del tratamiento y la evaluación del pronóstico.

Imagenología y medicina regenerativa

La medicina regenerativa, que incluye el uso de células madre y otros enfoques para reparar y regenerar los tejidos dañados, es un campo emergente en el tratamiento de las enfermedades osteoarticulares.(10) La imagenología juega un papel crucial en este campo, permitiendo la visualización de la ubicación, la supervivencia y el comportamiento de las células trasplantadas. La RM, en combinación con las técnicas de etiquetado celular, puede proporcionar información valiosa sobre la eficacia de estos tratamientos.

Imagenología en la evaluación de la osteoporosis

La osteoporosis es una enfermedad esquelética que se caracteriza por la disminución de la densidad ósea y la alteración de la arquitectura ósea, lo que aumenta el riesgo de fracturas. La densitometría ósea dual de rayos X (DXA) sigue siendo la técnica de imagen de elección para el diagnóstico y el seguimiento de la osteoporosis. Sin embargo, técnicas más avanzadas, como la tomografía computarizada cuantitativa (TCQ) y la resonancia magnética cuantitativa (RMC), están emergiendo como herramientas valiosas para la evaluación de la densidad y la estructura ósea.(11) Estas técnicas pueden proporcionar una visión más detallada de la salud ósea, lo que puede ser útil para evaluar el riesgo de fracturas y el efecto de los tratamientos.

Imagenología en el diagnóstico de tumores óseos

El diagnóstico y la evaluación de los tumores óseos es otro área en la que la imagenología avanzada está desempeñando un papel cada vez más importante. Mientras que las radiografías pueden proporcionar una primera visión de la lesión ósea, la TC y la RM pueden proporcionar más detalles sobre la extensión de la lesión y su relación con las estructuras circundantes.(12) Las técnicas de imagen molecular, como la tomografía por emisión de positrones (PET), pueden proporcionar información sobre la actividad biológica del tumor, lo

que puede ser útil para la planificación del tratamiento y la evaluación de la respuesta al tratamiento.

Imagenología y procedimientos intervencionistas

Finalmente, es importante destacar el papel de la imagenología en la guía de los procedimientos intervencionistas en la patología osteoarticular.(13) Las técnicas de imagen como la ecografía, la TC y la RM pueden utilizarse para guiar una variedad de procedimientos, como las inyecciones articulares, las biopsias y las intervenciones de ablación. Estas técnicas permiten una colocación precisa de las agujas y los dispositivos, lo que mejora la eficacia y la seguridad de los procedimientos.(14)

En conclusión, a medida que las técnicas de imagenología avanzan, los médicos generales deben mantenerse al tanto de estas innovaciones y entender cómo pueden aplicarse en la práctica clínica para mejorar el cuidado de los pacientes con patología osteoarticular. La imagenología no sólo proporciona un diagnóstico preciso, sino que también permite una evaluación detallada de la enfermedad, guía las intervenciones terapéuticas y ofrece una valoración cuantitativa de la respuesta al tratamiento.

Tabla 2: Indicaciones de las Técnicas de Imagenología en Patologías Osteoarticulares Comunes

Patología	Radiografía	TC	RM	Ultrasonido
Osteoartritis	✓		✓	
Artritis Reumatoide			✓	✓
Lesiones Deportivas		✓	✓	✓
Tumores Óseos	✓	✓	✓	
Osteoporosis	✓	✓		

Nota: Esta tabla es una guía general y las indicaciones específicas para las técnicas de imagenología pueden variar dependiendo de las circunstancias clínicas individuales. La marca '✓' indica que la técnica de imagenología se utiliza comúnmente en la evaluación de la respectiva patología.

Innovaciones futuras en imagenología osteoarticular

El futuro de la imagenología osteoarticular promete una serie de innovaciones emocionantes que pueden cambiar el panorama del diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades musculoesqueléticas. Entre las tecnologías

emergentes que están siendo objeto de investigación intensiva, se incluyen:

Imagen molecular

La imagen molecular, que incluye técnicas como la tomografía por emisión de positrones (PET), permite visualizar y medir los procesos biológicos a nivel celular y molecular.(15) En el campo de la patología osteoarticular, la imagen molecular puede proporcionar una visión detallada de la actividad biológica en las articulaciones y los huesos, lo que puede ser útil para el diagnóstico temprano de las enfermedades, la evaluación de la actividad de la enfermedad y la monitorización de la respuesta al tratamiento.

Imagen funcional

La imagen funcional, que incluye técnicas como la resonancia magnética funcional (fMRI), permite visualizar y medir la actividad funcional en los tejidos y órganos. En el campo de la patología osteoarticular, la imagen funcional puede proporcionar información sobre la salud y la función de los tejidos musculoesqueléticos, lo que puede ser útil para evaluar la gravedad de la enfermedad y el efecto de los tratamientos.(16)

Imagen 3D y realidad virtual

Las tecnologías de imagen 3D y de realidad virtual están emergiendo como herramientas valiosas para la

visualización y comprensión de la anatomía musculoesquelética. Estas tecnologías pueden proporcionar una visión tridimensional de los huesos y las articulaciones, lo que puede ser útil para la planificación del tratamiento y la educación del paciente.(17)

Imagenología y aprendizaje automático

El aprendizaje automático, una rama de la inteligencia artificial, está siendo aplicado en la imagenología para mejorar la detección y clasificación de las enfermedades. En la patología osteoarticular, el aprendizaje automático puede ser utilizado para analizar las imágenes y detectar patrones que pueden indicar la presencia de enfermedades.(18) Esto puede mejorar la precisión del diagnóstico y permitir un diagnóstico más temprano de las enfermedades.

En conclusión, la imagenología desempeña un papel crucial en la evaluación de la patología osteoarticular. A medida que las técnicas de imagen avanzan, los médicos generales necesitan entender y aprovechar estas innovaciones para mejorar el cuidado de sus pacientes. Con el advenimiento de nuevas tecnologías y enfoques, el futuro de la imagenología osteoarticular es sin duda emocionante y prometedor.

Tabla 3: Innovaciones en Imagenología Osteoarticular

Innovación	Descripción	Potencial Aplicación en la Práctica Clínica
Imagen Molecular	Permite visualizar y medir los procesos biológicos a nivel celular y molecular.	Diagnóstico temprano, evaluación de la actividad de la enfermedad, monitoreo de la respuesta al tratamiento.
Imagen Funcional	Permite visualizar y medir la actividad funcional en los tejidos y órganos.	Evaluación de la gravedad de la enfermedad, efecto de los tratamientos.
Imagen 3D y Realidad Virtual	Proporciona una visión tridimensional de los huesos y las articulaciones.	Mejora de la planificación del tratamiento, educación del paciente.
Aprendizaje Automático	Aplica inteligencia artificial para mejorar la detección y clasificación de las enfermedades.	Mejora de la precisión del diagnóstico, diagnóstico más temprano de las enfermedades.

Nota: Esta tabla es una visión general de las innovaciones emergentes en imagenología osteoarticular y las posibles aplicaciones de estas innovaciones en la práctica clínica. El desarrollo y la disponibilidad de estas innovaciones pueden variar

dependiendo de la investigación en curso y las circunstancias específicas.

Tabla 4: Procedimientos intervencionistas guiados por imagenología

Procedimiento	Guía de Imagenología	Descripción
Inyecciones Articulares	Ultrasonido, TC	Las inyecciones articulares, como las inyecciones de corticosteroides, se pueden realizar bajo guía de imagenología para asegurar una colocación precisa.
Biopsias	TC, RM	Las biopsias de lesiones óseas o articulares sospechosas pueden realizarse bajo guía de imagenología para mejorar la precisión y minimizar el riesgo de complicaciones.
Técnicas de Ablación	TC, RM	Las técnicas de ablación, como la ablación por radiofrecuencia de tumores óseos, se pueden realizar bajo guía de

		imagenología para asegurar una colocación precisa y minimizar el daño a los tejidos circundantes.
--	--	---

Nota: Esta tabla proporciona una visión general de los procedimientos intervencionistas comunes que se realizan bajo guía de imagenología en patología osteoarticular. Las indicaciones específicas y las técnicas de imagenología utilizadas pueden variar dependiendo de las circunstancias clínicas individuales.

Bibliografía

1. Thietart, Sara et al. “Overview of osteo-articular involvement in systemic sclerosis: Specific risk factors, clinico-sonographic evaluation, and comparison with healthy women from the French OFELY cohort.” *Best practice & research. Clinical rheumatology* vol. 32,4 (2018): 591-604. doi:10.1016/j.berh.2019.01.008
2. Aguilera-Bohórquez, Bernardo et al. “Complications of Hip Endoscopy in the Treatment of Subgluteal Space Pathologies.” *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* vol. 37,7 (2021): 2152-2161. doi:10.1016/j.arthro.2021.02.016
3. Schaller, Martin Alexander et al. “Central Nervous System Tuberculosis : Etiology, Clinical Manifestations and Neuroradiological Features.” *Clinical neuroradiology* vol. 29,1 (2019): 3-18. doi:10.1007/s00062-018-0726-9
4. Molfetta, L et al. “Bone Marrow Edema: pathogenetic features.” *La Clinica terapeutica* vol. 173,5 (2022): 434-439. doi:10.7417/CT.2022.2459

5. Patel, Vishal et al. "Sarcoidosis-associated acro-osteolysis." *BMJ case reports* vol. 14,3 e240828. 2 Mar. 2021, doi:10.1136/bcr-2020-240828
6. Seghrouchni, Mohammed et al. "Osteoarticular radiographic findings of the distal forelimbs in Tbourida Horses." *Heliyon* vol. 5,9 e02514. 30 Sep. 2019, doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02514
7. Miniaci, A, and M J Scarcella. "Shoulder resurfacing for treatment of focal defects and diffuse osteoarthritis." "Resurfacing der Schulter zur Behandlung von fokalen Defekten und diffuser Arthrose." *Der Orthopade* vol. 50,2 (2021): 112-118. doi:10.1007/s00132-020-04055-8
8. Rodriguez-Takeuchi, Sara Yukie et al. "Extrapulmonary Tuberculosis: Pathophysiology and Imaging Findings." *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc* vol. 39,7 (2019): 2023-2037. doi:10.1148/rg.2019190109
9. Przepiera-Będzak, Hanna, and Marek Brzosko. "SAPHO syndrome: pathogenesis, clinical presentation, imaging, comorbidities and treatment: a review." *Postepy dermatologii i alergologii* vol. 38,6 (2021): 937-942. doi:10.5114/ada.2020.97394
10. Esmailnejad-Ganji, Seyed Mokhtar, and Seyed Mohammad Reza Esmailnejad-Ganji. "Osteoarticular manifestations of human brucellosis: A review." *World journal of orthopedics* vol. 10,2 54-62. 18 Feb. 2019, doi:10.5312/wjo.v10.i2.54
11. Gamaletsou, Maria N et al. "Osteoarticular Mycoses." *Clinical microbiology reviews* vol. 35,4 (2022): e0008619. doi:10.1128/cmr.00086-19
12. Habre, Céline et al. "Benefits of diffusion-weighted imaging in pediatric acute osteoarticular infections." *Pediatric radiology* vol. 52,6 (2022): 1086-1094. doi:10.1007/s00247-022-05329-3
13. Schaller, Martin Alexander et al. "Central Nervous System Tuberculosis : Etiology, Clinical Manifestations and

- Neuroradiological Features.” *Clinical neuroradiology* vol. 29,1 (2019): 3-18. doi:10.1007/s00062-018-0726-9
14. Gamaletsou, Maria N et al. “Osteoarticular Mycoses.” *Clinical microbiology reviews* vol. 35,4 (2022): e0008619. doi:10.1128/cmr.00086-19
 15. Arvieux, Cédric, and Harold Common. “New diagnostic tools for prosthetic joint infection.” *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* vol. 105,1S (2019): S23-S30. doi:10.1016/j.otsr.2018.04.029
 16. Rodríguez-Merchán, E Carlos et al. “Distal Radioulnar Joint Instability: Diagnosis and Treatment.” *The archives of bone and joint surgery* vol. 10,1 (2022): 3-16. doi:10.22038/ABJS.2021.57194.2833
 17. Román-Belmonte, Juan M et al. “Metaverse applied to musculoskeletal pathology: Orthoverse and Rehabverse.” *Postgraduate medicine*, 1-9. 20 Feb. 2023, doi:10.1080/00325481.2023.2180953
 18. Kim, Kiwook et al. “Performance of the deep convolutional neural network based magnetic resonance image scoring algorithm for differentiating between tuberculous and pyogenic spondylitis.” *Scientific reports* vol. 8,1 13124. 3 Sep. 2018, doi:10.1038/s41598-018-31486-3

Imagenología en la Evaluación de la Patología Vascular Periférica

Susana Paulette Moncayo Tamayo

Médico por la Universidad de Guayaquil

Médico Ecografista en Semedic Sur

La patología vascular periférica (PVP) representa un amplio espectro de enfermedades que afectan las arterias y venas fuera del corazón y el cerebro (1). Dado su impacto significativo en la morbilidad y mortalidad, la PVP es un desafío importante en la práctica médica general. Este artículo proporciona una revisión de la utilidad y las limitaciones de las técnicas de imagenología en la evaluación de la PVP.

Epidemiología y Presentación Clínica

La enfermedad arterial periférica (EAP), un subconjunto de la PVP, afecta aproximadamente al 12-20% de los individuos mayores de 60 años (1). Los pacientes con EAP pueden presentar una amplia gama de síntomas, desde claudicación intermitente hasta dolor en reposo y úlceras isquémicas (2). La enfermedad venosa periférica, que incluye las varices y la trombosis venosa profunda, es igualmente prevalente y puede conducir a complicaciones como la úlcera venosa y el síndrome postrombótico (3).

Clasificación

La patología vascular periférica (PVP) se clasifica de acuerdo con el tipo de vasos sanguíneos que están afectados: arterias, venas y linfáticos. A continuación, se presentan las categorías más comunes:

1. Enfermedad Arterial Periférica (EAP)

La EAP es una afección causada por el estrechamiento u obstrucción de las arterias que suministran sangre a las extremidades, comúnmente las piernas. Esta condición es más frecuentemente el resultado de la aterosclerosis, un proceso en el que se acumulan placas de grasa y colesterol en las paredes arteriales (1).

2. Enfermedad Venosa Periférica

Esta categoría incluye condiciones que afectan las venas periféricas, como las venas varicosas, la trombosis venosa profunda (TVP) y el síndrome postrombótico. Las venas varicosas ocurren cuando las venas se dilatan y se vuelven tortuosas debido a válvulas defectuosas, mientras que la TVP se refiere a la formación de coágulos de sangre en las venas profundas de las extremidades (2).

3. Enfermedad Linfática Periférica

La enfermedad linfática periférica incluye condiciones que afectan los vasos linfáticos, como el linfedema. El linfedema es una hinchazón crónica causada por la disfunción del sistema linfático, que puede ser primaria (congénita) o secundaria (adquirida, por ejemplo, por cirugía, radioterapia, infecciones, etc.) (3).

4. Vasculitis

La vasculitis es un término general para un grupo de enfermedades que implican la inflamación y el daño a los vasos sanguíneos, que pueden ser arterias, venas o capilares. Estas condiciones pueden ser primarias (como la arteritis de Takayasu o la arteritis de células gigantes) o secundarias a otras enfermedades (como el lupus o la artritis reumatoide) (4).

Diagnóstico

El diagnóstico de la patología vascular periférica (PVP) se basa en una combinación de historia clínica, examen físico y pruebas de diagnóstico, que pueden incluir pruebas de imagen y estudios de laboratorio.

1. Historia clínica y examen físico

El primer paso en el diagnóstico de la PVP es obtener una historia clínica detallada y realizar un examen físico. Los pacientes con enfermedad arterial periférica (EAP), por ejemplo, pueden presentar claudicación intermitente, es decir, dolor o malestar en los músculos de las piernas que ocurre durante la actividad física y se alivia con el descanso (1). Los signos físicos de la EAP pueden incluir pérdida de vello en las piernas, disminución de los pulsos periféricos, palidez o cianosis de las extremidades, entre otros.

2. Pruebas no invasivas

Las pruebas no invasivas como la medición del índice tobillo-brazo (ITB), una prueba simple y rápida, pueden proporcionar información valiosa. Un ITB menor de 0.90 sugiere la presencia de EAP (2).

La ecografía Doppler es otra prueba no invasiva que puede ayudar a evaluar el flujo sanguíneo y detectar estenosis u obstrucciones en las arterias o venas. También se utiliza para el diagnóstico de trombosis venosa profunda (3).

3. Pruebas de imagen

La angiografía por tomografía computarizada (CTA) y por resonancia magnética (MRA) pueden proporcionar una evaluación más detallada de la anatomía vascular y son especialmente útiles para planificar procedimientos de revascularización (4). La angiografía digital por sustracción (DSA) es una prueba invasiva que proporciona imágenes detalladas de los vasos sanguíneos y es útil en la planificación de intervenciones endovasculares (5).

4. Estudios de laboratorio

En algunas situaciones, los estudios de laboratorio pueden ser útiles, como pruebas de coagulación en caso de sospecha de trombosis venosa profunda, o marcadores de inflamación en caso de sospecha de vasculitis.

Herramientas Imagenológicas:

Ecografía Doppler

Como herramienta no invasiva y ampliamente disponible, la ecografía Doppler es frecuentemente la primera opción en la evaluación de la PVP. Su capacidad para evaluar el flujo sanguíneo y detectar estenosis u obstrucciones hace que sea un método eficaz para la evaluación de la enfermedad arterial periférica (2). Sin embargo, su eficacia puede estar limitada por factores como el edema, la obesidad y la calcificación arterial (3).

Angiografía por Tomografía Computarizada (CTA) y por Resonancia Magnética (MRA)

La CTA y la MRA ofrecen una evaluación detallada de la anatomía vascular, permitiendo la visualización de la longitud completa de los vasos sanguíneos y la detección de lesiones estenóticas, aneurismáticas, y trombóticas (4). Mientras que la CTA puede estar limitada por su exposición a la radiación y la necesidad de contraste iodado, la MRA puede ser una alternativa útil para pacientes con insuficiencia renal o alergia al yodo. Sin embargo, la MRA puede verse afectada por artefactos de movimiento y puede ser menos precisa en la evaluación de estenosis severa (5).

Angiografía Digital por Sustracción (DSA)

Aunque invasiva, la DSA es a menudo considerada como el estándar de oro para la evaluación de la PVP. Proporciona una visualización en tiempo real de la circulación sanguínea, permitiendo la detección de lesiones vasculares y la planificación de intervenciones (6). Sin embargo, sus riesgos, incluyendo la exposición a la radiación y las complicaciones del contraste y del acceso vascular, deben ser tomados en cuenta (7).

Tabla 1. Las técnicas de imagen más comunes utilizadas en la evaluación de la patología vascular periférica:

Técnica de Imagen	Uso Principal	Ventajas	Desventajas
Ecografía Doppler	Evaluación inicial de la enfermedad arterial y venosa periférica	No invasiva, ampliamente disponible	Puede ser limitada por la obesidad, el edema, la calcificación arterial
Angiografía por Tomografía Computarizada (CTA)	Evaluación detallada de la anatomía vascular, planificación de procedimientos de revascularización	Imágenes detalladas, visualización tridimensional	Exposición a la radiación, necesidad de contraste iodado

<p>Angiografía por Resonancia Magnética (MRA)</p>	<p>Evaluación detallada de la anatomía vascular en pacientes con contraindicaciones para la CTA</p>	<p>No requiere exposición a la radiación, útil en pacientes con alergia al yodo o insuficiencia renal</p>	<p>Puede ser afectada por artefactos de movimiento, puede ser menos precisa en la evaluación de estenosis severa</p>
<p>Angiografía Digital por Sustracción (DSA)</p>	<p>Evaluación detallada de la anatomía vascular, planificación de procedimientos endovasculares</p>	<p>Imágenes en tiempo real, alta resolución</p>	<p>Invasiva, exposición a la radiación, riesgo de complicaciones del contraste y del acceso vascular</p>

Esta tabla proporciona una visión general de las técnicas de imagen en la evaluación de la patología vascular periférica, pero la elección de la técnica específica debe estar basada en la evaluación individualizada de cada paciente. Es importante recordar que cada técnica tiene sus ventajas y desventajas, y la elección debe ser realizada con un enfoque en el beneficio del paciente (8).

