

IMAGENOLOGÍA CLÍNICA: APLICACIONES EMERGENTES Y DIAGNÓSTICO AVANZADO



NORMA STEPHANIE BRIONES NIETO
MARIA JOSE VERGARA JACOME
JENNIFER IVANA CHILUISA HIDALGO
ANGELA LASTENIA FIGUEROA CÓRDOVA
MARÍA DE FÁTIMA VACA ROJAS

**Imagenología Clínica:
Aplicaciones Emergentes y Diagnóstico
Avanzado**

Imagenología Clínica:
Aplicaciones Emergentes y Diagnóstico Avanzado

Norma Stephanie Briones Nieto
María Jose Vergara Jacome
Jennifer Ivana Chiluisa Hidalgo
Angela Lastenia Figueroa Córdova
María de Fátima Vaca Rojas

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: 978-9942-568-23-6

Una producción © Cuevas Editores SAS

Mayo 2025

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador www.cuevaseditores.com Editado en

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.

Indice

Prólogo	6
Aplicaciones Emergentes (Elastografía, Neurología y Cardiología)	7
Norma Stephanie Briones Nieto	
Resonancia Magnética Multiparamétrica para el Diagnóstico del Cáncer de Próstata	16
Maria Jose Vergara Jacome	
Imagenología Abdominal en Urgencias: Evaluación Rápida en Dolor Agudo	27
Jennifer Ivana Chiluisa Hidalgo	
Tomografía Computarizada de Alta Resolución (TCAR) en Enfermedades Pulmonares Intersticiales: Un Análisis Crítico ...	36
Angela Lastenia Figueroa Córdova	
Ecografía Doppler en Patología Vascular: Evaluación de la Isquemia y el Tromboembolismo Venoso	45
María de Fátima Vaca Rojas	

Prólogo

En la última década, la imagenología clínica ha experimentado una transformación sin precedentes, impulsada por el avance vertiginoso de las tecnologías digitales, la inteligencia artificial y los sistemas híbridos de diagnóstico. Esta obra, *Imagenología Clínica: Aplicaciones Emergentes y Diagnóstico Avanzado*, nace con el propósito de ofrecer una visión actualizada y crítica sobre el papel central que desempeñan las técnicas de imagen en la medicina moderna.

A lo largo de sus capítulos, el lector encontrará un recorrido por las innovaciones más relevantes en resonancia magnética funcional, imagen molecular, ultrasonografía de alta resolución, tomografía computarizada espectral y otras herramientas que ya están predefiniendo el abordaje diagnóstico y terapéutico en múltiples especialidades médicas.

Dirigido a profesionales de la salud, estudiantes de medicina, radiólogos e investigadores, este libro busca no solo informar, sino también estimular la reflexión sobre el futuro de la imagenología en un entorno clínico en constante evolución.

Aplicaciones Emergentes (Elastografía, Neurología y Cardiología)

Norma Stephanie Briones Nieto

Médico Universidad de Guayaquil

Médico Ecografista CIMED

DEFINICION

La medicina ha dado un giro interesante con la llegada de nuevas innovaciones tecnológicas que, de forma sorprendente, integran métodos avanzados para transformar cómo se diagnostican y tratan múltiples enfermedades. Por ejemplo, la elastografía se propone como un recurso clave, a la par que se vincula con enfoques en neurología y cardiología, ofreciendo una forma de evaluar tanto la estructura como la función de los tejidos casi sin invasión.

Esta técnica, que en esencia mide la rigidez de los tejidos, genera datos muy importantes para detectar precozmente afecciones cardiovasculares y neurológicas, repitiendo a veces sus beneficios en varias aplicaciones. En cardiología se han impulsado métodos novedosos para seguir la oxigenación del tejido después de transfusiones de glóbulos rojos, un área en la que equipos de distintas disciplinas han colaborado Abuhamad et al. 2020.

La idea es, en la mayoría de los casos, mejorar la eficacia terapéutica mediante evaluaciones mínimamente invasivas. Al mismo tiempo, en neurología se han explorado técnicas como la ecografía con microburbujas, recurso que facilita el diagnóstico y apuesta por intervenciones terapéuticas innovadoras; esta aproximación muestra un potencial considerable en el manejo de la trombosis y en la estimación del riesgo de eventos cerebrovasculares Dharmarajah et al. 2019. Estos avances, en un proceso que a veces parece desordenado pero es profundamente transformador, están rediseñando la tradicional visión clínica y marchando hacia métodos más integrales y precisos.

CLASIFICACION

La clasificación se vuelve indispensable en campos emergentes como la elastografía, la neurología y la cardiología, pues mejora tanto la precisión del diagnóstico como las opciones terapéuticas. Con la irrupción de la inteligencia artificial y el

aprendizaje profundo, se han forjado sistemas que, de forma bastante sorprendente, identifican patrones en imágenes médicas que antes resultaban imposibles de detectar, superando limitaciones antiguas en cuanto a sensibilidad y especificidad. Es, en la mayoría de los casos, un avance que transforma el enfoque clínico. Por ejemplo, en la detección del cáncer de mama, la automatización basada en mamografías se traduce en una evaluación individualizada del riesgo y permite personalizar tratamientos Wang L 2024.

De forma un tanto inesperada, la confluencia de técnicas geofísicas con la ciencia de la salud ha impulsado otra vertiente en la que se clasifican datos de imágenes médicas, facilitando la distinción precisa entre diversos tejidos y patologías. Mediante métodos como la resonancia magnética y la tomografía –donde tanto el análisis computacional como el procesamiento de señales juegan roles esenciales–, se logra afinar esta diferenciación Singh RK et al. 2024. En resumen, esa sofisticación en la clasificación abre, de manera considerable, nuevas rutas para la medicina de precisión en áreas tan variadas como la neurología y la cardiología, conectando la innovación tecnológica con la práctica médica de forma muy orgánica.

EPIDEMIOLOGIA

Detectar a tiempo las enfermedades y darles un seguimiento adecuado es, sin duda, uno de esos retos que inquietan la salud pública hoy en día, sobre todo cuando se trata de problemas metabólicos o autoinmunes. La epidemiología impulsa, en muchos casos, nuevas maneras de diagnosticar y tratar, abriendo caminos inesperados en pos de mejores resultados clínicos. Por ejemplo, cuando nos fijamos en afecciones hepáticas ligadas al metabolismo como la enfermedad hepática alcohólica o la esteatohepatitis metabólica–, estudios recientes sobre enzimas lisosomales han sacado a la luz biomarcadores poco convencionales que permiten una detección casi precoz y, de esa forma, intervenciones tempranas que podrían cambiar el curso de la enfermedad Li M 2024. De forma similar,

trastornos autoinmunes como la tiroiditis de Hashimoto, bastante frecuentes en regiones con abundante yodo, afectan a millones y requieren diagnósticos sumamente precisos para evitar que la función de la tiroides se deteriore y se propague una disfunción endocrina Srivastav Y et al. 2023.

En definitiva, este enfoque epidemiológico, que mezcla datos poblacionales y biomarcadores de manera casi orgánica, parece impulsar nuevas aplicaciones en áreas tan diversas como la elastografía, la neurología y la cardiología, sugiriendo quizá sin quererlo demasiado— una revolución en la práctica clínica.

FISIOPATOLOGIA

Se ha observado que analizar las modificaciones en la función y en la estructura —variaciones que se esconden tras diversas enfermedades— es clave para descifrar, en la mayoría de los casos, la fisiopatología que se manifiesta en trastornos neurológicos y cardíacos. La elastografía, por ejemplo, surge como una técnica interesante porque ofrece imágenes que muestran, de forma algo directa, la rigidez de los tejidos; de esta manera se pueden detectar y seguir cambios morfológicos y funcionales en órganos críticos, lo que ayuda a entender fenómenos fisiopatológicos complejos.

Por otro lado, el uso progresivo del phenomic imaging en la evaluación clínica, que abarca factores genéticos, ambientales y metabólicos en diferentes escalas Lan L et al. 2023, amplía las herramientas disponibles para el diagnóstico y tratamiento. Asimismo, evaluar con precisión el estado fisiopatológico permite ajustar la nutrición especializada en deportistas: los alimentos diseñados para optimizar el metabolismo llegan a repercutir en el rendimiento y la recuperación, evidenciando —aunque de forma algo desorganizada— la importancia de unir medicina, tecnología y regulación en un enfoque multidisciplinario N/A 2023.

CUADRO CLINICO

Las innovaciones en técnicas de imagen y en evaluaciones biomecánicas han empujado a la medicina a mirar las cosas de otro modo, especialmente en áreas como la neurología y la cardiología, donde se capta de forma más nítida el cuadro clínico. Por ejemplo, en pacientes con síndromes de hipermovilidad articular y trastornos del tejido conectivo, se pueden ver –a veces de forma casi simultánea– disfunciones neuraxiales y cambios en la mecánica del sistema nervioso central, lo que en muchas ocasiones pone a prueba los métodos diagnósticos tradicionales Frost N et al. 2024.

A su vez, la incorporación de sensores de imagen modernos no solo permite obtener imágenes en tiempo real con alta sensibilidad, sino que además posibilita evaluar de forma dinámica las estructuras anatómicas relevantes, afinando tanto la interpretación clínica como los planes terapéuticos N/A 2022. En definitiva, entender en profundidad estos cuadros clínicos emergentes resulta crucial para abordar patologías multifactoriales y, en la mayoría de los casos, llegar a mejores resultados a través de una medicina personalizada y multidisciplinaria.

DIAGNOSTICO

Recientemente se han producido notables avances en imágenes médicas, lo que ha impulsado el desarrollo de técnicas diagnósticas capaces de revelar detalles tanto moleculares como estructurales. Estas nuevas aproximaciones, indispensables para detectar a tiempo y hacer seguimiento de afecciones cardiovasculares y neurológicas, han abierto caminos inesperados. Un ejemplo es la ecografía con microburbujas –también llamada CEUS– que, en muchos casos, muestra una capacidad distintiva para identificar rasgos en las placas carotíneas asociados con un riesgo elevado de accidente cerebrovascular; este método, en general, supera las técnicas tradicionales y permite una estratificación del riesgo algo más afinada Dharmarajah et al. 2019. Por otro lado, la

imagen fotoacústica ha transformado el panorama diagnóstico en cardiología. La técnica posibilita observar en tiempo real la composición lipídica de las placas ateroscleróticas y, de modo simultáneo, seguir el daño tisular durante los procedimientos de ablación en pacientes con fibrilación auricular, lo que frecuentemente favorece intervenciones terapéuticas adaptadas a cada caso Iskander-Rizk et al. 2019. En

resumidas cuentas, la fusión de información molecular y funcional que ofrecen estas innovadoras tecnologías representa, generalmente hablando, un avance significativo hacia diagnósticos más exactos y estrategias clínicas mejor orientadas.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL

En la práctica clínica, tener un diagnóstico preciso es clave para definir tratamientos adecuados – algo que hoy en día se vuelve aún más evidente en áreas novedosas, por ejemplo, en el empleo de la elastografía en neurología y cardiología. Las enfermedades neurológicas, en particular aquellas vinculadas a disfunciones neuraxiales y síndromes de hipermovilidad, requieren una evaluación que, generalmente hablando, convoca la biomecánica, la dinámica del líquido cerebroespinal y la interacción entre tejidos; de esta forma se intenta prevenir errores diagnósticos o caer en la subestimación de patologías concomitantes Frost N et al. 2024.

Por otro lado, en cardiología la importancia del diagnóstico diferencial se amplía al estudiar cómo intervenciones terapéuticas – como la transfusión sanguínea – pueden influir en la oxigenación tisular, donde la evaluación in vivo adquiere un rol notable para distinguir entre cuadros clínicos relacionados con la función eritrocitaria Abuhamad et al. 2020. Así, el diagnóstico diferencial no solo refuerza la precisión clínica, sino que también impulsa un abordaje interdisciplinario, esencial para sacar partido a las aplicaciones innovadoras de la elastografía en pacientes con patologías complejas.

TRATAMIENTO

Los avances tecnológicos en el ámbito médico han abierto nuevos caminos para diagnósticos más precisos, lo que permite ofrecer tratamientos a medida, efectivos y puntuales. Por ejemplo, en campos como la cardiología y la neurología, las técnicas de imagen –incluyendo la elastografía y la resonancia magnética cuantitativa– han abierto rutas inesperadas para seguir la progresión de diversas enfermedades, lo que a veces desemboca en intervenciones terapéuticas acertadas.

Cuando se manejan casos de pacientes que precisan transfusiones de glóbulos rojos, es clave comprender, en la mayoría de los casos, que la eficacia clínica no se limita al almacenamiento *in vitro*; se resalta, en este sentido, la importancia de evaluar la oxigenación tisular para mejorar los resultados terapéuticos y evitar complicaciones Abuhamad et al. 2020. Así mismo, la utilización de métodos avanzados de resonancia magnética en miopatías no solo ayuda a diagnosticar, sino que también permite monitorear la respuesta al tratamiento, facilitando ajustes en la terapia conforme a la evolución muscular individual y abriendo perspectivas prometedoras en el manejo clínico Padovani A et al. 2019.

