



AVANCES EN IMAGENOLÓGIA MÉDICA

Innovaciones en Diagnóstico y Evaluación por Imágenes

AUTORES:

Karen Dayanara Triviño Muso
Breno Escobar Portugal
Jocelin Alexandra Adanaqué Acosta
José Samuel Vaque Ramírez
Cinthya Liceth Fernández Peralta

**Avances en Imagenología Médica: Innovaciones en
Diagnóstico y Evaluación por Imágenes**

**Avances en Imagenología Médica: Innovaciones en
Diagnóstico y Evaluación por Imágenes**

Karen Dayanara Triviño Muso

Breno Escobar Portugal

Jocelin Alexandra Adanaqué Acosta, José Samuel Vaque

Ramírez

Cinthya Liceth Fernández Peralta

*Avances en Imagenología Médica: Innovaciones en Diagnóstico y Evaluación
por Imágenes*

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: 978-9942-695-55-0

Una producción © Cuevas Editores SAS

Febrero 2025

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador

www.cuevaseditores.com

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

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

Índice:

Índice:	5
Prólogo	6
Avances en Imagenología Pediátrica:	7
Nuevas Técnicas y Protocolos en el Diagnóstico de Enfermedades Infantiles	7
Karen Dayanara Triviño Muso	7
Resonancia Magnética en la Detección Temprana de Tumores Cerebrales: Aplicaciones y Técnicas Avanzadas.	20
Breno Escobar Portugal.	20
Aplicación de la tomografía computarizada (TC) en el diagnóstico de lesiones traumáticas en niños: Consideraciones y límites de radiación.	34
Jocelin Alexandra Adanaqué Acosta	34
José Samuel Vaque Ramírez	34
Imágenes Cardiovasculares: Evaluación No Invasiva de la Enfermedad Arterial Coronaria y sus Avances	49
Cinthya Liceth Fernández Peralta	49

Prólogo

La imagenología médica ha revolucionado el diagnóstico, permitiendo una visualización detallada del cuerpo humano sin procedimientos invasivos. Desde los primeros rayos X hasta las modernas técnicas de TC, RM y PET-CT, su evolución ha mejorado la precisión diagnóstica y la atención al paciente.

Este libro, "Avances en Imagenología Médica: Innovaciones en Diagnóstico y Evaluación por Imágenes", explora los desarrollos recientes en inteligencia artificial, radiología intervencionista y nuevas herramientas digitales. Su contenido está dirigido a profesionales y estudiantes que buscan actualizarse en el impacto de estas tecnologías en la práctica clínica.

**Avances en Imagenología Pediátrica:
Nuevas Técnicas y Protocolos en el
Diagnóstico de Enfermedades
Infantiles**

Karen Dayanara Triviño Muso

Médico Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil

Médico

La imagenología pediátrica es la especialidad de la radiología enfocada en la obtención, interpretación y uso de imágenes médicas para el diagnóstico y monitoreo de enfermedades en neonatos, lactantes, niños y adolescentes.

Este campo abarca múltiples técnicas de imagen, como radiografías, ultrasonido, tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM), medicina nuclear y fluoroscopia, adaptadas a las particularidades anatómicas y fisiológicas de los pacientes pediátricos.

Los avances recientes en esta área han mejorado la seguridad y precisión diagnóstica, reduciendo la exposición a la radiación y la necesidad de anestesia en niños pequeños.

Epidemiología

La imagenología pediátrica es una herramienta clave en el diagnóstico de múltiples patologías infantiles. Su uso

ha aumentado en las últimas décadas debido a avances tecnológicos y mayor acceso a estudios por imágenes.

Se estima que alrededor del 10-15% de todos los estudios de imagen médica se realizan en niños.

La radiografía de tórax es el estudio más solicitado en pediatría, especialmente en casos de infecciones respiratorias.

La ecografía es la modalidad preferida para el diagnóstico de patologías abdominales y musculoesqueléticas debido a su seguridad (sin radiación ionizante).

Uso de TC y Radiación en Niños

La tomografía computarizada (TC) representa aproximadamente el 5-10% de los estudios de imagen pediátricos, pero contribuye a una mayor dosis de radiación.

