

IMAGEN EN LA PRÁCTICA MÉDICA TOMO 4



AUTORES

Byron Rolando Chiliquinga Chicaiza
Erick Josue Fabre Morales
Mariuxi Aracely Zambrano Navia
Stefania Monserrate Loor Zambrano
María de los Ángeles Andrade Arrieta
Tania Cristina Bernal Quizhpi
Bryan Vinicio Buele Banegas
Tannia Patricia Rodas Mayorga

Imagen en la Práctica Médica Tomo 4

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: 978-9942-627-27-8

DOI: <http://doi.org/10.56470/978-9942-627-27-8>

Una producción © Cuevas Editores SAS

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:	3
Prólogo	4
Imagenología en la Evaluación de Enfermedades Hepáticas	5
Byron Rolando Chiliquina Chicaiza	5
Nuevas Tecnologías en Imagenología Médica: Inteligencia Artificial y su Aplicación en la Práctica Clínica	19
Erick Josue Fabre Morales	19
Tomografía Computarizada (TC) en la Evaluación de Enfermedades del Tracto Gastrointestinal	32
Mariuxi Aracely Zambrano Navia	32
Uso de la Resonancia Magnética en la Evaluación de Enfermedades Neurológicas	50
Stefania Monserrate Loor Zambrano	50
Imágenes de Ultrasonido en la Evaluación de Enfermedades Obstétricas y Ginecológicas, La Ecografía Doppler	67
María de los Ángeles Andrade Arrieta	67
Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en el Diagnóstico del Cáncer	79
Tania Cristina Bernal Quizhpi	79
Ecografía en la Evaluación de Enfermedades del Sistema Musculo-esquelético	97
Bryan Vinicio Buele Banegas	97
Uso de la Imagenología en la Evaluación de Enfermedades Respiratorias, La Tomografía de Impedancia Eléctrica	111
Tannia Patricia Rodas Mayorga	111

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 Enfermedades Hepáticas

Byron Rolando Chiliquina Chicaiza

Médico por la Universidad Central del Ecuador

Médico Postgradista de Imagenología por la
Universidad San Francisco de Quito

Hospital Gineco Obstétrico Pediátrico de Nueva Aurora

Luz Elena Arismendi

Anatomía y fisiología del hígado

El hígado es un órgano vital ubicado en la parte superior derecha del abdomen, debajo del diafragma. Es el órgano más grande del cuerpo humano y cumple múltiples funciones importantes, como la síntesis de proteínas, la producción de bilis, el almacenamiento de vitaminas y la eliminación de toxinas del cuerpo. (1)

Anatómicamente, el hígado está dividido en dos lóbulos principales, el lóbulo derecho y el lóbulo izquierdo, separados por el ligamento falciforme. Además, el hígado tiene una estructura lobulillar, compuesta por unidades funcionales llamadas hepatocitos, que se organizan alrededor de una vena central y están rodeados de células de Kupffer y células de Ito. (1)(2)

En cuanto a la fisiología del hígado, es importante destacar su papel en el metabolismo de los nutrientes, como los carbohidratos, las grasas y las proteínas. También es responsable de la síntesis de diversas proteínas plasmáticas, como la albúmina y los factores de coagulación. Además, el hígado produce y secreta bilis, que es esencial para la digestión y la absorción de grasas en el intestino.(3)(4)

En el contexto de las enfermedades hepáticas, comprender la anatomía y fisiología del hígado es fundamental para entender los mecanismos subyacentes

a las diferentes patologías hepáticas y para diseñar estrategias de diagnóstico y tratamiento adecuadas.(5)

Introducción: importancia de la imagenología en la evaluación de enfermedades hepáticas

La imagenología es una herramienta fundamental en la evaluación de enfermedades hepáticas, permitiendo obtener información precisa y detallada sobre la anatomía y función del hígado, así como de las patologías que pueden afectar. En este sentido, la imagenología se ha convertido en una herramienta esencial para el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de las enfermedades hepáticas. En esta sección se abordará la anatomía y fisiología del hígado, con el fin de brindar los fundamentos necesarios para comprender la importancia de la imagenología en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades hepáticas.

Métodos de imagen utilizados en la evaluación de enfermedades hepáticas:

Ultrasonografía abdominal

La ultrasonografía abdominal es un método de imagen ampliamente utilizado para la evaluación de enfermedades hepáticas. Esta técnica no invasiva y de bajo costo utiliza ondas sonoras para crear imágenes del hígado y otros órganos abdominales.

En la evaluación de enfermedades hepáticas, la ultrasonografía puede detectar la presencia de quistes,

masas, lesiones focales, dilataciones vasculares y anomalías en la arquitectura hepática. También puede evaluar la ecogenicidad del parénquima hepático y la presencia de grasa en el hígado.

Además, la ultrasonografía Doppler puede evaluar el flujo sanguíneo portal y hepático, y detectar la presencia de enfermedades vasculares hepáticas como la hipertensión portal y la trombosis venosa portal.

La ultrasonografía abdominal es una técnica segura y no invasiva que se utiliza ampliamente en la evaluación de enfermedades hepáticas, especialmente en la detección temprana de lesiones hepáticas y la monitorización de enfermedades crónicas como la enfermedad hepática grasa no alcohólica.(6)



Figura 1. Enfermedad hepática grasa. Atenuación posterior (grado III) 1.Sahuquillo Martínez A, Ignacio J, Manent R, Pilar M, Moreno T, Solera Albero J, et al. diagnostic technique in non-alcoholic hepatic esteatosis. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/jonnpr/v5n4/2529-850X-jonnpr-5-04-392.pdf>

Tomografía computarizada (TC)

La tomografía computarizada (TC) es un método de imagen que utiliza rayos X para generar imágenes detalladas de los órganos y tejidos del cuerpo. En la evaluación de enfermedades hepáticas, la TC puede mostrar la forma y el tamaño del hígado, así como la presencia de lesiones, como masas, quistes, hematomas o abscesos. También puede proporcionar información sobre el flujo sanguíneo hepático y la presencia de obstrucciones en los vasos sanguíneos del hígado. Para mejorar la visualización del hígado, a menudo se utiliza un medio de contraste intravenoso durante la exploración. La TC es útil para evaluar el grado de fibrosis hepática y puede ser utilizada para guiar la biopsia hepática. (6)

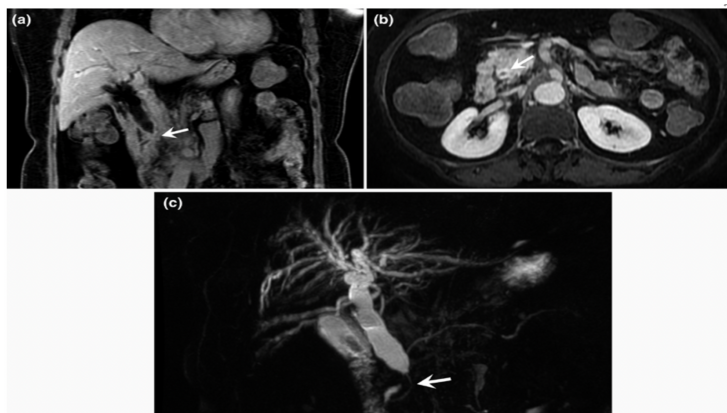


Figura 2. CC extrahepático. (a) Imagen coronal y axial (b) de RM en secuencia potenciada enT1 con saturación grasa post inyección de gadolinio, que evidencia engrosamiento e impregnación parietal

del colédoco distal con disminución del calibre luminal (flecha). (c) Colangiopancreatografía por RM (CPRM) con Reconstrucción de Proyección de Máxima Intensidad (MIP) 3D donde se demuestra engrosamiento del conducto colédoco distal causando estenosis abrupta a ese nivel (flecha) y dilatación ductal proximal por encima de la lesión. Fuente: Sánchez L, Labra A, Schiappacasse G. Colangiocarcinoma. Evaluación por Tomografía Computada y Resonancia Magnética. Revista Argentina de Radiología from: https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2020/1_marzo/arg/rt_colangiocarcinoma.pdf

Resonancia magnética (RM)

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagenología no invasiva que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para generar imágenes detalladas del hígado y otros órganos. En la evaluación de enfermedades hepáticas, la RM es particularmente útil para evaluar la extensión de las lesiones hepáticas, diferenciar entre lesiones benignas y malignas y para detectar pequeñas lesiones que no son visibles en otras técnicas de imagen. La RM también puede proporcionar información sobre la perfusión hepática y la función hepática. Además, la RM es útil en la planificación preoperatoria y el seguimiento postoperatorio de pacientes con enfermedades hepáticas.(7)

Elastografía hepática

La elastografía hepática es una técnica de imagen que permite evaluar la elasticidad del tejido hepático. Esta técnica utiliza ondas de corte o vibración para medir la

rigidez del hígado. La rigidez del hígado puede ser un indicador de la presencia de fibrosis o cirrosis hepática. La elastografía hepática se puede realizar a través de ultrasonido (elastografía hepática por ultrasonido) o resonancia magnética (elastografía hepática por resonancia magnética). La elastografía hepática es un método no invasivo y puede ser útil para la detección temprana y el seguimiento de la progresión de la enfermedad hepática.(8)

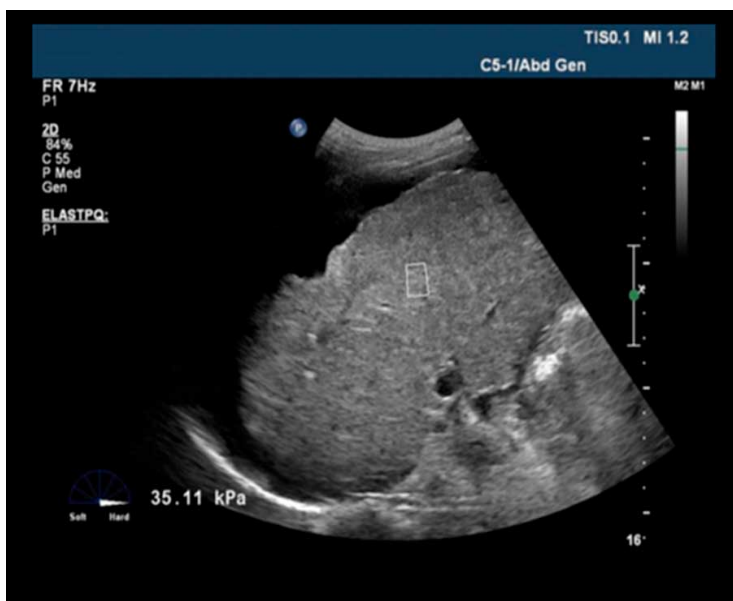


Figura 3. Estudio de elastografía hepática cuantitativa con método Share Wave en un paciente con el diagnóstico de cirrosis y ascitis.1.Elastografía Hepática por Ultrasonido Verken Lab. 2019 from: <https://verkenlab.com/elastografia-hepatica-por-ultrasonido/>

Angiografía hepática

La angiografía hepática es una técnica de imagen que utiliza la inyección de un medio de contraste radiopaco a través de un catéter en la arteria hepática para obtener imágenes de los vasos sanguíneos del hígado. Este método de imagen es útil para detectar tumores hepáticos, malformaciones vasculares y para guiar procedimientos terapéuticos como la embolización de tumores hepáticos. Sin embargo, debido a su naturaleza invasiva y al riesgo de complicaciones, se reserva para casos específicos en los que otros métodos de imagen no proporcionan la información necesaria.(9)



Figura 4. Angiografía del aneurisma de la arteria hepática. El aneurisma surgía del origen de la arteria hepática común e incluía la arteria hepática común y la arteria hepática izquierda y derecha. Todo el aneurisma tenía una morfología fusiforme y la luz profundida medía 3-4 cm de diámetro. Fuente: Procedimiento combinado de cirugía endovascular y abierta en un gran aneurisma de la arteria hepática. *Anales de Cirugía Vascular* <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-cirurgia-vascular-280-articulo-procedimiento-combinado-cirurgia-endovascular-abierta-1311758>
9

Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)

La colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE) es un procedimiento de imagenología utilizado para examinar los conductos biliares y pancreáticos. Consiste en la inserción de un endoscopio a través de la boca hasta el duodeno, donde se introduce un tinte de contraste en los conductos biliares y pancreáticos.(10)

Luego, se toman radiografías para evaluar la presencia de obstrucciones, estrechamientos, cálculos o tumores en los conductos. La CPRE también se puede utilizar para realizar procedimientos terapéuticos, como la eliminación de cálculos o la dilatación de conductos estrechos.

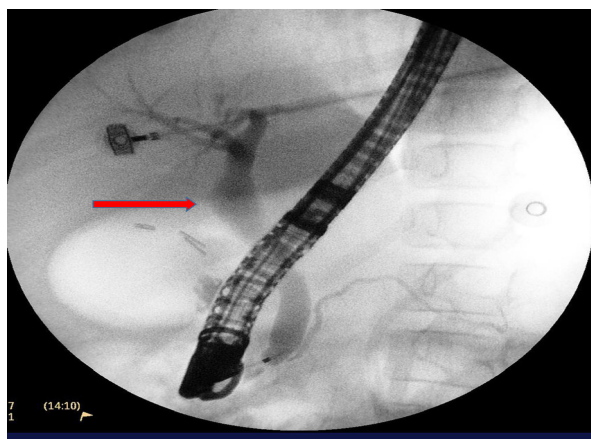


Figura 5. Imagen de colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE) en fase de llenado, se observa implantación alta del Wirsung, dilatación del colédoco supraduodenal, formación

de un anillo en el hepático común. Diámetro máximo de 16 mm en colédoco superior.

Tomografía por emisión de positrones (PET) con análogos de la glucosa

La tomografía por emisión de positrones (PET) con análogos de la glucosa es un método de imagen que se utiliza en la evaluación de enfermedades hepáticas. En este método, se administra una sustancia radiactiva llamada análogo de la glucosa, que se concentra en las células del hígado y puede revelar áreas anormales de actividad metabólica. La PET se utiliza a menudo en combinación con otras técnicas de imagen, como la TC o la RM, para obtener una imagen más completa del hígado y evaluar la presencia de enfermedades hepáticas, incluyendo el cáncer. (11)

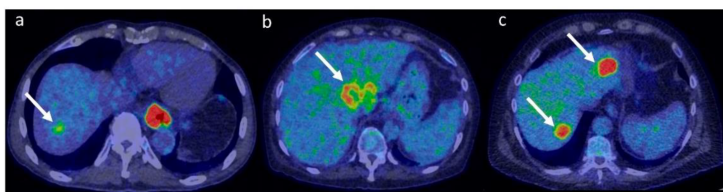


Figura 6. muestra imágenes PET con 18 F-FDG representativas de carcinoma hepatocelular, colangiocarcinoma y metástasis hepáticas. Fuente:Hepatic Positron Emission Tomography: Applications in Metabolism, Haemodynamics and Cancer. Metabolites Available from: <https://www.mdpi.com/2218-1989/12/4/321>

Imagenología por resonancia magnética (IRM) molecular

La imagenología por resonancia magnética (IRM) molecular es una técnica en desarrollo que permite la visualización de moléculas específicas en el hígado y otras partes del cuerpo. Esta técnica se basa en la utilización de agentes de contraste que se unen a moléculas específicas y generan señales de resonancia magnética. De esta manera, se pueden obtener imágenes que muestran la distribución y la concentración de moléculas específicas en el hígado, lo que puede ser útil en la evaluación de enfermedades hepáticas. Aunque aún está en fase de investigación, la IRM molecular tiene el potencial de mejorar la precisión en el diagnóstico y la monitorización de enfermedades hepáticas. (12)

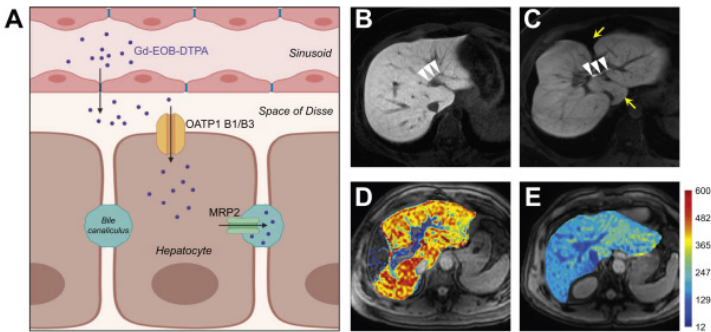


Figura 7. Mecanismo de captación y excreción del agente hepatobiliar Gd-EOB-DTPA y resonancia magnética mejorada con Gd-EOB-DTPA para la evaluación de la función de transporte de

hepatocitos. Fuente: Advances in functional and molecular MRI technologies in chronic liver diseases