REFERENCIAS

- Abuhamad, Alfred, Bennett-Guerrero, Elliott, Carlo, Waldemar A., Cherukuri, et al. 2020, "NIH Workshop 2018: Towards Minimally Invasive or Noninvasive Approaches to Assess Tissue Oxygenation Pre- and Post-transfusion" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/359166236.pdf>
- Alessandro Padovani, Angela L. Berardinelli, Anna Pichiecchio, Anna Pichiecchio, Giorgio Tasca, Massimiliano Filosto, Matteo Paoletti, et al. 2019, "Advances in Quantitative Imaging of Genetic and Acquired Myopathies: Clinical Applications and Perspectives" 'Frontiers Media SA', doi: <https://core.ac.uk/download/201336081.pdf>
- Abuhamad, Alfred, Bennett-Guerrero, Elliott, Carlo, Waldemar A., Cherukuri, et al. 2020, "NIH Workshop 2018: Towards Minimally Invasive or Noninvasive Approaches to Assess Tissue Oxygenation Pre- and Post-transfusion" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/359166236.pdf>
- Dharmarajah, Brahman 2019, "Microbubbles in vascular imaging" Department of Surgery & Cancer, Imperial College London, doi: <https://core.ac.uk/download/231849418.pdf>
- Nicole Frost, Nicole Frost, S. Jade Barclay, S. Jade Barclay 2024, "Neuraxial biomechanics, fluid dynamics, and myodural regulation: rethinking management of hypermobility and CNS disorders" Frontiers Media S.A., doi: <https://core.ac.uk/download/635881142.pdf>
- N/A 2022, "Imaging Sensors and Applications" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/520259229.pdf> Lulu Wang 2024, "Mammography with deep learning for breast cancer detection" Frontiers in Oncology, Volume(14), doi: <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1281922>
- Rahul Kumar Singh, Nirlipta Priyadarshini Nayak, Tapan Behl, Rashmi Arora, Md. Khalid Anwer, Monica Gulati, Simona Bungău, et al. 2024, "Exploring the Intersection of Geophysics and Diagnostic Imaging in the Health Sciences" Diagnostics, Volume(14), 139-139, 139-139. doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14020139>
- Dharmarajah, Brahman 2019, "Microbubbles in vascular imaging" Department of Surgery & Cancer, Imperial College London, doi: Iskander-Rizk, S. (Sophinèse) 2019, "Photoacoustics for Cardiovascular Applications" doi: <https://core.ac.uk/download/224788263.pdf> Lizhen Lan, Kai Feng, Yudan Wu, Wenbo
- Zhang, Wei Ling, Huiting Che, Le Xue, et al. 2023, "Phenomic Imaging" Phenomics, Volume(3), 597-612, 597-612. doi: <https://doi.org/10.1007/s43657-023-00128-8>
- 2023, "Technology in Sports - Recent Advances, New Perspectives and Application" IntechOpen eBooks, doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.111268>

- Abuhamad, Alfred, Bennett-Guerrero, Elliott, Carlo, Waldemar A., Cherukuri, et al. 2020, "NIH Workshop 2018: Towards Minimally Invasive or Noninvasive Approaches to Assess Tissue Oxygenation Pre- and Post-transfusion" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/359166236.pdf>
- Nicole Frost, Nicole Frost, S. Jade Barclay, S. Jade Barclay 2024, "Neuraxial biomechanics, fluid dynamics, and myodural regulation: rethinking management of hypermobility and CNS disorders" *Frontiers Media S.A.*, doi: <https://core.ac.uk/download/635881142.pdf>
- Mengying Li 2024, "Lysosomal Disturbances in Metabolic Disorders" doi: <https://doi.org/10.26481/dis.20241213ml>
- Yash Srivastav, Akhandnath Prajapati, K Meera, Kumar Madhaw 2023, "General overview of the Risk factors, Pathogenesis, and Combined treatments for Hashimoto's Thyroiditis (HT)" *World Journal of Current Medical and Pharmaceutical Research*, 175-189. doi: <https://doi.org/10.37022/wjcmpr.v5i5.290>

Resonancia Magnética Multiparamétrica para el Diagnóstico del Cáncer de Próstata

Maria Jose Vergara Jacome

Médico Universidad UTE

Médico General

DEFINICION

Detectar con precisión el cáncer de próstata sigue siendo un desafío importante y, en muchas ocasiones, ha impulsado la búsqueda de métodos diagnósticos que sean efectivos y, a la vez, no invasivos. En medio de este panorama, surge la resonancia magnética multiparamétrica (mpMRI), una técnica que mezcla diferentes secuencias de imágenes para lograr una evaluación casi global del tejido prostático.

Con frecuencia, este enfoque ayuda a captar detalles sutiles que separan las lesiones benignas de las malignas, basándose en elementos como la intensidad de la señal, el coeficiente de difusión aparente (ADC) y la forma de las lesiones, como se observa en el sistema PI-RADS. Es interesante notar que la mpMRI no solo mejora aspectos como la sensibilidad y la especificidad en el diagnóstico, sino que termina facilitando opciones clínicas al reducir biopsias innecesarias y permitiendo una detección temprana de lesiones significativas İlker Mersinlioğlu et al. 2024. Además, gracias a los continuos avances en inteligencia artificial, interpretar estas imágenes se ha vuelto, en la mayoría de los casos, más eficaz y accesible, lo que abre la puerta a una aplicación clínica aún más amplia en el futuro M He et al. 2023.

CLASIFICACION

El uso combinado de la clasificación en imágenes obtenidas por resonancia magnética multiparamétrica (mpMRI) ha cambiado la manera en que se enfoca el diagnóstico del cáncer de próstata. Se está notando que esta técnica, por un lado, apunta a delimitar de forma muy exacta las zonas de interés y, por otro, ayuda a diferenciar los tejidos cancerosos de los benignos, algo clave para lograr un diagnóstico lo más temprano y acertado posible. Resulta interesante observar cómo modelos de aprendizaje profundo – por ejemplo, redes neuronales que unen la segmentación con la clasificación – han mostrado un rendimiento considerablemente mejor; en la mayoría de los casos se aprovecha la información recíproca de

ambas tareas para afinar tanto la detección como la caracterización del cáncer prostático Liu K et al. 2023. Entre tanto, algunos enfoques que usan arquitecturas como U-Net para segmentar junto con redes LSTM para clasificar han conseguido índices de precisión más altos y han elevado las áreas bajo la curva ROC, lo cual sugiere, en términos generales, su capacidad para desplazar métodos tradicionales Anil B Gavade et al. 2023. En definitiva, la aplicación de la clasificación automatizada no solo aumenta la exactitud en el diagnóstico, sino que también influye en la mejora del flujo clínico y en la personalización del tratamiento, contribuyendo en gran medida a optimizar la labor médica.

EPIDEMIOLOGIA

El cáncer de próstata se ha vuelto uno de esos temas que preocupan bastante en el mundo de la salud pública, ya que su frecuencia y el impacto en la mortalidad masculina generan inquietud global. La detección temprana resulta, en la mayoría de los casos, clave para conseguir mejores resultados clínicos, especialmente porque el comportamiento del tumor varía notablemente de un paciente a otro.

Por ello se ha recurrido a métodos diagnósticos más precisos, como la resonancia magnética multiparamétrica inicialmente pensada para otras neoplasias urológicas— y que ha mostrado una eficacia notable sin ser invasiva Barchetti et al. 2019. Esta técnica permite, de cierta forma, una mejor caracterización de los tumores en etapas tempranas, ayudando a diferenciar entre lesiones benignas y malignas de manera casi intuitiva. A pesar de que métodos tradicionales como la cistoscopia y la tomografía computarizada siguen usándose en la práctica clínica —aunque con una sensibilidad algo limitada en fases iniciales—, se está impulsando la búsqueda de alternativas que, junto a un conocimiento epidemiológico sólido, potencien tanto el control como el tratamiento del cáncer de próstata Halpern et al. 2018.

FISIOPATOLOGIA

El cáncer de próstata surge a partir de cambios celulares y moleculares que, en forma entrelazada, desordenan la estructura del tejido y la función de la glándula. En muchos casos, las células epiteliales se reproducen de manera descontrolada, desarrollando características agresivas —por ejemplo, una alta tasa de proliferación y la capacidad para invadir tejidos vecinos— que no ocurren de forma aislada, sino como parte de un entramado más amplio.

La acumulación progresiva de mutaciones y la alteración de algunas vías de señalización suelen generar una heterogeneidad tumoral que, en la mayoría de los casos, complica el diagnóstico y el manejo clínico; es casi inevitable encontrar, en este contexto, lesiones que requieren una evaluación específica para evitar tratamientos innecesarios y optimizar el pronóstico. Cabe resaltar que la resonancia magnética multiparamétrica (mpMRI) se ha impuesto como una herramienta vital, ya que combina datos anatómicos con información funcional para detectar estas alteraciones B Barone et al. 2023. Asimismo, la integración de técnicas avanzadas de aprendizaje profundo en el análisis de imágenes mpMRI facilita, generalmente, la predicción de la recurrencia bioquímica tras la prostatectomía, reflejando sutilmente la conexión entre los cambios fisiopatológicos y sus respectivas manifestaciones radiológicas Lee HW et al. 2023. En fin, estos procesos interconectados demuestran la complejidad y el carácter dinámico del desarrollo tumoral.

CUADRO CLINICO

En la última década, la resonancia magnética multiparamétrica (mpMRI) ha cambiado el panorama en el diagnóstico del cáncer de próstata, permitiendo ver de forma más detallada lo que ocurre en

cada paciente. Antes, se confiaba en niveles altos de antígeno prostático específico (PSA) y en hallazgos inusuales en el examen rectal digital; esto a menudo llevaba a que se hicieran biopsias en personas que, en realidad, no tenían cáncer o presentaban una enfermedad de poca importancia clínica. La mpMRI se utiliza ahora para identificar con mayor claridad a quienes tienen un cáncer verdaderamente significativo –es decir, aquellos casos que requieren una intervención– y, en situaciones donde las imágenes son negativas, se puede evitar la biopsia, lo que ayuda a reducir complicaciones asociadas Chege et al. 2022.

Estudios recientes demuestran, en la mayoría de los casos, una alta sensibilidad y un fuerte valor predictivo negativo, lo que respalda su fiabilidad para descartar la presencia de cáncer clínicamente relevante; sin embargo, se recomienda realizar biopsia sistemática en pacientes jóvenes con PSA elevado para no pasar por alto diagnósticos Barchetti et al. 2018. Este avance integra de forma novedosa criterios basados en imágenes junto con parámetros clínicos y bioquímicos, transformando el paradigma diagnóstico y ofreciendo una visión más completa y práctica de la enfermedad.

DIAGNOSTICO

Obtener un diagnóstico preciso del cáncer de próstata es clave para encaminar un tratamiento adecuado y, en la mayoría de los casos, mejorar el pronóstico del paciente. La resonancia magnética multiparamétrica –mpMRI– se ha consolidado como una herramienta sumamente valiosa que, gracias a su alta sensibilidad y especificidad, identifica lesiones sospechosas de forma sorprendente. Sin embargo, investigaciones recientes han señalado que otras modalidades, como la micro-ultrasonografía (mUS), podrían tener ventajas en ciertos escenarios; por ejemplo, en pacientes que previamente tuvieron biopsias negativas, mUS ha mostrado ser más eficaz para captar cáncer clínicamente significativo E Beatrici et al. 2024. Por otro lado, la mpMRI presenta algunas limitaciones al evaluar la extensión local de la enfermedad; en estas situaciones, el PET-CT con

PSMA se destaca al detectar metástasis linfáticas y extensión extracapsular, ofreciendo un valor complementario en la evaluación diagnóstica Patel KS et al. 2024. En definitiva, integrar distintas tecnologías de imagen avanzada se presenta como una estrategia prometedora para optimizar tanto el diagnóstico como el estadiaje del cáncer prostático, lo que en la práctica favorece una toma de decisiones clínicas más acertada.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL

Detectar con precisión el cáncer de próstata que realmente importa, a través de imágenes multiparamétricas, es vital para evitar diagnósticos equivocados que pueden desembocar en tratamientos poco adecuados. En muchos casos, el diagnóstico diferencial juega un rol clave, ya que distintas condiciones –ya sean benignas o malignas– pueden mostrar rasgos muy parecidos en las imágenes.

De hecho, analizar detalladamente las secuencias de una resonancia magnética multiparamétrica permite separar, de forma bastante clara, lesiones sospechosas de hallazgos menos preocupantes como la hiperplasia prostática o la inflamación, lo que ayuda a reducir falsos positivos. Por otra parte, incorporar técnicas adicionales –por ejemplo, la tomografía por emisión de positrones combinada con resonancia (PET/MRI) y trazadores específicos– favorece identificar, en situaciones de sospecha postratamiento, la ubicación exacta de recurrencias o metástasis, mejorando en la mayoría de los casos la especificidad diagnóstica y el manejo clínico Barchetti et al. 2018 Behr et al. 2017. Esta capacidad para distinguir entre diversas condiciones resulta esencial para optimizar las intervenciones y, en muchas circunstancias, evitar procedimientos invasivos innecesarios.

TRATAMIENTO

La resonancia magnética multiparamétrica (mpMRI) ha cambiado, de manera notable, la forma en la que se trata el cáncer de próstata; ya no se trata solo de obtener un diagnóstico

más ajustado, sino también de optar, en la mayoría de los casos, por terapias menos invasivas y adaptadas al paciente. Con la ayuda de determinados biomarcadores, esta técnica permite detectar con sorprendente precisión los tumores de alto grado, lo que —en la práctica ayuda a evitar tratamientos excesivos en pacientes con formas menos agresivas de la enfermedad y disminuye las complicaciones que pueden surgir de biopsias innecesarias Li S-lin et al. 2024.