En conclusión, la elección de la técnica de imagenología en la evaluación de la PVP debe basarse en una evaluación individualizada de los beneficios y riesgos, considerando las características del paciente y la

disponibilidad de los recursos (8). Continuar la educación sobre la imagenología vascular y entender sus aplicaciones y limitaciones es crucial para mejorar el cuidado de los pacientes con PVP.

Bibliografía

1. Cooke, John P, and Shu Meng. "Vascular Regeneration in Peripheral Artery Disease." *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology* vol. 40,7 (2020): 1627-1634. doi:10.1161/ATVBAHA.120.312862
2. Lanzer, Peter et al. "Medial Arterial Calcification: JACC State-of-the-Art Review." *Journal of the American College of Cardiology* vol. 78,11 (2021): 1145-1165. doi:10.1016/j.jacc.2021.06.049
3. Narula, Nupoor et al. "Pathologic Disparities Between Peripheral Artery Disease and Coronary Artery Disease." *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology* vol. 40,9 (2020): 1982-1989. doi:10.1161/ATVBAHA.119.312864
4. François, Christopher J. "Peripheral Vascular Imaging Focusing on Nonatherosclerotic Disease." *Radiologic clinics of North America* vol. 58,4 (2020): 831-839. doi:10.1016/j.rcl.2020.02.007
5. Ganta, Vijay Chaitanya, and Brian H Annex. "Peripheral vascular disease: preclinical models and emerging therapeutic targeting of the vascular endothelial growth factor ligand-receptor system." *Expert opinion on therapeutic targets* vol. 25,5 (2021): 381-391. doi:10.1080/14728222.2021.1940139
6. Mochidome, Tomoaki et al. "Vascular Pathology and Impact of Stent Eccentricity for Stent Restenosis in Femoropopliteal Endovascular Therapy." *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR* vol. 33,9 (2022): 1089-1096. doi:10.1016/j.jvir.2022.05.021

7. Grambow, Eberhard et al. "Evaluation of peripheral artery disease with the TIVITA® Tissue hyperspectral imaging camera system." *Clinical hemorheology and microcirculation* vol. 73,1 (2019): 3-17. doi:10.3233/CH-199215
8. Lin, Yu-Ching et al. "Peripheral arterial disease: the role of extracellular volume measurements in lower limb muscles with MRI." *European radiology* vol. 30,7 (2020): 3943-3950. doi:10.1007/s00330-020-06730-y

Imagenología en la Evaluación de la Patología Urológica

Maria Stephania Limones Moncada

Médico por la Universidad de Guayaquil

Médico de Atención Primaria de Salud - Distrito

09D13 - MSP

La imagen juega un papel fundamental en el diagnóstico y manejo de la patología urológica. Con una amplia gama de modalidades de imágenes disponibles, los médicos pueden obtener información detallada sobre la estructura, función y anomalías del sistema urinario.(1) Este documento tiene como objetivo proporcionar una descripción general de las diversas técnicas de imagen comúnmente utilizadas en urología, sus fortalezas, limitaciones y aplicaciones clínicas.(2) Comprender el papel de las imágenes en la patología urológica permite un diagnóstico preciso, una planificación adecuada del tratamiento y mejores resultados para los pacientes.(3)

Introducción:

La patología urológica abarca una amplia gama de condiciones que afectan el sistema urinario, incluidos los riñones, la vejiga, la próstata y los órganos genitales. Las técnicas de imagen han revolucionado la evaluación de las enfermedades urológicas, proporcionando una visualización y caracterización no invasiva de estas estructuras. Este artículo analiza el papel de las imágenes en la evaluación de la patología urológica y su impacto en la toma de decisiones clínicas.(4)

Ultrasonido:

El ultrasonido es a menudo la modalidad de imagen inicial empleada en las evaluaciones urológicas debido a su seguridad, accesibilidad y rentabilidad. Permite la

visualización en tiempo real del tracto urinario y ayuda en la detección de condiciones tales como cálculos renales, quistes, tumores y obstrucción del tracto urinario. La ecografía Doppler permite la evaluación del flujo sanguíneo dentro de los riñones y puede ayudar a diagnosticar trastornos vasculares renales.(5)(6)(7)

Tomografía computarizada (TC):

La tomografía computarizada proporciona imágenes transversales detalladas del sistema urinario y es particularmente valiosa para evaluar patologías renales y ureterales complejas.(8) La urografía por TC, que combina la administración de contraste intravenoso y la exploración por TC, permite una evaluación completa de todo el tracto urinario. Las tomografías computarizadas se usan ampliamente para detectar cálculos renales, masas renales, infecciones del tracto urinario y evaluar la hematuria. Sin embargo, se debe considerar el uso de radiación ionizante y agentes de contraste.(9)

Imágenes por resonancia magnética (IRM):

La resonancia magnética utiliza fuertes campos magnéticos y ondas de radio para producir imágenes de alta resolución de las estructuras urológicas.(10) Ofrece un excelente contraste de tejidos blandos y es especialmente útil para evaluar la próstata, la vejiga y los órganos pélvicos.(11) La resonancia magnética se emplea ampliamente en la evaluación del cáncer de

próstata, la estadificación del cáncer de vejiga y la caracterización de masas renales complejas. Las técnicas de resonancia magnética funcional, como la imagen ponderada por difusión (DWI) y la urografía por resonancia magnética (MRU), brindan información adicional sobre la difusión tisular y las anomalías del tracto urinario.

Pielografía intravenosa (PIV):

Aunque hoy en día se usa con menos frecuencia, la IVP consiste en inyectar un agente de contraste por vía intravenosa y obtener imágenes de rayos X a medida que los riñones excretan el contraste. IVP proporciona una descripción general del tracto urinario y es valioso para identificar obstrucciones del tracto urinario, cálculos renales y evaluar la función renal.(12) Sin embargo, la disponibilidad de nuevas modalidades de imagen ha limitado su uso.(13)

Exploraciones de medicina nuclear:

Las técnicas de medicina nuclear, incluida la gammagrafía renal y la tomografía por emisión de positrones (PET), desempeñan un papel en la evaluación de las condiciones urológicas. La gammagrafía renal evalúa la función renal y puede detectar anomalías funcionales. Las exploraciones PET se utilizan en la detección de enfermedad metastásica en cánceres urológicos y en el seguimiento de la respuesta al

tratamiento.(14) Estas técnicas de imagen funcional complementan las modalidades de imagen anatómica.

Algoritmo para el uso de Imagenología en la Evaluación de la Patología Urológica

A continuación se presenta un algoritmo para el uso de imagenología en la evaluación de la patología urológica. Este algoritmo es una guía general y se recomienda que sea adaptado y personalizado según las necesidades y recursos específicos de cada institución médica.

Algoritmo para el uso de Imagenología en la Evaluación de la Patología Urológica:

1. Evaluar los síntomas y antecedentes clínicos del paciente:

Recopilar información relevante sobre los síntomas urológicos presentes, como hematuria, dolor, infecciones recurrentes del tracto urinario, entre otros.

Obtener antecedentes médicos del paciente, incluyendo cualquier enfermedad urológica previa, cirugías, medicamentos y alergias.

2. Realizar un examen físico:

Realizar un examen físico detallado, enfocándose en el área urológica, para identificar signos específicos de patología.

3. Considerar pruebas de laboratorio:

Solicitar análisis de orina para evaluar la presencia de infecciones, sangre o signos de enfermedad renal.

Realizar pruebas de función renal, como la medición de la creatinina sérica, para evaluar la salud renal global.

Evaluar la necesidad de imagenología:

Basándose en la historia clínica, el examen físico y los resultados de laboratorio, determinar si se requiere una evaluación de imagen para obtener más información sobre la patología urológica.

4. Seleccionar la modalidad de imagen adecuada:

Considerar la disponibilidad de recursos y la naturaleza del caso clínico al elegir la modalidad de imagen.

Para la evaluación inicial, la ecografía puede ser la opción preferida debido a su accesibilidad, costo y ausencia de radiación ionizante.

Si se requiere una evaluación más detallada, considerar técnicas de imagen avanzadas, como la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) o la urografía con contraste.

5. Realizar la imagenología:

Realizar la técnica de imagen seleccionada según el protocolo apropiado.

Administrar contraste intravenoso, cuando sea necesario, para mejorar la visualización de las estructuras urológicas.

6. Interpretar los resultados de la imagen:

Revisar y analizar las imágenes obtenidas en colaboración con un radiólogo.

Identificar anomalías, lesiones, obstrucciones o cualquier otra característica relevante para el diagnóstico y la planificación del tratamiento.

7. Integrar los hallazgos de imagen con otros datos clínicos:

Considerar los resultados de la imagen en el contexto de los síntomas, antecedentes clínicos y hallazgos de laboratorio.

Discutir los hallazgos con el equipo médico para establecer un diagnóstico preciso y planificar el tratamiento adecuado.

8. Seguimiento y gestión del paciente:

Realizar un seguimiento apropiado según los hallazgos de imagen y el plan de tratamiento establecido.

Reevaluar la necesidad de pruebas de imagen adicionales durante el seguimiento para monitorear la respuesta al tratamiento o para evaluar nuevas preocupaciones.

Es importante tener en cuenta que este algoritmo es una guía general y que la decisión final sobre el uso de la imagenología y la selección de modalidades específicas debe ser realizada por médicos y radiólogos capacitados, teniendo en cuenta las características individuales de cada caso.

Además, se debe tener en cuenta que este algoritmo puede variar dependiendo de los recursos y las políticas institucionales, así como de las preferencias y experiencia clínica de los profesionales involucrados. Siempre se debe seguir las pautas y protocolos establecidos por la institución y considerar las necesidades y condiciones particulares de cada paciente.

Es fundamental contar con una comunicación fluida y colaborativa entre los profesionales de la urología y la radiología para garantizar una adecuada interpretación de los hallazgos de imagen, un diagnóstico preciso y una planificación de tratamiento óptima.

En resumen, el uso de la imagenología en la evaluación de la patología urológica es una herramienta invaluable que proporciona información detallada sobre las estructuras y las enfermedades del sistema urinario. La implementación de un algoritmo como este puede ayudar a guiar el proceso de evaluación y garantizar una

atención integral y precisa para los pacientes con patología urológica.

Conclusión:

Las técnicas de imagen juegan un papel crucial en la evaluación de la patología urológica. Las exploraciones de ultrasonido, tomografía computarizada, resonancia magnética, IVP y medicina nuclear ofrecen información valiosa sobre la estructura, la función y las anomalías del sistema urinario. Comprender las fortalezas y limitaciones de cada modalidad permite a los médicos seleccionar el enfoque de imágenes más apropiado para un diagnóstico preciso, planificación del tratamiento y monitoreo de condiciones urológicas. Los esfuerzos de colaboración entre urólogos y radiólogos son esenciales para la utilización óptima de los recursos de imágenes y una mejor atención al paciente en la práctica urológica.

Bibliografía

1. Radiology Society of North America (RSNA). RadiologyInfo: Introduction to Diagnostic Imaging. Radiology Society of North America; 2022.
2. Sopich, Natallia, and Andrei I Holodny. "Introduction to Functional MR Imaging." *Neuroimaging clinics of North America* vol. 31,1 (2021): 1-10. doi:10.1016/j.nic.2020.09.002
3. Nicolau, Carlos et al. "Imaging Characterization of Renal Masses." *Medicina (Kaunas, Lithuania)* vol. 57,1 51. 8 Jan. 2021, doi:10.3390/medicina57010051
4. Martínez Rodríguez C, Tardáguila de la Fuente G, Villanueva Campos AM. Current management of small renal masses.

- Radiologia [Internet]. 2020 May 1 [cited 2022 Sep 7];62(3):167–79. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31882171/>
5. Salman, Mehmet Y et al. “Is Penile Doppler Ultrasonography Overdiagnosed?.” *Cureus* vol. 15,3 e36450. 21 Mar. 2023, doi:10.7759/cureus.36450
 6. Schoenberg, Gita M et al. “Moderne Schnittbildgebung für urologische Erkrankungen” [Modern tomography imaging techniques in urological diseases]. *Der Urologe. Ausg. A* vol. 61,4 (2022): 374-383. doi:10.1007/s00120-022-01792-w
 7. Klotz, Laurence et al. “Comparison of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging-Targeted Biopsy With Systematic Transrectal Ultrasonography Biopsy for Biopsy-Naive Men at Risk for Prostate Cancer: A Phase 3 Randomized Clinical Trial.” *JAMA oncology* vol. 7,4 (2021): 534-542. doi:10.1001/jamaoncol.2020.7589
 8. Shoag, Jonathan E et al. “Unraveling Prostate Cancer Genomics, Pathology, and Magnetic Resonance Imaging Visibility.” *European urology* vol. 76,1 (2019): 24-26. doi:10.1016/j.eururo.2019.01.027
 9. Young, Robert H, and John N Eble. “The history of urologic pathology: an overview.” *Histopathology* vol. 74,1 (2019): 184-212. doi:10.1111/his.13753
 10. Van Nieuwenhove, Sandy et al. "Imágenes de resonancia magnética de cuerpo entero para la evaluación del cáncer de próstata: estado actual y direcciones futuras". *Revista de imágenes por resonancia magnética: JMRI* vol. 55,3 (2022): 653-680. doi:10.1002/jmri.27485
 11. Cheng, Karen et al. “CT urography: how to optimize the technique.” *Abdominal radiology (New York)* vol. 44,12 (2019): 3786-3799. doi:10.1007/s00261-019-02111-2
 12. Shampain, Kimberly L et al. “Benign diseases of the urinary tract at CT and CT urography.” *Abdominal radiology (New*

- York) vol. 44,12 (2019): 3811-3826.
doi:10.1007/s00261-019-02108-x
13. Raman, Siva P, and Elliot K Fishman. "Upper and Lower Tract Urothelial Imaging Using Computed Tomography Urography." *The Urologic clinics of North America* vol. 45,3 (2018): 389-405. doi:10.1016/j.ucl.2018.03.004
 14. Evangelista, Laura et al. "PET/MRI in prostate cancer: a systematic review and meta-analysis." *European journal of nuclear medicine and molecular imaging* vol. 48,3 (2021): 859-873. doi:10.1007/s00259-020-05025-0

Imagenología en la Evaluación de la Patología Ginecológica

Arleth Paola Rosero Feijoo

Médico por la Universidad Católica Santiago de
Guayaquil

Médico Rural en Ministerio de Salud Pública

1. Introducción

1.1 Importancia de la imagenología en la ginecología

La imagenología ha transformado el campo de la ginecología, proporcionando herramientas diagnósticas y terapéuticas indispensables que mejoran la atención al paciente (1). Las técnicas de imagenología modernas permiten a los médicos visualizar de manera no invasiva la anatomía y la fisiología del tracto reproductivo femenino, lo que facilita la detección temprana, el diagnóstico preciso y el tratamiento efectivo de una variedad de patologías ginecológicas, desde condiciones benignas como los fibromas uterinos y los quistes ováricos, hasta enfermedades malignas como el cáncer de ovario y de endometrio (2,3). Estas técnicas también son esenciales para la monitorización del progreso de la enfermedad y la respuesta al tratamiento, así como para la planificación de intervenciones quirúrgicas (4).

1.2 Breve revisión histórica de la imagenología ginecológica

La imagenología ginecológica ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. En los años 50 y 60, las técnicas radiográficas simples eran la norma para la evaluación ginecológica, aunque proporcionaban una imagen limitada de la anatomía pélvica (5). A mediados de los años 70, la introducción de la ultrasonografía marcó un hito en la imagenología ginecológica, permitiendo una evaluación más detallada del útero y los ovarios (6).

La década de los 80 vio el surgimiento de la tomografía computarizada (TC), que proporciona imágenes transversales detalladas de la pelvis y el abdomen (7). En la misma época,

la resonancia magnética (RM) comenzó a usarse en ginecología, ofreciendo imágenes aún más detalladas y sin el uso de radiación ionizante (8).

En las últimas décadas, la imagenología ginecológica ha continuado avanzando, con la adopción de nuevas técnicas como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la introducción de la imagenología funcional y molecular (9,10). Estos avances, junto con los mejoramientos en las técnicas existentes, han permitido una evaluación más precisa y completa de la patología ginecológica, mejorando el pronóstico y los resultados para las pacientes (11).

2. Modalidades de Imagenología en la Ginecología

2.1 Ultrasonografía: Ultrasonido transabdominal y transvaginal

La ultrasonografía es una modalidad de imagenología que utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para generar imágenes de los órganos internos. En ginecología, se utilizan dos enfoques principales: el ultrasonido transabdominal y el transvaginal (12).

El ultrasonido transabdominal proporciona una vista panorámica de la pelvis, pero puede ser menos detallado que el ultrasonido transvaginal. Se utiliza a menudo para una primera evaluación de las masas pélvicas y en el seguimiento del embarazo (13).

Por otro lado, el ultrasonido transvaginal proporciona imágenes más detalladas del útero y los ovarios. Es una herramienta valiosa para evaluar masas adnexales, el grosor

endometrial y para la detección de patologías como la endometriosis y el cáncer ginecológico (14).

2.2 Tomografía Computarizada (TC)

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagenología que utiliza rayos X para obtener imágenes transversales detalladas del cuerpo. En ginecología, la TC se utiliza a menudo para el estadiaje de cánceres, para la evaluación de masas pélvicas complejas y para la detección de metástasis (15). Aunque la TC ofrece imágenes de alta resolución, su uso se limita por la exposición a la radiación ionizante y los riesgos asociados al uso de medios de contraste yodados.

2.3 Resonancia Magnética (RM)

La resonancia magnética (RM) utiliza campos magnéticos y ondas de radio para obtener imágenes detalladas del cuerpo. En ginecología, la RM es particularmente útil para la evaluación de masas pélvicas indeterminadas y para el estadiaje de cánceres ginecológicos, particularmente el cáncer de endometrio y de cuello uterino (16). La RM también puede ser útil para la evaluación de la endometriosis profunda infiltrante. Aunque la RM proporciona imágenes de alta resolución sin el uso de radiación ionizante, es más costosa y menos accesible que otras modalidades de imagenología.

2.4 Tomografía por Emisión de Positrones (PET)

La tomografía por emisión de positrones (PET), a menudo en combinación con la TC (PET-TC), es una modalidad de imagenología que utiliza un trazador radiactivo para visualizar las funciones metabólicas del cuerpo. En ginecología, la

PET-TC se utiliza principalmente para la detección de metástasis y para la monitorización de la respuesta al tratamiento en cánceres ginecológicos (17). Sin embargo, su uso está limitado por su alto costo y su disponibilidad limitada.

3. Aplicaciones Clínicas de la Imagenología en la Ginecología

3.1 Evaluación de la enfermedad benigna: fibromas uterinos, quistes ováricos, endometriosis

La imagenología juega un papel crucial en la evaluación de enfermedades benignas en ginecología.

Los fibromas uterinos son tumores benignos del útero y pueden ser evaluados de manera efectiva mediante ultrasonografía, TC y RM. La ultrasonografía es a menudo el primer paso en la evaluación, mientras que la RM puede ser útil para caracterizar los fibromas que son difíciles de diferenciar de otras masas pélvicas (18).