El riesgo de exposición a radiación ionizante en niños es mayor debido a su mayor radiosensibilidad y expectativa de vida prolongada. Se estima que el uso excesivo de TC

puede aumentar el riesgo de cáncer en la infancia y la adultez.

En respuesta, se han desarrollado estrategias como la campaña "Image Gently", que promueve la reducción de dosis de radiación en pediatría.

Patologías más comunes diagnosticadas con Imagenología Pediátrica

- Infecciones respiratorias (neumonía, bronquiolitis): Radiografía de tórax.
- Malformaciones congénitas: Ecografía prenatal y postnatal, RM fetal.
- Apendicitis aguda: Ecografía abdominal como primera línea, TC en casos dudosos.
- Traumatismos: Radiografías para fracturas, TC en traumatismos craneoencefálicos.
- Enfermedades neurológicas (epilepsia, hidrocefalia, tumores cerebrales): RM cerebral.

Impacto de la IA y Nuevas Tecnologías

Se ha observado un aumento en la implementación de inteligencia artificial (IA) para mejorar la interpretación de imágenes y reducir la necesidad de estudios repetitivos.

La telemedicina ha facilitado el acceso a especialistas en radiología pediátrica, disminuyendo la variabilidad en la interpretación de imágenes en hospitales de menor complejidad[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10].

Fisiopatología

La imagenología pediátrica permite identificar alteraciones fisiopatológicas características del crecimiento y desarrollo infantil, facilitando el diagnóstico de diversas enfermedades. Por ejemplo, en la neumonía, la inflamación del parénquima pulmonar genera consolidaciones visibles en la radiografía de tórax, con infiltrados intersticiales o alveolares según el agente causal. En el caso de la apendicitis aguda, la ecografía muestra un apéndice dilatado y no compresible

con engrosamiento de su pared, reflejando el proceso inflamatorio. Asimismo, en trastornos neurológicos, como el traumatismo craneoencefálico, la tomografía computarizada evidencia hemorragias o fracturas, mientras que la resonancia magnética permite evaluar lesiones más sutiles como el daño axonal difuso. Estos hallazgos radiológicos están directamente relacionados con la fisiopatología subyacente de cada enfermedad, lo que resalta la importancia de la imagenología en la evaluación pediátrica[11,12].

En pediatría, la indicación de estudios de imagen se basa en la presentación clínica del paciente y la sospecha de una patología específica.

Obstrucción intestinal

1. Síntomas: Vómitos biliosos, distensión abdominal, ausencia de evacuaciones.
2. Hallazgos por imagen: En la radiografía de abdomen se observan niveles hidroaéreos y distensión intestinal. La ecografía puede ser útil para detectar invaginación intestinal.

Displasia del desarrollo de la cadera (DDC)

1. Síntomas: Asimetría en pliegues inguinales, limitación en la abducción de caderas, prueba de Ortolani/Barlow positiva.
2. Hallazgos por imagen: La ecografía de caderas es la prueba de elección en menores de 6 meses, mostrando la relación anómala entre la cabeza femoral y el acetábulo.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica en niños con fibrosis quística

1. Síntomas: Tos crónica, infecciones respiratorias recurrentes, dificultad respiratoria progresiva.
2. Hallazgos por imagen: En la radiografía de tórax se observa hiperinsuflación, bronquiectasias y engrosamiento de paredes bronquiales. La tomografía computarizada de alta resolución (TCAR) confirma el daño pulmonar.

Meningitis bacteriana

1. Síntomas: Fiebre alta, rigidez de nuca, alteración del estado de conciencia.
2. Hallazgos por imagen: La tomografía computarizada de cráneo puede mostrar edema cerebral o hidrocefalia. La resonancia magnética con contraste detecta realce meníngeo característico.

Tumores cerebrales pediátricos

1. Síntomas: Cefalea persistente, vómitos matutinos, alteraciones en la marcha, convulsiones.
2. Hallazgos por imagen: La resonancia magnética es el método más sensible, evidenciando lesiones ocupantes de espacio con edema perilesional y efecto de masa.
3. Estos cuadros clínicos resaltan la importancia de la imagenología en la evaluación de enfermedades pediátricas, permitiendo diagnósticos más precisos y oportunos[3,5,6].