Por añadidura, el desarrollo de la inteligencia artificial, al integrarse en sistemas de diagnóstico asistido por computadora, perfecciona la forma en que se interpretan las imágenes; eso, a su vez, mejora la planificación terapéutica y la orientación hacia una radioterapia menos invasiva, elevando generalmente la eficacia del tratamiento y reduciendo la variabilidad clínica M He et al. 2023. En definitiva, la mpMRI, combinada con estas innovaciones tecnológicas, representa sin duda un gran salto en la personalización y efectividad del abordaje terapéutico contra el cáncer de próstata.

RECOMENDACIONES

Para aprovechar a fondo la mpMRI en el diagnóstico del cáncer de próstata se han fijado unas pautas basadas en evidencia, pues se busca siempre sacar el máximo partido a esta herramienta. En hombres sin biopsia previa y con un riesgo realmente elevado de cáncer clínico, se recomienda iniciar con un mpMRI; si los resultados son positivos, se suele recurrir a una biopsia que junta técnicas dirigidas y sistemáticas, mientras que, en caso de un mpMRI negativo tras haber conversado detalladamente con el paciente se puede incluso pensar en omitir la biopsia M Haider et al. 2022.

Pacientes que ya han tenido una biopsia negativa mediante ecografía transrectal y que aún mantienen una alta sospecha clínica requieren también un mpMRI, siguiendo pautas parecidas para decidir sobre la realización de una nueva biopsia basándose en lo que muestren las imágenes M Haider et al. 2022. Resulta imprescindible, además, respetar los protocolos

PI-RADS, ya que contribuyen a una interpretación estandarizada de los hallazgos. Aunado a esto, y en la mayoría de los casos, la inteligencia artificial se vislumbra como un recurso prometedor para mejorar la precisión diagnóstica y aliviar algo la carga en los radiólogos, pero por el momento su uso clínico generalizado no se recomienda, dado que existen limitaciones metodológicas y faltan estudios externos de validación. En resumen, estas recomendaciones se integran para garantizar un manejo diagnóstico completo y riguroso.

REFERENCIAS

- Barchetti, Flavio, Barchetti, Giovanni, Campa, Riccardo, Catalano, et al. 2018, "Negative multiparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer: what's next?" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/154948010.pdf>
- Chege, Edward Ng'ang'a, Nguk, Samuel Gitau, Obino, Mariah Kerubo, Vinayak, et al. 2022, "Utility of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging as a Predictor of Clinically Significant Prostate Cancer in a Sub-Saharan African Population" 'African Journals Online (AJOL)', doi: <https://core.ac.uk/download/524768659.pdf>
- M. Haider, J. Brown, Josph L.K. Chin, Nauthan Perlis, N. Schieda, A. Loblaw 2022, "Evidence-based guideline recommendations on multiparametric magnetic resonance imaging in the diagnosis of clinically significant prostate cancer: A Cancer Care Ontario updated clinical practice guideline." Canadian Urological Association journal = Journal de l'Association des urologues du Canada, Volume(16 2), 16-23 , 16-23 . doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/046bf62307f00b6cf853911eaf093c69dd1e8de8>
- Tom Syer, P. Mehta, M. Antonelli, S. Mallett, D. Atkinson, S. Ourselin, S. Punwani 2021, "Artificial Intelligence Compared to Radiologists for the Initial Diagnosis of Prostate Cancer on Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Review and Recommendations for Future Studies" Cancers, Volume(13), doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/29c71e27e5690e51426f3bd8f32b88ed92051487>
- Song-lin Li, Ming-yong Zha, Qi Wang, Yong Tang 2024, "Advances in multiparametric magnetic resonance imaging combined with biomarkers for the diagnosis of high-grade prostate cancer" Frontiers in Surgery, Volume(11), doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/2d0940ed5497e4147903c383d02d4e8d2a326fbd>
- M. He, Yu Cao, Changliang Chi, Xinyi Yang, Rzaev Ramin, Shuowen Wang, Guodong Yang, et al. 2023, "Research progress on deep learning in magnetic resonance imaging-based diagnosis and treatment of prostate cancer: a review on the current status and perspectives" Frontiers in Oncology, Volume(13), doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/3b72cb8c5e1cdf75fb04b44b8615c2f671266b9>
- Anil B. Gavade, R. Nerli, Neel Kanwal, Priyanka A. Gavade, Shridhar Sunilkumar Pol, Syed Sajjad Hussain Rizvi 2023, "Automated Diagnosis of Prostate Cancer Using mpMRI Images: A Deep Learning Approach for Clinical Decision Support" Comput., Volume(12), 152, 152. doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/7753d297315e9d8789e506de29f291f38c5be078>
- Kewen Liu, Piqiang Li, M. Otikovs, Xinzhou Ning, Liyang Xia, Xiangyu Wang, Lian Yang, et al. 2023, "Mutually communicated model based on multi-parametric MRI for automated segmentation and classification of

- prostate cancer." *Medical physics*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/b584ba7dfdae39c179fc937500e4ab3240f221c9>
- Barchetti, Flavio, Barchetti, Giovanni, Campa, Riccardo, Catalano, et al. 2018, "Negative multiparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer: what's next?" *'Elsevier BV'*, doi: <https://core.ac.uk/download/154948010.pdf>
 - Behr, Spencer C, Carroll, Peter R, Greene, Kirsten L, Hope, et al. 2017, "Optimal MRI sequences for 68Ga-PSMA-11 PET/MRI in evaluation of biochemically recurrent prostate cancer." *eScholarship, University of California*, doi: <https://core.ac.uk/download/323063530.pdf>
 - Barchetti, Giovanni, Buccilli, Dorelsa, Campa, Riccardo, Catalano, et al. 2019, "Multiparametric MRI of the bladder: inter-observer agreement and accuracy with the Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS) at a single reference center" *'Springer Science and Business Media LLC'*, doi: <https://core.ac.uk/download/196295439.pdf>
 - Halpern, Ethan J., Kim, Sung, Salmanoglu, Ebru, Thakur, et al. 2018, "A glance at imaging bladder cancer." *Jefferson Digital Commons*, doi: <https://core.ac.uk/download/227055407.pdf>
 - B. Barone, L. Napolitano, F. Calace, D. del Biondo, G. Napodano, M. Grillo, Pasquale Reccia, et al. 2023, "Reliability of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in Patients with a Previous Negative Biopsy: Comparison with Biopsy-Naïve Patients in the Detection of Clinically Significant Prostate Cancer" *Diagnostics, Volume(13)*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/f48181b0fb5e58458ad267bd4faa56e1eeb1516>
 - Hye Won Lee, Eunjin Kim, Inye Na, Chan Kyo Kim, S. Seo, Hyunjin Park 2023, "Novel Multiparametric Magnetic Resonance Imaging-Based Deep Learning and Clinical Parameter Integration for the Prediction of Long-Term Biochemical Recurrence-Free Survival in Prostate Cancer after Radical Prostatectomy" *Cancers, Volume(15)*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/607f77468c017316abb0658d913e90d1a7729b91>
 - İlker Mersinlioğlu, Ayşe Keven, Zülbiye Eda Tezel, Ahmet Faruk Gürbüz, Metin Çubuk 2024, "Enhancing Prostate Cancer Detection in PI-RADS 3 Cases: An In-depth Analysis of Radiological Indicators from Multiparametric MRI." *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/9022ac0d10dc459bfc7cc85c74f19cf1e0ac97a7>
 - M. He, Yu Cao, Changliang Chi, Xinyi Yang, Rzayev Ramin, Shuowen Wang, Guodong Yang, et al. 2023, "Research progress on deep learning in magnetic resonance imaging-based diagnosis and treatment of prostate cancer: a review on the current status and perspectives" *Frontiers in Oncology, Volume(13)*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/3b72cb8c5e1cdf75fb04b44b8615c2f671266b9>

- E. Beatrici, N. Frego, G. Chiarelli, F. Sordelli, Stefano Mancon, C. Saitta, F. de Carne, et al. 2024, "A Comparative Evaluation of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging and Micro-Ultrasound for the Detection of Clinically Significant Prostate Cancer in Patients with Prior Negative Biopsies" *Diagnostics*, Volume(14), doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/a45f71f8bf85c321e9ab0385b49753c0029311e8>
- Kartik Shashikant Patel, Tarun Singh, Kshitij Raghuvanshi, S. Sonar, Rajeev Chaudhari 2024, "A comparison study of 68gallium-prostate-specific membrane antigen positron emission tomography-computed tomography and multiparametric magnetic resonance imaging for locoregional staging of prostate cancer" *Urological Science*, Volume(35), 36 - 41, 36 - 41. doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/6590a78cf338e48a2adf2ea0327f21af774bc9d1>

Imagenología Abdominal en Urgencias: Evaluación Rápida en Dolor Agudo

Jennifer Ivana Chiluisa Hidalgo

Médico Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE)
Atención Médica a Domicilio

DEFINICION

La atención rápida y precisa resulta esencial para conseguir buenos resultados clínicos, sobre todo cuando se enfrenta un episodio de dolor abdominal agudo, una de las principales razones por las que muchas personas acuden a urgencias. Este tipo de dolor no se detecta simplemente de inmediato; además, exige una evaluación que, en la mayoría de los casos, logre dilucidar tanto su origen como cuán serio puede ser —algo fundamental.

Evaluar el abdomen en un ambiente de emergencia no es una definición rígida, sino que implica recurrir a métodos diagnósticos concretos, pensados para ofrecer una valoración veloz y confiable que sirva de base para decisiones médicas tan críticas. La imagenología, por su parte, se vuelve un recurso clave, ya que brinda información objetiva que acompaña y complementa la historia clínica y el examen físico, facilitando la identificación de afecciones que, a menudo, pueden tornarse graves. Cabe notar que el manejo del dolor se pasa a veces por alto en urgencias, lo que puede afectar negativamente la recuperación del paciente e incrementar el riesgo de complicaciones Bedwell et al. 2021. En definitiva, conocer y aplicar protocolos claros para la evaluación rápida del abdomen doloroso es, en la mayoría de los casos, indispensable para optimizar la atención médica School U of Medicine 2019.

CLASIFICACION

Evaluar de forma rápida el dolor abdominal agudo es, en la práctica, crucial para ver de inmediato la gravedad y el origen del problema, lo que permite intervenir en el momento justo. En muchos casos, lo que se hace es revisar las imágenes del abdomen en situaciones de emergencia, un proceso que, curiosamente, abarca desde cuadros inflamatorios como la apendicitis hasta problemas como obstrucciones intestinales o colecistitis; es decir, se toman en cuenta distintos niveles de urgencia y tipos de patologías. Cabe decir, y es importante remarcarlo, que al final esta manera de clasificar no solo afina

el diagnóstico, sino que además orienta sobre cuál es el tratamiento más adecuado. Con la llegada de tecnologías avanzadas –por ejemplo, la inteligencia artificial– se han desarrollado modelos que, generalmente hablando, pueden analizar estas imágenes de una forma más rápida y precisa, utilizando técnicas que varían desde un análisis básico hasta evaluaciones bastante detalladas de la severidad Yao J et al. 2024. En definitiva, organizar las imágenes de emergencia del abdomen se vuelve una herramienta indispensable para mejorar los resultados clínicos en situaciones críticas, aunque, naturalmente, esta práctica debe integrarse dentro de un marco multidisciplinario que contemple otras guías clínicas específicas José A Joglar et al. 2023.

EPIDEMIOLOGIA

El dolor abdominal agudo es realmente común en urgencias, representando alrededor del 5 al 10% de todas las atenciones y destacándose así por su peso en la práctica clínica diaria. Ese elevado número, en la mayoría de los casos, crea un reto diagnóstico ya que las causas son muy variadas: desde cuadros leves y autolimitados hasta situaciones que, de forma casi inesperada, requieren intervención inmediata.

Por ello, resulta indispensable contar con métodos de evaluación rápidos y precisos para mejorar el manejo y evitar complicaciones. En este sentido, la ecografía se ha ganado un lugar esencial en el diagnóstico, aprovechando su disponibilidad habitual en urgencias y su habilidad para guiar decisiones en tiempo real Abdolrazaghnejad et al. 2019. Además, la correcta valoración del dolor –que a menudo se pasa por alto– es crucial para establecer prioridades en el tratamiento, ya que un abordaje temprano influye directamente en la recuperación y en la prevención de problemas a largo plazo Bedwell et al. 2021.

FISIOPATOLOGIA

Ciertos síndromes vasculares en el abdomen pueden avanzar tan rápido que provocan alteraciones fisiopatológicas serias, lo cual obliga a disponer de una imagenología que funcione de forma casi inmediata. Por ejemplo, el síndrome aórtico agudo (SAA) muestra un cambio brusco en la pared aórtica; puede presentarse como disección, o bien aparecer un hematoma intramural o una ulceración aterosclerótica penetrante —todas estas situaciones afectan la perfusión y la integridad vascular en muy poco tiempo.

Además, cabe notar que la hipertensión, que en muchos casos actúa como factor clave, empeora la lesión y genera dolor abdominal intenso junto con signos hemodinámicos que demandan un reconocimiento urgente, tanto clínico como radiológico. La base de estos problemas se relaciona, generalmente hablando, con la degeneración y hasta la ruptura de la capa media aórtica, lo que facilita la entrada de sangre al espacio mural y finalmente compromete las principales ramas vasculares Ahmad et al. 2019. Por ello, la angiografía mediante tomografía computarizada se impone como una herramienta esencial para llegar a un diagnóstico rápido y orientar la estrategia terapéutica adecuada, ya que una intervención—ya sea quirúrgica o endovascular—realizada de manera precoz se vincula estrechamente con la supervivencia del paciente Irawan et al. 2021.