(A) El diagrama muestra la captación de hepatocitos y el mecanismo de excreción biliar de Gd-EOB-DTPA. Grasa saturada ponderada en T1 axial. Las imágenes de eco de gradiente 3D muestran la fase de realce hepatobiliar 20 minutos después de la administración de Gd-EOB-DTPA para (B) un individuo sano y (C) un paciente con cirrosis inducida por NASH. Los conductos biliares llenos de Gd-EOB-DTPA se indican mediante puntas de flecha blancas. Los estigmas morfológicos de la cirrosis, como la hipertrofia del lóbulo caudado y el lóbulo izquierdo del hígado, se indican con flechas amarillas. (D) El mapa de proporción de captación de hepatocitos en un hombre de 57 años con cirrosis por hepatitis B y enfermedad de clase A de Child-Pugh revela un valor de proporción de captación de hepatocitos de 3,64; la prueba de retención de verde de indocianina es del 14,6%. (E) El mapa de proporción de captación de hepatocitos en un hombre de 55 años con cirrosis por hepatitis B y enfermedad de clase A de Child-Pugh revela un valor de proporción de captación de hepatocitos de 1,58; la prueba de retención de verde de indocianina es del 22,9%. (figura 1A creado con BioRender.com ; Fig. 1 D y 1 E adaptadas de. 75) Gd-EOB-DTPA, ácido gadoxético; EHNA, esteatohepatitis no alcohólica. (12)

Bibliografía

1. Wineski, L. E. (2019). Snell. Anatomía clínica por regiones (Tenth Edition). LWW. ISBN-13: 9788417602277.
2. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Anatomía con orientación clínica. 8th ed. LWW; 2018. ISBN-13: 9788417033637.
3. Latarjet M. Anatomía Humana 5Ed. T1. Editorial Médica Panamericana S.A.; 2019. ISBN-13: 9789500695848.
4. Durand-López, César Augusto. "Anatomía del Hígado (A05. 8.01. 001). Revisión Mundial, 2019. Nuevos Hallazgos, Conceptos y Definiciones Respaldan una División del Hígado en Siete Segmentos Portales." *International Journal of Morphology* 37.3 (2019): 1179-1186.
5. Netter MD, Frank H. Netter Atlas of Human Anatomy: Classic Regional Approach: paperback + eBook (Netter Basic Science). 8th ed. Elsevier; 2022. ISBN-13: 9780323680424. ISBN-10: 0323680429.
6. Sahuquillo Martínez A, Ignacio J, Manent R, Pilar M, Moreno T, Solera Albero J, et al. diagnostic technique in non-alcoholic hepatic esteatosis. *JONNPR* [Internet]. 2020;5(4):392–427.from: <https://scielo.isciii.es/pdf/jonnpr/v5n4/2529-850X-jonnpr-5-04-392.pdf>
7. Sánchez L, Labra A, Schiappacasse G. Colangiocarcinoma. Evaluación por Tomografía Computada y Resonancia Magnética. *Revista Argentina de Radiología / Argentinian Journal of Radiology* [Internet]. 2019 Dec [cited 2021 Jan 17];83(04):151–9. Available from: https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2020/1_marzo/arg/rt_colangiocarcinoma.pdf
8. Elastografía Hepática por Ultrasonido [Internet]. Verken Lab. 2019 [cited 2023 Mar 25]. Available from: <https://verkenlab.com/elastografia-hepatica-por-ultrasonido/>

9. Suzuki, Ichiro, et al. "Evaluación de la anatomía angiográfica de las arterias hepáticas y sus variantes." *Revista argentina de radiología* 86.4 (2022): 240-250.
10. Godinez Vidal, A., E. Galvis-García, and J. Zavala-Castillo. "Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE) con técnica rendez-vous." *Rev Mex de Cirugía del Aparato Digestivo* 9.4 (2020): 155-158.
11. Honka, Miikka-Juhani, et al. "Hepatic Positron Emission Tomography: Applications in Metabolism, Haemodynamics and Cancer." *Metabolites* 12.4 (2022): 321.
12. Zhou IY, Catalano OA, Caravan P. Advances in functional and molecular MRI technologies in chronic liver diseases. *Journal of Hepatology* [Internet]. 2020 Nov 1 [cited 2021 Apr 17];73(5):1241–54. Available from: [https://www.journal-of-hepatology.eu/article/S0168-8278\(20\)30392-5/fulltext](https://www.journal-of-hepatology.eu/article/S0168-8278(20)30392-5/fulltext)

Nuevas Tecnologías en Imagenología Médica: Inteligencia Artificial y su Aplicación en la Práctica Clínica

Erick Josue Fabre Morales

Médico por la Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil

Médico Residente - Solca Manabí

Introducción a las nuevas tecnologías en imagenología médica

La imagenología médica es una disciplina esencial en la práctica clínica, que permite la visualización y diagnóstico de diversas enfermedades. En la actualidad, el avance de las nuevas tecnologías ha impulsado la incorporación de herramientas de inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la imagenología, lo que ha permitido mejorar la calidad y precisión de los diagnósticos, así como la optimización de los tiempos y recursos en la práctica clínica. En este capítulo, se revisarán las últimas tecnologías en imagenología médica y su aplicación en la práctica clínica, centrándose especialmente en el papel de la IA y su impacto en el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías.(1) Además, se discutirán los desafíos y limitaciones que presentan estas nuevas tecnologías y se presentarán las perspectivas futuras en este campo.

Actualmente, existen varios proyectos de inteligencia artificial aplicados a la imagenología médica en diferentes etapas de desarrollo. Algunos ejemplos son:

1. Proyecto de detección temprana de cáncer de pulmón de Google Health: utilizando algoritmos de inteligencia artificial, este proyecto busca detectar cáncer de pulmón en etapas tempranas a partir de imágenes de tomografías computarizadas.(2)

2. Proyecto de diagnóstico de enfermedades oculares de Microsoft: a través del análisis de imágenes de retina, este proyecto busca detectar enfermedades oculares como la degeneración macular y el glaucoma.(3)
3. Proyecto de diagnóstico de enfermedades cardiovasculares de Arterys: mediante el uso de inteligencia artificial, este proyecto busca mejorar la precisión en el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares a través del análisis de imágenes de resonancia magnética cardíaca.(4)
4. Proyecto de detección de enfermedades en mamografías de Aidoc: esta empresa utiliza algoritmos de inteligencia artificial para detectar anomalías en mamografías y ayudar a los radiólogos en el diagnóstico de enfermedades como el cáncer de mama. (5)

Estos son solo algunos ejemplos de proyectos en desarrollo, pero la aplicación de la inteligencia artificial en la imagenología médica se encuentra en constante evolución y es seguro que surjan nuevos proyectos en el futuro.

Conceptos básicos de inteligencia artificial aplicada a la imagenología médica

La inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que, hasta ahora, solo

podían ser realizadas por seres humanos, como el aprendizaje, la toma de decisiones y la resolución de problemas. (6) En la imagenología médica, la IA puede utilizarse para interpretar y analizar grandes cantidades de imágenes médicas de forma más rápida y precisa que los seres humanos. La IA aplicada a la imagenología médica se basa en técnicas de aprendizaje automático, que utilizan algoritmos para identificar patrones y características en las imágenes médicas. La IA también puede utilizarse para desarrollar sistemas de apoyo a la toma de decisiones y para la detección temprana de enfermedades. (7)

Aplicaciones de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes médicas

La inteligencia artificial ha sido cada vez más utilizada en la interpretación de imágenes médicas en diversos campos como la radiología, la patología, la cardiología y la oftalmología, entre otros. (1) La capacidad de procesar grandes cantidades de datos y reconocer patrones complejos ha llevado a una mejora en la precisión del diagnóstico y una reducción en los errores médicos.

- En radiología, la inteligencia artificial se ha utilizado para la detección temprana de cáncer de mama, la identificación de anomalías en la tomografía computarizada (TC) y la resonancia

magnética (RM), y la clasificación de lesiones hepáticas y pulmonares.(8)

- En patología, la inteligencia artificial se ha aplicado para la detección de cáncer de piel, el análisis de biopsias de mama y próstata, y la identificación de patrones histológicos en muestras de tejido.(8)
- En cardiología, la inteligencia artificial se ha utilizado para la detección temprana de enfermedades cardiovasculares, la identificación de patrones anormales en electrocardiogramas (ECG) y ecocardiogramas, y la predicción del riesgo de eventos cardiovasculares en pacientes.(8)
- En oftalmología, la inteligencia artificial se ha aplicado para el diagnóstico temprano de enfermedades oculares, como la retinopatía diabética y el glaucoma, y la clasificación de imágenes de retina.(8)

La aplicación de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes médicas ha mejorado la precisión del diagnóstico y ha permitido un tratamiento más rápido y efectivo para los pacientes.

Uso de la inteligencia artificial en la clasificación y diagnóstico de enfermedades

La inteligencia artificial también tiene un gran potencial en la clasificación y diagnóstico de enfermedades a

través del análisis de imágenes médicas. En la actualidad, hay varios algoritmos de aprendizaje automático que pueden identificar patrones y características específicas en las imágenes médicas para clasificarlas en diferentes categorías de enfermedades. Por ejemplo, se están desarrollando algoritmos de inteligencia artificial para la detección de tumores en imágenes de mamografía y de cáncer de piel en imágenes de dermatoscopia. (2)(9)

Además, la inteligencia artificial también puede ser utilizada para la detección temprana de enfermedades, ya que puede analizar grandes cantidades de datos y detectar patrones sutiles que podrían ser pasados por alto por los médicos. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático pueden ser entrenados para detectar cambios tempranos en las imágenes de resonancia magnética del cerebro que podrían ser indicativos de enfermedades como la enfermedad de Alzheimer. (3)(8)

En general, la aplicación de la inteligencia artificial en la clasificación y diagnóstico de enfermedades a través del análisis de imágenes médicas puede ayudar a mejorar la precisión de los diagnósticos y permitir un tratamiento más temprano y efectivo de las enfermedades. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la tecnología

aún está en desarrollo y no puede reemplazar la opinión y experiencia de un médico especializado en el tema.

Ventajas y limitaciones de la inteligencia artificial en imagenología médica

Las ventajas de la inteligencia artificial en imagenología médica incluyen la capacidad de analizar grandes cantidades de datos de manera rápida y precisa, lo que puede ayudar a identificar patrones y anomalías que pueden ser difíciles de detectar por los seres humanos(7)(8). Además, la IA puede ayudar a reducir el sesgo y la variabilidad en la interpretación de imágenes médicas, lo que puede conducir a diagnósticos más precisos y tratamientos más efectivos.

Sin embargo, también existen algunas limitaciones de la IA en imagenología médica. Por ejemplo, la IA puede tener dificultades para interpretar imágenes de baja calidad o para detectar patrones inusuales que no están presentes en los datos de entrenamiento. Además, la IA puede depender en gran medida de los datos de entrenamiento disponibles, lo que puede limitar su capacidad para adaptarse a nuevas situaciones o para identificar patrones poco comunes. (4)

Es importante destacar que la IA en imagenología médica debe ser vista como una herramienta complementaria para los radiólogos y otros profesionales

de la salud, y no como un reemplazo completo de la interpretación humana. La interpretación de imágenes médicas debe seguir siendo supervisada por expertos médicos para garantizar la seguridad y precisión de los diagnósticos.

Desarrollo de modelos predictivos para la toma de decisiones clínicas

El desarrollo de modelos predictivos para la toma de decisiones clínicas es otra aplicación importante de la inteligencia artificial en imagenología médica.(5) Estos modelos utilizan algoritmos de aprendizaje automático para analizar grandes conjuntos de datos de pacientes y crear modelos que puedan predecir resultados clínicos, como el riesgo de complicaciones o la respuesta a un tratamiento específico.

Estos modelos pueden ayudar a los médicos a tomar decisiones más informadas y personalizadas sobre el tratamiento y manejo de pacientes individuales. Por ejemplo, un modelo predictivo podría ayudar a identificar pacientes con mayor riesgo de complicaciones después de una cirugía, lo que permitiría a los médicos tomar medidas preventivas adicionales para reducir el riesgo de complicaciones.

Sin embargo, también hay limitaciones en el uso de modelos predictivos basados en inteligencia artificial en

imagenología médica. En particular, es importante recordar que estos modelos se basan en datos históricos y pueden no tener en cuenta factores únicos a un paciente individual. (6) Además, los modelos pueden estar sesgados si los datos utilizados para entrenarlos no son representativos de la población general. Por lo tanto, es importante que los médicos utilicen estos modelos como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones, en lugar de depender exclusivamente de ellos.

Impacto de la inteligencia artificial en la práctica clínica y en la formación médica

La inteligencia artificial (IA) está teniendo un impacto significativo en la práctica clínica y en la formación médica. En cuanto a la práctica clínica, la IA puede ayudar a mejorar la precisión y rapidez en el diagnóstico, la detección temprana de enfermedades y la personalización de tratamientos. También puede ayudar a reducir errores médicos y mejorar la eficiencia del sistema de salud. En cuanto a la formación médica, la IA puede ser utilizada para desarrollar simulaciones virtuales y programas de entrenamiento personalizados.(7) Además, puede ayudar a los médicos a mantenerse actualizados en los avances médicos y tecnológicos en tiempo real. Sin embargo, también hay preocupaciones en torno a la ética y la privacidad en el uso de la IA en la práctica clínica y la formación médica.

Por lo tanto, es importante considerar cuidadosamente las ventajas y limitaciones de la IA en estos campos y tomar medidas para abordar cualquier problema potencial.

Pese a que la inteligencia artificial presenta diversas ventajas en la interpretación y diagnóstico de imágenes médicas, también hay que tener en cuenta algunas limitaciones y desafíos que aún se deben superar. Por ejemplo, uno de los principales desafíos es el alto costo de la tecnología y la falta de acceso a ella en algunas regiones o países. Asimismo, aunque los algoritmos de inteligencia artificial pueden tener una alta precisión en el diagnóstico, todavía no pueden sustituir completamente la experiencia y juicio clínico de los médicos especialistas.

Además, hay que tener en cuenta que los modelos de inteligencia artificial están diseñados para detectar patrones y características específicas en las imágenes médicas, pero no pueden considerar el contexto clínico del paciente o tener en cuenta otros factores importantes en el diagnóstico.(8) Por lo tanto, es necesario que los médicos estén capacitados para utilizar la tecnología de manera adecuada y para integrar los resultados de los modelos predictivos en su toma de decisiones clínicas.

En cuanto a la formación médica, es necesario que se incluya en los programas de estudio una formación en el uso de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes médicas y en la toma de decisiones clínicas. Además, los profesionales de la salud deben estar preparados para adaptarse a los nuevos avances y tecnologías en el campo de la imagenología médica y estar en constante actualización para mejorar la calidad de atención a los pacientes. (9)

En conclusión, la inteligencia artificial tiene el potencial de revolucionar la práctica clínica en la imagenología médica y mejorar la precisión en el diagnóstico y la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, es importante tener en cuenta tanto las ventajas como las limitaciones de la tecnología y trabajar para superar los desafíos que se presenten en el camino.

Perspectivas y desafíos futuros en la aplicación de la inteligencia artificial en imagenología médica.

La aplicación de la inteligencia artificial en imagenología médica ha demostrado ser prometedora en términos de precisión y eficiencia en la interpretación de imágenes y en la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, también existen desafíos y limitaciones que deben abordarse para su implementación efectiva en la práctica clínica.

Entre las perspectivas futuras se encuentra el desarrollo de modelos de aprendizaje profundo y redes neuronales más avanzadas para mejorar la precisión de la interpretación de imágenes y la identificación de patrones. Además, la integración de la inteligencia artificial en sistemas de atención médica puede mejorar la eficiencia y la calidad de la atención al paciente. (10)

Sin embargo, también existen desafíos, como la necesidad de datos de alta calidad para entrenar modelos de inteligencia artificial y la necesidad de abordar cuestiones éticas y de privacidad de los datos. Además, es importante tener en cuenta que la inteligencia artificial no puede reemplazar completamente la evaluación clínica y la toma de decisiones por parte de los profesionales médicos.

En conclusión, la aplicación de la inteligencia artificial en imagenología médica tiene un gran potencial para mejorar la precisión y la eficiencia en la interpretación de imágenes y en la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, es importante abordar los desafíos y limitaciones para su implementación efectiva en la práctica clínica y garantizar su uso ético y responsable.