Diagnóstico

El diagnóstico en imagenología pediátrica se basa en la correcta selección de la modalidad de imagen según la sospecha clínica y la edad del paciente. La elección del estudio debe equilibrar la precisión diagnóstica con la seguridad del niño, minimizando la exposición a la radiación cuando sea posible.

Tabla 1. Modalidades de Imagen y su Aplicación Diagnóstica

Técnica de Imagen	Aplicaciones Diagnósticas en Pediatría
Radiografía	Neumonía, fracturas, obstrucción intestinal, displasia de cadera
Ecografía	Apendicitis, displasia de cadera, malformaciones congénitas, hidrocefalia en neonatos
Tomografía Computarizada (TC)	Traumatismo craneoencefálico, neumonía complicada, obstrucción intestinal, tumores cerebrales
Resonancia Magnética (RM)	Epilepsia, enfermedades neuromusculares, tumores cerebrales, anomalías congénitas del SNC

Medicina Nuclear	Reflujo vesicoureteral (urograma isotópico), enfermedad ósea metabólica, estudios de perfusión cerebral
-------------------------	---

[15,16,17].

Uno de los avances más sofisticados en la imagenología pediátrica es la capacidad de detectar anomalías fetales en el útero, especialmente defectos del corazón relacionados con la enfermedad cardíaca congénita. Aproximadamente 1 de cada 100 bebés nace con cardiopatía congénita y un tercio de estos niños se someterá a una intervención quirúrgica o a una intervención basada en catéteres durante el primer año de vida. Cuando estas anomalías se detectan temprano, los niños tienen una mayor probabilidad de celebrar más cumpleaños que cuando no se detectan sino hasta más tarde en la vida[18].

Referencias

1. García-Peña P, Guillerman RP, Jenkins K, et al. Pediatric Radiology and the Value of Imaging. *Radiology*. 2020;295(3):478-486.
2. Kotsenas AL, Arce M, McBane RD, et al. Pediatric Vascular Imaging: State of the Art. *Radiographics*. 2021;41(1):E1-E19.
3. Schaefer JF, Schramm D, Schaefer FK, et al. Advanced MR Imaging Techniques in Pediatric Radiology. *Radiol Clin North Am*. 2022;60(4):649-664.
4. Boal DK, Strain JD, Hayes LL, et al. Pediatric Ultrasound: Current Concepts. *Ultrasound Q*. 2023;39(2):95-105.
5. Smith EA, Dillman JR, Goodsitt MM, et al. Pediatric CT: Strategies to Lower Radiation Dose. *Radiographics*. 2019;39(2):438-451.
6. Kang H, Lee YH, Lee JS, et al. Artificial Intelligence in Pediatric Radiology: Current Status and Future Perspectives. *Korean J Radiol*. 2024;25(1):5-17.
7. Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, et al. Pediatric Computed Tomography Radiation Dose: A Pooled Analysis. *JAMA Pediatr*. 2021;175(1):e205025.
8. Sulieman A, Theodorou K, Vlychou M, et al. Radiation Dose Optimization in Pediatric Imaging: A Review of

- Strategies and Tools. Radiol Med. 2020;125(10):1012-1023.
9. Darge K, Anupindi SA, Keener H, et al. Pediatric Contrast-Enhanced Ultrasound: Review and Consensus Statements. J Ultrasound Med. 2022;41(3):623-640.
 10. Kleinman PK, Perez-Rossello JM, Newton AW, et al. Diagnostic Imaging of Child Abuse. Pediatrics. 2023;151(2):e2022057768.
 11. Fonseca AU, Vieira GS, Soares FAAMN, Bulcão-Neto RF. A Research Agenda on Pediatric Chest X-Ray: Is Deep Learning Still in Childhood? *arXiv preprint arXiv:2007.11369*. 2020 Jul 20.
arxiv.org
 12. Familiar AM, Kazerooni AF, Anderson H, et al. A multi-institutional pediatric dataset of clinical radiology MRIs by the Children's Brain Tumor Network. *arXiv preprint arXiv:2310.01413*. 2023 Oct 2.
arxiv.org
 13. *Fuente:* Philips. 4 innovaciones revolucionarias en imagenología pediátrica. Philips [Internet]. 2021 Jun 2 [citado 2025 Feb 4]. Disponible en: <https://www.philips.com.ar/a-w/about/news/archive/standard/blogs/innovation-matters/2021/20210602-four-breakthrough-innovations-in-pediatric-imaging-getting-care-right-for-the-youngest-patients.html>