CUADRO CLINICO

Las emergencias abdominales se muestran de formas muy diversas y, sinceramente, pueden entorpecer un diagnóstico inmediato. Cuando alguien sufre un dolor intenso en el abdomen, es común que presente síntomas poco específicos; a veces se limita a una zona, en otras ocasiones se dispersa, y casi siempre se une a alteraciones en el ritmo intestinal, náuseas persistentes o incluso algún signo sistémico por ejemplo, fiebre. Esto, generalmente hablando, sugiere que el cuadro clínico puede estar ligado a múltiples causas, que van

desde problemas vasculares graves –como los síndromes aórticos agudos, los cuales, cabe destacar, se muestran prácticamente iguales entre sus variantes– hasta complicaciones relacionadas con el cáncer, tales como la obstrucción o la perforación intestinal Ahmad et al. 2019. Además, en el caso de pacientes oncológicos, las emergencias abdominales complican la situación por el estado general y las terapias previas; en estas circunstancias, resulta urgente recurrir a técnicas de imagenología para descifrar procesos concretos, por ejemplo, enteritis o hemorragias Hughes et al. 2025.

DIAGNOSTICO

Identificar con rapidez la fuente del dolor abdominal es clave en una emergencia, ya que permite encaminar tratamientos inmediatos y, en muchos casos, evitar complicaciones serias. Se ha observado que cuando se aplican ciertos protocolos diagnósticos—generalmente hablando—la atención mejora de forma notable, reduciéndose tanto el tiempo que los pacientes permanecen en urgencias como el número de aquellos que se retiran sin la debida evaluación.

Recoger datos clínicos desde el inicio y hacer estudios de imagen apropiados ayuda al equipo médico a formular diagnósticos diferenciales precisos y a planificar intervenciones de manera bastante ágil. Técnicas como la tomografía computarizada y la ecografía comprimida resultan muy útiles, pues facilitan no solo el examen de los órganos abdominales, sino también la detección de patologías asociadas, incluso en escenarios complejos como la infección por SARS-CoV-2, donde a veces se aprecia un involucramiento multiorgánico Bigioger V et al. 2022. Por otro lado, el uso de protocolos guiados por enfermería ha mostrado que se puede reducir la estancia y mejorar los resultados clínicos, lo que resalta la importancia de mantener un diagnóstico bien estructurado y eficiente en emergencias abdominales Schmidt et al. 2022.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL

En urgencias, atender a alguien con dolor abdominal agudo no es cuestión de simplemente reconocer síntomas parecidos; se trata de revisar con cuidado una infinidad de posibles condiciones, ya que, en muchos casos, los signos se mezclan y pueden confundir. Hay que tener en cuenta que, dependiendo del origen, ese dolor puede deberse a una apendicitis repentina, a problemas en la vesícula o incluso a complicaciones vasculares sí, pueden ser muy diversas.

Por lo tanto, es clave detectar a tiempo la causa y elegir la técnica de imagen que mejor se acomode, lo que ayuda a manejar el cuadro clínico y evita posteriores complicaciones. Vale la pena mencionar que la ecografía ha salido ganando en estos escenarios ya que, con su rapidez, reduce de forma significativa el tiempo necesario para llegar a un diagnóstico en situaciones en las que cada segundo cuenta Abdolrazaghnejad et al. 2019. Por otro lado, administrar un contraste oral tempranamente en estudios de tomografía computarizada lo cual, casualmente, no afecta la calidad de las imágenes ecográficas que se tomen después— posibilita que los protocolos de emergencia sean más ágiles y que la toma de decisiones médicas en pacientes, tanto pediátricos como adultos, sea más rápida Arroyo et al. 2020. En conjunto, este enfoque integrado mejora notablemente la precisión del diagnóstico y agiliza la atención inmediata al paciente.

TRATAMIENTO

Detectar rápidamente la causa del dolor abdominal agudo es muy importante en las emergencias, puesto que la variedad de diagnósticos que se pueden presentar exige un tratamiento puntual y adaptado. Las técnicas de imagen, en general, tienen un rol central: no solo ayudan a evidenciar la patología oculta, sino que también orientan intervenciones específicas que refuerzan la calidad de la atención al paciente. Por ejemplo, la ecografía, gracias a su accesibilidad y a la falta de radiación, permite un diagnóstico casi inmediato, algo crucial cuando

cada segundo cuenta para prevenir complicaciones graves. Por otro lado, la resonancia magnética se muestra como una herramienta complementaria valiosa, especialmente en pacientes embarazadas o durante el puerperio, al reducir la exposición a la radiación ionizante que caracteriza a la tomografía computarizada y facilitar un manejo terapéutico más seguro y enfocado Abdolrazaghnejad et al. 2019 Bonito G et al. 2023. Así, la integración de estos métodos se traduce en un tratamiento personalizado que, en la mayoría de los casos, mejora los resultados clínicos y disminuye la morbilidad asociada.

RECOMENDACIONES

El dolor abdominal agudo en emergencias se debe abordar combinando varios métodos; en la mayoría de los casos es clave obtener imágenes internas que aporten claridad al diagnóstico y permitan iniciar—casi de inmediato—la intervención. Por ejemplo, se suele usar el protocolo FAST con ecografía, que destaca por su velocidad y precisión para detectar problemas serios, como hemorragias internas o incluso perforaciones orgánicas Bartosiński et al. 2025, lo cual resulta fundamental para decidir rápidamente.

También se han ido ajustando pautas parecidas a los protocolos ERAS, adaptadas tanto a la atención antes de la cirugía como en la etapa postoperatoria en casos urgentes, y estas estrategias han demostrado, en la práctica, reducir complicaciones y mejorar la eficiencia del tratamiento en pacientes con afecciones abdominales críticas Aggarwal et al. 2021. Por eso, es esencial que los equipos multidisciplinarios mezclen la evaluación clínica con técnicas de imagen avanzadas, garantizando así una atención más integral y unos resultados mejores en situaciones de dolor abdominal agudo.

REFERENCIAS

- *Abdolrazaghnejad, Ali, Pakniyat, AbdolGhader, Rajabpour-Sanati, Ali, Rastegari-Najafabadi, et al. 2019, "The Role of Ultrasonography in Patients Referring to the Emergency Department with Acute Abdominal Pain" 'Atypon', doi: <https://core.ac.uk/download/pdf/327264179.pdf>*
- *Arroyo, Alexander, Dickman, Eitan, Drapkin, Jefferson, Haines, et al. 2020, "Does Orally-Administered Radiocontrast Impair Ultrasound Image Quality in Pediatric Patients?" eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/287622001.pdf>*
- *Bigiogera V., Cannella R., Capodaglio C., Giandola T., Ippolito D., Maino C., Ragusi M., et al. 2022, "Multiorgan Involvement in SARS-CoV-2 Infection: The Role of the Radiologist from Head to Toe" country:CH, doi: <https://core.ac.uk/download/576924240.pdf>*
- *Schmidt, Chris 2022, "Nurse-Driven Protocols for Abdominal Pain in the Emergency Department" SOAR @ USA, doi: <https://core.ac.uk/download/521864566.pdf>*
- *Abdolrazaghnejad, Ali, Pakniyat, AbdolGhader, Rajabpour-Sanati, Ali, Rastegari-Najafabadi, et al. 2019, "The Role of Ultrasonography in Patients Referring to the Emergency Department with Acute Abdominal Pain" 'Atypon', doi: <https://core.ac.uk/download/pdf/327264179.pdf>*
- *Bonito G., Gigli S., Masselli G., Ricci P. 2023, "Imaging of acute abdominopelvic pain in pregnancy and puerperium—part I: obstetric (non-fetal) complications" place:Basel, 4052 Svizzera, doi: <https://core.ac.uk/download/599507345.pdf>*
- *Ahmad, Farhan, Duran, Cihan, Duran, Elif S, Elshikh, et al. 2019, "Computed Tomography Imaging Findings of Acute Aortic Pathologies" ScholarWorks @ UTRGV, doi: <https://core.ac.uk/download/551512000.pdf>*
- *Hughes, Hannah, Jajodia, Ankush, Mellnick, Vincent, Patlas, et al. 2025, "Bowel emergencies in patients with cancer" Digital Commons@Becker, doi: <https://core.ac.uk/download/643771946.pdf>*
- *Bartosiniński, Ryszard, Dutkiewicz, Justyna, Kaźmierczak, Jakub, Kapa, et al. 2025, "Acute Abdominal Injuries in Sports: Review and Management Recommendations" University Center for Sports Research, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland, doi: <https://core.ac.uk/download/646079968.pdf>*
- *Aggarwal, Geeta, Aggarwal, Geeta, Aitken, Robert, Anderson, et al. 2021, "Guidelines for Perioperative Care for Emergency Laparotomy Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations: Part 1-Preoperative: Diagnosis, Rapid Assessment and Optimization." eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/610736911.pdf>*

- *UNLV School of Medicine 2019, "2019 Graduate Medical Education Research Day Compendium" Digital Scholarship@UNLV, doi: https://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=som_gme_compendium*
- *Bedwell, Gill J., Hodgkinson, Peter, Lourens, Andrit, Parker, et al. 2021, "Managing acute abdominal pain in the emergency centre:Lessons from a patient's experience" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/482024966.pdf>*
- *Abdolrazaghnejad, Ali, Pakniyat, AbdolGhader, Rajabpour-Sanati, Ali, Rastegari-Najafabadi, et al. 2019, "The Role of Ultrasonography in Patients Referring to the Emergency Department with Acute Abdominal Pain" 'Atypion', doi: <https://core.ac.uk/download/pdf/327264179.pdf>*
- *Bedwell, Gill J., Hodgkinson, Peter, Lourens, Andrit, Parker, et al. 2021, "Managing acute abdominal pain in the emergency centre:Lessons from a patient's experience" 'Elsevier BV', doi: <https://core.ac.uk/download/482024966.pdf>*
- *Jason Yao, Linda C. Chu, Michael N. Patlas 2024, "Applications of Artificial Intelligence in Acute Abdominal Imaging" Canadian Association of Radiologists Journal, Volume(75), 761-770, 761-770. doi: <https://doi.org/10.1177/08465371241250197>*
- *José A. Joglar, Mina K. Chung, Anastasia L. Armbruster, Emelia J. Benjamin, Janice Y. Chyou, Edmond M. Cronin, Anita Deswal, et al. 2023, "2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines" Circulation, Volume(149), doi: <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001193>*
- *Ahmad, Farhan, Duran, Cihan, Duran, Elif S, Elshikh, et al. 2019, "Computed Tomography Imaging Findings of Acute Aortic Pathologies" ScholarWorks @ UTRGV, doi: <https://core.ac.uk/download/551512000.pdf>*
- *Irawan, Dedy, Kurnianingsih, Novi, Rahimah, Anna Fuji, Sargowo, et al. 2021, "Diagnosis and Management of Acute Aortic Syndrome: A Literature Review" 'Brawijaya University', doi: <https://core.ac.uk/download/427507430.pdf>*

Tomografía Computarizada de Alta Resolución (TCAR) en Enfermedades Pulmonares Intersticiales: Un Análisis Crítico

Angela Lastenia Figueroa Córdova

Médico General Universidad Estatal de Guayaquil
Médico General en Funciones Hospitalarias Hospital del Norte
de Guayaquil los Ceibos IESS

DEFINICION

La precisión diagnóstica en enfermedades pulmonares intersticiales constituye un desafío clínico fundamental, especialmente porque estas patologías presentan una gran heterogeneidad en su manifestación y progresión. Para abordar esta complejidad, la tomografía computarizada de alta resolución (HRCT) ha emergido como una herramienta crucial debido a su capacidad para detallar las características morfológicas del parénquima pulmonar con alta especificidad.

La definición de patrones radiológicos típicos, como el de neumonía intersticial usual (UIP), se basa en criterios estandarizados que permiten clasificar y predecir la evolución de estas enfermedades, mejorando así la estratificación de riesgo y el pronóstico del paciente ROMEI et al. 2012. Por otra parte, la definición de condiciones que afectan el intersticio pulmonar requiere también considerar complicaciones asociadas, como el edema pulmonar, donde la HRCT ayuda a identificar el grado y tipo de afectación tisular, facilitando un diagnóstico y tratamiento oportuno Assaad et al. 2018. De esta manera, comprender la definición precisa del rol de la HRCT resulta imprescindible para la adecuada gestión clínica de las enfermedades intersticiales pulmonares.

CLASIFICACION

La correcta identificación y diferenciación de los patrones morfológicos en las imágenes obtenidas por tomografía computarizada de alta resolución es esencial para el diagnóstico y manejo de las enfermedades pulmonares intersticiales. En este contexto, la clasificación precisa de las alteraciones, como la presencia de patrones de “honeycombing”, adquiere un papel crucial. Estudios recientes han demostrado que el uso de técnicas avanzadas de análisis de textura, como las funciones de Minkowski, supera en eficacia a métodos convencionales, alcanzando una alta tasa de precisión en la distinción entre tejido sano y patológico. Estas aproximaciones automatizadas permiten optimizar la caracterización tisular, contribuyendo así

a una clasificación más fiable y reproducible que podría mejorar la toma de decisiones clínicas Huber et al. 2010. Además, la correlación entre los hallazgos radiológicos y otras técnicas diagnósticas, como la ultrasonografía pulmonar, evidencia la importancia de una clasificación multidimensional que considere diferentes parámetros para evaluar la severidad y progresión de la enfermedad Amoroso et al. 2015.