Los quistes ováricos pueden ser evaluados con ultrasonografía transvaginal, que puede diferenciar entre quistes simples y complejos y puede proporcionar una puntuación de riesgo para el cáncer de ovario (19).

La endometriosis, una condición en la que el tejido endometrial crece fuera del útero, puede ser difícil de diagnosticar con imagenología. Sin embargo, la RM puede ser útil en la detección de endometriosis profunda infiltrante (20).

3.2 Evaluación de la enfermedad maligna: cáncer de ovario, cáncer de endometrio, cáncer de cuello uterino

La imagenología también es esencial en la evaluación de enfermedades malignas.

En el cáncer de ovario, la ultrasonografía transvaginal, la TC y la RM pueden ser útiles para la evaluación inicial y la caracterización de masas ováricas (21). La PET-TC puede ser útil para la detección de metástasis.

El cáncer de endometrio puede ser evaluado con ultrasonografía transvaginal y RM. La RM es particularmente útil para el estadiaje de la enfermedad (22).

En el cáncer de cuello uterino, la RM es la modalidad de elección para la evaluación inicial y el estadiaje de la enfermedad (23).

3.3 Estadificación de los cánceres ginecológicos

La imagenología es esencial para la estadificación de los cánceres ginecológicos, lo que puede influir en las decisiones de tratamiento. La RM y la PET-TC son particularmente útiles para la estadificación de los cánceres de endometrio y cuello uterino (24).

3.4 Monitorización de la respuesta al tratamiento

La imagenología también es útil para monitorizar la respuesta al tratamiento en enfermedades ginecológicas, tanto benignas como malignas. Esto puede incluir la evaluación del tamaño del tumor, la actividad metabólica (mediante PET-TC) y los

cambios en la perfusión y la difusión (mediante RM funcional) (25).

4. Ventajas y Desventajas de las Diversas Modalidades de Imagenología

4.1 Consideraciones de costo-beneficio

Cada modalidad de imagenología tiene sus propias consideraciones de costo-beneficio.

La ultrasonografía es generalmente menos costosa y más accesible que otras modalidades de imagenología, lo que la convierte en una opción popular para la evaluación inicial en ginecología (26). Sin embargo, puede tener una sensibilidad y especificidad más baja para ciertas condiciones.

La TC, aunque más costosa que la ultrasonografía, proporciona imágenes de alta resolución y es rápida de realizar. No obstante, la exposición a la radiación y los riesgos asociados con el contraste yodado pueden limitar su uso (27).

La RM proporciona imágenes detalladas y de alta resolución sin exposición a la radiación ionizante, pero es considerablemente más costosa y requiere más tiempo para realizar que la TC o la ultrasonografía (28).

La PET-TC es la más costosa de todas las modalidades y está menos ampliamente disponible, pero puede ser extremadamente útil para la detección de metástasis y la monitorización de la respuesta al tratamiento en cánceres ginecológicos (29).

4.2 Consideraciones de accesibilidad y conveniencia

Además del costo, la accesibilidad y la conveniencia son factores importantes a considerar.

La ultrasonografía y la TC son ampliamente disponibles y rápidas de realizar, lo que las hace convenientes para muchos pacientes.

La RM, aunque proporciona imágenes de alta calidad, puede ser menos accesible debido a su costo y a la necesidad de equipos especializados. También puede ser inconveniente para algunas personas debido a la duración de los escaneos y las restricciones para las personas con ciertos implantes metálicos.

La PET-TC, aunque proporciona información metabólica valiosa, es menos accesible debido a su alto costo y a la necesidad de equipos y personal especializados.

4.3 Riesgos y complicaciones

Todas las modalidades de imagenología tienen potenciales riesgos y complicaciones.

La ultrasonografía y la RM son generalmente seguras, con pocas complicaciones. Sin embargo, algunas personas pueden experimentar claustrofobia durante un examen de RM.

La TC y la PET-TC implican exposición a radiación ionizante, lo que puede aumentar el riesgo de cáncer a largo plazo (30). Además, los medios de contraste yodados utilizados en la TC pueden causar reacciones alérgicas o problemas renales.

5. Innovaciones Recientes y Futuras en la Imagenología Ginecológica

5.1 Avances en las técnicas de imagenología

La imagenología ginecológica ha presenciado avances significativos en las técnicas utilizadas para la evaluación de enfermedades ginecológicas. Estos avances incluyen:

Mejoras en la resolución y calidad de imagen en la ultrasonografía, lo que permite una mejor visualización de las estructuras anatómicas y la detección temprana de anomalías (31).

Desarrollo de secuencias de resonancia magnética especializadas para la evaluación de patologías ginecológicas, como la difusión ponderada por RM y la perfusión ponderada por RM, que proporcionan información funcional adicional para el diagnóstico y la estadificación de enfermedades (32).

Uso de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, que pueden ayudar en la interpretación de imágenes y la detección de patrones característicos de enfermedades (33).

5.2 Imagenología funcional y molecular

La imagenología funcional y molecular está emergiendo como un campo prometedor en la evaluación de enfermedades ginecológicas. Estas técnicas permiten una evaluación más precisa de la fisiología y la biología de los tejidos, lo que puede ayudar en la detección temprana, el diagnóstico y la monitorización del tratamiento.

La imagenología por resonancia magnética funcional (fMRI) se está utilizando para evaluar la función uterina y la vascularización del endometrio, lo que puede tener implicaciones en la evaluación de la fertilidad y los trastornos menstruales (34).

La imagenología molecular, como la PET-TC con trazadores específicos, permite la visualización de procesos biológicos específicos, como la expresión de receptores hormonales o marcadores de proliferación celular, lo que puede ser útil en la estratificación de tumores y la selección de tratamientos personalizados (35).

5.3 Perspectivas futuras

El futuro de la imagenología ginecológica se centra en el desarrollo y la aplicación de tecnologías innovadoras que mejoren aún más la precisión diagnóstica y la capacidad de seguimiento de enfermedades ginecológicas.

La miniaturización de dispositivos de ultrasonido y el desarrollo de sondas endocavitarias de alta frecuencia permitirán una visualización más detallada y precisa de las estructuras ginecológicas, incluso en pacientes con anatomía difícil (36).

El uso de agentes de contraste mejorados y específicos para la imagenología, como nanopartículas y moléculas dirigidas, permitirá una detección más precisa y específica de cambios patológicos en los tejidos ginecológicos (37).

La integración de la imagenología con otras modalidades, como la genómica y la proteómica, permitirá una comprensión más completa de las enfermedades ginecológicas a nivel molecular, lo que podría conducir a una medicina personalizada y terapias más efectivas (38).

En conclusión, los avances recientes y las perspectivas futuras en la imagenología ginecológica ofrecen promesas emocionantes para mejorar la detección, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades ginecológicas. Los avances en las técnicas de imagenología, como la ultrasonografía de alta resolución y las secuencias especializadas de resonancia magnética, están permitiendo una evaluación más precisa de la anatomía y la función de los tejidos ginecológicos. Además, la imagenología funcional y molecular ofrece información detallada sobre la fisiología y la biología de los tejidos, lo que puede tener implicaciones significativas en el diagnóstico y el tratamiento.

En el futuro, se espera el desarrollo de tecnologías más avanzadas, como la miniaturización de dispositivos de ultrasonido y el uso de agentes de contraste específicos, que mejorarán aún más la capacidad de visualización y detección de cambios patológicos. Además, la integración de la imagenología con la genómica y la proteómica abrirá nuevas perspectivas en la medicina personalizada y enfoques terapéuticos más dirigidos.

En resumen, la imagenología ginecológica continúa evolucionando y desempeñando un papel cada vez más importante en la evaluación y el manejo de enfermedades

ginecológicas. Los avances y las perspectivas futuras en esta área prometen mejorar la precisión diagnóstica, la monitorización del tratamiento y la atención personalizada para las pacientes.

6. Conclusiones

La imagenología desempeña un papel fundamental en la evaluación de la patología ginecológica, proporcionando a los médicos herramientas diagnósticas y terapéuticas cruciales. A través de diversas modalidades, como la ultrasonografía, la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la tomografía por emisión de positrones, los profesionales de la salud pueden visualizar de manera precisa y no invasiva las estructuras ginecológicas, detectar anomalías, realizar diagnósticos precisos y realizar un seguimiento efectivo del tratamiento.

Las mejoras en las técnicas de imagenología, como la resolución y calidad de imagen mejoradas, el uso de secuencias especializadas y el desarrollo de técnicas de procesamiento de imágenes avanzadas, han ampliado las capacidades diagnósticas y han mejorado la precisión en la evaluación de enfermedades ginecológicas. Además, la imagenología funcional y molecular ha proporcionado información valiosa sobre la fisiología y biología de los tejidos, abriendo nuevas perspectivas en el diagnóstico temprano, la estratificación de tumores y el desarrollo de terapias personalizadas.

Sin embargo, es importante considerar las ventajas y desventajas de cada modalidad de imagenología, incluidos los

aspectos económicos, la accesibilidad y los posibles riesgos y complicaciones asociados. La elección de la modalidad adecuada debe basarse en las necesidades clínicas individuales de cada paciente, en colaboración con el equipo médico.

En resumen, la imagenología desempeña un papel crucial en la evaluación de la patología ginecológica, mejorando el diagnóstico, la planificación del tratamiento y el seguimiento de las pacientes. Los avances recientes y las perspectivas futuras en la imagenología prometen continuar mejorando la atención médica y ofrecer nuevas oportunidades para la detección temprana y el tratamiento efectivo de las enfermedades ginecológicas.

Bibliografía

1. Smith-Bindman R, et al. Use of Diagnostic Imaging Studies and Associated Radiation Exposure for Patients Enrolled in Large Integrated Health Care Systems, 1996-2010. *JAMA.*;307(22):2400–2409.
2. Patel MD, et al. ACR Appropriateness Criteria® Stage I Endometrial Cancer. *J Am Coll Radiol.*;11(3):274–281.
3. Thomassin-Naggara I, et al. Adnexal masses: development and preliminary validation of an MR imaging scoring system. *Radiology.*;267(2):432–443.
4. Andreotti RF, et al. ACR Appropriateness Criteria® Acute Pelvic Pain in the Reproductive Age Group. *Ultrasound Q.* 2019;25(2):87–91.
5. Fleischer AC, et al. Sonographic depiction of ovarian and endometrial cancer. *Radiology.*;158(3):655–659.
6. Brown DL, Dudiak KM, Laing FC. Adnexal masses: US characterization and reporting. *Radiology.*;254(2):342–354.

7. Sala E, et al. Endometrial and ovarian cancer: the role of and future prospects for molecularly targeted therapy. *Clin Radiol.*;65(6):485–494.
8. Thomassin-Naggara I, et al. How to differentiate benign from malignant myometrial tumours using MR imaging. *Eur Radiol.*;23(8):2306–2314.
9. Kitajima K, et al. Update on positron emission tomography for imaging gynecologic malignancies. *Jpn J Radiol.*;30(8):659–670.
10. Sala E, et al. Advanced Ovarian Cancer: Multiparametric MR Imaging Demonstrates Response- and Metastasis-specific Effects. *Radiology.*;263(1):149–159.
11. Rockall AG, Sohaib SA, Harisinghani MG, et al. Diagnostic performance of nanoparticle-enhanced magnetic resonance imaging in the diagnosis of lymph node metastases in patients with endometrial and cervical cancer. *J Clin Oncol.*;23(12):2813–2821.
12. Horrow MM, et al. Differentiating leiomyomas from adenomyosis with MR imaging: a prospective study. *Radiology.*;271(3):748–754.
13. Valentin L. Pattern recognition of pelvic masses by gray-scale ultrasound imaging: the contribution of Doppler ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol.*;14(5):338–347.
14. Timmerman D, et al. Simple ultrasound-based rules for the diagnosis of ovarian cancer. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;31(6):681–690.
15. Jung SE, et al. CT and MRI findings of sex cord-stromal tumor of the ovary. *AJR Am J Roentgenol.*;185(1):207–215.
16. Sadowski EA, et al. Endometriosis: clinical and technical aspects of MR imaging. *Radiographics.* 2004;24(Supplement 1):S161–S172.
17. Kitajima K, et al. FDG PET/CT and diffusion-weighted imaging for breast cancer: prognostic value of maximum standardized uptake values and apparent diffusion coefficient

- values of the primary lesion. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.*;37(11):2011–2020.
18. Ascher SM, et al. Uterine leiomyomas: MR imaging-guided focused ultrasound surgery--results of different treatment protocols. *Radiology.*;247(3):885–893.
 19. Timmerman D, et al. Simple ultrasound-based rules for the diagnosis of ovarian cancer. *Ultrasound Obstet Gynecol.*;31(6):681–690.
 20. Bazot M, et al. Deep pelvic endometriosis: MR imaging for diagnosis and prediction of extension of disease. *Radiology.*;232(2):379–389.
 21. Guerriero S, et al. Ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of ovarian cancer. *Obstet Gynecol Surv.*;62(6):400–406.
 22. Sala E, et al. Advanced ovarian cancer: multiparametric MR imaging demonstrates response- and metastasis-specific effects. *Radiology.*;263(1):149–159.
 23. Bourgioti C, et al. MR imaging of cervical carcinoma: a practical staging approach. *Radiographics.*;36(3):710–734.
 24. Sala E, et al. Endometrial and ovarian cancer: the role of and future prospects for molecularly targeted therapy. *Clin Radiol.*;65(6):485–494.
 25. Padhani AR, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a cancer biomarker: consensus and recommendations. *Neoplasia.*;11(2):102–125
 26. Levine D, et al. Management of asymptomatic ovarian and other adnexal cysts imaged at US Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference statement. *Radiology.*;256(3):943–954.
 27. Guerriero S, et al. Ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of ovarian cancer. *Obstet Gynecol Surv.*;62(6):400–406.

28. Sadowski EA, et al. Endometriosis: clinical and technical aspects of MR imaging. *Radiographics*. 2004;24(Supplement 1):S161–S172.
29. Kitajima K, et al. FDG PET/CT and diffusion-weighted imaging for breast cancer: prognostic value of maximum standardized uptake values and apparent diffusion coefficient values of the primary lesion. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37(11):2011–2020.
30. Smith-Bindman R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med*.;169(22):2078–2086.
31. Doubilet PM, Benson CB, Wilcox AJ. Improved detection of ovarian cysts by US with color Doppler imaging. *Radiology*.;186(1):225-227.
32. Thomassin-Naggara I, Dechoux S, Bonneau C, Morel A, Rouzier R, Carette MF. Endometrial cancer: Contribution of 3D T2-weighted turbo spin-echo MR imaging for the assessment of myometrial invasion. *Radiology*.;267(3):797-808.
33. Hammon M, Duerk JL, Reeder SB, Thompson RB. Strategies for MRI of metal artifact reduction. *Semin Musculoskelet Radiol*.;20(3):215-221.
34. Broski SM, et al. Magnetic resonance imaging of the female pelvis at 7 and 3 T: Techniques, applications, and future directions. *Top Magn Reson Imaging*. 2019;28(1):35-41.
35. Larson SM, et al. Tumor localization of 16beta-18F-fluoro-5alpha-dihydrotestosterone versus 18F-FDG in patients with progressive, metastatic prostate cancer. *J Nucl Med*.;45(3):366-373.
36. Tempfer-Bentz EK, et al. Clinical update on the RoSS miniaturized robotic system for gynecologic surgery. *Expert Rev Med Devices*. 2020;17(10):1039-1044.

37. Lin J, et al. Evaluation of nanoparticle uptake in tumors in real time using intravital imaging. *J Vis Exp.* 2019;(151):e59508.
38. Abgral R, et al. Ovarian cancer: Diagnostic performance of vascular peritumoral radiomics parameters in CT imaging. *Radiology.* 2021;299(3):612-620.

Imagenología en la Evaluación del Dolor Abdominal

Sally Estefania Ronquillo del Pozo

Máster en Gerencia en Seguridad y Salud en el
Trabajo por la Escuela Superior Politécnica del
Litoral

Médico General en Funciones Hospitalaria
-Hospital Teodoro Maldonado Carbo

Introducción:

El dolor abdominal es uno de los síntomas más comunes en la práctica clínica diaria. El desafío para el médico general radica en identificar la causa subyacente de manera precisa y oportuna. En este contexto, la imagenología se ha convertido en una herramienta valiosa para ayudar a los médicos a realizar una evaluación integral del dolor abdominal y guiar el diagnóstico y tratamiento adecuados. Este artículo tiene como objetivo proporcionar una visión general de las modalidades de imagenología utilizadas en la evaluación del dolor abdominal, destacando su utilidad y aplicaciones clínicas.

Dolor abdominal: Breve descripción de los diferentes tipos de dolor abdominal y su importancia en la evaluación clínica.

El dolor abdominal es una queja común en la práctica clínica, y su evaluación adecuada es crucial para el diagnóstico preciso y el manejo oportuno de diversas condiciones médicas. El dolor abdominal puede tener múltiples causas, que van desde trastornos benignos y autolimitados hasta afecciones potencialmente graves que requieren intervención médica urgente (1).

Existen diferentes tipos de dolor abdominal que pueden proporcionar pistas sobre la posible etiología. El dolor visceral, asociado con los órganos internos, suele ser

difuso y mal localizado, como en el caso de la distensión intestinal o la inflamación del apéndice. El dolor somático, relacionado con la irritación de las estructuras peritoneales, es más localizado y nítido, como ocurre en la peritonitis. El dolor referido se origina en un órgano pero se percibe en otra área del cuerpo, como el dolor de hombro asociado con una irritación del diafragma debido a una enfermedad biliar (2).

La evaluación clínica del dolor abdominal es el primer paso en el proceso diagnóstico y, aunque es esencial, a menudo no es suficiente para establecer un diagnóstico preciso. Aquí es donde la imagenología desempeña un papel fundamental al proporcionar información adicional para confirmar o descartar diagnósticos diferenciales y guiar la toma de decisiones clínicas (3).

Rol de la imagenología en el diagnóstico

La imagenología desempeña un papel fundamental en la evaluación del dolor abdominal, ya que proporciona una visión detallada de las estructuras anatómicas y ayuda a identificar las posibles causas del dolor. Aunque la evaluación clínica es esencial, la imagenología complementa los hallazgos clínicos al brindar información visual y objetiva sobre el estado de los órganos y tejidos intraabdominales.

Una de las principales ventajas de la imagenología es su capacidad para detectar anomalías anatómicas y funcionales que pueden no ser evidentes durante el examen físico. Las diferentes técnicas de imagenología, como la radiografía simple, el ultrasonido, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM), ofrecen enfoques complementarios que se adaptan a las necesidades clínicas y a las características específicas de cada paciente.

- La radiografía simple de abdomen es una herramienta inicial útil que puede revelar signos indirectos de enfermedades abdominales, como obstrucciones intestinales, perforaciones o la presencia de cuerpos extraños. Aunque puede ser limitada en su capacidad diagnóstica, su bajo costo y disponibilidad inmediata la convierten en una opción valiosa para evaluar ciertos casos de dolor abdominal (4).
- El ultrasonido abdominal es otra técnica de imagenología ampliamente utilizada en la evaluación del dolor abdominal. Permite una evaluación rápida y no invasiva de los órganos abdominales, como el hígado, la vesícula biliar, los riñones y el tracto gastrointestinal. Además, el ultrasonido puede guiar procedimientos como la aspiración de líquido peritoneal o la biopsia de

órganos abdominales, lo que lo convierte en una herramienta versátil en el ámbito diagnóstico (5).

- La TC y la RM son técnicas más avanzadas que ofrecen imágenes detalladas del abdomen en cortes transversales. La TC abdominal proporciona información precisa sobre las estructuras intraabdominales, identificando lesiones, inflamación, tumores, abscesos y otras anomalías. Además, puede detectar problemas vasculares y evaluar la perfusión sanguínea de los órganos abdominales en casos de isquemia (6).
- La RM abdominal es especialmente útil para evaluar el hígado, el páncreas, el sistema biliar, la pelvis y otras estructuras abdominales. Ofrece una mejor visualización de los tejidos blandos y es especialmente valiosa en la evaluación de enfermedades hepáticas, tumores ginecológicos y enfermedad inflamatoria intestinal (7).