Bibliografía

1. Garrido, M.A.A., Quintanilla, C.L.D. (2022). Imagenología digital como recurso didáctico para promover el aprendizaje

- significativo en las Ciencias Médicas. IV Convención de Salud, Cuba.
2. Rodríguez, A., Martínez, L. (2023). Uso de nuevas tecnologías en Radiología e imágenes diagnósticas y su relación con las competencias profesionales y/o perfil de egreso del Licenciado en Radiología. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(1).
 3. Dibarboure, L., Sgarbi, N., Febles, G. (2021). Nuevas tecnologías en imagenología, visión de referentes nacionales. *Revista de Imagenología*, 25(1), 50-58.
 4. Enriquez, O.A.L., Cabrera, W.J.M., Diaz, M.P. (2021). Inteligencia artificial: una herramienta en la imagenología para los pacientes positivos a la COVID-19. *EduMecentro*, 13(3), 1-11.
 5. Cartaya, P.G., Alvarez, H.R.G. (2021). Caracterización del libro de texto Tomografía computarizada. Alta tecnología en imágenes médicas. *EduMeCentro*, 13(2), 1-14.
 6. Walter-Sanchez, V. (2022). Estrategia didáctica para la formación profesional del Tecnólogo de Imagenología y Radiofísica Médica desde la asignatura Matemática Aplicada. *Maestro y Sociedad*, 19(1), 81-89.
 7. Añorbe-Mendivil, E., Aisa-Varela, P., Perez-Leguizamon, E. (2021). Página web de casos clinicoradiológicos para la enseñanza de la radiología. *Educación Médica*, 22(2), 131-136.
 8. Martínez Leyva, L., Amable Días, T., García Álvarez, R. (2020). Nuevas tecnologías endoscópicas y ética médica. *Revista Cubana de Medicina*, 59(2), e562.
 9. Delgado, P.A.G., Diaz, F.I.C., España, D.C.N. (2022). Imagenología médica y anatomía radiológica. *RECIMUNDO*, 6(1), 67-77.
 10. Silva Melendez, F. (2019). La radiología digital. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 11(1), 1-10.

Tomografía Computarizada (TC) en la Evaluación de Enfermedades del Tracto Gastrointestinal

Mariuxi Aracely Zambrano Navia

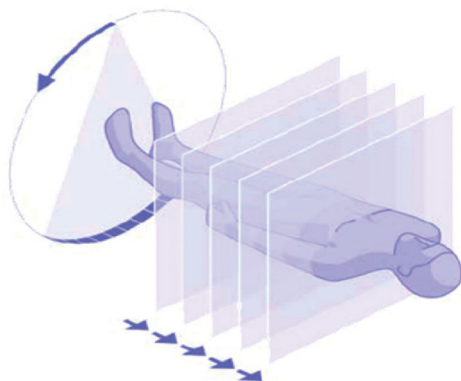
Lcda. En Radiología e Imágenes por la Universidad
Laica Eloy Alfaro de Manabí

Magíster en Medicina Ocupacional

Introducción a la Tomografía Computarizada (TC)

La Tomografía Computarizada (TC), también conocida como Tomografía Axial Computarizada (TAC) o escáner, es una técnica de imagen médica que emplea radiación de rayos X para obtener cortes o secciones anatómicas con fines diagnósticos. Desde que los rayos X fueron descubiertos, se evidenció que la radiografía simple ofrecerá valiosa información acerca del cuerpo humano y sería útil para el diagnóstico de patologías. Sin embargo, el diagnóstico convencional presenta limitaciones al presentar una imagen radiográfica bidimensional de una estructura tridimensional, lo que causa superposición de elementos anatómicos y dificulta la diferenciación de pequeñas densidades.(1) Para superar estas limitaciones, se desarrollaron técnicas tomográficas.

Fig 1. TC secuencial. (Imagen cortesía de Siemens.)



La Tomografía Computarizada (TC) utiliza radiación de rayos X para obtener imágenes en secciones progresivas del cuerpo. Los datos son recogidos por detectores que envían la información a un ordenador que la presenta como una imagen en el monitor. En algunos casos se utiliza contraste radiológico. El paciente permanece tumbado en una camilla durante el proceso, que dura pocos minutos. La TC es una técnica de bajo riesgo y su principal problema es la reacción alérgica al contraste yodado. Las pacientes en estado de gestación no pueden someterse a estos estudios, salvo por indicación médica(1)

Cabe destacar que la TC es una herramienta importante en la evaluación de las enfermedades del tracto gastrointestinal, pero su uso debe ser cuidadoso y guiado por la indicación médica adecuada para evitar la exposición innecesaria a la radiación.

Principios físicos y técnicos de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagen médica que utiliza radiación de rayos X para obtener cortes o secciones anatómicas con fines diagnósticos. En el caso de la evaluación de enfermedades gastrointestinales, la TC es una herramienta valiosa para identificar patologías y lesiones en los diferentes órganos y tejidos del tracto

gastrointestinal, como el esófago, el estómago, el intestino delgado y el colon. (2)

La TC se basa en la adquisición de múltiples imágenes radiográficas de secciones transversales del cuerpo, que son procesadas por un ordenador para generar imágenes en dos o tres dimensiones. Para obtener las imágenes, el paciente es colocado en una camilla que se mueve a través del tubo del escáner, mientras un haz de rayos X gira alrededor del cuerpo y es detectado por un conjunto de detectores. (3)

La calidad de las imágenes obtenidas por TC depende de varios factores, como la dosis de radiación administrada, la velocidad de rotación del tubo y la resolución de los detectores. Además, la utilización de medios de contraste radiológicos puede mejorar la visualización de los tejidos y órganos, permitiendo una mejor detección de patologías.

En el caso específico de la evaluación de enfermedades gastrointestinales, la TC puede detectar y caracterizar lesiones como tumores, pólipos, divertículos, obstrucciones, hernias, inflamaciones y abscesos. Además, la TC también puede ser utilizada para evaluar la respuesta al tratamiento y la evolución de las enfermedades a lo largo del tiempo. (4)

En conclusión, la TC es una herramienta útil y no invasiva para la evaluación de enfermedades gastrointestinales, que permite una mejor detección, caracterización y seguimiento de las patologías en los diferentes órganos y tejidos del tracto gastrointestinal.

Preparación del paciente para la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

La preparación del paciente para una TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales puede variar dependiendo de la parte del tracto gastrointestinal que se va a estudiar y de si se necesita el uso de contraste. En general, se puede seguir las siguientes recomendaciones:

- El paciente debe informar al médico si tiene alguna alergia, especialmente a los medios de contraste que se puedan utilizar.(5)
- En algunos casos, se puede pedir que el paciente no coma ni beba nada varias horas antes del examen.(5)
- Es importante que el paciente informe al médico si está tomando algún medicamento o suplemento.(5)
- Si se va a utilizar contraste, el paciente puede necesitar tomar una preparación especial antes del examen para limpiar el tracto gastrointestinal.(5)
- El paciente debe evitar el uso de joyas, objetos metálicos y ropa con botones o cremalleras en el área que se va a estudiar.(5)

- El paciente puede necesitar usar una bata hospitalaria durante el examen.(5)
- Es importante que el paciente siga las instrucciones del personal médico y técnico encargado del examen.(5)

Indicaciones clínicas de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

La TC es una herramienta útil en la evaluación de una amplia variedad de enfermedades gastrointestinales, entre las que se incluyen:

1. Tumores del tracto gastrointestinal: La TC es útil en la detección, caracterización y seguimiento de tumores gastrointestinales, tanto benignos como malignos. (6)
2. Enfermedades inflamatorias del intestino: La TC puede ayudar a diagnosticar y evaluar la gravedad de enfermedades inflamatorias del intestino, como la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa. (6)
3. Diverticulitis: La TC puede ayudar a diagnosticar la diverticulitis y a evaluar su gravedad. (6)
4. Oclusión intestinal: La TC puede ayudar a diagnosticar la causa de una obstrucción intestinal y a evaluar su gravedad. (6)
5. Enfermedad hepática: La TC puede ayudar a evaluar la enfermedad hepática, como la cirrosis y el carcinoma hepatocelular. (6)

6. Pancreatitis: La TC puede ayudar a diagnosticar y evaluar la gravedad de la pancreatitis aguda y crónica. (6)
7. Evaluación preoperatoria: La TC se utiliza a menudo para evaluar la anatomía y la extensión de las enfermedades gastrointestinales antes de una intervención quirúrgica. (6)

En general, la TC es una herramienta útil en la evaluación de una amplia variedad de enfermedades gastrointestinales, y su uso puede ayudar a mejorar la precisión del diagnóstico y la planificación del tratamiento.

Hallazgos comunes de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

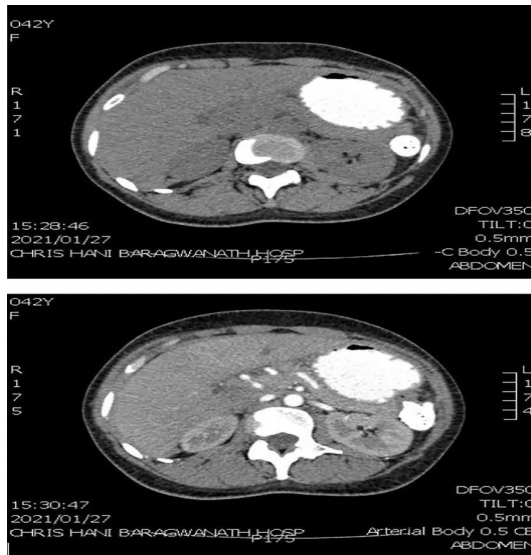
La TC puede proporcionar una amplia variedad de hallazgos en la evaluación de enfermedades gastrointestinales. Algunos de los hallazgos comunes incluyen:

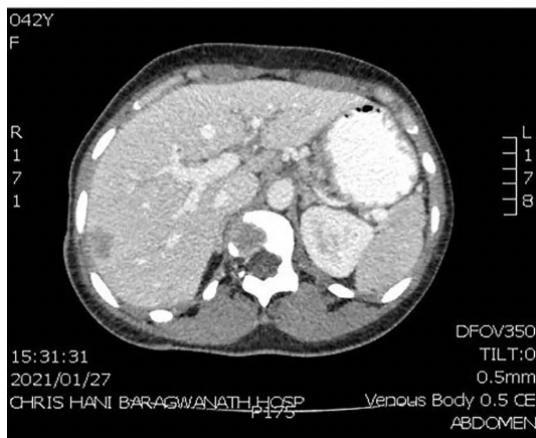
- Anomalías en la forma y posición del estómago y los intestinos.
- Lesiones en la mucosa intestinal, como pólipos, úlceras y tumores.
- Dilatación de los intestinos, que puede indicar obstrucción intestinal.
- Divertículos en el colon.

- Inflamación en el intestino, como en la enfermedad inflamatoria intestinal (EII).
- Presencia de abscesos o colecciones de líquido en la cavidad abdominal.
- Evaluación de la extensión y la localización de tumores malignos.
- Detección de cuerpos extraños o masas en el tracto gastrointestinal.

Estos hallazgos pueden ayudar en la detección temprana, el diagnóstico y la planificación del tratamiento de diversas enfermedades gastrointestinales.(7)

Fig 2. Demostración de las fases de realce de contraste durante una TC de abdomen. Fuente: Chau, S. & Hayre, C. M. (2022). Computed Tomography.





Protocolos de TC para la evaluación de enfermedades gastrointestinales

Existen diferentes protocolos de TC para la evaluación de enfermedades gastrointestinales, que varían según el objetivo de la exploración y la zona del tracto gastrointestinal a estudiar. A continuación, se mencionan algunos de los protocolos más comunes:

1. Protocolo abdominal completo: es el protocolo más utilizado y se utiliza para la evaluación global del abdomen, incluyendo la región gastrointestinal. Este protocolo incluye imágenes en fase arterial y venosa, así como imágenes sin contraste.(8)
2. Protocolo de enterografía por TC: se utiliza para la evaluación del intestino delgado y puede ser útil para detectar patologías como enfermedad

inflamatoria intestinal, tumores y estenosis. Este protocolo incluye la administración de un contraste oral y venoso.(8)

3. Protocolo de colonografía por TC: se utiliza para la evaluación del colon y puede ser útil para detectar pólipos y cáncer colorrectal. Este protocolo incluye la administración de un contraste oral y, a veces, venoso.(8)
4. Protocolo de angiografía mesentérica: se utiliza para evaluar los vasos sanguíneos del abdomen y puede ser útil para detectar aneurismas y obstrucciones arteriales. Este protocolo incluye imágenes en fase arterial y venosa.(8)

Es importante que el protocolo de TC sea adaptado a cada paciente y a su patología específica, para obtener los mejores resultados posibles.

Interpretación de resultados y reporte de hallazgos de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

La interpretación de los resultados de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales es fundamental para llegar a un diagnóstico preciso y adecuado. Es importante que los radiólogos tengan una comprensión completa de la anatomía gastrointestinal normal y patológica, así como del uso de los diferentes protocolos de imagen.

En la interpretación de los resultados de la TC, es necesario tener en cuenta varios aspectos, tales como la presencia de lesiones, su localización, tamaño, forma, margen, características de atenuación y realce, presencia de adenopatías y afectación de órganos adyacentes. Además, es fundamental realizar una evaluación adecuada de las imágenes en diferentes planos, incluyendo reconstrucciones multiplanares y tridimensionales. (9)

El reporte de hallazgos de la TC debe ser completo y detallado, incluyendo información sobre la técnica de imagen utilizada, la anatomía evaluada, los hallazgos observados, la impresión diagnóstica y las recomendaciones para la gestión clínica posterior. Es importante que el informe sea claro y conciso, utilizando terminología médica precisa y evitando ambigüedades. (9)

El reporte de hallazgos de la TC debe ser enviado al médico solicitante en un plazo razonable, permitiendo una gestión clínica adecuada y oportuna. Es importante que los radiólogos estén en comunicación estrecha con los médicos solicitantes para discutir los hallazgos de la TC y proporcionar una evaluación clínica completa. (9)

Complicaciones y riesgos de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

La TC es una técnica segura y bien tolerada en la mayoría de los pacientes, aunque como cualquier procedimiento médico, existen riesgos y complicaciones asociados. Algunos de los posibles riesgos y complicaciones de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales incluyen:

- **Radiación:** La TC utiliza radiación ionizante para obtener imágenes, lo que puede aumentar ligeramente el riesgo de desarrollar cáncer a largo plazo. Sin embargo, el beneficio diagnóstico de la TC suele superar el riesgo potencial de la radiación.
- **Reacciones alérgicas:** En algunos casos, se puede administrar un medio de contraste intravenoso para mejorar la visualización de los órganos y tejidos en las imágenes de TC. Este medio de contraste puede causar reacciones alérgicas en algunos pacientes, que pueden ser leves o graves.
- **Insuficiencia renal:** El medio de contraste utilizado en la TC también puede aumentar el riesgo de insuficiencia renal en pacientes con enfermedad renal preexistente o que reciben ciertos medicamentos.
- **Ansiedad:** Algunos pacientes pueden experimentar ansiedad o claustrofobia durante la TC,

especialmente si se realiza con contraste intravenoso.

- Efectos secundarios de la sedación: En algunos casos, se puede administrar una sedación leve para ayudar al paciente a relajarse durante la TC. Sin embargo, la sedación puede causar efectos secundarios como somnolencia, mareo o náuseas.

Es importante que los pacientes informen a su médico si tienen antecedentes de alergias, enfermedad renal u otros problemas médicos antes de someterse a una TC. Además, los pacientes deben seguir las instrucciones del médico o del técnico de TC para minimizar el riesgo de complicaciones y asegurar una evaluación precisa y segura de las enfermedades gastrointestinales.