EPIDEMIOLOGIA

La prevalencia y distribución de las enfermedades pulmonares intersticiales (EPIDEMIOLOGIA) reflejan importantes variaciones demográficas y geográficas que condicionan el abordaje diagnóstico. En algunos países, como Pakistán, estas patologías representan una causa significativa de morbilidad, afectando principalmente a individuos en una franja etaria media, alrededor de los 50 a 60 años, con una mayor incidencia en mujeres, salvo en la fibrosis pulmonar idiopática donde predominan los varones Akbar et al. 2021. Este perfil epidemiológico destaca la necesidad de herramientas diagnósticas precisas que permitan identificar lesiones sutiles y tempranas no evidenciadas en radiografías convencionales. La evolución tecnológica en técnicas de imágenes, especialmente la tomografía computarizada de alta resolución, ha facilitado esta labor al ofrecer imágenes tridimensionales y de alta definición, incrementando la sensibilidad diagnóstica en poblaciones vulnerables y mejorando la correlación clínico-radiológica B SATYANARAYANA 2023. La integración de estos avances en el estudio epidemiológico es crucial para orientar estrategias clínicas y preventivas efectivas.

FISIOPATOLOGIA

Las enfermedades pulmonares intersticiales se caracterizan por un proceso patológico complejo que afecta el tejido intersticial y el alvéolo, generando alteraciones progresivas en la arquitectura pulmonar y la función respiratoria. En particular, la fibrosis pulmonar idiopática (FPI) se distingue por un patrón

histopatológico conocido como neumonía intersticial usual (NIU), donde la fibrosis densa y la destrucción alveolar provocan una disfunción ventilatoria irreversible. La fisiopatología subyacente implica una lesión repetida al epitelio alveolar que desencadena una respuesta inflamatoria y fibrogénica aberrante, con activación de fibroblastos y depósito excesivo de matriz extracelular, lo cual conduce a la pérdida de la elasticidad pulmonar y disminución de la capacidad de intercambio gaseoso Akashi et al. 2009.

Además, en enfermedades sistémicas autoinmunes, la inflamación crónica y la respuesta inmune desregulada contribuyen a la alteración del parénquima pulmonar, manifestándose frecuentemente con patrones intersticiales detectables mediante HRCT que reflejan la severidad y extensión del daño tisular Bruni et al. 2024. Esta comprensión fisiopatológica es crucial para interpretar correctamente las imágenes de alta resolución y avanzar en el manejo clínico.

CUADRO CLINICO

El cuadro clínico de las enfermedades pulmonares intersticiales (EPI) presenta una complejidad considerable que requiere un enfoque diagnóstico riguroso, donde la tomografía computarizada de alta resolución (HRCT) juega un papel esencial. Los pacientes frecuentemente manifiestan síntomas respiratorios inespecíficos como disnea progresiva y tos seca, que en conjunto con hallazgos funcionales, orientan hacia posibles patrones de daño pulmonar.

En enfermedades específicas, como la poliangeítis microscópica con enfermedad intersticial pulmonar (MPA-ILD), la presencia de deterioro rápido y exacerbaciones agudas impacta negativamente en el pronóstico, subrayando la necesidad de evaluaciones precisas y seguimiento estricto mediante imágenes de alta resolución que permiten detectar alteraciones tróficas en el parénquima pulmonar 12493 et al. 2021. La aplicación de HRCT mejora la capacidad diagnóstica al aportar imágenes detalladas que facilitan la correlación

clínica y la estratificación del riesgo, integrando tecnología avanzada para evitar interpretaciones erróneas y guiar terapias oportunas B SATYANARAYANA 2023.

DIAGNOSTICO

La precisión en el diagnóstico de las enfermedades intersticiales pulmonares (EIP) depende en gran medida de la integración de múltiples fuentes de información clínica y radiológica. En este sentido, la HRCT representa una herramienta fundamental para identificar patrones específicos, como la neumonía intersticial usual (UIP), que orientan hacia un diagnóstico certero. Sin embargo, la interpretación aislada de las imágenes puede ser insuficiente debido a la superposición de características radiológicas con otras patologías, por lo que la comunicación efectiva entre neumólogos y radiólogos, dentro de un enfoque multidisciplinario, es esencial para mejorar la exactitud diagnóstica Chung et al. 2018. Además, la aplicación de criterios establecidos, como los recomendados en las guías ATS/ERS/JALAT, permite clasificar con alta precisión a los pacientes en distintos grupos pronósticos, contribuyendo a la estratificación del riesgo y a la decisión terapéutica, especialmente en casos de fibrosis pulmonar idiopática ROMEI et al. 2012. De esta forma, la HRCT no solo apoya el diagnóstico inicial, sino que también permite el seguimiento dinámico de la enfermedad.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL

La identificación precisa de las enfermedades pulmonares intersticiales (ILD) representa un desafío clínico debido a la superposición de manifestaciones radiológicas y clínicas entre distintas patologías. En este contexto, la tomografía computarizada de alta resolución (HRCT) emerge como una herramienta esencial, aunque no definitiva, para el diagnóstico diferencial. La interpretación de las imágenes debe integrarse con antecedentes clínicos y pruebas serológicas, destacando la relevancia de un enfoque multidisciplinario que incluya a

neumólogos, radiólogos y, cuando sea pertinente, patólogos y reumatólogos para mejorar la exactitud diagnóstica Chung et al. 2018. Además, la incorporación de técnicas avanzadas de análisis de textura, como las funciones topológicas de Minkowski, ha demostrado superar metodologías tradicionales en la clasificación de patrones específicos como el “honeycombing”, marcador clave de fibrosis pulmonar Huber et al. 2010. Así, el diagnóstico diferencial efectivo depende no solo de la calidad de las imágenes, sino de la sinergia entre la tecnología y el juicio clínico colaborativo.

TRATAMIENTO

Las enfermedades pulmonares intersticiales requieren un enfoque terapéutico basado en un diagnóstico preciso y temprano para mejorar los resultados clínicos. La precisión diagnóstica brinda la posibilidad de implementar tratamientos dirigidos, como la inmunosupresión en pacientes con enfermedades autoinmunes y fibrosis pulmonar progresiva, lo que podría limitar la progresión del daño tisular. En este contexto, la alta resolución de las imágenes obtenidas mediante HRCT resulta fundamental para monitorear la respuesta al tratamiento, permitiendo ajustes oportunos según la evolución de la enfermedad.

Además, la incorporación de tecnologías complementarias y protocolos de baja radiación contribuye a un seguimiento más seguro y eficiente, facilitando la prevención de efectos adversos provocados por exposiciones repetidas a la radiación Brown et al. 2022. La precisión con la que HRCT revela la extensión y características del compromiso pulmonar supera a otras modalidades tradicionales, y con la integración de métodos computarizados, el análisis se vuelve más objetivo y reproducible, optimizando así las decisiones terapéuticas B SATYANARAYANA 2023.

RECOMENDACIONES

El abordaje diagnóstico en las enfermedades intersticiales pulmonares requiere una integración cuidadosa de distintas modalidades y la colaboración interdisciplinaria para optimizar resultados clínicos. En este contexto, la tomografía computarizada de alta resolución (HRCT) se consolida como la herramienta de imagen estándar, no solo para la detección precisa de patrones fibróticos, sino también para monitorear la progresión y detectar complicaciones a lo largo del tiempo.

Para maximizar la eficacia del HRCT, se recomienda llevar a cabo un análisis sistemático de las imágenes, incluyendo la comparación con exámenes previos que permita evaluar cambios dinámicos en la enfermedad. De igual forma, el uso complementario de técnicas no invasivas, como la ecografía pulmonar, puede guiar el momento ideal para realizar la HRCT, evitando exposiciones radiológicas innecesarias en pacientes de riesgo. Finalmente, la interpretación experta del radiólogo en conjunto con el equipo clínico favorece un diagnóstico integral y un manejo terapéutico adecuado Amoroso et al. 2015Biederer et al. 2024.

Referencias

- Huber, Markus B., Leinsinger, Gerda, Nagarajan, Mahesh, Ray, et al. 2010, "Classification of interstitial lung disease patterns with topological texture features" 'SPIE-Intl Soc Optical Eng', doi: <http://arxiv.org/abs/1005.5086>
- Amoroso, Antonio, Barbano, Biagio, Barilaro, Giuseppe, Gigante, et al. 2015, "Lung ultrasound in systemic sclerosis: correlation with high-resolution computed tomography, pulmonary function tests and clinical variables of disease" 'Springer Science and Business Media LLC', doi: <https://core.ac.uk/download/74319195.pdf>
- Chung, Jonathan H, Goldin, Jonathan G 2018, "Interpretation of HRCT Scans in the Diagnosis of IPF: Improving Communication Between Pulmonologists and Radiologists." eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323079221.pdf>
- Huber, Markus B., Leinsinger, Gerda, Nagarajan, Mahesh, Ray, et al. 2010, "Classification of interstitial lung disease patterns with topological texture features" 'SPIE-Intl Soc Optical Eng', doi: <http://arxiv.org/abs/1005.5086>
- Akbar, Kainat, Amin, Dua, Amoon, Aneeq, Arshad, et al. 2021, "Diagnostic Interstitial Lung Diseases in Patients Having Normal Chest Radiograph through High Resolution Computed Tomography" Journal of Health, Medicine and Nursing, doi: <https://core.ac.uk/download/475280327.pdf>
- B. SATYANARAYANA 2023, "Interstitial Lung Diseases using High Resolution Computed Tomography (HRCT) Images" Ninety Nine Publication, doi: <https://core.ac.uk/download/621417560.pdf>
- Chung, Jonathan H, Goldin, Jonathan G 2018, "Interpretation of HRCT Scans in the Diagnosis of IPF: Improving Communication Between Pulmonologists and Radiologists." eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/323079221.pdf>
- ROMEL, CHIARA 2012, "Idiopathic pulmonary fibrosis: evaluation of progression and prognosis after the ATS/ERS/JRS/ALAT statement 2011" 'Pisa University Press', doi: <https://core.ac.uk/download/14704150.pdf>
- Akashi, Akira, American College of Radiology, American Thoracic Society, European Respiratory Society, Aziz, Coultas, et al. 2009, "Diagnosing fibrotic lung disease: When is high-resolution computed tomography sufficient to make a diagnosis of idiopathic pulmonary fibrosis?" 'Wiley', doi: <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/75246/1/j.1440-1843.2009.01626.x.pdf>
- Bruni, Cosimo, Chen, Shaoqi, Du, Guangzhou, Furst, et al. 2024, "A versatile role for lung ultrasound in systemic autoimmune rheumatic diseases related pulmonary involvement: a narrative review" BioMed Central, doi: <https://core.ac.uk/download/636776943.pdf>

- B. SATYANARAYANA 2023, "Interstitial Lung Diseases using High Resolution Computed Tomography (HRCT) Images" *Ninety Nine Publication*, doi: <https://core.ac.uk/download/621417560.pdf>
- 12493, 12494, 12495, 12496, 12497, 12498, 12499, et al. 2021, "Clinical significance of interstitial lung disease and its acute exacerbation in microscopic polyangiitis" *Elsevier*, doi: <https://core.ac.uk/download/635860309.pdf>
- ROMEL, CHIARA 2012, "Idiopathic pulmonary fibrosis: evaluation of progression and prognosis after the ATS/ERS/JRS/ALAT statement 2011" *'Pisa University Press'*, doi: <https://core.ac.uk/download/14704150.pdf>
- Assaad, Sherif, Friedman, Malcolm B., Kratzert, Wolf B., Perrino, et al. 2018, "Assessment of pulmonary edema: principles and practice" *'Elsevier BV'*, doi: <https://core.ac.uk/download/145643671.pdf>
- Amoroso, Antonio, Barbano, Biagio, Barilaro, Giuseppe, Gigante, et al. 2015, "Lung ultrasound in systemic sclerosis: correlation with high-resolution computed tomography, pulmonary function tests and clinical variables of disease" *'Springer Science and Business Media LLC'*, doi: <https://core.ac.uk/download/74319195.pdf>
- Biederer, Juergen, Cicchetti, Giuseppe, Franquet Casas, Tomas, Frauenfelder, et al. 2024, "ESR Essentials: imaging in fibrotic lung diseases-practice recommendations by the European Society of Thoracic Imaging" *Springer*, doi: <https://core.ac.uk/download/621172744.pdf>
- Brown, Kevin K, Chung, Lorinda, Cottin, Vincent, Distler, et al. 2022, "Diagnosis and monitoring of systemic sclerosis-associated interstitial lung disease using high-resolution computed tomography" *'SAGE Publications'*, doi: <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/222176/1/23971983211064463.pdf>
- B. SATYANARAYANA 2023, "Interstitial Lung Diseases using High Resolution Computed Tomography (HRCT) Images" *Ninety Nine Publication*, doi: <https://core.ac.uk/download/621417560.pdf>

Ecografía Doppler en Patología Vascular: Evaluación de la Isquemia y el Tromboembolismo Venoso

María de Fátima Vaca Rojas

Médico General en Funciones Hospitalarias.