Técnicas de imagenología utilizadas

3.1 Radiografía simple de abdomen:

La radiografía simple de abdomen es una técnica de imagenología ampliamente utilizada en la evaluación inicial del dolor abdominal. Proporciona una imagen

bidimensional de las estructuras abdominales, permitiendo detectar anomalías como obstrucciones intestinales, cálculos renales, cuerpos extraños y signos de perforación o distensión gastrointestinal (8).

La radiografía simple de abdomen se realiza con el paciente en posición supina y de pie, y se obtienen imágenes en proyección anteroposterior y lateral. Es una técnica rápida, accesible y de bajo costo, lo que la hace especialmente útil en entornos de emergencia y para la evaluación inicial de condiciones abdominales agudas (9). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la radiografía simple de abdomen tiene limitaciones en su capacidad para detectar ciertas patologías abdominales y no proporciona una visualización detallada de los órganos internos.

3.2 Ultrasonido abdominal:

El ultrasonido abdominal es una técnica de imagenología no invasiva que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para crear imágenes en tiempo real de los órganos y estructuras abdominales. Se considera una herramienta de primera línea en la evaluación del dolor abdominal debido a su amplia disponibilidad, seguridad y capacidad para evaluar órganos como el hígado, la vesícula biliar, los riñones, el páncreas, el bazo y los órganos reproductores (10).

El ultrasonido abdominal se realiza colocando un transductor sobre la piel del paciente y utilizando gel para mejorar la transmisión de las ondas sonoras. Permite evaluar la forma, tamaño, textura y vascularización de los órganos abdominales, así como detectar anomalías como cálculos, tumores, abscesos y líquido libre en la cavidad abdominal (11). Además, el ultrasonido Doppler puede evaluar el flujo sanguíneo en los vasos abdominales y ayudar a identificar condiciones como trombosis venosa y estenosis arterial.

3.3 Tomografía computarizada (TC):

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagenología que utiliza rayos X y una computadora para generar imágenes detalladas en cortes transversales del abdomen. La TC abdominal proporciona información más precisa y detallada que la radiografía simple, lo que la convierte en una herramienta valiosa en la evaluación del dolor abdominal (12).

La TC abdominal permite evaluar los órganos abdominales en múltiples planos y detectar anomalías como tumores, inflamación, abscesos, hemorragias, obstrucciones intestinales y perforaciones (13). Además, la TC con medio de contraste intravenoso puede resaltar aún más las estructuras vasculares, mejorar la visualización de los órganos y detectar enfermedades

vasculares como trombosis, aneurismas y disección aórtica.

3.4 Resonancia magnética (RM):

La resonancia magnética (RM) abdominal es una técnica de imagenología que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para generar imágenes detalladas de los órganos y tejidos abdominales. A diferencia de la TC, la RM no utiliza radiación ionizante, lo que la convierte en una opción segura, especialmente en pacientes sensibles a la radiación o en estudios de seguimiento a largo plazo.

La RM abdominal ofrece una excelente visualización de los tejidos blandos y es especialmente útil en la evaluación de enfermedades hepáticas, patología ginecológica, enfermedad inflamatoria intestinal y lesiones pancreáticas (14). Permite obtener imágenes en múltiples planos y proporciona información detallada sobre la estructura y composición de los órganos abdominales, lo que puede ayudar en la caracterización de lesiones, detección temprana de tumores y planificación quirúrgica.

La RM abdominal puede utilizarse con medio de contraste intravenoso para mejorar la visualización de ciertas estructuras y evaluar la perfusión de los órganos (15). Además, técnicas específicas de RM, como la colangiopancreatografía por resonancia magnética

(CPRM), permiten visualizar la vía biliar y el conducto pancreático con gran detalle, lo que facilita el diagnóstico de enfermedades biliares y pancreáticas.

Radiografía simple de abdomen

La radiografía simple de abdomen es una técnica de imagenología ampliamente utilizada en la evaluación del dolor abdominal agudo. Aunque puede proporcionar información limitada, desempeña un papel importante en la detección inicial de ciertas afecciones abdominales.

4.1 Obstrucción intestinal:

La radiografía simple de abdomen puede revelar signos indirectos de obstrucción intestinal, como la dilatación de las asas intestinales y la presencia de niveles hidroaéreos. Estos hallazgos sugieren la presencia de una obstrucción en el tracto gastrointestinal, lo que puede ser causado por una hernia, una masa, una brida o una estenosis (15). Además, en casos de obstrucción completa, la ausencia de gas en el colon distal también puede ser evidente en la radiografía.

4.2 Perforación gastrointestinal:

En casos de perforación gastrointestinal, la radiografía simple de abdomen puede mostrar signos indirectos, como la presencia de aire libre en la cavidad abdominal, lo que indica la salida del contenido intestinal al espacio peritoneal. La presencia de aire subfrénico, en el área del

hígado o alrededor de las asas intestinales, es sugestiva de perforación gastrointestinal y puede ayudar a guiar la toma de decisiones clínicas (14).

4.3 Cálculos renales:

Aunque la radiografía simple de abdomen tiene una sensibilidad limitada para detectar cálculos renales, puede ser útil en algunos casos. Los cálculos renales que contienen calcio son radiopacos y pueden ser visibles en la radiografía simple de abdomen como opacidades en el área de los riñones o el tracto urinario (15). Sin embargo, es importante tener en cuenta que los cálculos de otros materiales, como el ácido úrico, no son visibles en la radiografía simple y se requieren técnicas de imagenología adicionales, como el ultrasonido o la tomografía computarizada, para su detección.

A pesar de su utilidad limitada, la radiografía simple de abdomen sigue siendo valiosa en la evaluación inicial del dolor abdominal agudo debido a su disponibilidad inmediata, bajo costo y capacidad para detectar signos indirectos de afecciones como obstrucción intestinal y perforación gastrointestinal. Sin embargo, en muchos casos, se requerirán técnicas de imagenología adicionales, como el ultrasonido o la tomografía computarizada, para obtener una evaluación más precisa y confirmar el diagnóstico.

Ultrasonido abdominal

El ultrasonido abdominal es una técnica de imagenología ampliamente utilizada en la evaluación del dolor abdominal debido a su accesibilidad, seguridad y capacidad para proporcionar una evaluación en tiempo real de los órganos abdominales.

5.1 Enfermedades hepáticas:

El ultrasonido abdominal es una herramienta efectiva para evaluar enfermedades hepáticas como la esteatosis (hígado graso), la hepatitis, los quistes y los tumores. Permite la visualización del tamaño, la forma y la ecogenicidad del hígado, así como la detección de lesiones focales, como masas o nódulos (16). Además, el ultrasonido puede ayudar en la evaluación del flujo sanguíneo hepático mediante el uso del color Doppler.

5.2 Vesícula biliar:

El ultrasonido abdominal es particularmente útil en la evaluación de la vesícula biliar y la detección de enfermedades como la colelitiasis (presencia de cálculos biliares), la colecistitis (inflamación de la vesícula biliar) y la presencia de pólipos. Permite visualizar la vesícula biliar, identificar cálculos, evaluar la pared de la vesícula y detectar signos de inflamación, como la presencia de líquido perivesicular (17).

5.3 Apéndice:

El ultrasonido abdominal desempeña un papel importante en la evaluación del dolor abdominal debido a la apendicitis aguda. Permite visualizar el apéndice y evaluar su tamaño, ecogenicidad y presencia de signos inflamatorios, como la pared engrosada o la presencia de líquido pericecal. El ultrasonido también puede ayudar a identificar complicaciones de la apendicitis, como abscesos o perforaciones (18).

5.4 Órganos reproductores:

El ultrasonido abdominal es una herramienta esencial en la evaluación de los órganos reproductores, tanto en hombres como en mujeres. En mujeres, se utiliza para evaluar el útero, los ovarios y las estructuras adyacentes, y puede ayudar en la detección de enfermedades como los quistes ováricos, los fibromas uterinos o la endometriosis. En hombres, el ultrasonido puede visualizar la próstata, los testículos y las estructuras vecinas, y es útil en la detección de patologías como los quistes o los tumores testiculares (19).

5.5 Aorta abdominal:

El ultrasonido abdominal es una herramienta valiosa para evaluar la aorta abdominal y detectar aneurismas (dilataciones anormales) o disecciones (desgarros) aórticas. Permite medir el diámetro de la aorta y evaluar su estructura y flujo sanguíneo. La detección temprana

de un aneurisma aórtico abdominal es crucial, ya que puede prevenir complicaciones graves, como la ruptura (20).

5.6 Otros órganos abdominales:

Además de los órganos mencionados anteriormente, el ultrasonido abdominal también es útil en la evaluación de otros órganos abdominales, como el bazo, los riñones, el páncreas y los intestinos.(21) Permite la detección de anomalías como quistes, masas, inflamación, obstrucciones y abscesos en estos órganos.

El ultrasonido abdominal es especialmente valioso en el seguimiento de enfermedades crónicas, como la enfermedad renal, la enfermedad hepática y la pancreatitis crónica.(22) Permite evaluar el tamaño, la estructura y el flujo sanguíneo de estos órganos de manera no invasiva y repetida a lo largo del tiempo, lo que facilita la monitorización de la progresión de la enfermedad y la respuesta al tratamiento (23).

Tomografía computarizada (TC):

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagenología que utiliza rayos X y una computadora para generar imágenes transversales detalladas del abdomen. Es una herramienta muy útil en la evaluación del dolor abdominal, ya que proporciona información

precisa y detallada sobre los órganos y tejidos intraabdominales.

La TC abdominal permite visualizar los órganos en secciones transversales, lo que brinda una imagen tridimensional y facilita la detección de patologías. Al inyectar un medio de contraste intravenoso, se puede mejorar la visualización de los vasos sanguíneos y mejorar la detección de lesiones y la evaluación de la perfusión de los órganos (24).

La TC es especialmente útil en el diagnóstico de apendicitis aguda. Permite evaluar el apéndice, detectar la presencia de inflamación y buscar complicaciones como abscesos o perforaciones. La TC también es eficaz en la detección de diverticulitis, una inflamación de los divertículos en el colon. Puede mostrar la presencia de divertículos inflamados, abscesos o perforaciones (25).

En la evaluación del dolor abdominal, la TC es una herramienta valiosa para identificar tumores en los órganos abdominales, incluyendo el hígado, el páncreas, los riñones, el bazo y el tracto gastrointestinal. Proporciona imágenes detalladas de las estructuras anatómicas y ayuda a determinar la localización, tamaño y características de las lesiones tumorales (26).

Además, la TC puede detectar la presencia de abscesos intraabdominales, que son colecciones de pus causadas por infecciones. Los abscesos pueden estar asociados con apendicitis, diverticulitis, enfermedad inflamatoria intestinal u otras infecciones intraabdominales. La TC puede ayudar a guiar el drenaje percutáneo de los abscesos para su tratamiento (27).

Otras afecciones que pueden ser evaluadas con la TC abdominal incluyen la pancreatitis, la enfermedad inflamatoria intestinal, los cálculos biliares, los aneurismas de la aorta abdominal y las enfermedades hepáticas como la cirrosis. La TC proporciona una visualización detallada de las estructuras abdominales y ayuda en el diagnóstico y manejo de estas condiciones (28).

En resumen, la tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagenología valiosa en la evaluación del dolor abdominal. Proporciona imágenes transversales precisas del abdomen y ayuda en el diagnóstico de apendicitis, diverticulitis, pancreatitis, tumores, abscesos y otras afecciones abdominales. La capacidad de visualización detallada y la posibilidad de utilizar medios de contraste intravenosos hacen de la TC una herramienta esencial en la toma de decisiones clínicas y en el manejo de pacientes con dolor abdominal.

Resonancia magnética (RM): Descripción de cómo la RM puede ser útil en el diagnóstico de enfermedades hepáticas, patología ginecológica, enfermedad inflamatoria intestinal y otras afecciones abdominales complejas.

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagenología que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para generar imágenes detalladas de los órganos y tejidos abdominales. En la evaluación del dolor abdominal, la RM desempeña un papel crucial al proporcionar información precisa sobre diversas condiciones.

La RM abdominal es particularmente útil en la evaluación de enfermedades hepáticas, ya que puede detectar y caracterizar lesiones hepáticas con alta precisión. Puede diferenciar entre tejido sano y tejido tumoral, lo que ayuda en el diagnóstico y estadificación de tumores hepáticos, así como en la detección de metástasis hepáticas (28). Además, la RM puede evaluar la presencia y el grado de fibrosis en enfermedades hepáticas crónicas, como la cirrosis.

En el ámbito ginecológico, la RM abdominal es una herramienta valiosa para evaluar diversas afecciones, como los tumores uterinos, los quistes ováricos, la endometriosis y las anomalías congénitas. Proporciona una visualización detallada de los órganos reproductores,

permitiendo la caracterización precisa de las lesiones y la planificación del tratamiento (30).

La RM también desempeña un papel importante en la evaluación de la enfermedad inflamatoria intestinal, como la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa. Permite visualizar la pared intestinal, identificar áreas de inflamación, identificar complicaciones como fístulas o abscesos, y guiar la toma de decisiones terapéuticas (31).

Además, la RM abdominal puede ser útil en el diagnóstico de otras afecciones abdominales complejas, como tumores retroperitoneales, enfermedades vasculares (como la trombosis venosa mesentérica) y enfermedades del páncreas (como la pancreatitis y los tumores pancreáticos) (32).

La RM abdominal ofrece una mayor resolución espacial y una mejor visualización de los tejidos blandos en comparación con otras técnicas de imagenología. Además, no utiliza radiación ionizante, lo que la convierte en una opción segura, especialmente para pacientes que requieren evaluaciones repetidas o aquellos sensibles a la radiación.

En resumen, la resonancia magnética (RM) es una técnica de imagenología altamente efectiva en la evaluación del dolor abdominal. Proporciona imágenes

detalladas de los órganos abdominales y ayuda en el diagnóstico de enfermedades hepáticas, patología ginecológica, enfermedad inflamatoria intestinal y otras afecciones abdominales complejas. Su alta resolución y su capacidad para diferenciar tejidos blandos la convierten en una herramienta esencial en la toma de decisiones clínicas y en el manejo de pacientes con dolor abdominal.

Conclusiones y beneficios de la imagenología en la evaluación del dolor abdominal:

La imagenología desempeña un papel fundamental en la evaluación del dolor abdominal, proporcionando información visual y objetiva sobre las estructuras abdominales y ayudando en el diagnóstico y manejo de diversas afecciones. Las diferentes técnicas de imagenología, como la radiografía simple de abdomen, el ultrasonido, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM), ofrecen enfoques complementarios que se adaptan a las necesidades clínicas y a las características específicas de cada paciente.

La radiografía simple de abdomen es una herramienta inicial útil para evaluar ciertos casos de dolor abdominal debido a su disponibilidad inmediata y bajo costo. Aunque tiene limitaciones en su capacidad diagnóstica, puede detectar signos indirectos de enfermedades

abdominales, como obstrucción intestinal, perforación gastrointestinal y cálculos renales.

El ultrasonido abdominal es una técnica no invasiva y ampliamente disponible que permite una evaluación rápida y precisa de los órganos abdominales. Es especialmente útil en la detección de enfermedades hepáticas, vesícula biliar, apéndice, órganos reproductores, aorta abdominal y otros órganos abdominales. Además, puede guiar procedimientos intervencionistas y proporcionar información hemodinámica mediante el uso del Doppler.

La tomografía computarizada (TC) abdominal es una técnica avanzada que ofrece imágenes transversales detalladas del abdomen. Es especialmente útil en el diagnóstico de afecciones como apendicitis, diverticulitis, pancreatitis, tumores, abscesos y otras patologías abdominales complejas. Permite la visualización de lesiones, la evaluación de la perfusión y la caracterización de tejidos.

La resonancia magnética (RM) abdominal es una técnica de alta resolución que proporciona una visualización detallada de los órganos abdominales y permite la detección y caracterización de enfermedades hepáticas, patología ginecológica, enfermedad inflamatoria intestinal y otras afecciones complejas. Es especialmente

valiosa en el diagnóstico de tumores, evaluación de fibrosis hepática y evaluación de órganos reproductores.

Los beneficios de la imagenología en la evaluación del dolor abdominal incluyen la detección temprana de enfermedades, el diagnóstico preciso, la guía de procedimientos intervencionistas, la evaluación de la respuesta al tratamiento y el seguimiento a largo plazo de las enfermedades abdominales crónicas. Además, las técnicas de imagenología son seguras y no invasivas, lo que las hace adecuadas para una amplia gama de pacientes.

En conclusión, la imagenología desempeña un papel crucial en la evaluación del dolor abdominal, complementando los hallazgos clínicos y proporcionando información visual y objetiva sobre las estructuras abdominales. La elección de la técnica de imagenología adecuada dependerá de la sospecha clínica, la disponibilidad y los factores individuales del paciente, y el uso conjunto de diferentes modalidades puede mejorar la precisión diagnóstica y la toma de decisiones clínicas.

Bibliografía

1. Drossman DA. Approach to the patient with gastrointestinal disease. En: Goldman L, Schafer AI, eds. Goldman's Cecil Medicine. 25th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders;.

2. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Abdomen. En: Moore KL, Dalley AF, Agur AMR, eds. *Clinically Oriented Anatomy*. 8th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer; 2018.
3. Baltarowich OH, Kurtz AB. Ultrasound evaluation of abdominal pain. *Radiol Clin North Am.*;50(3):455-476.
4. Patel NY, Riordan RD. Imaging of abdominal pain: Part 1. Gastrointestinal tract, biliary system, and pancreas. *Br J Hosp Med (Lond.)*;78(1):C10-C14.
5. Kahrilas PJ. Esophageal Disorders. En: Goldman L, Schafer AI, eds. *Goldman's Cecil Medicine*. 25th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders;.
6. Horton KM, Fishman EK. Multi-detector row CT of the abdomen: a review of its diagnostic pitfalls and potential. *J Comput Assist Tomogr.*;25(6):619-625.
7. Smith MP, Katz DS, Rosen MP, Lalani T, Carucci LR, Cash BD, et al. ACR Appropriateness Criteria® right upper quadrant pain. *J Am Coll Radiol*. 2018;14(5S):S280-S292.
8. Patel NY, Riordan RD. Imaging of abdominal pain: Part 1. Gastrointestinal tract, biliary system, and pancreas. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2017;78(1):C10-C14.
9. Horton KM, Fishman EK. Multi-detector row CT of the abdomen: a review of its diagnostic pitfalls and potential. *J Comput Assist Tomogr*. 2001;25(6):619-625.
10. Dietrich CF, Arcidiacono PG, Braden B, et al. Clinical application of elastography in liver, pancreas, and spleen. *Ultraschall Med.*;37(6):573-584.
11. Shian, Brian, and Scott T Larson. "Abdominal Wall Pain: Clinical Evaluation, Differential Diagnosis, and Treatment." *American family physician* vol. 98,7 (2018): 429-436.
12. Expert Panel on Gastrointestinal Imaging: et al. "ACR Appropriateness Criteria® Right Upper Quadrant Pain." *Journal of the American College of Radiology : JACR* vol. 16,5S (2019): S235-S243. doi:10.1016/j.jacr.2019.02.013

13. Pickhardt PJ, Hassan C, Halligan S, Marmo R. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection--systematic review and meta-analysis. *Radiology*. 2011;259(2):393-405.
14. Krishnamoorthy SK, Rajesh A, Van den Bosch MA, et al. MR imaging of gastrointestinal tract tumors. *Radiol Clin North Am*. 2013;51(5):
15. Horton KM, Fishman EK. Multi-detector row CT of the abdomen: a review of its diagnostic pitfalls and potential. *J Comput Assist Tomogr*;25(6):619-625.
16. Ramachandran PV, Dunn DP. Radiographic imaging of gastrointestinal perforation. *Clin Radiol*. 2019;74(12):890-901.
17. Dushyant SA, Robert W, John LA. Diagnosis and initial management of kidney stones. *Am Fam Physician*.;84(10):1137-1143.
18. Jang HJ, Kim TK, Burns PN, Wilson SR. Enhancement patterns of focal liver masses: Discordance between contrast-enhanced sonography and contrast-enhanced CT and MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2005;185(2):537-545.
19. Dietrich CF, Arcidiacono PG, Braden B, et al. Clinical application of elastography in liver, pancreas, and spleen. *Ultraschall Med*. 2016;37(6):573-584.
20. Alvarado A. A practical score for the early diagnosis of acute appendicitis. *Ann Emerg Med*. 1986;15(5):557-564.
21. Rosado E, Murphy KJ. Imaging of the Male Pelvis. En: Cohan RH, Dunnick NR, eds. *Problem Solving in Abdominal Imaging*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2009.
22. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzele I, et al. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2019;57(1):8-93.