Comparación de la TC con otros métodos de diagnóstico por imágenes en la evaluación de enfermedades gastrointestinales

La TC es una técnica de diagnóstico por imágenes que se utiliza ampliamente para la evaluación de enfermedades gastrointestinales. A continuación, se presenta una comparación de la TC con otros métodos de diagnóstico por imágenes en términos de su utilidad y limitaciones en la evaluación de enfermedades gastrointestinales:

1. Radiografía simple: La radiografía simple es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza

rayos X para obtener imágenes de las estructuras internas del cuerpo. En la evaluación de enfermedades gastrointestinales, la radiografía simple se utiliza comúnmente para detectar obstrucciones, perforaciones y otras anomalías. Sin embargo, la radiografía simple tiene limitaciones en la visualización de estructuras detalladas del tracto gastrointestinal, y no puede proporcionar imágenes en tres dimensiones.(8)(9)

2. Endoscopia: La endoscopia es una técnica que utiliza un tubo flexible con una cámara en el extremo para visualizar el interior del tracto gastrointestinal. La endoscopia es útil para la detección de lesiones, inflamación y otras anomalías en el tracto gastrointestinal. Sin embargo, la endoscopia tiene limitaciones en la visualización de estructuras fuera del alcance del tubo endoscópico, y puede ser invasiva y potencialmente dolorosa.(9)
3. Ultrasonido: El ultrasonido es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza ondas sonoras para obtener imágenes de las estructuras internas del cuerpo. En la evaluación de enfermedades gastrointestinales, el ultrasonido se utiliza comúnmente para la detección de lesiones y otras anomalías en el tracto gastrointestinal. Sin embargo, el ultrasonido tiene limitaciones en la visualización de estructuras detalladas del tracto

gastrointestinal, y puede ser difícil de interpretar en algunos casos.(8)(9)

4. **Resonancia magnética:** La resonancia magnética es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para obtener imágenes de las estructuras internas del cuerpo. En la evaluación de enfermedades gastrointestinales, la resonancia magnética se utiliza comúnmente para la detección de lesiones y otras anomalías en el tracto gastrointestinal. Sin embargo, la resonancia magnética tiene limitaciones en la visualización de estructuras detalladas del tracto gastrointestinal, y puede ser más costosa y menos accesible que otros métodos de diagnóstico por imágenes.(8)(9)

En general, la TC se considera una técnica de diagnóstico por imágenes eficaz en la evaluación de enfermedades gastrointestinales, ya que puede proporcionar imágenes detalladas en tres dimensiones del tracto gastrointestinal y sus estructuras circundantes. Sin embargo, la elección del método de diagnóstico por imágenes adecuado dependerá de las características específicas del paciente y de la enfermedad a evaluar, y puede requerir la utilización de varios métodos de diagnóstico por imágenes en combinación para lograr un diagnóstico preciso.

Conclusiones y recomendaciones para la práctica clínica.

En conclusión, la Tomografía Computarizada (TC) es una técnica de imagen médica muy útil en la evaluación de enfermedades del tracto gastrointestinal. La TC permite obtener imágenes en secciones progresivas y reconstrucciones tridimensionales de los órganos y estructuras internas del cuerpo. La preparación del paciente para la TC es esencial para obtener imágenes de alta calidad y precisión. Las indicaciones clínicas de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales son numerosas y variadas.(8)(9)

Los hallazgos comunes de la TC en la evaluación de enfermedades gastrointestinales incluyen inflamación, obstrucción, tumores y otras lesiones. Los protocolos de TC para la evaluación de enfermedades gastrointestinales pueden variar según la sospecha diagnóstica y la anatomía a evaluar.(7)(8)(9)

Es importante tener en cuenta que la TC también presenta ciertos riesgos y complicaciones, como la exposición a radiación y la reacción alérgica al contraste radiológico. Por lo tanto, se deben considerar cuidadosamente los beneficios y riesgos antes de realizar una TC en un paciente.

En comparación con otros métodos de diagnóstico por imágenes, la TC tiene la ventaja de poder proporcionar imágenes detalladas y precisas de las estructuras internas del cuerpo. Sin embargo, también tiene sus limitaciones y debe usarse en combinación con otras técnicas de imagen y estudios clínicos para un diagnóstico completo.

En la práctica clínica, se recomienda una evaluación cuidadosa de la indicación de la TC, la preparación adecuada del paciente y el uso de protocolos de TC apropiados para obtener imágenes de alta calidad y precisión. Además, se debe tener en cuenta la necesidad de minimizar los riesgos y complicaciones y de considerar la combinación de la TC con otras técnicas de imagen y estudios clínicos para un diagnóstico completo y preciso de las enfermedades gastrointestinales.

Bibliografía

1. Costa Subías J, Soria Jerez JA. Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico. 2. ed. Elsevier; 2021. ISBN-13: 9788491136477. ISBN-10: 8491136479.
2. Romans, L. (2018). Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text (2nd ed.). LWW. ISBN-13: 9781496375858. ISBN-10: 1496375858.
3. DeMaio, D. N. (2017). Mosby's Exam Review for Computed Tomography (3rd ed.). Mosby. ISBN-13: 9780323416337.

4. Seeram E. *Computed Tomography: Physical Principles, Patient Care, Clinical Applications, and Quality Control*. 5th ed. Saunders; 2022. ISBN-13: 978-0323790635.
5. Chau, S. & Hayre, C. M. (2022). *Computed Tomography*. Taylor & Francis Group. ISBN-13: 9781003132554. ISBN-10: 1003132553.
6. Fjaellegaard, Katrine, et al. "Positron emission tomography-computed tomography (PET-CT) in suspected malignant pleural effusion. An updated systematic review and meta-analysis." *Lung Cancer* 162 (2021): 106-118.
7. Fukushima, Yasuhiro, et al. "Diagnostic reference level of computed tomography (CT) in Japan." *Radiation protection dosimetry* 151.1 (2012): 51-57.
8. Miles, K. A. "Functional computed tomography in oncology." *European Journal of Cancer* 38.16 (2002): 2079-2084.
9. Graeb, Douglas A., et al. "Computed tomographic diagnosis of intraventricular hemorrhage. Etiology and prognosis." *Radiology* 143.1 (1982): 91-96.

Uso de la Resonancia Magnética en la Evaluación de Enfermedades Neurológicas

Stefania Monserrate Loor Zambrano

Médico General por la Universidad de Guayaquil

Magíster en Medicina Ocupacional

Introducción a la resonancia magnética en neurología y neurocirugía

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagen médica no invasiva que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo humano. En neurología y neurocirugía, la RM es una herramienta vital para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y trastornos del sistema nervioso central y periférico. La capacidad de la RM para proporcionar imágenes de alta resolución de los tejidos blandos y el cerebro la convierte en una herramienta diagnóstica muy valiosa. En este artículo, se revisarán los principios físicos y técnicos de la RM en neurología y neurocirugía, así como sus indicaciones clínicas y protocolos de imagen comunes.(1) También se discutirán las complicaciones y riesgos asociados con la RM y se ofrecerán recomendaciones para la práctica clínica.

Principios físicos y técnicos de la resonancia magnética en el cerebro

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagenología no invasiva que utiliza un campo magnético y ondas de radiofrecuencia para generar imágenes del cerebro y otros tejidos blandos del cuerpo.(1) La RM se basa en la propiedad de los protones en los tejidos de alinearse en un campo magnético externo y luego liberar esta energía en forma

de señales de radiofrecuencia que pueden ser detectadas por una antena receptora.

En la RM cerebral, se utiliza un imán potente para crear un campo magnético uniforme en el cuerpo del paciente. Luego, se aplican pulsos de radiofrecuencia para alterar el alineamiento de los protones en los tejidos.(2) La liberación de esta energía se detecta mediante antenas receptoras especiales y se utiliza para generar imágenes de alta resolución de los tejidos cerebrales.

La técnica de RM cerebral permite la visualización de estructuras cerebrales detalladas, incluyendo áreas específicas de la corteza cerebral, el cerebelo y las estructuras subcorticales.(2) Además, la RM cerebral puede utilizarse para evaluar la perfusión cerebral, la difusión de agua en los tejidos cerebrales y la presencia de lesiones cerebrales como tumores, hematomas y lesiones vasculares.

La RM cerebral es una técnica muy segura y no invasiva, pero puede ser menos tolerable para algunos pacientes debido al ruido generado durante el escaneo y la necesidad de permanecer inmóvil durante largos períodos de tiempo.(2) Sin embargo, la capacidad de la RM para proporcionar imágenes detalladas del cerebro hace que sea una herramienta muy valiosa en la

evaluación de enfermedades neurológicas y en la planificación de intervenciones quirúrgicas en el cerebro.

Preparación del paciente para la resonancia magnética cerebral

La preparación del paciente para una resonancia magnética cerebral (RMC) es un proceso importante para garantizar la seguridad y comodidad del paciente durante el examen. A continuación, se presentan algunos aspectos importantes de la preparación del paciente:

- Información previa: el paciente debe recibir información previa sobre el examen, como la duración del mismo, los posibles ruidos que escuchará durante el examen y la necesidad de permanecer inmóvil durante la adquisición de imágenes.(2)
- Retirar objetos metálicos: antes de ingresar al escáner de resonancia magnética, el paciente debe retirar cualquier objeto metálico, como joyas, relojes, piercings, audífonos, dispositivos médicos implantados, etc. Además, también se le pedirá que se cambie a una bata hospitalaria.(2)
- Comprobar la presencia de objetos metálicos internos: en algunos casos, el paciente puede tener dispositivos médicos implantados, como marcapasos, stents, prótesis, entre otros. En estos casos, se deben comprobar las condiciones de

seguridad del dispositivo y determinar si es seguro para el paciente someterse a la RMC.(2)

- Ayuno: en algunos casos, se puede requerir que el paciente ayune antes del examen para mejorar la calidad de las imágenes. Por ejemplo, en el caso de la evaluación del tracto gastrointestinal, se puede requerir que el paciente ayune varias horas antes del examen.(2)
- Uso de contraste: en algunos casos, se puede administrar un agente de contraste por vía intravenosa para mejorar la visualización de ciertas estructuras cerebrales. Antes de la administración del contraste, se debe verificar que el paciente no tenga antecedentes de alergias a agentes de contraste.(2)

En resumen, la preparación del paciente es un paso importante en la realización de una RMC cerebral, ya que puede garantizar la seguridad del paciente y la calidad de las imágenes adquiridas.

Indicaciones clínicas de la resonancia magnética en la evaluación de enfermedades neurológicas

Algunas de las indicaciones clínicas más comunes de la resonancia magnética en la evaluación de enfermedades neurológicas son:

1. Accidente cerebrovascular: la resonancia magnética cerebral se utiliza para determinar si un accidente cerebrovascular es isquémico o hemorrágico, identificar la ubicación y el tamaño del infarto cerebral y evaluar la extensión del daño cerebral.(3)
2. Tumores cerebrales: la resonancia magnética cerebral es una herramienta valiosa para la identificación y evaluación de tumores cerebrales, incluyendo la localización, tamaño, extensión y relación con las estructuras circundantes.(3)
3. Esclerosis múltiple: la resonancia magnética cerebral se utiliza para detectar lesiones en la materia blanca del cerebro y evaluar la extensión y la actividad de la enfermedad.(3)
4. Enfermedades neurodegenerativas: la resonancia magnética cerebral se utiliza para evaluar la atrofia cerebral y la degeneración de la sustancia gris en enfermedades como la enfermedad de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson.(3)(4)
5. Lesiones traumáticas en la cabeza: la resonancia magnética cerebral se utiliza para identificar y evaluar lesiones traumáticas en la cabeza, incluyendo hematomas, contusiones y lesiones axonales difusas.(3)(4)
6. Malformaciones arteriovenosas (MAV) y aneurismas cerebrales: la resonancia magnética cerebral se utiliza para la identificación y

evaluación de MAV y aneurismas cerebrales, incluyendo la localización, tamaño y relación con las estructuras circundantes.(3)(4)

7. Evaluación de la columna vertebral: la resonancia magnética se utiliza para la evaluación de enfermedades de la columna vertebral, como la hernia de disco y la estenosis espinal.(3)(4)
8. Evaluación de la neurovascularización: la resonancia magnética se utiliza para evaluar la circulación cerebral y la presencia de patologías como la enfermedad cerebrovascular, la malformación arteriovenosa, la aneurisma, la disección arterial, entre otras.(3)(4)

Es importante destacar que existen muchas otras indicaciones clínicas de la resonancia magnética cerebral en la evaluación de enfermedades neurológicas, y que el médico tratante debe evaluar cada caso individualmente y en conjunto con la evaluación clínica del paciente.

Protocolos de resonancia magnética para la evaluación de enfermedades neurológicas

Algunos de los protocolos de resonancia magnética más utilizados en la evaluación de enfermedades neurológicas son:

1. Resonancia magnética cerebral sin contraste: se utiliza para evaluar la anatomía cerebral y detectar anomalías estructurales como tumores,

- malformaciones vasculares o lesiones traumáticas.(5)
2. Resonancia magnética cerebral con contraste: se utiliza para mejorar la detección de lesiones en el cerebro, como tumores, áreas de inflamación o infección.(5)
 3. Resonancia magnética funcional: se utiliza para medir la actividad cerebral en tiempo real y evaluar la función cerebral en pacientes con trastornos neurológicos, como epilepsia, trastornos del movimiento o trastornos del lenguaje.(5)
 4. Resonancia magnética de difusión: se utiliza para evaluar el movimiento de las moléculas de agua en el cerebro, lo que puede ser útil para detectar áreas de isquemia cerebral, tumores, infecciones o inflamación.(5)
 5. Resonancia magnética espectroscópica: se utiliza para analizar los niveles de metabolitos en el cerebro y puede ser útil en la evaluación de trastornos neurológicos como tumores cerebrales, enfermedades neurodegenerativas y trastornos metabólicos.(5)

Cada uno de estos protocolos puede adaptarse a las necesidades específicas del paciente y del médico tratante.

Interpretación de resultados y reporte de hallazgos de la resonancia magnética cerebral

La interpretación de los resultados de la resonancia magnética cerebral debe ser realizada por un médico especialista en neurorradiología o neurología, quien examinará detalladamente las imágenes obtenidas y buscará anomalías o patologías en las diferentes estructuras cerebrales. El informe radiológico incluirá una descripción detallada de las características de las imágenes obtenidas, indicando la presencia de lesiones, su ubicación, tamaño, forma y características. Es importante que el informe sea claro y preciso, ya que será utilizado por el médico tratante para establecer el diagnóstico y planificar el tratamiento. En algunos casos, puede ser necesario realizar estudios adicionales o repetir la resonancia magnética para obtener información adicional o confirmar el diagnóstico.

Complicaciones y riesgos de la resonancia magnética cerebral

A diferencia de otras técnicas de imagen, la resonancia magnética (RM) cerebral no utiliza radiación ionizante, por lo que el riesgo de efectos adversos por exposición a radiación es nulo. Sin embargo, la RM cerebral puede tener algunos riesgos y complicaciones asociados:

- **Claustrofobia:** algunos pacientes pueden sentir ansiedad o miedo al ser colocado en el estrecho tubo del aparato de RM, lo que puede provocar una

sensación de claustrofobia. En algunos casos, se puede proporcionar al paciente una medicación sedante suave para ayudar a aliviar la ansiedad.(1)(6)

- Efectos de los campos magnéticos: los fuertes campos magnéticos utilizados en la RM pueden interferir con ciertos dispositivos médicos electrónicos, como marcapasos, desfibriladores, implantes cocleares y bombas de infusión, lo que puede poner en peligro la seguridad del paciente. Por esta razón, se requiere una evaluación cuidadosa de la seguridad previa a la RM en pacientes con estos dispositivos.(1)(6)
- Riesgo de sobrecalentamiento de implantes metálicos: algunos implantes metálicos pueden calentarse durante la RM, lo que puede dañar los tejidos circundantes. Los pacientes con implantes metálicos deben informar a su médico antes de someterse a una RM para evaluar si su implante es seguro para la RM.(1)(6)
- Efectos del contraste de gadolinio: el contraste de gadolinio, un agente de contraste utilizado en algunos exámenes de RM, puede provocar reacciones alérgicas en algunos pacientes. Además, se ha encontrado una posible asociación entre el uso repetido de contraste de gadolinio y la acumulación de gadolinio en el cerebro, aunque la

significación clínica de esto sigue siendo objeto de debate y estudio.(1)(6)

Es importante que los pacientes informen a su médico acerca de cualquier dispositivo médico que tengan, así como de cualquier alergia o reacción previa al contraste de gadolinio. Los técnicos y médicos deben seguir estrictamente los protocolos de seguridad de la RM para minimizar el riesgo de complicaciones y garantizar la seguridad del paciente.

Comparación de la resonancia magnética con otros métodos de diagnóstico por imágenes en la evaluación de enfermedades neurológicas

En la comparación de la resonancia magnética (RM) con otros métodos de diagnóstico por imágenes en la evaluación de enfermedades neurológicas, es importante considerar las ventajas y desventajas de cada técnica y su adecuación para cada caso clínico específico. Algunos de los métodos de diagnóstico por imágenes que se pueden comparar con la RM son:

- Tomografía computarizada (TC): la TC es una técnica de imagen que utiliza rayos X para crear imágenes en cortes del cuerpo. En comparación con la RM, la TC tiene una menor resolución espacial y no es tan sensible para detectar cambios sutiles en la estructura del cerebro, pero puede ser útil para evaluar lesiones traumáticas agudas y

hemorragias cerebrales, ya que proporciona imágenes más rápidas y menos costosas.(7)

- Tomografía por emisión de positrones (PET): la PET es una técnica de imagen que utiliza radiotrazadores para visualizar la actividad metabólica y bioquímica en el cerebro. A diferencia de la RM, la PET puede proporcionar información funcional en lugar de solo información anatómica. Sin embargo, la PET tiene una menor resolución espacial que la RM y no puede proporcionar una imagen clara de la anatomía del cerebro.(7)
- SPECT: la tomografía de emisión de fotón único (SPECT) es una técnica de imagen que utiliza radiotrazadores para visualizar la actividad cerebral. Aunque la resolución espacial de la SPECT es inferior a la de la RM, puede ser útil para detectar la perfusión cerebral en pacientes con accidente cerebrovascular y para evaluar la actividad cerebral en pacientes con enfermedad de Alzheimer.(8)

En general, la RM es considerada como la técnica de imagen más precisa y sensible para la evaluación de enfermedades neurológicas, especialmente para la visualización de tejidos blandos y estructuras

cerebrales.(8) Sin embargo, su alta sensibilidad puede llevar a una mayor tasa de hallazgos incidentales, lo que puede aumentar la ansiedad en el paciente y generar costos adicionales en el sistema de salud. Por lo tanto, la elección del método de diagnóstico por imágenes debe basarse en una evaluación individualizada de cada caso clínico y en la selección de la técnica más adecuada para el diagnóstico y manejo de la enfermedad neurológica específica del paciente.