Médico Cirujano Universidad de las Americas

INTRODUCCIÓN

La evaluación de las patologías vasculares, apoyándose en técnicas de imagen avanzadas como el ultrasonido Doppler, ha transformado radicalmente el diagnóstico y manejo de afecciones como la isquemia y el tromboembolismo venoso. Estas tecnologías posibilitan la visualización y el análisis del flujo sanguíneo; algo crucial para identificar desórdenes asociados a fistulas arteriovenosas, esas conexiones anómalas que desvían el curso habitual de la sangre a través del lecho capilar. En Docente CCYM de Medicina et al. 2024 se resaltan las posibles complicaciones tardías que pueden aparecer en pacientes con fistulas sin tratamiento, como por ejemplo, la insuficiencia cardíaca. Además, el uso del ultrasonido Doppler va más allá del mero diagnóstico, facilitando el seguimiento postquirúrgico de procedimientos como la transferencia de ganglios linfáticos vascularizados para el tratamiento del linfedema, donde se hace particularmente evidente la importancia de la detección de alteraciones en el flujo. El ultrasonido Doppler, por lo tanto, se consolida como una herramienta básica tanto en la evaluación como en el tratamiento de estas patologías que, en general, son complejas. Jonas F et al. 2023.

DEFINICIÓN DEL ULTRASONIDO DOPPLER

El ultrasonido Doppler representa una herramienta diagnóstica clave en imagenología, que nos permite analizar la circulación sanguínea. ¿Cómo? Pues midiendo las variaciones en la frecuencia de las ondas sonoras que rebotan en los glóbulos rojos mientras se mueven. En la práctica clínica, este método es esencial, dado que facilita la identificación de problemas vasculares. Pensemos en la isquemia o en la trombosis venosa, dos condiciones críticas dentro de la patología vascular. Mediante esta tecnología, los médicos pueden obtener información realmente importante sobre la velocidad y el sentido del flujo sanguíneo, lo que ayuda a realizar diagnósticos acertados y a elegir los tratamientos más adecuados. La incorporación de herramientas avanzadas, como

la inteligencia artificial, está cambiando la forma en que se interpreta el ultrasonido Doppler, lo que está mejorando la exactitud del análisis y, por lo tanto, optimizando los resultados clínicos en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares Stamate E et al. 2024. Por otro lado, distintas investigaciones han resaltado la importancia del ultrasonido en la monitorización de la presión arterial pulmonar. Esto refuerza su importancia en la cirugía cardíaca, sobre todo en el período postoperatorio Muenster S et al. 2024. En general, esta tecnología ofrece datos valiosos para el cuidado del paciente.

IMPORTANCIA DE LA PATOLOGÍA VASCULAR EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

En la práctica clínica, la patología vascular tiene un rol esencial; su análisis facilita el diagnóstico y tratamiento eficaz de diversas afecciones vinculadas a la circulación, como la isquemia, por ejemplo, y también la tromboembolia venosa. Los médicos, haciendo uso de tecnologías como el ultrasonido Doppler, tienen la capacidad de valorar el flujo de la sangre, detectar posibles obstrucciones y determinar la severidad de la condición vascular. Estas valoraciones resultan fundamentales, sobre todo en cuadros con comorbilidades, tal como se ha observado en pacientes con COVID-19, donde la coagulopatía y el tromboembolismo venoso se manifiestan como complicaciones importantes Azi et al. 2024. Es más, la detección temprana de estas patologías posibilita el inicio de un tratamiento apropiado y a tiempo, lo cual previene el avance de la enfermedad y optimiza los resultados clínicos; esto refuerza la importancia de contar con un enfoque multidisciplinario en la atención del paciente Acosta et al. 2020.

RESUMEN DE LA ISQUEMIA Y EL TROMBOEMBOLISMO VENOSO

La isquemia y el tromboembolismo venoso, condiciones vinculadas, representan un reto importante en la patología vascular. La isquemia, esencialmente, es la disminución del flujo sanguíneo a un tejido, resultando potencialmente en daño

a ese tejido. El tromboembolismo venoso, por su parte, se define por la formación de coágulos en las venas; estos coágulos pueden moverse y bloquear el flujo en otras partes del sistema circulatorio. Tal como se indica en la literatura, el sistema venoso, generalmente hablando, es más complejo y diferente al arterial, dependiendo de la función valvular y el bombeo muscular periférico para contrarrestar la gravedad. En casos de venas agudas, la estasis sanguínea lleva a la trombosis venosa profunda. Sin embargo, en condiciones crónicas, las manifestaciones clínicas pueden oscilar entre obstrucción venosa e incompetencia vascular Hariawan et al. 2019. En consecuencia, y como herramienta de evaluación, el ultrasonido Doppler se vuelve fundamental para la valoración de estas condiciones y ayuda a lograr un diagnóstico más preciso Acosta et al. 2020.

PROPÓSITO Y ALCANCE DEL ENSAYO

El objetivo de este ensayo es examinar la importancia y el uso del ultrasonido Doppler en la evaluación de enfermedades vasculares, sobre todo en casos de isquemia y tromboembolismo venoso. Mediante una revisión detallada de la literatura disponible, se busca aclarar cómo esta técnica de imagen ayuda no solo al diagnóstico precoz, sino también a la elaboración de planes de tratamiento eficaces. Se considerarán casos concretos como el síndrome de Budd-Chiari y la trombosis portal no cirrótica, que, si bien son poco comunes, demuestran la relevancia del ultrasonido Doppler en el abordaje de trastornos vasculares complejos García Pagán et al. 2019. Además, se tratarán las novedades en técnicas de imagen ultrasonográfica y su aplicación en la práctica clínica, resaltando progresos como la imagenología tridimensional, que complementa la evaluación convencional, algo fundamental para una comprensión completa de las enfermedades vasculares N/A 2021. En general, esta modalidad diagnóstica ofrece una perspectiva valiosa en la evaluación de la vasculatura.

PRINCIPIOS DEL ULTRASONIDO DOPPLER

El ultrasonido Doppler, una herramienta clave en la evaluación de la patología vascular, nos permite ver y medir el flujo sanguíneo en tiempo real. Este método, en general, se basa en el efecto Doppler. Este efecto explica cómo las ondas sonoras reflejadas por las células sanguíneas en movimiento cambian de frecuencia según la velocidad y dirección del flujo. A través de esta técnica – algo realmente útil, por cierto – podemos identificar y cuantificar la presencia de oclusiones vasculares, un aspecto crucial en casos de isquemia y tromboembolismo venoso. Su aplicación no solo identifica, sino que también es esencial para guiar intervenciones terapéuticas, algo que no debemos olvidar. Como se menciona en la literatura, la presencia de oclusión puede ser determinada no invasivamente con el uso de duplex Doppler ultrasonography Casas et al. 2019, lo que enfatiza su relevancia en la práctica clínica contemporánea. Los avances en dispositivos endovasculares, sin embargo, también han ampliado su utilidad en el manejo de estas condiciones Bonaffini P A et al. 2022.

FÍSICA BÁSICA DE LA TECNOLOGÍA DE ULTRASONIDO

La tecnología de ultrasonido, en su base física, se apoya en los principios de las ondas acústicas y cómo interactúan con los tejidos biológicos. En particular, el ultrasonido Doppler posibilita la evaluación del flujo sanguíneo; detecta los cambios en la frecuencia de las ondas que se reflejan, lo que lleva a mediciones precisas de la velocidad del flujo. Esta técnica es clave en la evaluación de patologías vasculares, pues ayuda a identificar oclusiones o trombosis, condiciones comunes en la isquemia y el tromboembolismo venoso Casas et al. 2019. Además, el ultrasonido Doppler es no invasivo y brinda información en tiempo real, haciéndolo una herramienta valiosa en la práctica clínica. Por lo tanto, en el ámbito vascular, esta tecnología no solo mejora el diagnóstico, sino que también optimiza las decisiones terapéuticas ante complicaciones que amenazan la extremidad Acosta et al. 2020.

TIPOS DE ULTRASONIDO DOPPLER (POR EJEMPLO, COLOR, ESPECTRAL)

El ultrasonido Doppler se presenta en varias formas, incluyendo el Doppler color y el espectral, cada uno útil para evaluar problemas vasculares. El Doppler color muestra el flujo sanguíneo en tiempo real, asignando colores a la dirección del flujo, lo cual ayuda a encontrar áreas de isquemia y trombosis venosa. A su vez, el Doppler espectral ofrece datos cuantitativos sobre la velocidad del flujo, clave para saber la gravedad de una obstrucción en los vasos. Estas técnicas ayudan a un diagnóstico exacto, y también a seguir a los pacientes, sobre todo a aquellos con complicaciones postoperatorias, como se indica en estudios sobre la evaluación de complicaciones en trasplantes renales, donde el ultrasonido es muy importante para detectar problemas vasculares a tiempo Dageforde et al. 2024. También, se subraya la importancia del ultrasonido en el diagnóstico de enfermedades vasculares, lo que permite una mejor atención médica N/A 2021. Generalmente hablando, estas modalidades se complementan para ofrecer una visión integral del estado vascular del paciente.

MECANISMO DE MEDICIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO

La medición del flujo sanguíneo es clave en el ultrasonido Doppler, sobre todo al evaluar problemas vasculares como isquemia y tromboembolia venosa. No solo mide la velocidad y dirección del flujo, sino que además da información vital sobre situaciones clínicas graves. Por ejemplo, dopplers de alta calidad se han estudiado recientemente, mostrando su eficacia para medir la presión de oclusión del miembro (LOP), que indica si los tejidos se están perfundiendo bien Barrett et al. 2023. Además, técnicas como la resucitación extracorpórea cardiopulmonar (ECPR) resaltan lo importante que es vigilar el flujo sanguíneo en emergencias, donde un flujo correcto puede

significar la diferencia entre la vida y la muerte Carr et al. 2019. Así, medir el flujo sanguíneo con precisión es una herramienta esencial en la medicina actual.

VENTAJAS DEL ULTRASONIDO DOPPLER EN LA IMAGENOLOGÍA VASCULAR

El ultrasonido Doppler ofrece varias ventajas en la imagenología vascular, sobre todo al evaluar isquemia y tromboembolismo venoso. Esta técnica, siendo no invasiva, permite obtener información anatómica y funcional de los vasos sanguíneos, lo que facilita un diagnóstico tanto temprano como preciso. Su capacidad para identificar el flujo sanguíneo en tiempo real es valiosa para detectar la trombosis venosa profunda (TVP) y en el estudio de la aterosclerosis carotídea; el ultrasonido ha demostrado ser un método clave en la práctica clínica para ambas [extractedKnowledge1]. Además, técnicas como la trombólisis con ultrasonido y microburbujas muestran potencial en la disolución de coágulos, representando un avance en los tratamientos cardiovasculares modernos Dharmarajah et al. 2019. El empleo de dispositivos de embolización en el tratamiento de malformaciones vasculares subraya, asimismo, la importancia del ultrasonido Doppler en contextos clínicos complejos Bonaffini P A et al. 2022. Generalmente hablando, estas aplicaciones demuestran la versatilidad de esta herramienta diagnóstica.

EVALUACIÓN DE LA ISQUEMIA

La evaluación de la isquemia, en particular en enfermedades como la arterial periférica y el tromboembolismo venoso, resulta ser un elemento crucial en patología vascular. El ultrasonido Doppler se ha posicionado, generalmente hablando, como una herramienta no invasiva esencial, facilitando una evaluación dinámica del flujo sanguíneo en las extremidades afectadas. Aunque existen avances en la gestión de enfermedades vasculares, la detección temprana de la isquemia sigue presentando retos para los cirujanos vasculares. La ecografía Doppler facilita la identificación de oclusiones que

amenazan la integridad del miembro, lo que contribuye a decisiones clínicas oportunas, sin embargo Casas et al. 2019. Alternativamente, la arteriografía y la tomografía computarizada actúan como diagnósticos complementarios importantes, y se sugiere que procedimientos radiológicos como la trombolisis dirigida por catéter juegan un papel significativo en el tratamiento de la isquemia aguda. Por otro lado, las complicaciones derivadas de condiciones como el COVID-19 revelan una conexión entre la disfunción endotelial y el riesgo de tromboembolismo, lo que resalta la necesidad de un enfoque integral en la evaluación cardiovascular Cirulli A et al. 2021.

DEFINICIÓN Y CAUSAS DE LA ISQUEMIA

La isquemia, en esencia, es una condición médica marcada por una disminución del flujo sanguíneo a los tejidos del cuerpo. Esta reducción, a su vez, lleva a una deficiente llegada de oxígeno y nutrientes indispensables. Podemos observar que la causa de esta falta de perfusión puede radicar en diversos factores. Entre estos, resalta la obstrucción arterial, que puede surgir de procesos trombóticos o embólicos, sin olvidar afecciones como la arteriosclerosis. En ocasiones, la isquemia también se encuentra ligada a enfermedades del corazón.

Un caso particularmente ilustrativo Kang B-T et al. 2023, narra la historia de un felino que sufrió isquemia debido a un trombo arterial de origen cardiogénico. Este relato subraya la seriedad de la situación cuando no se aborda de manera oportuna. En este sentido, la detección precoz de estas condiciones resulta fundamental, ya que una isquemia extendida en el tiempo puede desembocar en la necrosis de los tejidos implicados, con consecuencias potencialmente letales N/A 2023. Por consiguiente, resulta vital comprender las causas y la naturaleza intrínseca de la isquemia para la correcta evaluación y el tratamiento en el contexto de patologías vasculares.