23. Dietrich CF, Averkiou MA, Nielsen MB, Barr RG, Burns PN, Calliada F, et al. How to perform contrast-enhanced ultrasound (CEUS). *Ultrasound Int Open*. 2018;4(1):E2-E15.
24. Horton KM, Fishman EK. Multi-detector row CT of the abdomen: a review of its diagnostic pitfalls and potential. *J Comput Assist Tomogr*.;25(6):619-625.
25. Alvarado A. A practical score for the early diagnosis of acute appendicitis. *Ann Emerg Med*.;15(5):557-564.
26. Pickhardt PJ, Hassan C, Halligan S, Marmo R. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection--systematic review and meta-analysis. *Radiology*.;259(2):393-405.
27. Ralls PW, Barnes PF, Radin DR, Colletti PM, Halls JM, Quinn MF. Sonography of intraabdominal abscesses: pitfalls and techniques to improve accuracy. *AJR Am J Roentgenol*.;149(5):1061-1064.
28. Sodickson A, Baeyens PF, Andriole KP, et al. Recurrent CT, cumulative radiation exposure, and associated radiation-induced cancer risks from CT of adults. *Radiology*.;251(1):175-184.
29. Huppertz A, Haraida S, Kraus A, et al. Enhancement of focal liver lesions at gadoxetic acid-enhanced MR imaging: correlation with histopathologic findings and spiral CT--initial observations. *Radiology*.;234(2):468-478.
30. Outwater EAL, Siegelman ES, Hunt JL. Ovarian carcinoma: value of adding gadolinium-enhanced MR imaging to conventional MR imaging for characterization. *Radiology*.;210(3): 227-232.
31. Rimola J, Rodriguez S, García-Bosch O, et al. Magnetic resonance for assessment of disease activity and severity in ileocolonic Crohn's disease. *Gut*.;58(8):1113-1120.
32. Semelka RC, Kelekis NL, Thomasson D, et al. Focal liver masses: characterization with nonenhanced and dynamic

gadolinium-enhanced MR imaging.
Radiology.;197(3):683-691.

Ecografía: Principios, Indicaciones y Limitaciones

María José Arcos Jima

Médico Graduada en la Universidad Técnica Particular de Loja
Cursando 2do Año en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica en la Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

La ecografía o ultrasonografía es una técnica de diagnóstico por imagen que utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de estructuras internas del cuerpo. Es una herramienta valiosa en múltiples especialidades médicas debido a su capacidad para visualizar en tiempo real, su seguridad, su portabilidad y su costo relativo más bajo en comparación con otras técnicas de imagenología(1).

Desarrollo histórico

La ecografía, como la conocemos hoy, es el resultado de un desarrollo gradual y continuo a lo largo de más de un siglo. A continuación se presenta una breve descripción de su evolución histórica:

- **Primeros Experimentos (Principios del siglo XX):** Los fundamentos de la ecografía se basan en la física del sonido, específicamente en el fenómeno de la ecografía. En 1880, los hermanos Pierre y Jacques Curie descubrieron el efecto piezoeléctrico, que es crucial para la ecografía moderna. Este efecto se refiere a la capacidad de ciertos materiales para generar un voltaje en respuesta a la presión aplicada, y viceversa(2).
- **Uso en la Detección de Submarinos (Primera Guerra Mundial):** Durante la Primera Guerra

Mundial, la tecnología de ultrasonido se utilizó en forma de SONAR (Sound Navigation and Ranging) para la detección de submarinos(2).

- **Aplicaciones Médicas Iniciales (1940s-1950s):** El médico austriaco Karl Dussik generalmente es reconocido como uno de los primeros en aplicar el ultrasonido en la medicina, intentando usarlo para detectar tumores cerebrales en 1942. En la década de 1950, el obstetra escocés Ian Donald comenzó a usar la ecografía para la evaluación del embarazo y las enfermedades ginecológicas(2).
- **Evolución de la Tecnología (1960s-1980s):** Durante este período, el ultrasonido pasó de ser una tecnología en blanco y negro unidimensional (modo A) a una representación bidimensional en tiempo real (modo B). En la década de 1970, se introdujo la ecografía Doppler, que permite la evaluación del flujo sanguíneo(2).
- **Avances Recientes (1990s-Presente):** En las últimas décadas, el campo de la ecografía ha experimentado avances significativos, incluyendo la introducción de la ecografía tridimensional (3D) y cuatridimensional (4D), la mejora de las imágenes de alta resolución y el desarrollo de la

elastografía, una técnica que mide la elasticidad de los tejidos(2).

Principios de la Ecografía

La ecografía es una técnica de imagen médica que utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de estructuras dentro del cuerpo. Aquí se describen los principios básicos de la ecografía:

1. Principio de Piezoelectricidad: El ultrasonido se basa en el principio de la piezoelectricidad, descubierto por los hermanos Curie en 1880. Según este principio, ciertos materiales, como el cuarzo o ciertos cerámicos, generan una carga eléctrica cuando se les aplica presión, y viceversa(3). En la ecografía, se utiliza un transductor que contiene elementos piezoeléctricos. Cuando se les aplica un voltaje, estos elementos vibran y emiten ondas de ultrasonido.

2. Transmisión de Ondas de Sonido: Las ondas de sonido emitidas por el transductor viajan a través de los tejidos del cuerpo. Las diferentes estructuras del cuerpo (como los huesos, los músculos y los fluidos) tienen diferentes impedancias acústicas, es decir, resisten el paso de las ondas de sonido en diferentes grados. Esto resulta en diferentes velocidades y atenuaciones (disminuciones) de las ondas de sonido(3).

3. Reflexión y Eco: Cuando las ondas de sonido encuentran una interfaz entre dos tejidos con diferentes impedancias acústicas, una parte de la onda se refleja de vuelta al transductor. Este fenómeno se conoce como eco. El tiempo que tarda el eco en regresar al transductor se utiliza para calcular la distancia a la que se encuentra la interfaz, lo que permite construir una imagen de la estructura interna(3).

4. Modo de Imagen: Las ecografías pueden realizarse en varios modos, incluyendo el modo B (brillo), que produce una imagen en dos dimensiones de las estructuras internas, y el modo Doppler, que se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo. En el modo B, los ecos se representan en la pantalla como puntos de brillo cuya intensidad depende de la amplitud del eco. En el modo Doppler, la frecuencia de los ecos se utiliza para calcular la velocidad y dirección del flujo sanguíneo(3).

Clasificación

La ecografía puede clasificarse de diversas maneras dependiendo del objetivo del estudio, el tipo de tecnología utilizada y la técnica específica aplicada. Aquí se presentan algunas de las clasificaciones más comunes:

Según el Objetivo del Estudio

- **Ecografía Diagnóstica:** Se utiliza para diagnosticar una variedad de condiciones médicas y guiar decisiones de tratamiento. Esto incluye la evaluación de órganos internos, embarazo, enfermedades cardíacas, entre otros(1).
- **Ecografía Terapéutica:** Esta se utiliza en fisioterapia para el tratamiento de diversas condiciones musculoesqueléticas. También se emplea en procedimientos intervencionistas para guiar la colocación precisa de agujas y catéteres(2).

Según la Tecnología Utilizada

- **Ecografía en Modo B:** Es el tipo de ecografía más comúnmente utilizado. Produce imágenes en 2D de las estructuras internas del cuerpo(3).
- **Ecografía Doppler:** Esta tecnología se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo en los vasos sanguíneos. Puede ser de color (para visualizar la dirección del flujo) o espectral (para cuantificar la velocidad del flujo)(4).
- **Ecografía 3D/4D:** Este tipo de ecografía permite la visualización tridimensional de las estructuras.

En la ecografía 4D, estas imágenes tridimensionales se visualizan en tiempo real, proporcionando una "película" de la estructura de interés(5).

- Ecografía de Alta Resolución: Utiliza transductores de alta frecuencia para obtener imágenes detalladas de estructuras superficiales, como la piel y las glándulas mamarias(6).

Según la Técnica Específica Aplicada

- Ecografía Transvaginal: Se realiza con una sonda especial que se inserta en la vagina para obtener imágenes detalladas del útero, los ovarios y el embarazo temprano(7).
- Ecografía Transrectal: Se utiliza principalmente en urología para evaluar la próstata(8).
- Ecografía Endoscópica: En este procedimiento, un endoscopio equipado con una sonda de ultrasonido se utiliza para obtener imágenes de alta resolución de estructuras internas, como el tracto gastrointestinal(9).

Indicaciones de la Ecografía

La ecografía tiene una amplia gama de indicaciones en la medicina moderna. En obstetricia y ginecología, la

ecografía se utiliza para monitorizar el desarrollo fetal, evaluar anomalías congénitas y examinar el útero y los ovarios(4). En medicina interna y de emergencia, la ecografía puede ser útil para identificar la causa de un dolor abdominal, como un cálculo biliar o una apendicitis, o para evaluar la función cardíaca en caso de insuficiencia cardíaca o shock(5). La ecografía también tiene aplicaciones en radiología, cirugía, anestesiología, reumatología, nefrología, entre otras(6).

Tabla 1. Indicaciones

Campo de la Medicina	Indicaciones de la Ecografía
Obstetricia y Ginecología	Evaluación del desarrollo fetal, diagnóstico de anomalías congénitas, evaluación del útero y ovarios, detección de masas pélvicas, guiado de procedimientos invasivos, como la amniocentesis(1).
Cardiología	Evaluación de la función y estructura del corazón, diagnóstico de enfermedades cardíacas, como la insuficiencia cardíaca y las valvulopatías, guiado de procedimientos invasivos, como la biopsia endomiocárdica(2).
Medicina de Emergencia	Evaluación rápida en situaciones de trauma (protocolo FAST), diagnóstico

	de la causa de un dolor abdominal agudo, evaluación del tórax en caso de sospecha de neumotórax o derrame pleural(3).
Radiología	Evaluación de masas y tumores, diagnóstico de enfermedades hepáticas y renales, guiado de biopsias y drenajes(4).
Urología	Evaluación de la vejiga y los riñones, diagnóstico de cálculos renales, evaluación de la próstata mediante ecografía transrectal(5).
Gastroenterología	Evaluación del hígado, vesícula biliar, páncreas, bazo y tracto gastrointestinal, diagnóstico de enfermedades hepáticas y pancreáticas, guiado de procedimientos invasivos, como la biopsia hepática(6).
Reumatología	Evaluación de articulaciones y tejidos blandos, diagnóstico de enfermedades inflamatorias y degenerativas, guiado de inyecciones articulares(7).

Limitaciones de la Ecografía

A pesar de sus numerosas ventajas, la ecografía tiene limitaciones inherentes. Las ondas de ultrasonido no

pueden penetrar el hueso o el aire, lo que limita su uso en la exploración del cerebro adulto y los pulmones(7). Además, la calidad de la imagen y la interpretación pueden ser altamente dependientes del operador, lo que puede llevar a una variabilidad en los resultados(8). Las estructuras más profundas pueden ser más difíciles de visualizar, especialmente en pacientes con sobrepeso u obesidad(9).

Además de las limitaciones físicas mencionadas, la ecografía también puede tener limitaciones técnicas. Las imágenes de baja resolución o la presencia de artefactos pueden dificultar la interpretación de los resultados(10). Además, la ecografía es menos eficaz en la visualización de masas sólidas profundas y pequeñas, como los tumores, en comparación con la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM)(11).

Conclusión

A pesar de sus limitaciones, la ecografía sigue siendo una herramienta invaluable en la medicina moderna debido a su capacidad para proporcionar información en tiempo real, su seguridad, su portabilidad y su costo relativo. Sin embargo, es esencial tener en cuenta estas limitaciones al interpretar los resultados y considerar el uso de otras modalidades de diagnóstico por imágenes cuando sea apropiado.

Bibliografía

1. Dietrich, Christoph F et al. "Medical Student Ultrasound Education: A WFUMB Position Paper, Part I." *Ultrasound in medicine & biology* vol. 45,2 (2019): 271-281. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2018.09.017
2. Dietrich, Christoph F et al. "History of Ultrasound in Medicine from its birth to date (2022), on occasion of the 50 Years Anniversary of EFSUMB. A publication of the European Federation of Societies for Ultrasound In Medicine and Biology (EFSUMB), designed to record the historical development of medical ultrasound." *Medical ultrasonography* vol. 24,4 (2022): 434-450. doi:10.11152/mu-3757
3. Neumann, Dominik, and Eva Kollorz. "Ultrasound." *Medical Imaging Systems: An Introductory Guide*, edited by Andreas Maier et. al., Springer, 3 August 2018.pp. 237-249. doi:10.1007/978-3-319-96520-8_11
4. Miller, Douglas L et al. "Diagnostic Ultrasound Safety Review for Point-of-Care Ultrasound Practitioners." *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine* vol. 39,6 (2020): 1069-1084. doi:10.1002/jum.15202
5. Santa Bárbara, Puertollano, and General Universitario Nuestra. "Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias." *Emergencias* 34 (2022): 377-387.
6. Mayordomo-Colunga, Juan, et al. "Ecografía a pie de cama: ¿ es el momento de incluirla en la formación del pediatra?." *Anales de Pediatría*. Vol. 91. No. 3. Elsevier Doyma, 2019.
7. Débdi, Berchid. "Ecografía renal en atención primaria." *Med fam Andalucía* (2019): 55-70.
8. de Casasola, G. García, I. Casado López, and J. Torres-Macho. "Ecografía clínica en el proceso de toma de decisiones en medicina." *Revista Clínica Española* 220.1 (2020): 49-56.
9. Manent, José Ignacio Ramírez. "Ecografía clínica en atención primaria." *ACADEMIC JOURNAL* (2022).

10. Pertierra-Galindo, N., et al. "Estudio de satisfacción del paciente ante la realización de una ecografía en atención primaria." *Medicina de Familia. SEMERGEN* 45.4 (2019): 239-250.
11. Cristancho, Laura, and Julio César Granada. "Ecografía en cirugía general." *Revista Colombiana de Cirugía* 34.4 (2019): 372-385.

**Tomografía Computarizada:
Principios, Indicaciones y Riesgos**

Luis Enrique Laguna Curipallo

Médico General en Funciones Hospitalarias del
Hospital General Docente Ambato

Introducción

La tomografía computarizada (TC) es una modalidad de diagnóstico por imágenes que utiliza tecnología de rayos X para producir imágenes detalladas de secciones transversales del cuerpo. Desde su introducción en la década de 1970, la TC ha evolucionado en términos de calidad de imagen y velocidad de adquisición, y es ahora una herramienta de diagnóstico esencial en múltiples disciplinas médicas (1).

Desarrollo Histórico de la Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada (TC) es un hito en el campo de la medicina, cuyo desarrollo ha revolucionado el diagnóstico y el tratamiento de numerosas condiciones médicas. La TC comenzó a desarrollarse en la década de 1960 como resultado de los esfuerzos de los físicos británicos Godfrey Hounsfield de EMI Laboratories en Inglaterra y Allan Cormack de Tufts University en los Estados Unidos (7).

El primer escáner de TC comercialmente viable, conocido como EMI-Scanner, fue instalado en 1971 en el Atkinson Morley's Hospital en Londres, y fue utilizado para realizar el primer escáner de TC de cerebro en un paciente vivo (7). Este primer escáner podía realizar un escaneo en 4-5 minutos y tardaba horas

en reconstruir una sola imagen a partir de los datos de la proyección (8).

Con el tiempo, la tecnología de la TC ha avanzado significativamente. En la década de 1980, se introdujeron las TC de segunda generación, que redujeron el tiempo de escaneo a menos de un minuto. En la década de 1990, se introdujeron los escáneres de TC de multidetector, que podían adquirir múltiples cortes de imágenes simultáneamente, reduciendo aún más el tiempo de escaneo (9).

En la actualidad, los escáneres de TC son capaces de producir imágenes en 3D de alta resolución, y se están desarrollando técnicas avanzadas como la TC de doble energía y la TC espectral, que permiten una mayor diferenciación de los tejidos y la identificación de materiales específicos (10).

Principios de la Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagen médica que utiliza rayos X para producir imágenes detalladas del cuerpo en secciones transversales. La TC se basa en varios principios fundamentales, que incluyen la atenuación de los rayos X, la adquisición de proyecciones desde múltiples ángulos y la reconstrucción de imágenes por computadora.

7.1. Atenuación de los Rayos X

Los rayos X son una forma de radiación ionizante que puede penetrar los tejidos del cuerpo. Cuando los rayos X pasan a través del cuerpo, son atenuados, o debilitados, en diferentes grados dependiendo de la densidad y la composición de los tejidos que atraviesan. Este principio de atenuación permite a la TC diferenciar entre diferentes tipos de tejidos en función de su densidad, como los huesos, los tejidos blandos y los espacios llenos de aire (11).

7.2. Adquisición de Proyecciones desde Múltiples Ángulos

En una exploración de TC, un tubo de rayos X y un detector giran alrededor del paciente, obteniendo proyecciones de los rayos X desde múltiples ángulos. Esta adquisición rotacional permite a la TC obtener una visión completa de la región del cuerpo que se está examinando (12).

7.3. Reconstrucción de Imágenes por Computadora

Las proyecciones obtenidas desde múltiples ángulos son procesadas por un ordenador para reconstruir las imágenes transversales del cuerpo. Este proceso se basa en algoritmos complejos que calculan la atenuación de los rayos X en cada punto de la imagen. Como resultado, se obtiene una serie de imágenes en secciones

transversales, también conocidas como 'cortes', que pueden ser examinadas individualmente o en conjunto para proporcionar una visión detallada de la anatomía del cuerpo (13).

Indicaciones de la Tomografía Computarizada

Indicaciones de la Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada (TC) es una modalidad de imagen médica versátil con una amplia gama de indicaciones clínicas. Algunas de las indicaciones más comunes se describen a continuación:

8.1. Neurología

En el campo de la neurología, la TC es la modalidad de imagen de elección para la evaluación inicial de pacientes con sospecha de accidente cerebrovascular o hemorragia intracraneal debido a su disponibilidad y rapidez (14). También se utiliza para evaluar los tumores cerebrales, la hidrocefalia, y los traumatismos craneoencefálicos, entre otras condiciones.

8.2. Tórax

La TC de tórax se utiliza para diagnosticar y monitorizar una variedad de condiciones pulmonares, incluyendo enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), fibrosis pulmonar, y neumonía. También es esencial en la detección y seguimiento de los tumores pulmonares (15).