Es importante tener en cuenta que la elección del método de diagnóstico por imágenes dependerá del tipo de enfermedad neurológica que se sospeche y de las necesidades específicas de cada paciente.

Tabla 1. sobre Comparación de la resonancia magnética con otros métodos de diagnóstico por imágenes

Método de diagnóstico por imágenes	Ventajas	Desventajas
Resonancia magnética	Mayor resolución de imagen, imágenes en diferentes planos, no utiliza radiación ionizante, mayor sensibilidad para detectar cambios sutiles en tejidos blandos y lesiones pequeñas	Costosa, ruidosa, el paciente debe permanecer inmóvil durante el examen, contraindicada en pacientes con ciertos tipos de implantes médicos y claustrofobia
Tomografía computarizada	Menor costo, examen más rápido, ampliamente disponible	Utiliza radiación ionizante, menor resolución de imagen, menos efectiva para detectar cambios sutiles en tejidos blandos
Ultrasonido	No utiliza radiación ionizante, portátil, no invasivo	Dependiente del operador, no siempre es efectivo para visualizar estructuras profundas y huesos
PET	Mayor sensibilidad para detectar cambios metabólicos, permite la evaluación funcional de tejidos	Costosa, mayor exposición a radiación ionizante, menor resolución de imagen estructural
SPECT	Mayor sensibilidad para detectar cambios metabólicos, ampliamente disponible	Utiliza radiación ionizante, menor resolución de imagen estructural, examen más prolongado

Conclusiones y recomendaciones para la práctica clínica en la resonancia magnética cerebral

La resonancia magnética cerebral es una herramienta diagnóstica valiosa para la evaluación de enfermedades neurológicas debido a su capacidad para generar imágenes detalladas del cerebro y tejidos circundantes sin exposición a radiación ionizante. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones de la técnica y compararla con otros métodos de diagnóstico por imágenes cuando sea necesario.

Algunas recomendaciones para la práctica clínica incluyen:

1. Se debe realizar una evaluación cuidadosa del paciente antes de la resonancia magnética para asegurarse de que no hay contraindicaciones.(9)(10)
2. Es importante seguir los protocolos de imagen apropiados para garantizar la calidad de la imagen y la precisión del diagnóstico..(9)(10)
3. La interpretación de los resultados debe ser realizada por un radiólogo o neurorradiólogo experimentado y debe ser considerada junto con otros hallazgos clínicos y de laboratorio para hacer un diagnóstico definitivo..(9)(10)
4. La resonancia magnética cerebral no debe ser el único método de diagnóstico por imágenes utilizado para la evaluación de enfermedades

neurológicas. En algunos casos, puede ser necesario combinarla con otros métodos de diagnóstico por imágenes para obtener una evaluación más completa..(9)(10)

5. Es importante seguir las directrices de seguridad para reducir el riesgo de complicaciones y asegurar la seguridad del paciente y del personal médico.

En general, la resonancia magnética cerebral es una herramienta diagnóstica valiosa y segura para la evaluación de enfermedades neurológicas. Al utilizarla adecuadamente y en combinación con otros métodos de diagnóstico por imágenes, los profesionales médicos pueden proporcionar diagnósticos precisos y mejorar la atención al paciente.

Bibliografía

1. Wineski, L. E. (2019). Snell. Anatomía clínica por regiones (Tenth Edition). LWW. ISBN-13: 9788417602277.
2. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Anatomía con orientación clínica. 8th ed. LWW; 2018. ISBN-13: 9788417033637.
3. Latarjet M. Anatomía Humana 5Ed. T1. Editorial Médica Panamericana S.A.; 2019. ISBN-13: 9789500695848.
4. Netter MD, Frank H. Netter Atlas of Human Anatomy: Classic Regional Approach: paperback + eBook (Netter Basic Science). 8th ed. Elsevier; 2022. ISBN-13: 978032
5. Organista-Mondragón, Nadia, et al. "Análisis volumétrico cerebral mediante imagen por resonancia magnética en el

seguimiento de pacientes con esclerosis múltiple y su correlación con la discapacidad." *Revista de Sanidad Militar* 73.1 (2019): 5-10.

6. Miró A, Tutora P, Frias C. Integración de la evaluación neuropsicológica y la resonancia magnética funcional prequirúrgica a la neurocirugía con paciente despierto: una serie de casos [Internet]. [cited 2023 Mar 26]. Available from:
[https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/200595/TFM_2022_Mir%*c3%b3*_Padilla_Anna.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/200595/TFM_2022_Mir%c3%b3_Padilla_Anna.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
7. Abad, B. Moreno, et al. "Comparación morfológica de subestructuras cerebrales en pacientes con enfermedad de parkinson y sujetos control usando imágenes de resonancia magnética." *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*. Vol. 7. No. 1. 2020.
8. Crespo-Domínguez JS, Lestay-OÁ´Farril Z, Crespo-Regalado VM, Álvarez-Ochoa RI. Imágenes en Neurología, Ependimoma vs Esclerosis Múltiple: reporte de caso y revisión de la literatura. *Domino de las Ciencias* [Internet]. 2020 Oct 8 [cited 2023 Mar 26];6(4):198–210. Available from:
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1461>
9. Cárdenas-Sáenz O, Quiñones-Pesqueira G, Marcín-Sierra M, Cervantes-Arriaga A, Rodríguez-Violante M, Kerik NE, et al. Experiencia con la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob de un único centro de referencia en México. *Análisis de una serie de casos*. *Gaceta médica de México* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Mar 26];158(6):410–8. Available from:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0016-38132022000600410&script=sci_arttext

10. Lozano I. P, Soto F. S, Mansilla D. D, Lozano I. P, Soto F. S, Mansilla D. D. Alteración de señal periictal transitoria en resonancia magnética de encéfalo simulando lesión estructural: Caso clínico. Revista chilena de neuro-psiquiatría [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2023 Mar 26];59(3):255–61. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92272021000300255&script=sci_arttext

**Imágenes de Ultrasonido en la
Evaluación de Enfermedades
Obstétricas y Ginecológicas, La
Ecografía Doppler**

María de los Ángeles Andrade Arrieta

Médico General Universidad Nacional de
Chimborazo

Médico Residente del Hospital General Puyo

El ultrasonido en ginecología

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen que ha experimentado un gran avance en la segunda mitad del siglo XX. Los equipos de ultrasonido han evolucionado rápidamente y la información que proporcionan es cada vez más precisa y accesible en la literatura científica. (1)

Inicialmente, los neurólogos y electroneurofisiólogos utilizaron los ultrasonidos para definir el eco de la línea media y detectar ocupaciones en uno de los hemisferios cerebrales. Posteriormente, los ginecólogos comenzaron a emplear la ecografía bidimensional, sin escala de grises o biestable (modo B), para explorar la anatomía fetal intraútero, mientras que los cardiólogos utilizaron el modo M para estudiar el corazón. (1)

Las ondas sonoras se clasifican por su frecuencia en infrasonidos, sonidos y ultrasonidos, siendo estos últimos los que se utilizan en medicina, habitualmente con una frecuencia superior a 0,5 MHz. El método moderno de ecografía consiste en medir el tiempo que emplea un impulso ultrasónico al recorrer la distancia entre un transductor emisor y otro receptor acoplados al tejido que se está estudiando. (2)

El eco es un fenómeno acústico que se produce cuando un sonido choca contra una superficie capaz de reflejar,

denominada superficie reflectante. Esta superficie es un plano de separación de dos medios físicos con diferente impedancia acústica, propiedad relacionada con su densidad. La superficie reflectante constituye una interfase reflectante que se detecta mediante la ecografía. (1)(2)

La ecografía es una técnica de imagen no invasiva que utiliza ultrasonidos de alta frecuencia para producir imágenes del interior del cuerpo. Se basa en la reflexión de ondas sonoras emitidas por un transductor que se mueven a través de los tejidos corporales. Esta técnica se ha convertido en una herramienta de diagnóstico esencial en obstetricia y ginecología gracias a su eficacia, seguridad y accesibilidad. (3)

Principios físicos

En la ecografía, se utiliza un transductor que envía ondas de sonido de alta frecuencia al área que se está examinando. Estas ondas sonoras rebotan en los tejidos del cuerpo y regresan al transductor en forma de eco. El transductor convierte los ecos en señales eléctricas que se envían a una computadora, que las procesa y las convierte en imágenes visuales en tiempo real. Estas imágenes pueden ser en 2D, 3D o 4D, dependiendo del equipo utilizado y del objetivo de la evaluación. (3)

La ecografía Doppler

La ecografía Doppler es una herramienta importante en la evaluación de las enfermedades del sistema musculoesquelético. Su principio básico es la observación de cómo la frecuencia de un haz ultrasónico se altera cuando se encuentra con un objeto en movimiento, lo que permite la detección de la hiperemia asociada a procesos reumáticos y otras patologías. En la ecografía musculoesquelética, existen dos formas comunes de adquirir y representar información sobre el flujo vascular: el Doppler color y el Doppler de poder. El Doppler color expresa información sobre la velocidad y dirección del flujo en un espectro codificado en color, mientras que el Doppler de poder expone en color solo la información relacionada con la amplitud de la señal Doppler, siendo más sensible a los flujos lentos. Aunque la información sobre la velocidad y dirección del flujo no es muy útil en la aplicación musculoesquelética, el Doppler de poder suele ser más valioso que el Doppler de color. Por lo tanto, la ecografía Doppler es una técnica rápida y adecuada en la evaluación ultrasonográfica de las enfermedades del sistema musculoesquelético.(4)

Clasificación

La ecografía Doppler se clasifica en función de la información que proporciona y las técnicas utilizadas para obtenerla. A continuación, se describen las principales categorías de la ecografía Doppler:

Doppler de flujo a color (CDFI, por sus siglas en inglés): Este método utiliza el efecto Doppler para representar gráficamente la velocidad y dirección del flujo sanguíneo en tiempo real en una imagen bidimensional en colores. El flujo sanguíneo hacia el transductor se muestra en color rojo, mientras que el flujo sanguíneo alejándose del transductor se muestra en color azul. Esta técnica permite evaluar la vascularización y la distribución del flujo sanguíneo en diferentes estructuras. (4)(5)

Doppler espectral pulsado (PWD, por sus siglas en inglés): El Doppler espectral pulsado permite medir la velocidad del flujo sanguíneo en un punto específico seleccionado por el operador. La información se presenta en forma de gráfico, llamado espectrograma, que muestra la velocidad del flujo sanguíneo en función del tiempo. Esta técnica es útil para calcular índices como el índice de resistencia y el índice de pulsatilidad, que pueden ayudar en la evaluación de diversas patologías. (4)(5)

Doppler de onda continua (CWD, por sus siglas en inglés): A diferencia del Doppler espectral pulsado, el Doppler de onda continua utiliza dos cristales en el transductor, uno para transmitir y otro para recibir las señales de ultrasonido. Esta técnica permite medir velocidades de flujo sanguíneo muy altas sin sufrir de

aliasing (distorsión de la señal), pero no puede determinar la ubicación exacta del flujo dentro de la estructura evaluada.(4)(5)

Doppler de potencia o Doppler de amplitud de energía (PD, por sus siglas en inglés): Esta técnica se centra en la amplitud de la señal Doppler en lugar de la velocidad o dirección del flujo sanguíneo. El Doppler de potencia es más sensible a la detección de flujo sanguíneo lento o en vasos pequeños y permite visualizar mejor la perfusión tisular. Sin embargo, no proporciona información sobre la dirección o velocidad del flujo sanguíneo.(4)(5)

La elección de la técnica de ecografía Doppler adecuada dependerá de la patología que se esté evaluando, así como de la información clínica que se requiera. En muchos casos, se pueden combinar diferentes técnicas de Doppler para obtener una evaluación más completa de la circulación sanguínea y la vascularización en ginecología y obstetricia.(6)(7)

Uso de la ecografía Doppler en el diagnóstico de patologías ginecológicas

La ecografía Doppler es una herramienta valiosa en el diagnóstico de patologías tanto ginecológicas como obstétricas debido a su capacidad para evaluar la circulación sanguínea y la vascularización de diferentes

estructuras en tiempo real.(8) Es una técnica no invasiva, accesible y segura, lo que la convierte en una opción ideal para el diagnóstico y seguimiento de diversas condiciones. A continuación, se describen algunas de las principales aplicaciones de la ecografía Doppler en el diagnóstico de patologías ginecológicas y obstétricas.

Ginecología:

- **Tumores ováricos:** La ecografía Doppler ayuda a evaluar la vascularización de las masas ováricas, proporcionando información sobre su naturaleza benigna o maligna. Los índices de resistencia y pulsatilidad pueden ser útiles en la diferenciación entre tumores benignos y malignos.(9)
- **Endometriosis:** La ecografía Doppler puede detectar la presencia de endometriomas y evaluar la vascularización de las lesiones endometrióticas, lo que puede ayudar a determinar la extensión de la enfermedad y guiar el tratamiento.(10)
- **Malformaciones uterinas:** La ecografía Doppler permite la evaluación de la vascularización de las malformaciones uterinas, lo que puede ser útil en la identificación de la causa de la infertilidad o el sangrado uterino anormal.(11)

- **Miomas uterinos:** La ecografía Doppler puede ser utilizada para evaluar la vascularización y el crecimiento de los miomas uterinos, así como para guiar el tratamiento y seguimiento de los pacientes.(12)

Obstetricia:

- **Crecimiento intrauterino restringido (CIR):** La ecografía Doppler permite evaluar el flujo sanguíneo en la arteria umbilical y las arterias uterinas para identificar posibles restricciones en el crecimiento fetal y guiar el manejo clínico.(13)
- **Preeclampsia:** La ecografía Doppler puede ser útil para monitorear el flujo sanguíneo en las arterias uterinas, identificar signos tempranos de preeclampsia y evaluar la severidad de la enfermedad.(13)
- **Acretismo placentario:** La ecografía Doppler puede ayudar a evaluar la vascularización en la placenta y el útero, detectando anomalías en la implantación placentaria y riesgo de hemorragia posparto.(13)

- **Desprendimiento prematuro de placenta:** La ecografía Doppler puede identificar signos de separación placentaria y alteraciones en el flujo sanguíneo entre la placenta y el feto, lo que permite un diagnóstico y manejo oportuno.(13)
- **Insuficiencia de la arteria umbilical:** La ecografía Doppler permite estudiar el flujo sanguíneo en la arteria umbilical, evaluando la función y la resistencia al flujo en casos de insuficiencia de la arteria umbilical y guiar el manejo clínico.(13)

Estas aplicaciones demuestran la versatilidad y el valor de la ecografía Doppler en el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías ginecológicas y obstétricas.

Es importante destacar que la ecografía Doppler es una herramienta complementaria en el diagnóstico y manejo de patologías ginecológicas y obstétricas.(14) En general, los hallazgos obtenidos mediante esta técnica deben ser interpretados en conjunto con los datos clínicos del paciente y otros estudios de imagen o pruebas de laboratorio.

Además, el uso de la ecografía Doppler en el diagnóstico de patologías ginecológicas y obstétricas requiere una formación especializada y experiencia por parte del

médico o técnico que realiza el estudio.(15) La interpretación adecuada de los hallazgos de la ecografía Doppler es esencial para garantizar un diagnóstico preciso y un manejo clínico apropiado.

En resumen, la ecografía Doppler es una técnica valiosa y versátil que ha mejorado significativamente el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías ginecológicas y obstétricas.(16)(17) Su capacidad para evaluar la circulación sanguínea y la vascularización en tiempo real permite una mejor comprensión de la fisiopatología de estas condiciones y guía el manejo clínico de los pacientes.(18) A medida que la tecnología de ultrasonido continúa avanzando, es probable que la ecografía Doppler siga desempeñando un papel crucial en el campo de la ginecología y obstetricia en los próximos años.