14. *Fuente:* Sociedad Chilena de Pediatría. Curso online Imagenología Pediátrica. SOCHIFE [Internet]. 2020 Ago 10 [citado 2025 Feb 4]. Disponible en: https://sec.sochipe.cl/v2/curso_detalle.php?id=54
15. Pham HH, Nguyen NH, Tran TT, et al. PediCXR: An open, large-scale chest radiograph dataset for interpretation of common thoracic diseases in children. *arXiv preprint arXiv:2203.10612*. 2022 Mar 20.
[arxiv.org](https://arxiv.org/abs/2203.10612)
16. Tran TT, Pham HH, Nguyen TV, et al. Learning to Automatically Diagnose Multiple Diseases in Pediatric Chest Radiographs Using Deep Convolutional Neural Networks. *arXiv preprint arXiv:2108.06486*. 2021 Aug 14.
[arxiv.org](https://arxiv.org/abs/2108.06486)
17. Blumer SL. *Diagnóstico por imagen. Pediatría: Revisión integral*. 2.^a ed. Barcelona: LWW; 2024.
[amazon.com](https://www.amazon.com)
18. Lawley, C. M., Broadhouse, K. M., Callaghan, F. M., Winlaw, D. S., Figtree, G. A., & Grieve, S. M. 4D flow magnetic resonance imaging: role in pediatric congenital heart disease. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*, 26(1), 28–37. <https://doi.org/10.1177/0218492317694248>

Resonancia Magnética en la Detección Temprana de Tumores Cerebrales: Aplicaciones y Técnicas Avanzadas.

Breno Escobar Portugal.

Doctor en Medicina Escuela Latinoamericana de
Medicina de Cuba

Médico Especialista en Radiología de la
Universidad San Luis Gonzaga de Ica.

Médico Especialista en Radiología Hospital II
Huamanga Essalud Ayacucho

La resonancia magnética (RM) es la principal herramienta para la detección temprana y caracterización de tumores cerebrales debido a su alta resolución y contraste tisular. Técnicas avanzadas como la espectroscopia por RM (ERM), la RM funcional (RMf) y la RM con tensor de difusión (DTI) han mejorado la diferenciación entre tumores benignos y malignos, así como la evaluación de la respuesta al tratamiento. La RM con perfusión y la difusión (DWI/ADC) permiten distinguir entre tumor recurrente y radionecrosis. Además, la inteligencia artificial y nuevos agentes de contraste están revolucionando el diagnóstico oncológico cerebral, optimizando la precisión y el manejo clínico.

Los tumores cerebrales representan aproximadamente el 1.4% de todos los cánceres y el 2.7% de las muertes por cáncer a nivel mundial. Su incidencia varía según la edad, el sexo y el tipo histológico. En adultos, los gliomas (especialmente el glioblastoma multiforme) son los tumores primarios más comunes, mientras que en

niños predominan los meduloblastomas y astrocitomas pilocíticos. La incidencia global de tumores malignos del sistema nervioso central es de aproximadamente **6 a 8 casos por 100,000 habitantes al año**, con mayor frecuencia en hombres y en poblaciones de edad avanzada.

Factores genéticos, exposición a radiaciones ionizantes y algunas condiciones hereditarias (como el síndrome de Li-Fraumeni o la neurofibromatosis) aumentan el riesgo de desarrollar estos tumores. La supervivencia varía ampliamente según el tipo de tumor, siendo muy baja en glioblastomas (supervivencia media de 12-15 meses) y más favorable en meningiomas benignos[1].

La fisiopatología de los tumores cerebrales implica una proliferación celular descontrolada dentro del sistema nervioso central, resultado de mutaciones genéticas que afectan vías de señalización clave para el crecimiento y la apoptosis celular. En gliomas de alto grado, como el glioblastoma multiforme, se observan alteraciones en genes como **TP53**, **IDH1/2**, **EGFR** y **PTEN**, que

promueven la proliferación celular, angiogénesis y resistencia a la muerte celular.