PAPEL DEL ULTRASONIDO DOPPLER EN EL DIAGNÓSTICO DE LA ISQUEMIA

El ultrasonido Doppler, por su naturaleza no invasiva y su habilidad para ofrecer datos sobre el flujo sanguíneo al instante, se ha vuelto esencial para diagnosticar la isquemia periférica. La técnica hace posible detectar bloqueos arteriales y medir la severidad de la isquemia, lo cual es vital para tomar decisiones sobre el tratamiento.

Esto cobra especial importancia en casos de embolias agudas en las piernas, donde obtener información precisa sobre la perfusión puede ser decisivo para el cuidado del paciente. Aunque la arteriografía y la tomografía computarizada complementan al ultrasonido Doppler, su uso inicial puede ayudar a llegar a un diagnóstico ágil y efectivo Casas et al. 2019. Además, en pediatría, se usa para estudiar malformaciones vasculares y tumores hipervasculares, mostrando su adaptabilidad tanto en condiciones de nacimiento como adquiridas Bonaffini P A et al. 2022. Interpretación de los hallazgos del ultrasonido Doppler en la isquemia

La interpretación de los resultados obtenidos mediante ultrasonido Doppler en casos de isquemia resulta clave para una valoración acertada de la patología vascular. Este procedimiento de imagen, en concreto, posibilita determinar la existencia y también la magnitud de la disminución del flujo sanguíneo en las estructuras vasculares comprometidas. El ultrasonido Doppler, al permitir la visualización en tiempo real del flujo sanguíneo, proporciona información de gran valor acerca de la situación hemodinámica de los tejidos.

De este modo, facilita la detección precoz de estados isquémicos. Como se ha señalado en la literatura especializada, la interpretación correcta de estos hallazgos depende no solo de la calidad técnica del estudio realizado, sino también de la capacidad del radiólogo para relacionar los resultados con el cuadro clínico del paciente Dageforde et al. 2024. Adicionalmente, resulta importante tener en cuenta las

patologías subyacentes que podrían estar contribuyendo a la isquemia, permitiendo de este modo una valoración global y la planificación más adecuada del tratamiento Acosta et al. 2020. Generalmente hablando, una correcta evaluación con ultrasonido Doppler, acompañada de un análisis clínico detallado, mejora significativamente el manejo del paciente con isquemia. Limitaciones del ultrasonido Doppler en condiciones isquémicas El ultrasonido Doppler, una herramienta clave para examinar tanto problemas de isquemia como venosos, presenta, no obstante, ciertas limitaciones que vale la pena considerar. En el contexto de la isquemia, la interpretación a veces se torna compleja debido a artefactos y a la fluctuación del flujo sanguíneo; esto, generalmente hablando, podría llevar a errores diagnósticos.

A esto se suma que la anatomía del paciente, digamos las variaciones vasculares, influye en la evaluación del flujo. Si bien el ultrasonido Doppler permite una evaluación no invasiva, en ciertos casos, su capacidad de detección no es tan alta como la de otras técnicas de imagen, sobre todo en la trombosis venosa profunda, donde la detección rápida es fundamental Dharmarajah et al. 2019. En esta línea, investigaciones recientes sugieren que la hipercoagulabilidad observada en condiciones como la COVID-19 puede añadir complejidad a la interpretación, subrayando la importancia de emplear métodos complementarios Azi et al. 2024.

EVALUACIÓN DEL TROMBOEMBOLISMO VENOSO

En la medicina vascular, la evaluación del tromboembolismo venoso reviste una importancia fundamental, sobre todo hoy en día, pues una detección precoz puede cambiar por completo el devenir del paciente. El ultrasonido Doppler, sin duda, se ha erigido como una herramienta diagnóstica no invasiva de primer orden, pues permite visualizar directamente el flujo sanguíneo e identificar trombos en las venas. No solo contribuye esta tecnología a la evaluación de las condiciones venosas, sino que además resulta de gran relevancia en el manejo de complicaciones asociadas; por ejemplo, como se ha

observado en el contexto del COVID-19, donde se ha constatado un aumento de episodios trombóticos Cirulli A et al. 2021. Es cierto que también se han empleado técnicas complementarias como la arteriografía y la tomografía computarizada; sin embargo, el Doppler sigue siendo la primera opción en la evaluación, dada su accesibilidad y eficacia Casas et al. 2019. De este modo, el ultrasonido Doppler se alza como un pilar esencial en la estrategia diagnóstica del tromboembolismo venoso, generalmente hablando.

DEFINICIÓN Y TIPOS DE TROMBOEMBOLISMO VENOSO

El tromboembolismo venoso (TEV) implica la formación de un trombo en el sistema venoso; este trombo puede soltarse y obstruir vasos en distintas áreas del cuerpo. Esto, en la mayoría de los casos, puede llevar a complicaciones serias, como la trombosis venosa profunda (TVP) y la embolia pulmonar (EP). Hablando en términos generales, este fenómeno es causa de preocupación en pacientes hospitalizados, puesto que factores como la inmovilidad, así como condiciones médicas preexistentes, tienden a incrementar el riesgo de que se formen coágulos. La TVP, que por lo general afecta las venas de las extremidades inferiores, y la EP, donde un trombo viaja hacia los vasos pulmonares, comprometiendo la oxigenación de la sangre, son los tipos principales de TEV. Para la evaluación de la isquemia y el manejo del TEV es indispensable un diagnóstico tanto temprano como preciso, facilitado por técnicas como el ultrasonido Doppler, dado que permite identificar dónde se localizan y el tamaño de los trombos B O et al. 2024Pinchinat A et al. 2023.

TÉCNICAS DE ULTRASONIDO DOPPLER PARA DETECTAR TROMBOSIS

El ultrasonido Doppler se ha establecido como una técnica clave para la detección de trombos, facilitando la evaluación de enfermedades vasculares. Más allá de la simple visualización

del flujo sanguíneo, esta metodología permite la identificación de coágulos tanto en venas como en arterias, algo esencial para el diagnóstico de la trombosis venosa profunda y el tromboembolismo pulmonar. La alta sensibilidad y especificidad que ofrece el ultrasonido Doppler lo posicionan como una herramienta de elección, especialmente en aquellos pacientes que no son candidatos para procedimientos más invasivos. A esto se suma su fácil disponibilidad y la ausencia de radiación, ventajas importantes en la práctica clínica actual. De acuerdo con algunos estudios recientes, estas técnicas permiten una evaluación más detallada en situaciones de complicaciones post-operatorias, como se indica en Dagefordeet al. 2024, y se ha comprobado su eficacia en el manejo de afecciones vasculares en pacientes pediátricos, tal y como se analiza en Bonaffini P A et al. 2022.

Importancia clínica de la detección temprana del tromboembolismo venoso. En la práctica clínica, la detección temprana del tromboembolismo venoso (TEV) resulta fundamental, dado que puede evitar complicaciones severas como la embolia pulmonar y el síndrome posttrombótico. Identificar esta condición a tiempo mejora los resultados clínicos de manera notable y disminuye la mortalidad asociada. La ecografía Doppler, una herramienta eficaz y no invasiva, es útil para evaluar la circulación venosa y encontrar trombos en sus primeras fases Akbaev S et al. 2025. Este enfoque es, en la mayoría de los casos, clave, sobre todo en pacientes con factores de riesgo, ya que el TEV puede progresar sin síntomas evidentes, complicando su detección precoz. Es importante destacar que comprender la fisiopatología relacionada con este trastorno, como la isquemia y la congestión venosa, subraya la importancia de incluirlo en protocolos de atención médica Ismail MF et al. 2025. En resumen, la detección temprana del TEV no solo optimiza la gestión clínica; también, en términos generales, contribuye a una mejor calidad de vida para los pacientes que lo padecen.

DESAFÍOS EN EL USO DEL ULTRASONIDO DOPPLER PARA LA EVALUACIÓN VENOSA

La ecografía Doppler ha supuesto una revolución en la evaluación venosa, ya que ofrece imágenes en tiempo real que simplifican el diagnóstico de afecciones como la trombosis venosa profunda (TVP). No obstante, su aplicación se topa con varios retos. Para empezar, la diferencia en la experiencia del operador puede llevar a diagnósticos poco precisos, lo que resalta la importancia de tener protocolos estandarizados y una formación constante. Además, existen limitaciones de tipo técnico, como la dependencia de la calidad de la imagen y la presencia de estructuras morfológicas que podrían impedir el acceso a venas profundas. Este punto es fundamental si se tiene en cuenta el cambio hacia tratamientos más eficaces, como los nuevos anticoagulantes y las técnicas intervencionistas que mejoran la función vascular tras un diagnóstico de TVP Carr et al. 2019Jia C-yi et al. 2024. Por otra parte, la dificultad para interpretar los resultados en pacientes con otras enfermedades dificulta aún más la evaluación, lo que pone de manifiesto la necesidad apremiante de seguir investigando para superar estos obstáculos y optimizar el uso de la ecografía Doppler en la práctica clínica.

CONCLUSIÓN

La ecografía Doppler se ha consolidado como una herramienta esencial en la valoración de enfermedades vasculares, permitiendo identificar y tratar afecciones como la isquemia y la tromboembolia venosa, proveyendo información valiosa, de forma no invasiva, acerca del flujo sanguíneo y la existencia de posibles obstrucciones, Lo que facilita la rapidez tanto en el diagnóstico como en el tratamiento. A pesar de los progresos observados en el manejo de la enfermedad arterial periférica, la isquemia aguda de las extremidades –a menudo, provocada por embolias– continúa siendo una grave amenaza para la integridad del miembro afectado, trayendo consigo importantes implicaciones en la morbilidad y mortalidad Casas et al. 2019. Asimismo, es importante destacar la contribución de la cirugía

robótica a la mejora de los resultados quirúrgicos y en la recuperación tras la cirugía en situaciones complejas; esto pone de manifiesto la importancia de integrar tecnologías avanzadas en la formación y la práctica clínica Decaestecker et al. 2020. En resumen, el ultrasonido Doppler, en la práctica vascular de hoy, se muestra como algo imprescindible.

RESUMEN DE LOS PUNTOS CLAVE DISCUTIDOS

La ecografía Doppler representa un avance notable en la evaluación de la patología vascular, facilitando el diagnóstico y tratamiento de afecciones como la isquemia y el tromboembolismo venoso. Los estudios, en general, han mostrado la efectividad de esta técnica para detectar precozmente la trombosis venosa profunda (TVP), así como para caracterizar las placas carotídeas; esto último es fundamental para determinar el riesgo de accidente cerebrovascular en pacientes con aterosclerosis carotídea.

A modo de ejemplo, se ha visto que el ultrasonido contrastado (CEUS) suele aumentar la sensibilidad en la identificación de ulceraciones en placas carotídeas si lo comparamos con el dúplex carotídeo común, subrayando así la importancia del CEUS como una herramienta de diagnóstico complementaria Dharmarajah et al. 2019. De hecho, investigaciones recientes sobre la trombólisis con ultrasonido, potenciada mediante microburbujas, apuntan a su potencial como una intervención no invasiva en la eliminación de trombos agudos, abriendo nuevas vías terapéuticas en el manejo de estas patologías et al. 2019.

DIRECCIONES FUTURAS EN LA TECNOLOGÍA DE ULTRASONIDO DOPPLER

Se espera que el futuro de la tecnología Doppler de ultrasonido transforme radicalmente el diagnóstico y tratamiento de enfermedades vasculares, sobre todo en casos de isquemia y tromboembolismo venoso. Con el progreso constante en las técnicas de imagenología médica, se prevé que los métodos

Doppler se combinan con enfoques innovadores como la ecografía POCUS (ecografía en el punto de atención), posibilitando evaluaciones rápidas y certeras en pacientes que se encuentran en estado crítico, lo cual mejorará el manejo postoperatorio y la resucitación guiada por ultrasonido Landau et al. 2020. Aparte, la aplicación de algoritmos basados en inteligencia artificial para el análisis de imágenes Doppler puede aumentar de forma importante la exactitud en el diagnóstico y ayudar a detectar precozmente complicaciones en trasplantes de órganos, donde la evaluación vascular es de suma importancia Dageforde et al. 2024. Esta unión de tecnologías genera nuevas perspectivas en la detección y el tratamiento, mejorando la atención al paciente e impulsando la eficiencia en entornos clínicos que son cada vez más complejos.

IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA

La ecografía Doppler ha transformado radicalmente la evaluación de enfermedades vasculares en la práctica clínica, sobre todo en casos de isquemia y tromboembolismo venoso. Este método, al ser no invasivo, posibilita una visualización exacta del flujo sanguíneo y la detección precoz de oclusiones, algo crucial para una intervención a tiempo. Sus implicaciones clínicas son significativas, dado que un diagnóstico temprano puede disminuir la morbilidad y mortalidad vinculadas a afecciones como la embolia aguda de las extremidades inferiores, frecuentemente originada por fibrilación auricular o aneurismas Acosta et al. 2020.

Por otro lado, el ultrasonido Doppler complementa técnicas como la arteriografía y la trombólisis guiada por catéter, ofreciendo así un enfoque integral para el tratamiento del paciente Casas et al. 2019. Por tanto, la integración de esta tecnología en los protocolos clínicos podría mejorar los resultados en salud y optimizar la atención vascular; en la mayoría de los casos, esto se observa.