Bibliografía

1. Garijo, Teresa Guerra, et al. "Ecografía Doppler hecha fácil. Guía para principiantes." Seram 1.1 (2022).
2. García, D. Francisco Javier Pérez, et al. "Ecografía Doppler en modo fácil: fundamentos físicos, características de la técnica y aplicaciones." Seram 1.1 (2022).
3. Quiñones Pereyra, Emma Ysabel. "Validez diagnóstica de la ecografía doppler de arterias uterinas en el primer trimestre como factor predictor de preeclampsia en Instituto Nacional Materno Perinatal en el periodo enero-diciembre 2018." (2021).
 - a.

4. Sandoval, Isidora, et al. "Utilidad de la ecografía Doppler en el diagnóstico, el pronóstico y el manejo de la restricción del crecimiento fetal: situación en Chile." *Revista chilena de obstetricia y ginecología* 87.3 (2022): 218-228.
5. Mena, María José Rivera, et al. "Doppler de arterias uterinas para tamizaje y prevención de preeclampsia." *Tesla Revista Científica* 3.1 (2023): e119-e119.
6. Figueroa de la Rosa, Cindy Andrea. "Efectividad del ultrasonido Doppler del tronco de la arteria pulmonar en comparación con el conteo de cuerpos lamelares como predictor del síndrome de dificultad respiratoria en el neonato." (2022).
7. Duque Villalta, Karen Paola, and Keybelin Jasmin Pagoaga Gonzales. Eficacia de la Flujometría Doppler como predictor de restricción de crecimiento intrauterino en pacientes atendidas en el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital San Vicente de Paúl, en el año 2018. BS thesis. Quito: UCE, 2019.
8. Urquiaga1a, Walter Castillo, et al. "PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DIFERENCIADOS PARA LA ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA ESTANDAR VERSUS LA ESPECIALIZADA RECOMENDACIÓN DEL SERVICIO DE MEDICINA FETAL 2019." *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal* 8.1 (2019): 49-55.
9. Castillo-Urquiaga, Walter, et al. "Parámetros de evaluación diferenciados para la ecografía obstétrica estándar versus la especializada. Recomendación del servicio de medicina fetal 2019." *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal* 8.1 (2019): 49-55.
10. Zambrano Sevillano, Nicole Andrea. Conducta obstétrica en múltipara de 30 años de edad con embarazo a término más placenta previa oclusiva total. BS thesis. Babahoyo: UTB-FCS, 2021, 2021.

11. Fernandez Tuesta, Cesar. "La ecografía obstétrica y diagnóstico de malformación fetal del segundo trimestre de gestación en Hospital Bellavista, 2019." (2022).
12. Kevyn, Mariños Malón Michael. "Índice de pulsatilidad de la arteria umbilical como predictor de resultados adversos perinatales en embarazos de alto riesgo." (2022).
13. Bustamante, Priscila Paola Ronquillo, et al. "Importancia de la ecografía obstétrica para la valoración y seguimiento del desarrollo embrionario." *Domino de las Ciencias* 7.4 (2021): 970-981.
14. Barreto, Marcos Rubén Rojas, Carlos Garcia Curda, and Marisol Garcia. "Velocidad máxima del flujo de la arteria pulmonar fetal en el tercer trimestre de la gestación." *Salus* 25.2 (2021): 27-32.
15. Pérez Olivera, Darling Harrison. "Índices doopler de la arteria uterina como indicadores de amenaza de parto pretermino en gestantes del Hospital Regional Docente de Trujillo, durante el periodo comprendido del 01 de julio al 31 de diciembre de 2020." (2020).
16. Simon Troya, Jomally Lisbeth. Acretismo placentario importancia del diagnóstico oportuno. BS thesis. Babahoyo: UTB-FCS, 2020, 2020.
17. Reyna-Villasmil, Eduardo, Duly Torres-Cepeda, and Martha Rondon-Tapia. "Rotura de pseudoaneurisma de la arteria uterina posterior a cesárea." *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia* 66.2 (2020).
18. Alegre Andrade, Patricia, and Marcelo Toko Chavez. "Feto papiráceo en embarazo gemelar a término obtenido por cesárea." *Gaceta Médica Boliviana* 42.2 (2019): 172-175.

Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en el Diagnóstico del Cáncer

Tania Cristina Bernal Quizhpi

Médico por la Universidad Católica de Cuenca

Médico Residente en Dialilife

La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica avanzada de diagnóstico por imágenes que ha revolucionado la detección, estadificación y seguimiento del cáncer en las últimas décadas.(1) Para los estudiantes de medicina, comprender el funcionamiento y las aplicaciones de la PET es esencial para abordar el diagnóstico y tratamiento de pacientes oncológicos. Este artículo proporciona una visión general de la PET en el diagnóstico del cáncer y destaca sus principales aplicaciones clínicas.

Desarrollo histórico de la PET

- El desarrollo de la tomografía por emisión de positrones (PET) se remonta a mediados del siglo XX y ha sido el resultado del trabajo conjunto de muchos investigadores en el campo de la física, la química y la medicina. A continuación, se presenta un resumen del desarrollo histórico de la PET:
- Década de 1950: La PET tiene sus raíces en el descubrimiento de los positrones y la aniquilación de pares de partículas. En 1953, el físico estadounidense Gordon Brownell y su equipo en el Massachusetts General Hospital comenzaron a experimentar con detectores de centelleo para estudiar la distribución de radioisótopos en animales.

- Década de 1960: Los avances en la producción de radioisótopos de corta duración permitieron el uso de radiofármacos específicos en estudios in vivo. En 1961, James Robertson y su equipo en Brookhaven National Laboratory desarrollaron la primera cámara de aniquilación de positrones para la detección de la actividad cerebral en animales.
- Década de 1970: David E. Kuhl y su equipo en la Universidad de Pensilvania desarrollaron una técnica de tomografía computarizada para reconstruir imágenes tridimensionales a partir de datos de aniquilación de positrones, lo que condujo al desarrollo de la primera cámara PET en 1973.
- Década de 1980: Durante esta década, se realizaron avances significativos en la tecnología de la PET, incluida la producción de radioisótopos como el carbono-11 y el fluor-18. En 1980, Michael E. Phelps, Edward J. Hoffman y sus colegas en la Universidad de California en Los Ángeles construyeron el primer tomógrafo PET para uso clínico. La fluorodesoxiglucosa (FDG) radiomarcada con fluor-18 se convirtió en el radiofármaco más utilizado en la PET, permitiendo la evaluación del metabolismo de la glucosa en diversos tejidos.

- Década de 1990: Se produjeron mejoras en la resolución espacial y temporal de las imágenes de PET, lo que permitió una mayor precisión en la detección de tumores y otras anomalías metabólicas. Además, se desarrollaron nuevos radiofármacos para estudios específicos de receptores y enzimas en el cerebro.
 - Década de 2000 en adelante: La PET se ha integrado con otras modalidades de imagen, como la tomografía computarizada (PET/TC) y la resonancia magnética (PET/RM), para proporcionar imágenes anatómicas y funcionales en un solo estudio. Estos avances han mejorado la capacidad de la PET para diagnosticar y hacer seguimiento de enfermedades, incluidos diversos tipos de cáncer, enfermedades neurodegenerativas y trastornos cardiovasculares.
- (2)

A lo largo de su historia, la PET ha evolucionado de ser una herramienta experimental en la investigación básica a ser una técnica de diagnóstico por imágenes ampliamente utilizada en la medicina clínica. La colaboración entre físicos, químicos, biólogos y médicos ha sido fundamental para el desarrollo y éxito de la PET en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades.

Indicaciones

La tomografía por emisión de positrones (PET) tiene diversas indicaciones en el campo de la medicina. Aunque su uso principal es en el diagnóstico y seguimiento del cáncer, también se emplea en otras áreas, como la neurología y la cardiología.(3) A continuación, se detallan algunas de las principales indicaciones para la PET:

Oncología:

- a. Detección y diagnóstico de tumores primarios y lesiones sospechosas.
- b. Estadificación del cáncer y evaluación de la presencia de metástasis.
- c. Evaluación de la respuesta al tratamiento (quimioterapia, radioterapia, inmunoterapia, etc.).
- d. Detección de recurrencias o recaídas después del tratamiento.
- e. Planificación de la radioterapia.
- f. Diferenciación entre cicatrización o inflamación post-tratamiento y recurrencia tumoral.(4)

Neurología:

- a. Diagnóstico diferencial de enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson y la demencia frontotemporal.

- b. Evaluación de epilepsia, especialmente en la localización del foco epiléptico en pacientes candidatos a cirugía.
- c. Diagnóstico de tumores cerebrales y evaluación de la respuesta al tratamiento.(5)

Cardiología:

- a. Evaluación de la viabilidad miocárdica en pacientes con enfermedad arterial coronaria e insuficiencia cardíaca, para determinar si podrían beneficiarse de una revascularización.
- b. Detección de inflamación o infección en el corazón, como en la endocarditis o miocarditis.
- c. Identificación de áreas de isquemia miocárdica en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria.
(6)

Infecciones e inflamaciones:

- a. Diagnóstico y localización de infecciones óseas, como la osteomielitis.
- b. Identificación de focos de infecciones en pacientes con fiebre de origen desconocido.
- c. Evaluación de inflamaciones y enfermedades autoinmunitarias, como la arteritis de células gigantes o la sarcoidosis.(7)

Es importante tener en cuenta que la PET no es apropiada para todas las situaciones y pacientes. La

elección de realizar una PET dependerá del contexto clínico, las necesidades específicas del paciente y la disponibilidad de la prueba. En muchos casos, la PET se combina con otras técnicas de diagnóstico por imágenes, como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM), para obtener una evaluación más completa de la condición del paciente.

Fundamentos de la PET en Oncología

La PET es una modalidad de medicina nuclear que evalúa la función metabólica de los tejidos y detectar áreas de actividad celular anormalmente alta, como las células cancerosas. En un estudio de PET, se administra al paciente un radiofármaco, generalmente fluorodesoxiglucosa (FDG), una forma radiactiva de glucosa. Las células cancerosas, que tienen un metabolismo más elevado que las células normales, absorben más FDG. Las imágenes PET resultantes revelan áreas de alta captación de FDG, lo que indica la presencia de tejido tumoral.(8)

En una PET, se inyecta al paciente un radiofármaco, que generalmente es una forma radiactiva de glucosa llamada fluorodesoxiglucosa (FDG). Las células cancerosas, que tienen un metabolismo más alto que las células normales, absorben más FDG, lo que permite identificar áreas de actividad tumoral en las imágenes PET. A

continuación, se describen algunas aplicaciones de la PET en el diagnóstico del cáncer:

1. **Detección y diagnóstico:** La PET puede ser útil para identificar tumores primarios y lesiones sospechosas en pacientes con síntomas o hallazgos anormales en otras pruebas de diagnóstico por imágenes, como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM).
2. **Estadificación:** La PET es una herramienta importante para determinar la extensión del cáncer y si se ha diseminado a otras partes del cuerpo (metástasis). La información obtenida mediante la PET puede ayudar a los médicos a seleccionar el tratamiento adecuado y a determinar el pronóstico del paciente.
3. **Evaluación de la respuesta al tratamiento:** La PET puede ser utilizada para evaluar cómo los tumores están respondiendo a tratamientos como la quimioterapia o la radioterapia. Una disminución en la captación de FDG por parte del tumor puede indicar que el tratamiento está siendo eficaz.
4. **Detección de recurrencias:** La PET también puede ser útil para identificar recurrencias de

cáncer después del tratamiento, ya que las células cancerosas recurrentes suelen tener una alta actividad metabólica.

5. **Planificación de la radioterapia:** La PET puede proporcionar información sobre la localización exacta y la actividad metabólica de los tumores, lo que permite a los médicos planificar de manera más precisa la radioterapia para maximizar su efectividad y minimizar el daño a los tejidos sanos circundantes.

A pesar de sus múltiples aplicaciones en el diagnóstico del cáncer, la PET no está exenta de limitaciones. La técnica puede ser menos eficaz para detectar tumores muy pequeños o con baja actividad metabólica. (9)

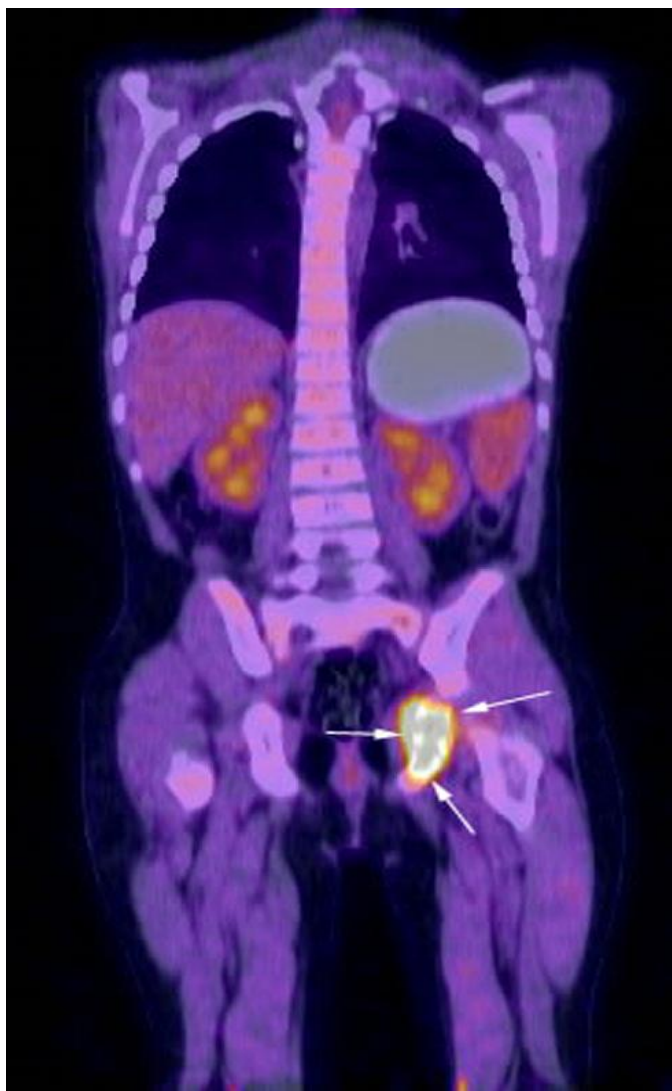


Fig 1. La imagen reconstrucción coronal del estudio PET-TC con FDG muestra una intensa actividad

metabólica en la región del isquion izquierdo (flechas) correspondiente a la conocida histiocitosis de células de Langerhans del paciente. Fuente: Tomografía por emisión de positrones (PET) [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. ManualesMSD;2021 <https://www.msmanuals.com/es/professional/temas-especiales/principios-de-estudios-por-la-imagen-radiol%C3%B3gicas/tomograf%C3%ADa-por-emisi%C3%B3n-de-positrones-pet>

Crterios de elección de la PET

La tomografía por emisión de positrones (PET) es una herramienta útil en el diagnóstico y manejo del cáncer, pero no siempre es apropiada para todos los pacientes y situaciones clínicas. La elección de utilizar la PET en el diagnóstico y seguimiento de un paciente con cáncer puede depender de varios factores, entre ellos:

- *Tipo de cáncer:* La PET es especialmente útil para diagnosticar y hacer seguimiento de ciertos tipos de cáncer, como el cáncer de pulmón, linfoma, melanoma, cáncer de mama, cáncer de esófago, cáncer de cabeza y cuello, y cáncer colorrectal. Sin embargo, algunos tumores con baja actividad metabólica pueden ser difíciles de detectar mediante la PET, lo que limita su utilidad en ciertos casos.
- *Estadificación del cáncer:* La PET es una herramienta valiosa para determinar la extensión del cáncer y si se ha diseminado a otras partes del

cuerpo (metástasis). Si se sospecha que el cáncer ha hecho metástasis, la PET puede ser más apropiada que otras pruebas de imagen para evaluar la diseminación de la enfermedad.