El crecimiento tumoral genera efectos locales y sistémicos, como efecto de masa, edema vasogénico y aumento de la presión intracraneal (PIC), lo que puede provocar síntomas neurológicos focales y deterioro cognitivo. Además, algunos tumores infiltran el parénquima cerebral siguiendo las fibras de la sustancia blanca, mientras que otros, como los meningiomas, ejercen compresión sin invadir el tejido neuronal. La angiogénesis tumoral es clave en su progresión, mediada por el factor de crecimiento endotelial vascular (**VEGF**), lo que favorece la formación de vasos anormales y aumenta la permeabilidad vascular, contribuyendo al edema peritumoral.

En tumores malignos, se observa una alteración del metabolismo celular con un aumento del consumo de glucosa (efecto Warburg) y producción de metabolitos anómalos, lo que puede ser detectado mediante técnicas avanzadas como la espectroscopia por resonancia

magnética (ERM). La infiltración de estructuras críticas y la resistencia a tratamientos convencionales hacen que algunos tumores, como el glioblastoma, tengan un pronóstico desfavorable[2].

Cuadro Clínico

El cuadro clínico de los tumores cerebrales es variable y depende de la ubicación, el tamaño y la tasa de crecimiento del tumor. Los síntomas pueden ser focales (por compresión o invasión de estructuras específicas) o generales (debido al aumento de la presión intracraneal o la afectación difusa del cerebro).

Síntomas Generales

1. **Cefalea:** frecuente en tumores grandes o que causan hipertensión intracraneal, suele ser matutina y progresiva.
2. **Náuseas y vómitos:** asociados al aumento de la presión intracraneal.
3. **Alteraciones del estado de conciencia:** somnolencia, confusión o cambios en la personalidad.

4. **Crisis epilépticas:** pueden ser el primer síntoma, especialmente en tumores corticales.

Síntomas Focales según la Localización del Tumor

1. **Lóbulo frontal:** cambios en la personalidad, apatía, déficit motor (hemiparesia), alteración en el juicio.
2. **Lóbulo temporal:** alteraciones de la memoria, afasia (si afecta el hemisferio dominante), crisis epilépticas focales.
3. **Lóbulo parietal:** déficit sensitivo, alteraciones visuoespaciales, dificultad en el cálculo y la escritura (acalculia, agrafia).
4. **Lóbulo occipital:** alteraciones visuales (hemianopsia homónima, alucinaciones visuales).
5. **Cerebelo:** ataxia, dismetría, vértigo y nistagmo.
6. **Tronco encefálico:** disfunción de pares craneales, disartria, disfagia y alteraciones del equilibrio.

Los síntomas suelen evolucionar de forma progresiva, aunque en tumores de rápido crecimiento, como los glioblastomas, el deterioro puede ser acelerado[3,4,5].

Diagnóstico

El diagnóstico de los tumores cerebrales se basa en una combinación de evaluación clínica, estudios de neuroimagen y análisis histopatológico.

Evaluación Clínica

El primer paso es una anamnesis detallada y exploración neurológica, enfocándose en síntomas como cefalea, crisis epilépticas, déficit neurológico focal y cambios cognitivos o de personalidad.

1.1 Neuroimagen

Resonancia Magnética (RM) con contraste: Es la prueba de elección, ya que permite evaluar la morfología, localización y características del tumor. Técnicas avanzadas como la espectroscopia por RM, la RM

funcional y la RM con tensor de difusión mejoran la caracterización tumoral.

Tomografía Computarizada (TC) con contraste: Se utiliza cuando la RM no está disponible o en urgencias para detectar hemorragia o hidrocefalia.

1.2 Biopsia y Análisis Histopatológico

Es el método definitivo para la clasificación del tumor según la Clasificación de Tumores del Sistema Nervioso Central de la OMS. Se puede realizar mediante biopsia estereotáxica o durante la resección quirúrgica.

1.3 Estudios Moleculares y Genéticos

Permiten una clasificación más precisa y pronóstica, evaluando mutaciones en genes como IDH1/2, MGMT, EGFR y ATRX, fundamentales en gliomas y otros tumores.