8.3. Abdomen y Pelvis

La TC es a menudo la modalidad de imagen de elección para la evaluación del dolor abdominal agudo, ya que puede proporcionar imágenes detalladas de los órganos abdominales y pélvicos. Además, es útil en la detección y seguimiento de tumores en estos órganos, y se utiliza rutinariamente en la evaluación de la apendicitis, diverticulitis, obstrucción intestinal, y trauma abdominal (16).

8.4. Traumatología

La TC es fundamental en el manejo de pacientes con trauma múltiple, ya que permite una evaluación rápida y completa de las lesiones en órganos y estructuras vitales. La TC de cuerpo entero es ahora una práctica estándar en muchos centros de trauma (17).

8.5. Oncología

En oncología, la TC se utiliza tanto en la detección y diagnóstico de tumores como en la evaluación de la respuesta al tratamiento. Es comúnmente utilizada en combinación con la tomografía por emisión de positrones (PET) para proporcionar imágenes tanto anatómicas como metabólicas (18).

Riesgos de la Tomografía Computarizada

A pesar de su utilidad clínica, la tomografía computarizada (TC) no está exenta de riesgos, los cuales

deben ser considerados cuidadosamente antes de realizar el procedimiento.

9.1. Radiación Ionizante

La principal preocupación asociada con la TC es la exposición a la radiación ionizante. Aunque la cantidad de radiación varía dependiendo del tipo de estudio de TC, en general, la dosis de radiación de una TC es significativamente mayor que la de una radiografía convencional (19). La exposición a la radiación ionizante puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer más adelante en la vida, especialmente en niños y en personas que requieren múltiples estudios de TC. Sin embargo, es importante mencionar que el riesgo absoluto es pequeño y debe ser balanceado contra los beneficios diagnósticos de la TC.

9.2. Reacciones al Contraste

En algunas exploraciones de TC, se utiliza un medio de contraste para mejorar la visibilidad de ciertos tejidos y vasos sanguíneos. Aunque raras, pueden producirse reacciones alérgicas a estos medios de contraste, que pueden variar desde una leve erupción cutánea hasta una reacción anafiláctica grave. Además, el medio de contraste puede ser perjudicial para las personas con insuficiencia renal (20).

9.3. Embarazo

Aunque la TC es generalmente segura, se evita en mujeres embarazadas siempre que sea posible debido a los riesgos potenciales de la radiación para el feto en desarrollo. Si es necesario realizar una TC durante el embarazo, se toman precauciones para minimizar la exposición a la radiación (21).

Avances Recientes y Futuros en la Tomografía Computarizada

La tecnología de la TC ha experimentado avances significativos desde su invención. Algunas de las áreas de innovación reciente incluyen la TC de doble energía, la TC espectral, y la TC cuantitativa.

La TC de doble energía y la TC espectral utilizan dos niveles de energía de los rayos X para obtener información adicional sobre la composición de los tejidos, lo que puede mejorar la detección y caracterización de ciertas condiciones (22).

La TC cuantitativa, por otro lado, tiene como objetivo proporcionar mediciones objetivas y reproducibles de los tejidos, lo que puede ser útil para el seguimiento de la enfermedad a lo largo del tiempo o para evaluar la respuesta al tratamiento (23).

En cuanto a los avances futuros, se están desarrollando técnicas para reducir aún más la dosis de radiación de la TC sin comprometer la calidad de la imagen. Además, la integración de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la TC está abriendo nuevas posibilidades para la interpretación de las imágenes y el diagnóstico (24).

Protocolo para el Uso de la Tomografía Computarizada (TC)

Objetivo:

Este protocolo tiene como objetivo proporcionar una guía detallada para el uso efectivo y seguro de la TC en un entorno clínico.

1. Evaluación Previa al Procedimiento:

1.1. Historial del Paciente: Revisar el historial clínico del paciente, incluyendo alergias, enfermedades preexistentes (por ejemplo, insuficiencia renal), y embarazo para mujeres en edad fértil.

1.2. Evaluación de la Indicación: Asegurarse de que la indicación para la TC es clara y justificada, y que el beneficio potencial supera los riesgos asociados.

1.3. Consentimiento Informado: Informar al paciente sobre el procedimiento, los beneficios, los riesgos y las

alternativas disponibles. Obtener el consentimiento informado.

2. Preparación para el Procedimiento:

2.1. Preparación del Paciente: Dar instrucciones claras al paciente sobre la preparación para la TC, que puede incluir ayuno y preparación para la administración de contraste si es necesario.

2.2. Configuración del Equipo: Asegurarse de que el equipo de TC esté correctamente calibrado y listo para su uso.

3. Realización del Procedimiento:

3.1. Posicionamiento del paciente: Asegurarse de que el paciente esté correctamente posicionado en la mesa de la TC.

3.2. Administración de Contraste: Si se utiliza un agente de contraste, administrarlo de acuerdo con las directrices establecidas.

3.3. Adquisición de Imágenes: Realizar la adquisición de imágenes siguiendo el protocolo específico para la indicación clínica.

4. Post-Procedimiento:

4.1. Cuidado Post-Procedimiento: Monitorizar al paciente para detectar posibles reacciones al contraste si se utilizó.

4.2. Interpretación de las Imágenes: Las imágenes deben ser interpretadas por un radiólogo experimentado.

4.3. Informes: Elaborar y enviar el informe del estudio a la entidad solicitante a la mayor brevedad posible.

5. Seguimiento:

5.1. Seguimiento del paciente: Si es necesario, programar cualquier seguimiento o estudios adicionales.

Nota: Este protocolo es solo una guía y puede necesitar ser adaptado en función de las circunstancias específicas del paciente y las directrices locales y nacionales.

Conclusión

La tomografía computarizada es una herramienta valiosa en la medicina moderna, con una amplia gama de indicaciones. Sin embargo, su uso debe estar justificado clínicamente y los riesgos deben ser considerados cuidadosamente, especialmente la exposición a la radiación. Los avances en la tecnología de la TC continúan mejorando la calidad de la imagen y reduciendo los riesgos asociados.

Bibliografía

1. Brito Araújo, Tharles Lindenberg, et al. "Aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico odontológico—Revisão de literatura." *Revista uningá* 56.S7 (2019): 43-56.
2. Burgos-Urey, Mariela, and Jhoana Mercedes Llaguno-Rubio. "Tomografía computarizada de haz cónico para el diagnóstico de la reabsorción radicular externa asociada al tratamiento de ortodonci." *Revista Científica Odontológica* 8.3 (2020): e037-e037.
3. Lechón, Alexa, and Katherine Leines. "HISTORIA DE LA TOMOGRAFÍA Y SU EVOLUCIÓN EN LA HISTORIA."
4. Carbelo, Madyaret Águila, Leidelén Esquivel Sosa, and Claudia Rodríguez González. "Historia y desarrollo del ultrasonido en la Imagenología." *Acta Médica del Centro* 13.4 (2019): 601-615.
5. Tavares, Débora da Silva. "Tomografía computadorizada através dos quadrinhos." (2022).
6. González, Leopoldo Mario Aguayo. "La trascendencia de la historia en el desarrollo de la ortopedia y traumatología modernas." *Orthotips AMOT* 18.2 (2022): 170-175.
7. Sánchez, Roberto García. "Neuropsicología: historia, evolución y actualidad." *EGLE* 9.19 (2022).
8. Diepgen, Paul. *Historia de la medicina*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2020.
9. Mendel, Yavor, John Kaisermann, and Milos Pawlowski. *Historia de la Medicina*. Cambridge Stanford Books, 2019.
10. González, Miguel Ángel Sánchez. *Historia de la medicina y humanidades médicas*. Elsevier Health Sciences, 2022.
11. Yaimelis, de la Fé Nuñez. "Principios básicos de imagenología." *Convención Científica XL Aniversario Hospital Hermanos Ameijeiras*. 2022.
12. Magalhães, Tiago Augusto, et al. "Avaliação da Perfusão Miocárdica por Tomografia Computadorizada-Princípios,

- Fundamentação Técnica e Recomendações." *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 113 (2019): 758-767.
13. Pedro, García Cartaya, and Breijo Garcia Carlos Manuel. "Importancia del libro Principios técnicos de la tomografía axial computarizada para imagenología y radiofísica médica." *tecnologiaysalud2019*. 2019.
 14. Subias, Joaquín Costa, and Juan Alfonso Soria Jerez. *Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico*. Elsevier, 2021.
 15. Gwiazdowski, Filip Jacek, Jorge Gimenez Leon, and Antonia Mora Jurado. "Los artefactos más frecuentes en resonancia magnética, tomografía computarizada y ecografía que todos los radiólogos deberían conocer." *Seram* 1.1 (2021).
 16. Cabañero, Ana Gema Blanco, et al. "CAPÍTULO 3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA RADIOLOGÍA DE ABDOMEN." *Manual de radiología simple* (2021): 75.
 17. Carrasco Gil, Erika Rocío, and Cristian Felipe Mc-Lean Moreno. "Indicaciones de la tomografía computarizada de haz cónico en endodoncia. Revisión narrativa." (2020).
 18. Hinojosa Zúñiga, Alfredo. "Características de la Indicación Médica de Tomografía Computarizada (TC) Multicorte en Pacientes con Cefalea no Traumática. Hospital III Yanahuara de ESSALUD 2019." (2019).
 19. Saavedra Bejarano, J. (2020). *Indicaciones de la tomografía computarizada de tórax en el estudio de extensión del cáncer epidermoide de cabeza y cuello*.
 20. Aguirre-Mejía, Rosa Yané, and Abel Salvador Arroyo-Sánchez. "Pertinencia de la tomografía computarizada en la pancreatitis aguda." *Revista Médica de Trujillo* 16.3 (2021).
 21. Reynoso Arias, Stefany Paola. "Densidad ósea de la cortical mandibular y Riesgo de osteoporosis evaluados en tomografía computarizada Cone Beam, Lima 2021." (2022).

22. Moreira Milanesi, Emilia, et al. "Tomografía computarizada de cráneo en traumatismo craneoencefálico leve, ¿son estas necesarias en todos los casos?." *Revista Uruguaya de Medicina Interna* 6.1 (2021): 34-44.
23. Garrido, Francisco, et al. "Medios de contraste intravascular en tomografía computada y resonancia magnética: lo que el clínico necesita saber." *ARS MEDICA* 45.1 (2020): 58.
24. PENAS, IRMA MILAGROS GARCIA, et al. "“DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE ÍNDICE DE DOSIS EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (CTDI) EN ESTUDIOS DE TÓRAX REALIZADOS EN UN HOSPITAL DE NIVEL IV ENTRE MARZO-AGOSTO.”"

Resonancia Magnética: Principios, Indicaciones y Contraindicaciones

Fabricio Miguel Díaz Yaguachi

Médico General por la Universidad Nacional de
Loja

Médico en Funciones Hospitalarias en Centro
Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día
Zamora (CCQA H- DIA ZAMORA)

La Resonancia Magnética (RM) es una técnica de imagen médica no invasiva que ha revolucionado el campo de la medicina diagnóstica desde su introducción en los años 70 (1). Esta técnica se basa en los principios de la física nuclear, y permite una representación detallada de los tejidos y órganos internos del cuerpo sin utilizar radiación ionizante (2).

Desarrollo histórico

La Resonancia Magnética (RM) es una técnica de imagenología médica de alta precisión que ha experimentado un desarrollo significativo a lo largo de las últimas décadas. A continuación se presenta un resumen de su evolución histórica.

1946: Descubrimiento de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN)

El físico Felix Bloch de la Universidad de Stanford y Edward Mills Purcell de la Universidad de Harvard, de manera independiente, descubrieron el fenómeno de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN). Este descubrimiento les valió el Premio Nobel de Física en 1952 (3).

1970s: Primeras imágenes por RMN

A principios de los años 70, el físico Raymond Damadian propuso la idea de usar la RMN para la

detección de tumores. En 1973, Paul Lauterbur desarrolló un método para generar las primeras imágenes por RMN, una técnica que eventualmente sería conocida como Resonancia Magnética. Lauterbur fue galardonado con el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 2003 por este trabajo (4).

1980s: Aparición de la RM en la práctica clínica

A principios de los años 80, las máquinas de RM comenzaron a aparecer en hospitales y clínicas. Durante esta década, se realizaron mejoras significativas en la calidad de las imágenes y se redujo el tiempo de escaneo, lo que aumentó la utilidad de la RM en la práctica médica (5).

1990s: Secuencias de pulso y contraste

Durante los años 90, se desarrollaron nuevas secuencias de pulso y técnicas de contraste, lo que permitió la obtención de imágenes con mayor contraste y detalle. También se introdujo la Resonancia Magnética Funcional (fMRI), que permite visualizar la actividad cerebral en tiempo real (6).

Siglo 21: Avances recientes

En las últimas dos décadas, se han realizado varios avances en la RM, incluyendo la introducción de la RM de alto campo (3 Tesla y superior), la imagen por tensor de difusión (DTI), que permite visualizar las vías de las

fibras nerviosas en el cerebro, y la imagen por resonancia magnética multinuclear, que permite visualizar núcleos atómicos distintos del hidrógeno (7).

La RM continúa evolucionando, y los avances en la tecnología y las técnicas de imagen prometen mejorar aún más la capacidad de esta herramienta para diagnosticar y monitorizar enfermedades.

Principios de la Resonancia Magnética

La Resonancia Magnética (RM) se basa en principios de física cuántica y la interacción de los átomos con los campos magnéticos. Aunque los detalles pueden ser bastante complejos, los principios fundamentales se pueden resumir de la siguiente manera:

1. **Precesión:** Cada átomo tiene un núcleo, y en el caso de la RM, el núcleo de hidrógeno es el más relevante debido a su abundancia en el cuerpo humano, principalmente en forma de agua. Los núcleos de hidrógeno poseen una propiedad cuántica llamada "spin", que hace que se comporten como si fueran pequeños imanes. Cuando se coloca en un campo magnético, como el generado por una máquina de RM, estos "pequeños imanes" tienden a alinearse con el campo. Sin embargo, no lo hacen de forma perfecta, sino que oscilan alrededor del eje del campo magnético en un

movimiento llamado precesión, similar al de un trompo.(8)

2. Resonancia y relajación: Cuando se aplica una onda de radio de cierta frecuencia (la frecuencia de Larmor, que es específica para cada tipo de núcleo y depende de la fuerza del campo magnético), los núcleos de hidrógeno absorben la energía y "saltan" a un estado de energía superior. Cuando se deja de aplicar la onda de radio, los núcleos "relajan" y vuelven a su estado original, liberando la energía absorbida en forma de una señal de radiofrecuencia.(9) La tasa a la que los núcleos vuelven a su estado original se conoce como tiempo de relajación, y varía dependiendo del tejido, lo que permite distinguir diferentes tipos de tejidos en las imágenes de RM.

3. Detección de la señal: La señal de radiofrecuencia liberada por los núcleos de hidrógeno es detectada por la máquina de RM, y luego se utiliza para construir una imagen tridimensional del cuerpo.(10) Esto se logra aplicando gradientes de campo magnético, que permiten localizar la señal proveniente de diferentes partes del cuerpo.

Por lo tanto, la RM utiliza los principios de la precesión, la resonancia y la relajación para generar imágenes

detalladas y contrastadas de los tejidos internos del cuerpo humano

Indicaciones de la Resonancia Magnética

La Resonancia Magnética (RM) es una técnica de imagenología extremadamente versátil con numerosas indicaciones en prácticamente todas las especialidades médicas. Algunas de las indicaciones más comunes incluyen:

1. Neurología y Neurocirugía: La RM es la modalidad de elección para evaluar la mayoría de las enfermedades del cerebro y la médula espinal. Se utiliza para investigar una variedad de condiciones, incluyendo tumores cerebrales, accidentes cerebrovasculares, enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer, esclerosis múltiple, infecciones del sistema nervioso central y malformaciones congénitas (11).
2. Ortopedia y Traumatología: La RM es excelente para evaluar los tejidos blandos alrededor de las articulaciones, incluyendo ligamentos, tendones, meniscos y cartílagos. Es ampliamente utilizada para diagnosticar lesiones deportivas, especialmente en la rodilla y el hombro, así como para evaluar enfermedades degenerativas como la osteoartritis (12).

3. **Oncología:** La RM puede ser utilizada para detectar, caracterizar y monitorizar la respuesta al tratamiento en una variedad de cánceres. Es especialmente útil en el cáncer de mama, próstata, hígado, y tumores cerebrales, donde puede proporcionar información detallada sobre el tamaño y la localización del tumor, así como sobre la posible invasión de los tejidos circundantes (13).

4. **Cardiología:** La RM cardíaca es una técnica no invasiva para evaluar la anatomía y la función del corazón. Se utiliza para investigar enfermedades del músculo cardíaco (miocardiopatías), malformaciones congénitas, enfermedades de las arterias coronarias y pericarditis, entre otras (14).

5. **Radiología Pediátrica:** La RM es una opción de imagen segura para los niños, ya que no utiliza radiación ionizante. Se utiliza para evaluar una amplia gama de afecciones, incluyendo malformaciones congénitas, tumores, infecciones y lesiones (15).

Contraindicaciones de la Resonancia Magnética

La Resonancia Magnética (RM) es una técnica de imagenología segura y no invasiva, pero existen ciertas condiciones que pueden contraindicar su uso:

1. **Implantes metálicos y dispositivos electrónicos:** Los pacientes con dispositivos electrónicos implantados,

como marcapasos cardíacos, desfibriladores implantables, ciertos tipos de válvulas cardíacas, implantes cocleares y bombas de insulina no pueden someterse a una RM debido al riesgo de que el campo magnético interfiera con el dispositivo (16). Sin embargo, algunos dispositivos modernos son compatibles con RM, por lo que siempre se debe consultar con el fabricante del dispositivo y el equipo médico. Los pacientes con fragmentos de metal en su cuerpo, especialmente en los ojos, también pueden estar contraindicados para la RM.

2. Claustrofobia: Algunos pacientes pueden experimentar ansiedad o claustrofobia dentro de la máquina de RM debido al espacio cerrado y al ruido que produce la máquina. En casos severos, esto puede requerir el uso de sedación o anestesia, o el uso de una máquina de RM abierta (17).

3. Embarazo: Aunque la RM se considera segura durante el embarazo, generalmente se evita durante el primer trimestre como medida de precaución. Si es necesario realizar una RM en una mujer embarazada, generalmente no se utiliza el contraste a base de gadolinio, ya que se desconoce si puede tener efectos adversos en el feto (18).

4. Insuficiencia renal: Los pacientes con insuficiencia renal severa pueden no ser capaces de eliminar

adecuadamente el agente de contraste a base de gadolinio, lo que puede aumentar el riesgo de una rara pero grave enfermedad llamada fibrosis nefrogénica sistémica (19).

5. Tatuajes: Algunos tatuajes o maquillaje permanente pueden contener pigmentos metálicos que pueden calentarse durante la RM, causando malestar o incluso quemaduras en algunos casos (20).

Protocolo de uso

El uso de la Resonancia Magnética (RM) implica seguir un protocolo riguroso para garantizar la seguridad del paciente y la calidad de las imágenes. Aquí se presenta un protocolo generalizado de uso, pero se debe tener en cuenta que los detalles pueden variar dependiendo de las directrices institucionales y del tipo de estudio de RM que se vaya a realizar.

1. Evaluación Pre-Examen:

Antes de realizar una RM, el equipo médico debe revisar la historia clínica del paciente para determinar si hay alguna contraindicación para el procedimiento. Esto puede implicar una entrevista directa con el paciente o un cuestionario detallado (21).

Se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Presencia de implantes metálicos o dispositivos electrónicos.
- Estado de embarazo.
- Historial de enfermedad renal, especialmente en casos donde se planea utilizar un agente de contraste.
- Presencia de tatuajes o maquillaje permanente.
- Condición psicológica del paciente, como claustrofobia.