- *Evaluación de la respuesta al tratamiento:* La PET puede ser útil para evaluar cómo los tumores están respondiendo a tratamientos como la quimioterapia o la radioterapia. Si se busca evaluar la efectividad del tratamiento, la PET puede ser una opción adecuada.
- *Detección de recurrencias:* Si se sospecha una recurrencia del cáncer después del tratamiento, la PET puede ser útil para identificar áreas de actividad tumoral recurrente.
- *Disponibilidad y costo:* La PET puede no estar disponible en todas las instituciones médicas debido a su costo y la necesidad de contar con instalaciones específicas para la producción y manejo de radiofármacos. Además, el costo de una PET puede ser un factor limitante para algunos pacientes o sistemas de salud.
- *Contraindicaciones y riesgos:* Aunque la PET es generalmente segura, hay algunas contraindicaciones y riesgos asociados con la prueba. Por ejemplo, la PET no se recomienda para mujeres embarazadas debido al riesgo potencial de radiación para el feto. Además, la PET puede no

ser apropiada para pacientes con alergias conocidas a los radiofármacos utilizados en la prueba.(10)

En resumen, la elección de utilizar la PET en el diagnóstico y manejo del cáncer dependerá de varios factores, incluido el tipo de cáncer, la estadificación, la evaluación de la respuesta al tratamiento, la detección de recurrencias, la disponibilidad y el costo de la prueba, y las contraindicaciones y riesgos asociados. La decisión de realizar una PET debe ser tomada en conjunto por el equipo médico y el paciente, teniendo en cuenta todos estos factores y las necesidades específicas del caso.

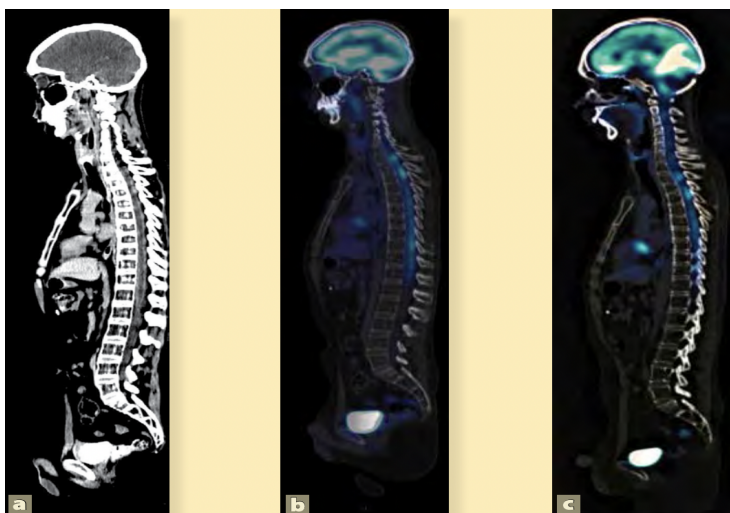


Figura 2. Masculino de 19 años con diagnóstico de meduloblastoma con implantes medulares. a) TC sagital de cuerpo entero con medio de contraste intravenoso que

muestra lesiones hiperdensas diseminadas aleatoriamente en trayecto medular. b) y c) Imágenes de fusión PET/CT-18FDG de cuerpo entero en plano sagital, donde se observa incremento del metabolismo glucolítico en trayecto de la medula espinal. Fuente: Utilidad de la tomografía por emisión de positrones/ tomografía computada (PET/CT) en pacientes con diagnóstico de meduloblastoma. Revista de la Facultad de Medicina UNAM2020<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/rsumen.cgi?IDARTICULO=91143>

Contraindicaciones

Aunque la tomografía por emisión de positrones (PET) es una herramienta valiosa en el diagnóstico y manejo de diversas enfermedades, existen algunas contraindicaciones y situaciones en las que su uso debe ser cuidadosamente evaluado.(11) Algunas de las contraindicaciones y precauciones para la PET incluyen:

- *Embarazo*: La PET implica la exposición a radiación ionizante, que puede ser perjudicial para el feto en desarrollo. Por lo tanto, no se recomienda realizar una PET en mujeres embarazadas a menos que los beneficios potenciales superen claramente los riesgos.
- *Lactancia materna*: Los radiofármacos utilizados en la PET pueden pasar a la leche materna y ser ingeridos por el lactante. Se recomienda que las madres lactantes interrumpan temporalmente la

lactancia y extraigan y desechen la leche materna durante un período determinado después de la administración del radiofármaco.

- *Alergias*: En casos raros, los pacientes pueden ser alérgicos a los componentes de los radiofármacos utilizados en la PET. Si un paciente tiene antecedentes de reacciones alérgicas a un radiofármaco específico, se debe informar al médico para que se evalúen posibles alternativas.
- *Insuficiencia renal*: Algunos radiofármacos se eliminan principalmente a través de los riñones y podrían acumularse en pacientes con insuficiencia renal. Es importante informar al médico si el paciente padece insuficiencia renal para que se pueda ajustar la dosis del radiofármaco o considerar otras pruebas de diagnóstico por imágenes.
- *Claustrofobia*: Aunque la claustrofobia es menos común en la PET que en la resonancia magnética (RM), algunos pacientes pueden sentir ansiedad o malestar en el espacio cerrado del escáner PET. Si un paciente experimenta claustrofobia, se debe informar al médico para que se puedan tomar medidas para minimizar la incomodidad.
- *Condiciones médicas y medicamentos*: Algunas afecciones médicas o medicamentos pueden afectar la precisión de la PET. Por ejemplo, los niveles elevados de glucosa en sangre en pacientes

diabéticos pueden interferir con la captación de fluorodesoxiglucosa (FDG) en los tejidos. Es crucial informar al médico sobre todas las condiciones médicas y los medicamentos que el paciente esté tomando.(12)(13)(14)(15)

A pesar de estas contraindicaciones y precauciones, la PET es generalmente una prueba segura y no invasiva. Siempre es importante discutir los riesgos y beneficios de la PET con el médico y el equipo médico para tomar la decisión más adecuada para cada situación clínica.

Bibliografía

1. Análisis de la aplicación clínica de la tomografía por emisión de positrones en el ejercicio de la ginecología oncológica en el Hospital de la Mujer. REVISTA MÉDICA DEL URUGUAY. 2020 Jan 1;
2. García, María Fernanda, and Jorge Luis Quizhpilema. "Tomografía por emisión de positrones en diagnóstico oncológico." *infoANALÍTICA* 9.2 (2021): 185-197.
3. Davila REG, Bello SD, Rodriguez RV, Lopez LR, Vázquez JLV, Rivera-Bravo B. Utilidad de la tomografía por emisión de positrones/ tomografía computada (PET/CT) en pacientes con diagnóstico de meduloblastoma. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM* [Internet]. 2020 Jan 31 [cited 2023 Mar 26];63(1):34–41. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=91143>
4. González Espinosa, Claudia, et al. "Tomografía por emisión de positrones con 18F-fluorodeoxiglucosa-tomografía computarizada en el diagnóstico del tumor primario de

- origen desconocido." *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 18.6 (2019): 873-885.
5. Ladrón de Guevara, David, et al. "Frecuencia de malignidad en incidentalomas tiroideos detectados con tomografía por emisión de positrones/tomografía computada (PET/CT) con F18-FDG de cuerpo entero." *Revista médica de Chile* 148.1 (2020): 10-16.
 6. Navas, Maglen Katherine Meneses, et al. "Tuberculosis ganglionar en la tomografía por emisión de positrones/tomografía axial computarizada con 18f-fluorodexosiglucosa, a propósito de un caso." *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina*. No. 138. Real Academia Nacional de Medicina, 2021.
 7. Guerrero Jarava, Ana Gema. "Radiofármacos y tomografía por emisión de positrones." (2020).
 8. Fundora Sarraff, Teresa Alejandra, Láser Humberto Hernández Reyes, and Martha Dora Chávez Pérez-Terán. "Tomografía por emisión de positrones asociada con tomografía computarizada en la estadificación de los linfomas." *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia* 36.1 (2020).
 9. de Guevara, HD Ladrón, et al. "Frecuencia de malignidad en incidentalomas tiroideos detectados con tomografía por emisión de positrones/tomografía computada (PET/CT) con F18-FDG de cuerpo entero [frequency of malignancy in thyroid incidentalomas detected by whole body 18F-FDG PET/CT]." *Rev Med Chil* 148.1 (2020): 10-16.
 10. Marín Colomé, Miquel. Generación de conjuntos de datos para entrenamiento de métodos de reconstrucción de imágenes de tomografía por emisión de positrones. Diss. Universitat Politècnica de València, 2022.
 11. Hernández Abad, Alejandro. Estudio de imágenes combinadas de tomografía por emisión de positrones y tomografía computarizada (PET-TAC) mediante la expresión

- del antígeno prostático específico de membrana (PSMA) para la detección del cáncer de próstata. Diss. Universitat Politècnica de València, 2022.
12. Fernández, Anino, and Bellido Pastrana. "Espondilodiscitis infecciosa como manifestación de un cáncer oculto de colón. Utilidad de la tomografía por emisión de positrones."
 13. Testart Dardel, Nathalie Christine. "Tomografía por emisión de positrones (PET) con fluorocolina en gliomas cerebrales." (2021).
 14. Freire Navas, Estefania Katherine. "Diferencias entre las configuraciones técnicas de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) y Mamografía por Emisión de Positrones (PEM) para el diagnóstico del cáncer de mama." (2021).
 15. Cornejo Monroy, Delfino, Humberto Ochoa Domínguez, and Aliuska Núñez Sánchez. "Aplicación para la Manipulación y Visualización de Imágenes de Tomografía por Emisión de Positrones (PET)." Instituto de Ingeniería y Tecnología (2021).

Ecografía en la Evaluación de Enfermedades del Sistema Musculoesquelético

Bryan Vinicio Buele Banegas

Médico General

Médico Residente en Hospital General Isidro Ayora

Loja

Introducción

Principios físicos y técnicos de la ecografía en el sistema musculoesquelético.

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes en tiempo real de los tejidos blandos del cuerpo. En el sistema musculoesquelético, la ecografía se utiliza para evaluar músculos, tendones, ligamentos, cartílagos y huesos. (1)

Los principios físicos de la ecografía implican la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia por medio de un transductor, el cual es colocado en la superficie del cuerpo. (2) Las ondas sonoras penetran en los tejidos y son reflejadas de vuelta al transductor, generando una imagen en tiempo real. La calidad de la imagen depende de la frecuencia de las ondas sonoras y la capacidad del transductor para recibir y procesar la información.

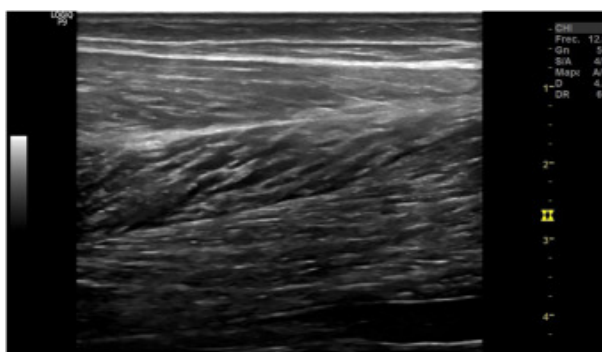


Figura 1. Aspecto ecográfico de un músculo sano en corte longitudinal en «pluma de ave» Utilidad y fiabilidad de la ecografía

clínica musculoesquelética en medicina familiar (2): lesiones musculares, artrosis, enfermedades reumatológicas y procedimientos ecografiados. Atención Primaria. 2019 Feb;51(2):105–17.

La técnica de la ecografía en el sistema musculoesquelético requiere una adecuada preparación del paciente y un correcto posicionamiento del transductor en el área de interés. Es importante que el paciente esté relajado y cómodo, y que se retiren todos los objetos metálicos que puedan interferir con la imagen.

Además, es fundamental contar con un equipo de alta calidad y un personal capacitado en la interpretación de las imágenes obtenidas.(3) La capacidad para identificar estructuras anatómicas específicas y diferenciar entre tejidos blandos y duros es crucial para el diagnóstico preciso de las enfermedades musculoesqueléticas.

En resumen, la ecografía es una técnica segura y no invasiva que proporciona imágenes en tiempo real de los tejidos blandos del cuerpo, incluyendo el sistema musculoesquelético. La comprensión de los principios físicos y técnicos de la ecografía, junto con una adecuada preparación del paciente y un personal capacitado, son fundamentales para su correcta aplicación clínica.

Preparación del paciente para la ecografía

La preparación del paciente para una ecografía en el sistema musculoesquelético puede variar dependiendo de la parte del cuerpo que se va a examinar. A continuación, se presentan algunas consideraciones generales:

- **Ropa:** El paciente debe vestir ropa cómoda y holgada que permita el acceso a la zona a examinar. En algunos casos, puede ser necesario que el paciente se cambie a una bata hospitalaria.(4)
- **Joyas y objetos metálicos:** El paciente debe retirar todas las joyas y objetos metálicos que lleve puestos, como relojes, pulseras, collares, pendientes, piercings, etc. Esto se debe a que los objetos metálicos pueden interferir con la calidad de la imagen.(4)
- **Alimentación:** En general, no es necesario realizar ninguna preparación especial en cuanto a la alimentación para una ecografía en el sistema musculoesquelético. Sin embargo, en algunos casos, puede ser necesario que el paciente no ingiera alimentos sólidos ni líquidos durante un determinado período de tiempo antes del examen.(4)
- **Medicamentos:** El paciente debe informar al médico si está tomando algún medicamento, especialmente si es un anticoagulante o tiene alergias a algún medicamento o contraste.(4)

- Dolor: Si el paciente presenta dolor en la zona a examinar, puede ser útil tomar un analgésico antes del examen para reducir la molestia.(4)
- Información previa: Es importante que el paciente informe al médico si tiene antecedentes de cirugías, lesiones o enfermedades en la zona a examinar, ya que esto puede afectar la interpretación de la ecografía.(4)

En resumen, la preparación del paciente para una ecografía en el sistema musculoesquelético no suele ser muy compleja, pero es importante seguir las indicaciones del médico para asegurar la calidad del examen.

Indicaciones clínicas de la ecografía

La ecografía es una técnica de imagen no invasiva y ampliamente disponible que se utiliza en la evaluación de una amplia variedad de enfermedades del sistema musculoesquelético. Algunas de las indicaciones clínicas comunes incluyen:

1. Dolor musculoesquelético: la ecografía puede ayudar en el diagnóstico de lesiones musculares, tendinosas y ligamentosas, como distensiones, desgarros y tendinitis. También puede ayudar a identificar la presencia de fluido en la articulación y la bursitis.(5)
2. Artritis: la ecografía puede detectar la inflamación en las articulaciones y el líquido

sinovial excesivo asociado con la artritis reumatoide y la osteoartritis.(5)

3. Lesiones óseas: la ecografía puede ayudar en la evaluación de las lesiones óseas, como las fracturas de estrés y las deformidades óseas.(5)
4. Evaluación de tumores: la ecografía puede utilizarse para evaluar los tumores de partes blandas, como lipomas y fibromas, y para guiar las biopsias.(5)
5. Evaluación de los nervios periféricos: la ecografía puede ser útil para la evaluación de neuropatías periféricas, como el síndrome del túnel carpiano y la neuropatía cubital.(5)
6. Evaluación de la hernia: la ecografía puede utilizarse para evaluar las hernias de la pared abdominal, incluyendo las hernias inguinales y umbilicales.(5)

En general, la ecografía es una herramienta valiosa para la evaluación de una amplia variedad de enfermedades musculoesqueléticas.

Protocolos de ecografía para la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético

Los protocolos de ecografía para la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético pueden variar dependiendo de la estructura anatómica a estudiar

y la patología sospechada. Algunos de los protocolos más comunes incluyen:

1. Ecografía del hombro: incluye una exploración detallada de la articulación glenohumeral, el manguito rotador, la bolsa subacromial y la articulación acromioclavicular.(6)
2. Ecografía del codo: incluye una evaluación de la articulación del codo, el tendón del bíceps, el tendón del tríceps y los músculos extensores y flexores.(6)
3. Ecografía de la muñeca y mano: incluye una exploración de los huesos carpianos, los tendones flexores y extensores, la vaina sinovial y los ligamentos.(6)
4. Ecografía de la cadera: incluye una evaluación del acetábulo, la cabeza femoral, el labrum acetabular, los músculos aductores y los tendones.(6)
5. Ecografía de la rodilla: incluye una exploración detallada de la rótula, los ligamentos cruzados, los meniscos, los músculos cuádriceps y los tendones.(6)
6. Ecografía del tobillo y pie: incluye una evaluación de los ligamentos, los tendones, las articulaciones y los huesos del pie y el tobillo.(6)

Cada protocolo puede incluir diferentes vistas y técnicas de exploración según la patología sospechada y la estructura anatómica a estudiar.

Interpretación de resultados y reporte de hallazgos de la ecografía

La interpretación de resultados de una ecografía en el sistema musculoesquelético requiere del conocimiento anatómico y fisiológico del área evaluada, así como de la identificación de patologías y anormalidades que puedan ser detectadas mediante esta técnica de imagen.