REFLEXIONES FINALES SOBRE LA IMPORTANCIA DEL ULTRASONIDO

Doppler en la patología vascular

El ultrasonido Doppler, fundamental en la evaluación de patología vascular, sobresale en el diagnóstico de isquemia y tromboembolismo venoso. Permite a los clínicos, gracias a imágenes en tiempo real del flujo sanguíneo, identificar alteraciones hemodinámicas con precisión. Esta evaluación no invasiva disminuye la necesidad de procedimientos más invasivos, minimizando así el riesgo para el paciente.

Estas ventajas, generalmente hablando, se ven reflejadas en estudios longitudinales y en la gestión de casos clínicos complejos, donde integrar la información obtenida resulta esencial para un enfoque terapéutico efectivo N/A 2023. La relevancia del ultrasonido Doppler en la atención médica actual se reafirma con el avance constante en las técnicas de imagenología cardiovascular Mark A Fogel et al. 2022. En definitiva, el ultrasonido Doppler optimiza los resultados clínicos en pacientes con afecciones vasculares, mejorando tanto el diagnóstico como el tratamiento.

REFERENCIAS

- Cruz Castillo Yessenia Magaly Docente de Medicina, Fejioó Amaya Diana Elizabeth Cirujana Vascular, Solís Serrano María Augusta, Vasco Martínez Armando Juvenal, Telenchana Sulqui Rosa Elizabeth, Pombosa Manobanda Luis Daniel 2024, "High-Output Heart Failure Secondary to Post-Traumatic Arteriovenous Fistula" *South Eastern European Journal of Public Health*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/lfadaae12d8dba586077f0db29e5f1a5aef363c9>
- Jonas F, Alejandro D P K, Kesa P, Lambert L, Burgetova A, Sefc L, Mestak Ticha O P 2023, "3D color doppler ultrasound for postoperative monitoring of vascularized lymph node flaps." *Acta chirurgiae plasticae*, Volume(64 3-4), 116-120, 116-120 . doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/bfecd7fc40d4b66150f51444c47ceac1a246b738>
- Casas, André Luís Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- Bonaffini P. A., Carbone F. S., Corvino F., Di Fazio B., Dulcetta L., Giurazza F., Marra P., et al. 2022, "Embolization in Pediatric Patients: A Comprehensive Review of Indications, Procedures, and Clinical Outcomes" doi: <https://core.ac.uk/download/576881385.pdf>
- Casas, André Luís Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- Decaestecker, Karel, Desender, Liesbeth, Lambert, Edward, Van Parys, et al. 2020, "Total intracorporeal robot kidney autotransplantation : case report and description of surgical technique" 'Frontiers Media SA', doi: <https://core.ac.uk/download/395605226.pdf>
- Barrett, Kiara, Martin, Tyler, Mouser, J. Grant, Page, et al. 2023, "Comparison of Vascular Dopplers in Measuring Limb Occlusion Pressure for Blood Flow Restriction Therapy" *Digital Scholarship@UNLV*, doi: https://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1062&context=scholarship_kin
- Carr, Emily 2019, "Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation" *Scholars Crossing*, doi: <https://core.ac.uk/download/213463712.pdf>
- Casas, André Luís Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- Anna Cirulli, ANTONIO GIOVANNI SOLIMANDO, Antonio Vacca, Assunta Stragapede, Christel Cariddi, Fabrizio Pappagallo, Gianfranco LAULETTA, et al. 2021, "Imaging Evaluation of Pulmonary and Non-Ischaemic Cardiovascular Manifestations of COVID-19" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/541256012.pdf>
- Elena Stamate, Alin Ionut Piraianu, Oana Roxana Ciobotaru, R Crassas, Oana-Monica Duca, Ana Fulga, Ionica Grigore, et al. 2024, "Revolutionizing Cardiology through Artificial Intelligence—Big Data

from Proactive Prevention to Precise Diagnostics and Cutting-Edge Treatment—A Comprehensive Review of the Past 5 Years" Diagnostics, Volume(14), 1103-1103, 1103-1103. doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14111103>

- Stefan Muenster, Iratxe Zarragoikoetxea, Andrea Moscatelli, Joan Balcells, Philippe Gaudard, Philippe Pouard, Nándor Marczin, et al. 2024, "Inhaled NO at a crossroads in cardiac surgery: current need to improve mechanistic understanding, clinical trial design and scientific evidence" *Frontiers in Cardiovascular Medicine, Volume(11)*, doi: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1374635>
- Casas, André Luis Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- Bonaffini P. A., Carbone F. S., Corvino F., Di Fazio B., Dulcetta L., Giurazza F., Marra P., et al. 2022, "Embolization in Pediatric Patients: A Comprehensive Review of Indications, Procedures, and Clinical Outcomes" doi: <https://core.ac.uk/download/576881385.pdf>
- Dharmarajah, Brahman 2019, "Microbubbles in vascular imaging" Department of Surgery & Cancer, Imperial College London, doi: <https://core.ac.uk/download/231849418.pdf>
- Azi, Cornelius I., Carsrud, N.D. Victor, Ezewudo, Onyinye, Flores, et al. 2024, "Hematological Conditions Associated with COVID-19: Pathophysiology, Clinical Manifestations, and Therapeutic Approaches" AMO Publisher, doi: <https://core.ac.uk/download/621451769.pdf>
- Dageforde, Leigh Anne, Depetris, Jena, Goiffon, Reece J, Kambadakone, et al. 2024, "Radiologic evaluation of the kidney transplant donor and recipient" eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/614877333.pdf>
- Acosta, Stefan, Azuma, Nobuyoshi, Bastos Gonçalves, Frederico, Björck, et al. 2020, "Editor's choice : European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of acute limb ischaemia" 'Elsevier BV',
- Carr, Emily 2019, "Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation" Scholars Crossing, doi: <https://core.ac.uk/download/213463712.pdf>
- Chun-yi Jia, Dan-dan Dai, Xia Zhang, Xin-yuan Bi, Yi-ning Wang 2024, "Advancements in the interventional therapy and nursing care on deep vein thrombosis in the lower extremities" *Frontiers Media S.A.*, doi: <https://core.ac.uk/download/620317741.pdf>
- Dageforde, Leigh Anne, Depetris, Jena, Goiffon, Reece J, Kambadakone, et al. 2024, "Radiologic evaluation of the kidney transplant donor and recipient" eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/614877333.pdf>
- Bonaffini P. A., Carbone F. S., Corvino F., Di Fazio B., Dulcetta L., Giurazza F., Marra P., et al. 2022, "Embolization in Pediatric Patients: A

Comprehensive Review of Indications, Procedures, and Clinical Outcomes" doi: <https://core.ac.uk/download/576881385.pdf>

- Casas, André Luís Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- Acosta, Stefan, Azuma, Nobuyoshi, Bastos Gonçalves, Frederico, Björck, et al. 2020, "Editor's choice : European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of acute limb ischaemia" 'Elsevier BV',
- Hariawan, Hariadi 2019, "The Era of Endovascular Treatment in Venous Disease: What Can We Do and Who Gets Benefit?" 'Universitas Gadjah Mada', doi: <https://core.ac.uk/download/295457972.pdf>
- Acosta, Stefan, Azuma, Nobuyoshi, Bastos Gonçalves, Frederico, Björck, et al. 2020, "Editor's choice : European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of acute limb ischaemia" 'Elsevier BV',
- Acosta, Stefan, Azuma, Nobuyoshi, Bastos Gonçalves, Frederico, Björck, et al. 2020, "Editor's choice : European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of acute limb ischaemia" 'Elsevier BV', Casas, André Luís Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- Byeong-Teck Kang, Dohee Lee, Hakhyun Kim, Hyeongyeong Lee, Mhan-Pyo Yang, Sanggu Kim, Soochong Kim, et al. 2023, "Case report: Evaluation of hindlimb ischemia using 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in a cat with cardiogenic arterial thromboembolism" *Frontiers Media S.A.*, doi: <https://core.ac.uk/download/581832246.pdf>
- 2023, "Tricuspid Valve Academic Research Consortium Definitions for Tricuspid Regurgitation and Trial Endpoints" doi: <https://core.ac.uk/download/591475066.pdf>
- 2023, "History of Stroke" MDPI eBooks, doi: <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-2313-2>
- Mark A. Fogel, Shafkat Anwar, Craig S. Broberg, Lorna P. Browne, Taylor Chung, Tiffanie R. Johnson, Vivek Muthurangu, et al. 2022, "Society for Cardiovascular Magnetic Resonance/European Society of Cardiovascular Imaging/American Society of Echocardiography/Society for Pediatric Radiology/North American Society for Cardiovascular Imaging Guidelines for the Use of Cardiac Magnetic Resonance in Pediatric Congenital and Acquired Heart Disease: Endorsed by The American Heart Association" *Circulation Cardiovascular Imaging*, Volume(15), doi: <https://doi.org/10.1161/circimaging.122.014415>
- Dageforde, Leigh Anne, Depetris, Jena, Goiffon, Reece J, Kambadakone, et al. 2024, "Radiologic evaluation of the kidney transplant donor and

recipient" eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/614877333.pdf>

- Landau, John H 2020, "Ultrasound-Guided Resuscitation in Open Aortic Surgery - The AORTUS Trial" Scholarship@Western, doi: <https://core.ac.uk/download/344778459.pdf>
- Dageforde, Leigh Anne, Depetris, Jena, Goiffon, Reece J, Kambadakone, et al. 2024, "Radiologic evaluation of the kidney
- transplant donor and recipient" eScholarship, University of California, doi: <https://core.ac.uk/download/614877333.pdf>
- N/A 2021, "Ultrasound Imaging" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/478135867.pdf>
- Dharmarajah, Brahma 2019, "Microbubbles in vascular imaging" Department of Surgery & Cancer, Imperial College London, doi: <https://core.ac.uk/download/231849418.pdf>
- , , , Belch, Jill, Boc, Vinko, et al. 2019, "ESVM Guideline on peripheral arterial disease" 'Hogrefe Publishing Group', doi: <https://core.ac.uk/download/286715349.pdf>
- Anna Cirulli, ANTONIO GIOVANNI SOLIMANDO, Antonio Vacca, Assunta Stragapede, Christel Cariddi, Fabrizio Pappagallo, Gianfranco LAULETTA, et al. 2021, "Imaging Evaluation of Pulmonary and Non-Ischaemic Cardiovascular Manifestations of COVID-19" 'MDPI AG', doi: <https://core.ac.uk/download/541256012.pdf>
- Casas, André Luís Foroni 2019, "Acute Arterial Embolism of the Lower Limb" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/322441759.pdf>
- García Pagán, Juan Carlos, Gottardi, Andrea de, Hernández Gea, Virginia, Leebeek, et al. 2019, "Current knowledge in pathophysiology and management of Budd-Chiari syndrome and non-cirrhotic non-tumoral splanchnic vein thrombosis" Elsevier, doi: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/148237/1/12474_4224830_51-current_knowledge.pdf
- N/A 2021, "Ultrasound Imaging" 'IntechOpen', doi: <https://core.ac.uk/download/478135867.pdf>
- B. O, Idrissa H, Abdelmadjid Zakaria Z, Abakar Bachar, D. H, Chaibou Ms 2024, "Mesenteric Ischemia Revealing a Patent Foramen Ovale (PFO): Case Report and Literature Review" EAS Journal of Anaesthesiology and Critical Care, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/3d9c8d0d86a79b6d4c3337df716e96a375cd58ab>
- Ashley Pinchinat, O. Levendoglu-Tugal, Yara Perez, Emily Thatcher, Neida Otero, Arvind Budhram, Harshini Mahanti, et al. 2023, "A pilot safety, feasibility and efficacy study of an oral anticoagulant, apixaban, in secondary prophylaxis of a primary venous thromboembolism in children and adolescents" British Journal of Haematology, Volume(201), doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/b83c4313dc81502b51560b85a7ec4393a8ccc46e>

- Shamil Akbaev, Z. U. Lechiev, E. Kafarov 2025, "Topographic-anatomical Relationships of the Arterial and Venous Beds of the Kidneys" *City Healthcare*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/82a07c569faab082f19fb5f08fd8868ee663a2ce>
- Muhammad Faraaz Ismail, Mohamed Sobhy, Muhammad Ali Alshawish 2025, "Gangrenous appendix epididymis following bilateral open inguinal hernia repair: A rare case report" *International Journal of Case Reports in Surgery*, doi: <https://www.semanticscholar.org/paper/e622e4f6f6b26766d9f0fff1d4921fb6173b7bfe>
- Azi, Cornelius I., Carsrud, N.D. Victor, Ezewudo, Onyinye, Flores, et al. 2024, "Hematological Conditions Associated with COVID-19: Pathophysiology, Clinical Manifestations, and Therapeutic Approaches" *AMO Publisher*, doi: <https://core.ac.uk/download/621451769.pdf>
- Acosta, Stefan, Azuma, Nobuyoshi, Bastos Gonçalves, Frederico, Björck, et al. 2020, "Editor's choice : European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of acute limb ischaemia" *Elsevier BV*,
- Dharmarajah, Brahman 2019, "Microbubbles in vascular imaging" *Department of Surgery & Cancer, Imperial College London*, doi: <https://core.ac.uk/download/231849418.pdf>
- Bonaffini P. A., Carbone F. S., Corvino F., Di Fazio B., Dulcetta L., Giurazza F., Marra P., et al. 2022, "Embolization in Pediatric Patients: A Comprehensive Review of Indications, Procedures, and Clinical Outcomes" doi: <https://core.ac.uk/download/576881385.pdf>