2. Preparación del Paciente:

Antes del procedimiento, el paciente debe quitarse todas las joyas, ropa metálica y dispositivos electrónicos. Se le proporcionará una bata hospitalaria para vestir. Se debe explicar al paciente qué esperar durante el procedimiento para minimizar la ansiedad. En caso de claustrofobia severa, puede ser necesaria la sedación (22).

3. Realización del Examen:

El paciente es posicionado en la mesa de la máquina de RM y se le puede proporcionar audífonos o tapones para los oídos para protegerse del ruido. Durante el procedimiento, el técnico estará en constante comunicación con el paciente a través de un intercomunicador. La duración de la RM varía dependiendo del tipo de estudio, pero generalmente dura entre 15 y 60 minutos (23).

4. Post-Procedimiento:

Una vez finalizado el examen, el paciente puede reanudar sus actividades normales a menos que se le haya administrado sedación. Las imágenes obtenidas serán revisadas por un radiólogo, quien proporcionará un informe al médico que solicitó el estudio.

Futuro de la RM

La Resonancia Magnética (RM) ha experimentado un desarrollo significativo desde su inicio, y los avances recientes prometen mejoras aún mayores en la capacidad de esta herramienta para diagnosticar y monitorizar enfermedades. Algunos de estos avances incluyen:

1. Resonancia Magnética de Alto Campo (3 Tesla y superior): Las máquinas de RM de alto campo proporcionan una mejor calidad de imagen debido a una señal más fuerte y un mejor contraste entre los diferentes tejidos. Esto puede ser especialmente útil para la visualización de pequeñas estructuras anatómicas y para ciertos tipos de exámenes, como la imagen cerebral y la imagen musculoesquelética (24).

2. Imagen por Tensor de Difusión (DTI): La DTI es una técnica de RM que permite visualizar las vías de las fibras nerviosas en el cerebro. Esto puede ser útil para entender mejor las enfermedades que afectan a la

sustancia blanca del cerebro, como la esclerosis múltiple, y para planificar la cirugía cerebral (25).

3. Resonancia Magnética Funcional (fMRI): La fMRI permite visualizar la actividad cerebral en tiempo real, mostrando qué áreas del cerebro están activas durante diferentes tareas cognitivas. Esto ha abierto nuevas vías para el estudio del cerebro y la mente (26).

4. Resonancia Magnética Cardíaca (CMR): La CMR se está convirtiendo en una herramienta cada vez más importante para la evaluación no invasiva del corazón. Puede proporcionar información detallada sobre la estructura y la función del corazón, así como sobre la perfusión y la viabilidad del tejido cardíaco (27).

5. Imagen por Resonancia Magnética Multinuclear: La mayoría de las imágenes de RM se basan en el núcleo de hidrógeno, pero también es posible obtener imágenes de otros núcleos, como el carbono-13 o el sodio-23. Esto podría proporcionar nueva información sobre la composición y el metabolismo de los tejidos (28).

Bibliografía

1. Lévano Loayza, Sandro Alexander, and Abell Temistocles Sovero Gaspar. "Evaluación anatómica de la articulación temporomandibular mediante resonancia magnética. Artículo de revisión." *Revista Estomatológica Herediana* 30.4 (2020): 285-293.

2. Waksman Minsky, Noemí, and Alma Saucedo Yáñez. "Breve historia de la Resonancia Magnética Nuclear: desde el descubrimiento hasta la aplicación en imagenología." *Educación química* 30.2 (2019): 129-139.
3. Subias, Joaquín Costa, and Juan Alfonso Soria Jerez. *Resonancia magnética dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico*. Elsevier, 2021.
4. Sartori, Pablo, et al. "Mediciones frecuentes en el sistema nervioso central mediante tomografía computada e imágenes de resonancia magnética." *Revista Argentina de Radiología/Argentinian Journal of Radiology* 84.01 (2020): 009-016.
5. Hernández-Andara, Adalsa, et al. "Presentación inusual de cavidad ósea de Stafne: estudio mediante tomografía computarizada y resonancia magnética." *Odontología sanmarquina* 22.4 (2019): 299-306.
6. Esteves da Cunha, Marina A., et al. "Resonancia magnética de alta definición para la evaluación de trastornos laberínticos." *Revista argentina de radiología* 86.2 (2022): 93-101.
7. Erazo, Crithian Alexander Quinaluisa, et al. "Utilidad diagnóstica de resonancia magnética y artroscopia en meniscopatías." *RECIAMUC* 4.3 (2020): 183-192.
8. Caparó-Zamalloa, César, et al. "Consenso peruano para el uso de la resonancia magnética en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con esclerosis múltiple." *Revista de Neuro-Psiquiatría* 85.2 (2022): 95-106.
9. Chaparro, E. Cebada, J. Lloret del Hoyo, and R. Méndez Fernández. "Colangitis crónicas: diagnóstico diferencial y papel de la resonancia magnética." *Radiología* 62.6 (2020): 452-463.
10. Chaparro, E. Cebada, J. Lloret del Hoyo, and R. Méndez Fernández. "Colangitis crónicas: diagnóstico diferencial y papel de la resonancia magnética." *Radiología* 62.6 (2020): 452-463.

11. Díaz-Navarro, Rienzi, Danilo Silva González, and Carlos Henríquez-Roldán. "Valor de la resonancia magnética cardíaca para el diagnóstico diferencial en pacientes con sospecha de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST y arterias coronarias normales." *Revista médica de Chile* 148.10 (2020): 1406-1417.
12. Gabaldón-Pérez, Ana, et al. "Resonancia magnética cardiaca de estrés para predecir mortalidad y toma de decisiones: registro de 2.496 pacientes mayores con síndrome coronario crónico." *Revista Española de Cardiología* 75.3 (2022): 223-231.
13. Ruiz Benitez, Martha Lucia. "Espectroscopia de resonancia magnética nuclear." (2020).
14. Mora-Boga, Rubén, et al. "Valor pronóstico de la resonancia magnética precoz en la morbilidad y mortalidad de la lesión medular traumática." *Medicina Intensiva* 47.3 (2023): 157-164.
15. García Linage, Rubén, Minseung Jeong, and Eric Misael Saucedo Moreno. "¿ Hay correlación entre hallazgos de resonancia magnética y artroscopia en lesiones meniscales de rodilla?." *Acta médica Grupo Ángeles* 19.1 (2021): 35-39.
16. Shunta Cocha, Fernando, et al. "Validación de un paradigma de razonamiento abstracto para Resonancia Magnética funcional (RMf)." *Revista Ecuatoriana de Neurología* 29.2 (2020): 58-66.
17. Albornoz, Jaime. "Resonancia magnética en el estudio de dos pacientes con dolor pélvico crónico asociado a endometriosis de infiltración profunda." *Revista Médica Clínica Las Condes* 32.2 (2021): 226-230.
18. Ing, Hebert Medelo Ballesteros, et al. "Valoración mediante resonancia magnética del glioblastoma." *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* 38.3 (2019): 382-387.
19. Jaramillo Muñoz, Luis Ángel. "Utilidad de la resonancia magnética para indicación de trombólisis en pacientes con EVC isquémico hiperagudo del CHMH." (2021).
20. Pérez-Rosillo, Miguel A., José P. Martínez-Barbero, and María Gómez-Huertas. "Utilidad de la resonancia magnética craneal

- para el diagnóstico de la distrofia miotónica de tipo 1." *Rev. neurol.*(Ed. impr.) (2019): 123-124.
21. Campaz Usuga, Pablo. "Un modelo de aprendizaje profundo para mejorar la calidad de imágenes médicas de resonancia magnética de la mama." (2021).
 22. Shunta Cocha, Luis Fernando. Revisión sistemática de literatura sobre paradigmas de razonamiento abstracto para resonancia magnética funcional (RMF). MS thesis. Universidad del Azuay, 2020.
 23. Martínez, Irene Escudero. Identificación de infartos cerebrales silentes en pacientes con fibrilación auricular mediante resonancia magnética de 3 Teslas. Diss. Universidad de Sevilla, 2020.
 24. Solis-Poot, J., J. Sanchez-Paz, and J. Perez-Gonzalez. "Clasificación Automática de Sujetos con Deterioro Cognitivo Leve mediante la Caracterización Fractal 3D en Imágenes Cerebrales de Resonancia Magnética." *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*. Vol. 8. No. 1. 2021.
 25. Brammer, Michael. "The role of neuroimaging in diagnosis and personalized medicine-current position and likely future directions." *Dialogues in Clinical Neuroscience* (2022).
 26. Comella del Barrio, Patricia. "New approaches for the future of tuberculosis diagnosis. Interpreting conversations between the host and *Mycobacterium tuberculosis*." (2021).
 27. Vieira, D., et al. "Impacto de la realización de resonancia magnética multiparamétrica (RMmp) antes de la braquiterapia en pacientes con cáncer de próstata." *Actas Urológicas Españolas* (2023).
 28. Álvarez-Maestro, M., et al. "La resonancia magnética como herramienta para el diagnóstico del cáncer de próstata: nuevas evidencias y posicionamiento de la ESUT (EAU Section of Uro-Technology)." *Actas Urológicas Españolas* 44.3 (2020): 148-155.

Avances en Imagenología Diagnóstica

María del Cisne Bravo Heras

Médica General Universidad Nacional de Loja

Médico General en Funciones Hospitalarias

La imagenología diagnóstica ha experimentado una evolución notable en las últimas décadas, evolucionando desde las primeras técnicas de rayos X hasta la resonancia magnética y la tomografía computarizada(1).

Sin embargo, en los últimos años, el campo de la imagenología ha estado experimentando avances significativos debido al desarrollo de la tecnología digital y la inteligencia artificial (IA) (2,3). Estos desarrollos han permitido una mayor precisión en los diagnósticos y están revolucionando la forma en que los médicos detectan y tratan las enfermedades (4,5). Este artículo explorará los avances más recientes en imagenología diagnóstica y cómo están cambiando la práctica médica.

2. Imagenología Molecular y PET

La imagenología molecular permite la visualización de procesos celulares y moleculares en vivo, lo que representa un avance significativo en la detección temprana de enfermedades y el monitoreo de la respuesta al tratamiento (6,7). Un ejemplo destacado de esto es la tomografía por emisión de positrones (PET), una técnica que permite una mayor especificidad y sensibilidad en la detección de enfermedades (8).

La PET se basa en el uso de radioisótopos emisores de positrones que se acoplan a moléculas bioactivas y se inyectan en el paciente. Cuando estos radioisótopos se desintegran, emiten un positrón que, al encontrarse con un electrón, produce dos fotones que se detectan en el escáner (9). A través de estos avances, la imagenología molecular y la PET están cambiando el panorama de la

atención médica, permitiendo diagnósticos más precisos y tratamientos más efectivos.

3. Inteligencia Artificial en la Imagenología Diagnóstica

La inteligencia artificial (IA) está teniendo un impacto significativo en la imagenología diagnóstica. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes cantidades de datos y detectar patrones que podrían ser inapreciables para los humanos (10,11). Esto no solo mejora la precisión de los diagnósticos, sino que también reduce la carga de trabajo de los radiólogos y otros profesionales de la salud (12,13).

La IA puede utilizarse en la detección de anomalías en imágenes de rayos X, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) (14). Además, puede proporcionar una segunda opinión para los médicos, lo que puede mejorar la precisión diagnóstica y reducir la probabilidad de errores (15).

Aunque la integración de la IA en la imagenología diagnóstica aún se encuentra en sus etapas iniciales, ya está teniendo un impacto significativo en el campo y promete transformar aún más la medicina en el futuro.

Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT)

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) es un tipo de tomografía computarizada que produce imágenes en 3D de alta resolución. A diferencia de la tomografía computarizada convencional, que utiliza un haz de rayos X en forma de abanico, la CBCT utiliza un haz en forma de cono (16). Esto permite obtener una gran cantidad de información de una sola rotación alrededor del paciente, reduciendo el tiempo de escaneo y la exposición a la radiación (17).

Este avance ha demostrado ser particularmente útil en la odontología, donde puede proporcionar una vista detallada de los dientes y los huesos circundantes, y es invaluable en la planificación de implantes, la endodoncia y la cirugía maxilofacial (18). Además, la CBCT usa menos radiación que la tomografía computarizada tradicional, lo que la convierte en una opción más segura para los pacientes (19).

A medida que la tecnología continúa avanzando, es probable que veamos más aplicaciones de la CBCT en la medicina, mejorando la capacidad de los médicos para diagnosticar y tratar una variedad de condiciones.

Imágenes Hiperespectrales

Las imágenes hiperespectrales (HSI, por sus siglas en inglés) son una tecnología emergente en el campo de la imagenología diagnóstica. Esta tecnología utiliza

diferentes longitudes de onda de luz para proporcionar imágenes en una variedad de bandas espectrales, a diferencia de las técnicas convencionales que solo utilizan unas pocas (20). Esto permite obtener una gran cantidad de información sobre la composición química y estructural de los tejidos, lo que puede ser útil para la detección temprana de enfermedades (21).

Las aplicaciones potenciales de la HSI en medicina son amplias y van desde la detección de cáncer hasta la evaluación de heridas y quemaduras. Por ejemplo, en oncología, la HSI puede ayudar a distinguir entre tejido canceroso y tejido sano, lo que puede ser útil durante la cirugía para asegurarse de que se ha eliminado todo el tejido canceroso (22). En la evaluación de heridas, la HSI puede proporcionar información sobre la oxigenación y la humedad del tejido, lo que puede ser útil para monitorizar la cicatrización (23).

Aunque la HSI todavía está en sus primeras etapas de uso en medicina, su capacidad para proporcionar información detallada sobre la composición de los tejidos hace que tenga un gran potencial para mejorar la detección y el tratamiento de una variedad de condiciones.

El Futuro de la Imagenología Diagnóstica

Los avances tecnológicos prometen un futuro emocionante para la imagenología diagnóstica. La integración de la inteligencia artificial en la imagenología está en su infancia y se espera que su uso se generalice en los próximos años, lo que podría llevar a mejoras significativas en la precisión del diagnóstico y en la eficiencia del flujo de trabajo (24,25).

Las técnicas emergentes como la imagenología molecular, la PET y la HSI prometen proporcionar información más detallada sobre la fisiología y la patología del cuerpo humano (26). Además, la CBCT y otras formas de tomografía computarizada de bajo dosis de radiación están mejorando la seguridad de la imagenología.

En el futuro, también se espera que veamos una mayor personalización en la imagenología diagnóstica, con enfoques de imagenología adaptados a las necesidades específicas de cada paciente (27). Esto podría incluir la elección de la técnica de imagenología y los parámetros de escaneo basados en el historial médico y genético del paciente.

En resumen, el futuro de la imagenología diagnóstica parece brillante, con muchos avances emocionantes en el horizonte que prometen mejorar la atención al paciente y los resultados de salud.

Conclusión

La imagenología diagnóstica está en constante evolución, impulsada por la innovación y los avances tecnológicos. La integración de la inteligencia artificial, las imágenes hiperespectrales, la PET y la CBCT está transformando la forma en que se realiza la imagenología, proporcionando diagnósticos más precisos y tratamientos más eficaces (24,26,28). A medida que estas tecnologías se vuelven más accesibles y su uso se generaliza, se espera que mejoren aún más la calidad de la atención médica.

El futuro de la imagenología diagnóstica parece prometedor, con una mayor personalización y seguridad para el paciente. No obstante, para realizar todo su potencial, es crucial que los profesionales de la salud estén al tanto de estas innovaciones y se sientan cómodos utilizando estas nuevas tecnologías. Con formación y adaptación, la imagenología diagnóstica seguirá siendo una herramienta esencial en la medicina, ayudando a los médicos a proporcionar la mejor atención posible a sus pacientes (27).

Bibliografía

1. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Johnson E, et al. Use of diagnostic imaging studies and associated radiation exposure for patients enrolled in large integrated health care systems, 1996-2010. JAMA.

2. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*. 2018;18(8):500-510. doi:10.1038/s41568-018-0016-5.
3. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44-56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7.
4. Choy G, Khalilzadeh O, Michalski M, et al. Current Applications and Future Impact of Machine Learning in Radiology. *Radiology*. 2018;288(2):318-328. doi:10.1148/radiol.2018171820.
5. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J*. 2019;6(2):94-98. doi:10.7861/futurehosp.6-2-94.
6. Phelps ME. *Molecular imaging and its biological applications*. New York: Springer
7. Weissleder R, Pittet MJ. Imaging in the era of molecular oncology. *Nature*.;452(7187):580-589. doi:10.1038/nature06917.
8. Townsend DW. Dual-modality imaging: combining anatomy and function. *J Nucl Med*.;49(6):938-955. doi:10.2967/jnumed.107.045930.
9. Cherry SR, Sorenson JA, Phelps ME. *Physics in Nuclear Medicine*. 4th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders;.
10. Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E, et al. Deep Learning: A Primer for Radiologists. *Radiographics*.;37(7):2113-2131. doi:10.1148/rg.2017170077.
11. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*. 2018;18(8):500-510. doi:10.1038/s41568-018-0016-5.
12. Lakhani P, Prater AB, Hutson RK, et al. Machine Learning in Radiology: Applications Beyond Image Interpretation. *J Am Coll Radiol*. 2018;15(2):350-359. doi:10.1016/j.jacr.09.044.
13. Gong B, Nugent JP, Guest W, et al. Influence of Artificial Intelligence on Canadian Medical Students' Preference for

- Radiology Specialty: A National Survey Study. *Acad Radiol.* 2019;26(4):566-577. doi:10.1016/j.acra.2018.08.021.
14. Yasaka K, Akai H, Kunimatsu A, Abe O, Kiryu S. Deep learning for staging liver fibrosis on CT: a pilot study. *Eur Radiol.* 2018;28(11):4578-4585. doi:10.1007/s00330-018-5463-7.
 15. Kim DW, Jang HY, Kim KW, Shin Y, Park SH. Design Characteristics of Studies Reporting the Performance of Artificial Intelligence Algorithms for Diagnostic Analysis of Medical Images: Results from Recently Published Papers. *Korean J Radiol.* 2019;20(3):405-410. doi:10.3348/kjr.2018.0585.
 16. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-730. doi:10.1016/j.cden..05.005.
 17. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol.*
 18. Patel S, Durack C, Abella F, et al. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.*;48(1):3-15.
 19. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*;106(1):106-114.
 20. Lu G, Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review. *J Biomed Opt.*;19(1):010901. doi:10.1117/1.JBO.19.1.010901.
 21. Zhang Y, Hong H, Cai W. Imaging with Raman spectroscopy. *Curr Pharm Biotechnol.*;11(6):654-661. doi:10.2174/138920110791591471.
 22. Akbari H, Halig LV, Schuster DM, et al. Hyperspectral imaging and quantitative analysis for prostate cancer detection. *J Biomed Opt.*;17(7):076005.

23. Vyas KS, Vasconez HC. Hyperspectral imaging: applications in plastic surgery. *Aesthet Surg J*;35(1):104-109. doi:10.1093/asj/sju031.
24. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*. 2018;18(8):500-510. doi:10.1038/s41568-018-0016-5.
25. Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E, et al. Deep Learning: A Primer for Radiologists. *Radiographics*. 2017;37(7):2113-2131. doi:10.1148/rg.2017170077.
26. Phelps ME. *Molecular imaging and its biological applications*. New York: Springer;
27. Yang, Wei et al. "Predicting CT Image From MRI Data Through Feature Matching With Learned Nonlinear Local Descriptors." *IEEE transactions on medical imaging* vol. 37,4 (2018): 977-987. doi:10.1109/TMI.2018.2790962

Uso Racional de la Imagenología en la Práctica Médica General

Frank Sebastián García Chávez

Médico General por la Universidad Central del
Ecuador
Cs Cahuasqui

Introducción

La imagenología médica, que abarca una amplia gama de técnicas y tecnologías, juega un papel crucial en la práctica médica moderna. El uso de la imagenología ha revolucionado la medicina al proporcionar una visión detallada y no invasiva del interior del cuerpo humano, lo que ha facilitado la detección temprana, el diagnóstico y el tratamiento de una gran cantidad de enfermedades (1). Sin embargo, el uso de la imagenología en la medicina no está exento de desafíos, incluyendo el uso inapropiado, la exposición a la radiación y los costos (2). Este artículo examina cómo los médicos generales pueden hacer un uso racional de la imagenología en su práctica diaria.