El informe del examen debe incluir una descripción detallada de las estructuras evaluadas, la presencia o ausencia de lesiones o anormalidades, su tamaño, forma, características ecográficas y relación con estructuras adyacentes. También se deben incluir las medidas de las estructuras evaluadas y, en caso de necesidad, la indicación de una evaluación posterior mediante otra técnica de imagen.(7)

Es importante destacar que la interpretación de los hallazgos de la ecografía debe ser realizada por un médico radiólogo o un especialista en el área evaluada, quien podrá realizar un diagnóstico preciso y emitir recomendaciones para el tratamiento y seguimiento del paciente.

En el informe del examen, se debe también considerar la información relevante del paciente, tales como su historial médico, síntomas, signos físicos y resultados de otras pruebas diagnósticas, lo que permitirá una evaluación más completa y precisa.

Complicaciones y riesgos

La ecografía es una técnica de imagen segura que utiliza ondas sonoras en lugar de radiación ionizante para producir imágenes del cuerpo humano.(8) En general, las complicaciones y riesgos asociados con la ecografía son muy bajos y rara vez ocurren. Algunos posibles riesgos incluyen:

- Malestar o dolor leve durante el examen si el paciente tiene una lesión o inflamación en la zona a examinar.
- Sensibilidad en la piel si se utiliza una sonda con presión excesiva.
- Reacciones alérgicas a los geles utilizados para ayudar a transmitir las ondas sonoras.
- En casos muy raros, pueden presentarse complicaciones en pacientes con trastornos de coagulación sanguínea si se realiza una biopsia guiada por ecografía.

Es importante que los pacientes informen al médico o técnico si tienen alguna alergia o problema de coagulación antes de realizar un examen de ecografía.(9)

En general, la ecografía es una técnica de imagen segura y efectiva que se utiliza ampliamente en la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético.

Comparación de la ecografía con otros métodos de diagnóstico por imágenes en la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imágenes ampliamente utilizada en la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético. Sin embargo, existen otros métodos de diagnóstico por imágenes que también son utilizados para esta evaluación. Algunas comparaciones de la ecografía con otros métodos de diagnóstico por imágenes son:

- **Radiografía:** la radiografía es un método de diagnóstico por imágenes que utiliza radiación ionizante para obtener imágenes de los huesos. Aunque es útil para la detección de fracturas y algunas enfermedades óseas, la radiografía tiene una menor sensibilidad y especificidad que la ecografía para la detección de lesiones de tejidos blandos, como músculos y tendones.(10)
- **Resonancia magnética:** la resonancia magnética es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para obtener imágenes detalladas de los tejidos blandos y los huesos. La resonancia magnética es más sensible que la ecografía para la detección de

lesiones de tejidos blandos y puede proporcionar información adicional, como la presencia de edema y la extensión de la lesión. Sin embargo, la resonancia magnética es más costosa y puede no estar disponible en todas las instituciones médicas.(10)

- Tomografía computarizada: la tomografía computarizada es un método de diagnóstico por imágenes que utiliza rayos X y un ordenador para obtener imágenes detalladas de los tejidos blandos y los huesos. La tomografía computarizada es más útil para la evaluación de lesiones óseas y puede proporcionar información detallada sobre la estructura ósea y la presencia de fracturas. Sin embargo, la tomografía computarizada es menos sensible que la ecografía para la detección de lesiones de tejidos blandos y utiliza radiación ionizante.(10)

En general, la elección del método de diagnóstico por imágenes depende de la naturaleza de la enfermedad y de las características del paciente.(11) La ecografía es una técnica de diagnóstico por imágenes segura, no invasiva y ampliamente disponible que puede proporcionar información valiosa para la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético.

Conclusiones y recomendaciones

La ecografía es una herramienta importante en la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético debido a su capacidad de proporcionar imágenes en tiempo real y no invasivas. Se debe tener en cuenta que la ecografía tiene limitaciones en cuanto a la profundidad y la calidad de la imagen en comparación con otros métodos de diagnóstico por imágenes, como la resonancia magnética y la tomografía computarizada.

Sin embargo, la ecografía sigue siendo una herramienta valiosa en el diagnóstico y seguimiento de una amplia variedad de patologías musculoesqueléticas, incluyendo lesiones tendinosas, bursitis, fracturas, y enfermedades inflamatorias como la artritis. Es importante que los médicos que utilicen la ecografía estén capacitados adecuadamente y sigan las pautas de seguridad para minimizar los riesgos de complicaciones.

En resumen, la ecografía es una técnica útil en la evaluación de enfermedades del sistema musculoesquelético, pero debe ser utilizada con conocimiento y precaución. Se recomienda una evaluación individualizada del paciente para determinar el mejor enfoque diagnóstico y terapéutico para cada caso.

Bibliografía

1. Oates C. *Ultrasound Technology for Clinical Practitioners*. Newcastle University, UK: Wiley; 2023.
2. Rumbelow, J. (2023). *Doppler Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* (3rd ed.). Springer. ISBN-13: 9783031061899
3. I.Arce DABB, Obregón DAL, Barrio DAPD, Bellón DPS, Fernández-Miranda DPM. El valor de la ecografía de rodilla. ¿Es realmente útil ?. Seram [Internet]. 2022 May 26 [cited 2023 Mar 26];1(1). Available from: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9212>
4. Sánchez Barrancos IM, Manso García S, Lozano Gago P, Hernández Rodríguez T, Conangla Ferrín L, Ruiz Serrano AL, et al. Utilidad y fiabilidad de la ecografía clínica musculoesquelética en medicina familiar (2): lesiones musculares, artrosis, enfermedades reumatológicas y procedimientos ecoguiados. *Atención Primaria*. 2019 Feb;51(2):105–17.
5. Collada, Juan Molina, and Lucía Mayordomo. "Calidad percibida de formación en ecografía musculoesquelética en los servicios de reumatología españoles." *Reumatología Clínica* 18.6 (2022): 349-354.
6. Franco DCMB, Calvo DJRYC, Lorente DMC, Lacámara DLS, Martínez DJR, Foz DMPG, et al. Diagnóstico por Resonancia Magnética en las enfermedades infecciosas del sistema músculo-esquelético. Seram [Internet]. 2022 May 26 [cited 2023 Mar 26];1(1). Available from: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9203>
7. Jácome Pinela, Jonathan Pierre. Análisis ergonómico biomecánico por movimientos repetitivos en personal de ecografía de un hospital público de Guayaquil y la correlación con posibles enfermedades profesionales por

- trastornos musculo esqueléticos. Diss. ESPOL. FIMCP, 2021.
8. Henríquez-Camacho C, Miralles-Aguiar F, Bernabeu-Wittel M. Aplicaciones emergentes de la ecografía clínica. *Revista Clínica Española*. 2021 Jan;221(1):45–54.
 9. San Martín, G. Serralta, and J. Canora Lebrato. "Ecografía clínica en las enfermedades autoinmunes sistémicas." *Revista Clínica Española* 220.5 (2020): 297-304.
 10. Giraldo García, Juan Carlos. "Estudio de la relación entre la ecografía cuantitativa del cuádriceps y el salto vertical en niños en edad escolar." (2020).
 11. González DMCI, Gordo DMLP, Rodríguez DCA, León DMDLNG, Alonso DEMO, Somacarrera DSC. La ecografía musculoesquelética de la rodilla: abordaje inicial para el residente. *Seram* [Internet]. 2021 May 18 [cited 2023 Mar 26];1(1). Available from: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4347>

**Uso de la Imagenología en la
Evaluación de Enfermedades
Respiratorias, La Tomografía de
Impedancia Eléctrica**

Tannia Patricia Rodas Mayorga

Pregrado en la Universidad Nacional de Chimborazo

Médico Residente en Funciones Hospitalarias en el
Hospital General PUYO

Introducción

La EIT es una técnica que mide la impedancia eléctrica del tejido pulmonar mediante la aplicación de una corriente eléctrica de bajo voltaje a través de electrodos colocados en la superficie del tórax del paciente. La distribución de la impedancia eléctrica en el pulmón se utiliza para reconstruir una imagen tridimensional de la distribución de la ventilación en los pulmones.

Además, se utiliza el método de EIT en bolo salino para evaluar la perfusión pulmonar (1,2). En este método, se administra un bolo de 10 mL de solución salina hipertónica durante una suspensión respiratoria y se mide el cambio de impedancia causado por la solución salina para obtener información sobre la perfusión pulmonar. La EIT es una herramienta no invasiva que puede proporcionar información valiosa sobre la función pulmonar en tiempo real y puede ser útil en la monitorización de pacientes con enfermedades respiratorias crónicas y agudas.(3)

Aplicaciones clínicas de la EIT

La EIT es una técnica de imagenología útil en la evaluación de pacientes con enfermedades respiratorias como el síndrome de distrés respiratorio agudo, el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).(4) La EIT también se utiliza para evaluar la

distribución de la ventilación durante la ventilación mecánica en pacientes críticamente enfermos.

Procedimiento de la EIT

El procedimiento de la EIT comienza con la colocación de un cinturón de electrodos externo alrededor del tórax del paciente, en el que se insertan pequeños electrodos que miden la impedancia eléctrica a través del tejido pulmonar.

Para la evaluación de la ventilación pulmonar, se aplican corrientes eléctricas alternas de baja frecuencia a los electrodos. Estas corrientes crean un campo eléctrico en el tórax del paciente, y los cambios en la impedancia eléctrica se miden y se registran en un ordenador. La información se procesa para producir imágenes en tiempo real que muestran la distribución de la ventilación pulmonar.(5)(6)

Para evaluar la perfusión pulmonar, se utiliza el método de EIT en bolo salino. En este método, se administra un bolo de 10 mL de solución salina hipertónica al 7.5% durante una suspensión respiratoria. El cambio de impedancia causado por la solución salina se utiliza como indicador de la perfusión pulmonar.

Es importante que el paciente permanezca inmóvil durante el procedimiento para evitar artefactos en las

imágenes. La duración del procedimiento puede variar según el objetivo de la evaluación, pero en general, dura alrededor de 10-15 minutos.(5)(6)

Es importante destacar que la EIT es una técnica no invasiva que no utiliza radiación ionizante y puede repetirse en intervalos cortos de tiempo sin riesgos para el paciente. Además, la EIT es una herramienta de diagnóstico en tiempo real que puede ser útil para evaluar la respuesta del paciente al tratamiento y para detectar cambios en la función pulmonar de manera temprana.

Limitaciones y riesgos de la EIT

La EIT es un método de imagenología relativamente seguro y no invasivo, con pocas complicaciones asociadas. Sin embargo, hay algunas limitaciones y riesgos que deben tenerse en cuenta:

Limitaciones en la resolución: la resolución espacial y temporal de la EIT aún no es tan buena como la de otros métodos de imagenología como la tomografía computarizada o la resonancia magnética. Esto puede limitar su utilidad en la detección de anomalías muy pequeñas o en la identificación de cambios rápidos en la función pulmonar.(7)

Influencia de otros factores: la EIT es sensible a factores externos que pueden influir en la medición de la

impedancia eléctrica, como la posición del paciente, la presencia de dispositivos médicos, la actividad muscular y la temperatura. Estos factores pueden afectar la precisión de las imágenes y deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados.(8)

Limitaciones en la profundidad de penetración: la EIT solo puede detectar cambios en la impedancia eléctrica dentro de la región cercana a la superficie del tórax, por lo que no es adecuada para evaluar la función pulmonar en regiones más profundas del tórax.(8)(9)

Riesgo de interferencia electromagnética: los pacientes que tienen dispositivos médicos implantados, como marcapasos o desfibriladores, pueden experimentar interferencia electromagnética con el cinturón de electrodos de la EIT. Se recomienda precaución en estos casos y la consulta con el especialista apropiado antes de realizar la prueba.(8)(10)

Riesgo de irritación cutánea: el uso prolongado del cinturón de electrodos de la EIT puede causar irritación de la piel en algunos pacientes, aunque esto es relativamente raro.(8)

En resumen, la EIT es una técnica de imagenología prometedora en la evaluación de la función pulmonar en tiempo real, con pocas complicaciones y riesgos

asociados. (8) Sin embargo, sus limitaciones actuales en la resolución y profundidad de penetración deben ser consideradas al interpretar los resultados, y se recomienda precaución en pacientes con dispositivos médicos implantados.

Conclusiones y recomendaciones para la práctica clínica

La EIT es una técnica de imagenología útil en la evaluación de pacientes con enfermedades respiratorias. Su aplicación es relativamente fácil y segura, aunque requiere experiencia y entrenamiento adecuados para su interpretación y uso en la práctica clínica. La EIT se debe utilizar como una herramienta complementaria en la evaluación de pacientes con enfermedades respiratorias y en combinación con otras técnicas de imagenología.

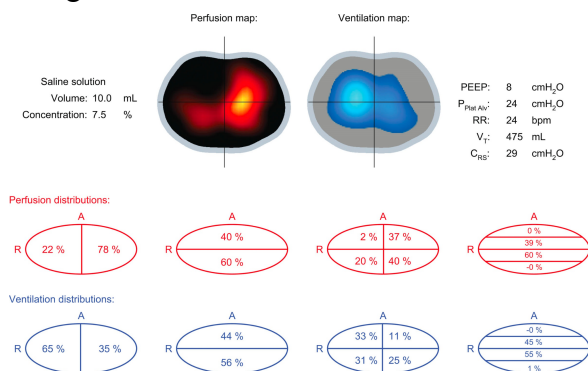


Figura 1. Tomografía de impedancia eléctrica realizada antes del tratamiento con trombolisis. C rs = distensibilidad respiratoria, PEEP = presión positiva al final de la espiración, Pplat Alv =

presión alveolar/meseta, RR = frecuencia respiratoria, V t = volumen tidal. Fuente Tomografía de impedancia eléctrica como herramienta de diagnóstico de cabecera para la embolia pulmonar. Exploraciones de cuidados críticos5(1):e0843, enero de 2023.

Se ha demostrado que la espectroscopía de impedancia eléctrica (EIT) es una valiosa técnica para evaluar la distribución de la ventilación pulmonar. Además, varios estudios, incluyendo informes de casos, han evidenciado el potencial de la EIT en la evaluación de la perfusión pulmonar. En particular, la EIT puede ser una herramienta de diagnóstico adyacente a la cama en el diagnóstico y seguimiento de la embolia pulmonar aguda.

Bibliografía

1. Bluth T, Kiss T, Kircher M, Braune A, Bozsak C, Huhle R, et al. Measurement of relative lung perfusion with electrical impedance and positron emission tomography: an experimental comparative study in pigs. *British Journal of Anaesthesia*. 2019 Aug;123(2):246–54.
2. Tomicic V, Cornejo R. Lung monitoring with electrical impedance tomography: technical considerations and clinical applications. *Journal of Thoracic Disease*. 2019 Jul;11(7):3122–35.
3. Prins SA, Weller D, Labout JAM, den Uil CA. Electrical Impedance Tomography As a Bedside Diagnostic Tool for Pulmonary Embolism. *Critical Care Explorations* [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2023 Mar 26];5(1):e0843. Available from: https://journals.lww.com/ccejournal/Fulltext/2023/01000/Electrical_Impedance_Tomography_As_a_Bedside.19.aspx

4. Jimenez JV, Weirauch AJ, Culter CA, Choi PJ, Hyzy RC. Electrical Impedance Tomography in Acute Respiratory Distress Syndrome Management. *Critical Care Medicine*. 2022 May 23;50(8):1210–23.
5. Appendino, Gabriel, et al. "Cambios de impedancia pulmonar evaluada con tomografía por impedancia eléctrica.
6. Frerichs, Inéz, , et al. "Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations". *Thorax*, vol. 72, no. 1, January 2017, pp. 83-93. doi: 10.1136/thoraxjnl-2016-208357.
7. Yoshida T, Piraino T, Lima CAS, Kavanagh BP, Amato MBP, Brochard L. Regional Ventilation Displayed by Electrical Impedance Tomography as an Incentive to Decrease Positive End-Expiratory Pressure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2019 Oct 1;200(7):933–7.
8. Bachmann, M Consuelo et al. "Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome." *Critical care (London, England)* vol. 22,1 263. 25 Oct. 2018, doi:10.1186/s13054-018-2195-6
9. Jimenez, Jose Victor et al. "Electrical Impedance Tomography in Acute Respiratory Distress Syndrome Management." *Critical care medicine* vol. 50,8 (2022): 1210-1223. doi:10.1097/CCM.0000000000005582
10. Sella, Nicolò et al. "Electrical impedance tomography: A compass for the safe route to optimal PEEP." *Respiratory medicine* vol. 187 (2021): 106555. doi:10.1016/j.rmed.2021.106555