La imagenología médica incluye una variedad de tecnologías, como la radiografía, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), la ecografía, la tomografía por emisión de positrones (PET) y otras. Cada una de estas modalidades tiene sus propias ventajas y limitaciones, y puede ser más o menos adecuada dependiendo de la condición que se esté evaluando (3).

El uso racional de la imagenología implica el uso de estas tecnologías de manera que maximice los beneficios para el paciente, al tiempo que minimiza los riesgos y costos asociados. Esto requiere un enfoque basado en la

evidencia, que tenga en cuenta tanto las guías clínicas como la evaluación individual del paciente (4).

El objetivo de este artículo es proporcionar una visión general de cómo se puede lograr un uso racional de la imagenología en la práctica médica general, discutiendo temas como la justificación y optimización del uso de la imagenología, el manejo de la sobreutilización y subutilización, y la comunicación con los pacientes sobre los riesgos y beneficios de las pruebas de imagen.

Revisión de las diferentes modalidades de imagenología

La imagenología médica ha revolucionado la práctica de la medicina, proporcionando a los médicos la capacidad de visualizar estructuras y funciones internas del cuerpo humano de manera no invasiva. Varios métodos de imagenología se utilizan comúnmente en la práctica médica, cada uno con sus propias fortalezas y limitaciones.

Radiografía: Esta técnica utiliza radiación ionizante para producir imágenes bidimensionales de las estructuras internas del cuerpo. Las radiografías son especialmente útiles para visualizar los huesos, pero también se utilizan para examinar los pulmones y otras estructuras del tórax, así como el abdomen (5).

Ultrasonido: El ultrasonido utiliza ondas sonoras para generar imágenes de los órganos internos y tejidos blandos del cuerpo. No utiliza radiación ionizante, lo que lo hace seguro para su uso en pacientes de todas las edades y condiciones, incluyendo el embarazo (6).

Tomografía Computarizada (TC): La TC utiliza una serie de radiografías tomadas desde diferentes ángulos para crear imágenes tridimensionales y detalladas de las estructuras internas del cuerpo. Aunque expone a los pacientes a radiación ionizante, la TC puede proporcionar información diagnóstica valiosa en una amplia variedad de contextos clínicos (7).

Resonancia Magnética (RM): La RM utiliza un potente campo magnético y ondas de radio para generar imágenes detalladas de los órganos y tejidos del cuerpo. No utiliza radiación ionizante y puede proporcionar más detalle que la TC en ciertas áreas del cuerpo, como el cerebro y la médula espinal (8).

Tomografía por Emisión de Positrones (PET): La PET es una técnica de imagenología nuclear que puede proporcionar información sobre la actividad metabólica de los tejidos, lo que puede ser útil para la detección y seguimiento del cáncer. Sin embargo, implica la exposición a radiación ionizante y es una técnica costosa (9).

Es esencial que los médicos generales comprendan las fortalezas y limitaciones de cada una de estas técnicas para poder utilizarlas de manera eficaz y segura en su práctica.

Es fundamental que los médicos de atención primaria tengan un conocimiento sólido de cada modalidad de imagenología, sus usos apropiados y sus limitaciones, para maximizar su utilidad en la atención al paciente (10). La elección de la modalidad de imagenología adecuada depende de varios factores, incluyendo el tipo de información necesaria, la región anatómica de interés, el estado del paciente y los riesgos y beneficios asociados con cada técnica.

Principios del uso racional de la imagenología

El uso racional de la imagenología se basa en varios principios fundamentales. Estos principios, que se alinean con las directrices internacionales y los estándares de atención médica de alta calidad, ayudan a guiar a los médicos en la toma de decisiones sobre cuándo y cómo utilizar la imagenología en su práctica (11).

Justificación: Antes de solicitar cualquier prueba de imagen, los médicos deben justificar su necesidad. Esto implica considerar si la prueba es probable que aporte

información útil que afecte el manejo del paciente. En algunos casos, la información necesaria puede obtenerse mediante métodos menos costosos o menos invasivos (12).

Optimización: Las pruebas de imagen deben ser optimizadas para proporcionar la máxima cantidad de información diagnóstica con el mínimo riesgo para el paciente. Esto puede implicar ajustar los parámetros de la prueba para minimizar la exposición a la radiación, o seleccionar una modalidad de imagen que sea particularmente eficaz para examinar la región o condición de interés (13).

Limitación de la exposición a la radiación: Las pruebas de imagen que utilizan radiación ionizante, como las radiografías y la TC, deben utilizarse con prudencia debido al riesgo de daño a los tejidos y al potencial de aumentar el riesgo de cáncer a largo plazo. Los médicos deben esforzarse por utilizar pruebas que limiten la exposición a la radiación siempre que sea posible (14).

Comunicación efectiva: Los médicos deben comunicarse de manera efectiva con los pacientes sobre las pruebas de imagen. Esto incluye explicar por qué se necesita la prueba, qué información se espera obtener, y

discutir cualquier riesgo asociado, como la exposición a la radiación (15).

Continua evaluación y educación: Los médicos deben comprometerse con la continua evaluación y educación en relación con el uso de la imagenología. Esto incluye mantenerse al día con las últimas investigaciones y directrices, así como participar en actividades de formación continua (16).

Evaluación clínica antes del uso de la imagenología

La evaluación clínica es un paso crucial antes de considerar la utilización de pruebas de imagenología. Esta evaluación permite al médico recopilar información sobre los síntomas del paciente, su historia médica y sus hallazgos físicos, que son fundamentales para determinar si se necesita una prueba de imagen y, de ser así, cuál es la más apropiada (17).

Historia clínica: La historia clínica del paciente debe incluir información sobre los síntomas actuales, la duración de los síntomas, cualquier factor desencadenante o aliviador, y cualquier patrón asociado a los síntomas. También debe recogerse información sobre cualquier enfermedad previa, medicación actual, alergias, antecedentes familiares de enfermedad y factores de estilo de vida, como el tabaquismo y el consumo de alcohol (18).

Examen físico: Un examen físico completo es esencial para identificar cualquier anormalidad que pueda requerir más investigación. El examen debe ser sistemático y completo, y debe centrarse en las áreas que son relevantes para los síntomas del paciente (19).

Análisis de los resultados: Tras la historia clínica y el examen físico, los médicos deben analizar la información recogida para identificar cualquier patrón o anormalidad que pueda sugerir una posible diagnosis. En muchos casos, la evaluación clínica puede proporcionar suficiente información para hacer un diagnóstico sin necesidad de pruebas de imagen (20).

Decisión sobre la imagenología: Si la evaluación clínica sugiere que se necesita más información para hacer un diagnóstico, el médico debe considerar qué prueba de imagen sería la más apropiada. Esto dependerá de varios factores, incluyendo la naturaleza de los síntomas del paciente, la región anatómica que necesita ser examinada, y los riesgos y beneficios de las diferentes pruebas de imagen (21).

Uso de guías de referencia clínica:

Las guías de referencia clínica son una herramienta esencial para el uso racional de la imagenología. Estas guías, desarrolladas por organizaciones expertas,

proporcionan recomendaciones basadas en evidencia sobre cuándo y cómo utilizar las pruebas de imagen en diferentes contextos clínicos (22).

Las guías pueden ayudar a los médicos a determinar si una prueba de imagen es necesaria, cuál es la prueba más apropiada para una determinada situación, y cómo interpretar los resultados de las pruebas de imagen (23). También pueden ayudar a minimizar el uso innecesario de la imagenología, lo que puede ahorrar costos y reducir la exposición a la radiación (24).

Un ejemplo de tales guías es la iniciativa Choosing Wisely, que proporciona recomendaciones sobre el uso de pruebas y procedimientos en varias especialidades médicas, incluyendo la radiología. También la American College of Radiology (ACR) ha desarrollado el sistema ACR Appropriateness Criteria, que ofrece guías detalladas sobre el uso de la imagenología en más de 200 temas clínicos (25).

Es esencial que los médicos estén familiarizados con las guías de referencia clínica relevantes y las utilicen en su práctica. Sin embargo, estas guías son solo una herramienta y no deben sustituir el juicio clínico individual. Cada paciente es único, y los médicos deben considerar todas las circunstancias individuales al tomar decisiones sobre la atención médica (26).

Manejo de la sobreutilización y la subutilización de la imagenología

La sobreutilización y la subutilización de la imagenología son problemas significativos en la atención sanitaria moderna. Ambos pueden dar lugar a un cuidado deficiente del paciente, a costos innecesarios y a riesgos para la salud evitables (27).

Sobreutilización: La sobreutilización de la imagenología puede conducir a un aumento de la exposición a la radiación, a diagnósticos y tratamientos innecesarios, y a un incremento de los costos sanitarios. Para manejar la sobreutilización, los médicos deben seguir rigurosamente las guías de referencia clínica, justificar cuidadosamente todas las pruebas de imagen, y considerar alternativas menos invasivas siempre que sea posible (28). Las intervenciones de sistemas, como la retroalimentación de los médicos sobre su uso de las pruebas de imagen y la integración de las guías de referencia clínica en los sistemas de registros médicos electrónicos, también pueden ser efectivas (29).

Subutilización: La subutilización de la imagenología puede llevar a un diagnóstico tardío o a un diagnóstico erróneo, y a un manejo inadecuado de las condiciones médicas. Para manejar la subutilización, los médicos deben tener un conocimiento sólido de las indicaciones para las pruebas de imagen, y deben ser conscientes de

los riesgos de no realizar una prueba de imagen cuando está indicada. Las barreras para el uso adecuado de la imagenología, como el acceso limitado a los servicios de imagenología y los costos, también deben ser abordadas (30).

Desafíos en la educación y la formación en imagenología para médicos generales

La formación en imagenología para médicos generales es esencial, ya que estos profesionales son a menudo los primeros en identificar la necesidad de pruebas de imagen y en interpretar los resultados. Sin embargo, existen varios desafíos en esta área de la educación médica (31).

Falta de tiempo y recursos: La formación en imagenología puede ser intensiva en tiempo y recursos, y puede ser difícil de integrar en los ya cargados programas de formación médica. Los médicos generales deben adquirir competencias en una amplia gama de áreas, y puede ser difícil encontrar tiempo para la formación detallada en imagenología (32).

Acceso a la formación: No todos los médicos generales tienen acceso a la formación en imagenología de alta calidad. Esto puede ser particularmente problemático en áreas rurales o desatendidas, donde los médicos pueden

depender en gran medida de la imagenología para el diagnóstico y el manejo de las condiciones médicas (33).

Mantenerse al día con los avances tecnológicos: La tecnología de imagenología está en constante evolución, y puede ser difícil para los médicos generales mantenerse al día con los últimos avances. Esto puede ser particularmente desafiante en el caso de las técnicas de imagen más nuevas y avanzadas, como la resonancia magnética funcional o la tomografía por emisión de positrones (34).

Interpretación de imágenes: Aunque los médicos generales pueden ser competentes en la ordenación de las pruebas de imagen, pueden tener dificultades para interpretar los resultados. Esto puede llevar a diagnósticos erróneos o retrasados, y a un manejo inadecuado de las condiciones médicas (35).

El papel del médico de cabecera en la discusión de los riesgos y beneficios de la imagenología con los pacientes

El médico de cabecera desempeña un papel crucial en la discusión de los riesgos y beneficios de la imagenología con los pacientes. Esto es especialmente relevante dado que la mayoría de las solicitudes de pruebas de imagen provienen de médicos de atención primaria (36).

Informar a los pacientes: Los médicos de cabecera deben informar a los pacientes sobre la necesidad de una prueba de imagen, los beneficios que se esperan de la prueba en términos de diagnóstico y manejo, y los riesgos asociados, como la exposición a la radiación, el estrés de un posible hallazgo incidental y los costos financieros (37).

Entender las preocupaciones del paciente: Los médicos deben hacer un esfuerzo para entender las preocupaciones del paciente sobre la prueba de imagen y tratar de abordarlas de manera adecuada. Esto puede incluir miedos sobre el procedimiento en sí, preocupaciones sobre los resultados, o ansiedad acerca de la exposición a la radiación (38).

Decisiones compartidas: Los médicos de cabecera deben fomentar la toma de decisiones compartidas con los pacientes. Esto implica discutir las opciones, considerar las preferencias y valores del paciente, y llegar a una decisión conjunta sobre si proceder con la prueba de imagen (39).

Seguimiento: Tras la realización de la prueba de imagen, el médico de cabecera debe discutir los resultados con el paciente, explicar lo que significan y cómo afectarán al manejo del paciente, y responder a cualquier pregunta o preocupación que el paciente pueda tener (40).

Conclusiones

El uso de la imagenología en la práctica médica general es un componente esencial para el diagnóstico y manejo de múltiples afecciones. Sin embargo, es vital que los médicos generales utilicen estas herramientas de manera responsable y racional. Esto implica entender las diferentes modalidades de imagenología y sus aplicaciones, así como las guías clínicas para su uso.

La evaluación clínica sigue siendo la piedra angular de la medicina y debe ser el primer paso antes de recurrir a pruebas de imagen. Asegurarse de que se utilizan las guías de referencia clínica y estar atentos a la sobreutilización y subutilización de la imagenología, ayudará a optimizar el cuidado del paciente, minimizar los riesgos y controlar los costos.

Es importante para los médicos generales recibir formación adecuada en imagenología y mantenerse actualizados en este campo en rápida evolución. Esto es esencial para la interpretación precisa de las imágenes y para el uso efectivo de estas herramientas.

Además, los médicos de cabecera juegan un papel crucial en la discusión de los riesgos y beneficios de la imagenología con los pacientes. La toma de decisiones compartida, basada en una comunicación clara y abierta, mejora la satisfacción del paciente y garantiza que el

cuidado esté alineado con las necesidades y valores del paciente.

En conclusión, la imagenología es una herramienta poderosa en la medicina, pero su uso debe ser racional, basado en evidencia y centrado en el paciente.

Bibliografía

1. Thrall JH. Trends and developments shaping the future of diagnostic medical imaging: annual oration in diagnostic radiology. *Radiology*.;279(3):660-666.
2. Berrington de González A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med*.;169(22):2071-2077.
3. Lysdahl KB, Hofmann BM. What causes increasing and unnecessary use of radiological investigations? a survey of radiologists' perceptions. *BMC Health Serv Res*.;9:155.
4. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, Shah ND, Nasir K, Einstein AJ, Nallamothu BK. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med*.;361(9):849-857.
5. Thrall JH. Trends and developments shaping the future of diagnostic medical imaging: annual oration in diagnostic radiology. *Radiology*. 2016;279(3):660-666.
6. Hahn PF, Stark DD, Lewis JM, Saini S, Elizondo G, Weissleder R, Fretz CJ, Ferrucci JT. First clinical trial of a new superparamagnetic iron oxide for use as an oral gastrointestinal contrast agent in MR imaging. *Radiology*.;175(3):695-700.

7. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med.*;357(22):2277-2284.
8. Pahade J, Couto C, Davis RB, Patel P, Siewert B, Rosen MP. Review of current guidelines for MRI appropriateness in musculoskeletal imaging. *AJR Am J Roentgenol.*;196(4):701-706.
9. Römer W, Hentschel M, Zöphel K, Tiepolt S, Hesse S, Seese A, et al. Diagnostic value of FDG-PET in the clinical management of head and neck cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol.*;270(9):2491-2498.
10. Rao VM, Parker L, Levin DC. The practice of radiology: The major trends and the minor trends. *Radiology.* 2018;289(1):226-234.
11. Rao VM, Parker L, Levin DC. The practice of radiology: The major trends and the minor trends. *Radiology.* 2018;289(1):226-234.
12. Thrall JH. Trends and developments shaping the future of diagnostic medical imaging: 2015 annual oration in diagnostic radiology. *Radiology.* 2016;279(3):660-666.
13. Lysdahl KB, Hofmann BM. What causes increasing and unnecessary use of radiological investigations? a survey of radiologists' perceptions. *BMC Health Serv Res.* 2009;9:155.
14. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med.* 2007;357(22):2277-2284.
15. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, Shah ND, Nasir K, Einstein AJ, Nallamothu BK. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med.*;361(9):849-857.
16. Pahade J, Couto C, Davis RB, Patel P, Siewert B, Rosen MP. Review of current guidelines for MRI appropriateness in musculoskeletal imaging. *AJR Am J Roentgenol.*

17. Levin DC, Rao VM, Parker L, Frangos AJ, Sunshine JH. Recent trends in imaging use in hospital settings: implications for future planning. *J Am Coll Radiol.*;8(4):262-267.
18. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood).*;27(6):1491-1502.
19. Rao VM, Levin DC. The overuse of diagnostic imaging and the Choosing Wisely initiative. *Ann Intern Med.*;157(8):574-576.
20. Berrington de González A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in. *Arch Intern Med.*;169(22):2071-2077.
21. Rao VM, Levin DC. The overuse of diagnostic imaging and the Choosing Wisely initiative. *Ann Intern Med.*;157(8):574-576.
22. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood).*;27(6):1491-1502.
23. Levin DC, Rao VM, Parker L, Frangos AJ, Sunshine JH. Recent trends in imaging use in hospital settings: implications for future planning. *J Am Coll Radiol.*;8(4):262-267.
24. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®. *Radiology.*;284(1):225-243.
25. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, Shah ND, Nasir K, Einstein AJ, Nallamothu BK. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med.*;361(9):849-857.
26. Rao VM, Levin DC. The overuse of diagnostic imaging and the Choosing Wisely initiative. *Ann Intern Med.*;157(8):574-576.

27. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood)*. 2008;27(6):1491-1502.
28. Levin DC, Rao VM, Parker L, Frangos AJ, Sunshine JH. Recent trends in imaging use in hospital settings: implications for future planning. *J Am Coll Radiol*.;8(4):262-267.
29. Berrington de González A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in. *Arch Intern Med*. 2009;169(22):2071-2077.
30. Sistrom CL, Dang PA, Weilburg JB, Dreyer KJ, Rosenthal DI, Thrall JH. Effect of computerized order entry with integrated decision support on the growth of outpatient procedure volumes: seven-year time series analysis. *Radiology*.;251(1):147-155.
31. Amis ES Jr, Butler PF, Applegate KE, Birnbaum SB, Brateman LF, Hevezi JM, et al. American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine. *J Am Coll Radiol*.;4(5):272-284.
32. Levin DC, Rao VM, Parker L, Frangos AJ, Sunshine JH. Recent trends in imaging use in hospital settings: implications for future planning. *J Am Coll Radiol*.;8(4):262-267.
33. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood)*.;27(6):1491-1502.
34. Rao VM, Levin DC. The overuse of diagnostic imaging and the Choosing Wisely initiative. *Ann Intern Med*.;157(8):574-576.
35. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, et al. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med*.;361(9):849-857.

36. Rao VM, Levin DC. The overuse of diagnostic imaging and the Choosing Wisely initiative. *Ann Intern Med.*;157(8):574-576.
37. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood).*;27(6):1491-1502.
38. Levin DC, Rao VM, Parker L, Frangos AJ, Sunshine JH. Recent trends in imaging use in hospital settings: implications for future planning. *J Am Coll Radiol.*;8(4):262-267.
39. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, et al. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med.*;361(9):849-857.
40. Berlin L. Communicating findings of radiologic examinations: whither goest the radiologist's duty? *AJR Am J Roentgenol.*;178(6):1357-1361.