1.4 Análisis del Líquido Cefalorraquídeo (LCR)

Indicado en sospecha de linfoma primario del SNC o tumores meníngeos. Se realiza mediante punción lumbar

para detectar células tumorales o biomarcadores específicos.

El diagnóstico temprano y preciso es clave para establecer el pronóstico y definir la estrategia terapéutica más adecuada[6,7].

Tabla 1. Tratamiento de los Tumores Cerebrales

Modalidad Terapéutica	Indicaciones	Descripción	Ventajas	Limitaciones
Cirugía	Tumores accesibles, sintomáticos o con efecto de masa	Resección parcial o total del tumor	Alivio inmediato de síntomas, diagnóstico histológico	Riesgo de complicaciones neurológicas, recurrencia tumoral
Radioterapia	Tumores malignos, inoperables o residuales	Uso de radiación ionizante para destruir células tumorales	Control tumoral, útil en gliomas de alto grado	Puede causar radionecrosis y daño a tejido sano
Quimioterapia	Gliomas de alto grado, linfomas primarios del SNC	Uso de fármacos como temozolomida o metotrexato	Mejora la sobrevida en ciertos tumores	Efectos secundarios sistémicos, resistencia tumoral

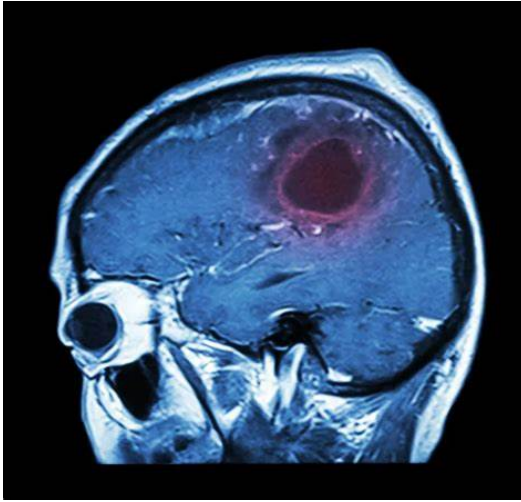
*Avances en Imagenología Médica: Innovaciones en Diagnóstico y Evaluación
por Imágenes*

Terapia dirigida	Tumores con mutaciones específicas (EGFR, IDH, BRAF)	Uso de inhibidores específicos (e.g., bevacizumab en glioblastoma)	Mayor eficacia en subgrupos de pacientes	No disponible para todos los tumores
Inmunoterapia	Glioblastomas y algunos tumores con alta carga mutacional	Vacunas tumorales, inhibidores de puntos de control inmunológico	Potencial efecto prolongado	Respuesta variable, efectos adversos autoinmunes
Cuidados paliativos	Tumores avanzados o refractarios	Manejo del dolor, edema cerebral (corticoides), control de síntomas	Mejora calidad de vida	No modifica el curso de la enfermedad



A) Resonancia magnética con tumor cerebral

Esta imagen muestra una resonancia magnética cerebral en la que se observa una lesión ocupante de espacio, indicativa de un tumor cerebral. La imagen destaca las diferencias en la intensidad de señal entre el tejido cerebral normal y la masa tumoral, lo que facilita su identificación y evaluación[11].



**A) Resonancia magnética del cerebro con tumor
cerebral (plano sagital, vista lateral)**

Esta imagen presenta una resonancia magnética en plano sagital que ofrece una vista lateral del cerebro, evidenciando la presencia de un tumor cerebral. El plano sagital es útil para evaluar la extensión anteroposterior de la lesión y su relación con estructuras cerebrales adyacentes[10].

Referencias

1. American Cancer Society. Estadísticas importantes sobre los tumores de encéfalo y los tumores de médula espinal. [Internet]. 2023 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en:
<https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/tumores-de-encefalo-o-de-medula-espinal/acerca/estadisticas-clave.html>
cancer.org
2. Merck Manual Professional Version. Generalidades sobre los tumores intracraneos. [Internet]. 2024 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en:
<https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/trastornos-neurol%C3%B3gicos/tumores-intracraneos-y-espinal/es/generalidades-sobre-los-tumores-intracraneos>
3. **Mayo Clinic**. Tumor cerebral: Síntomas y causas. [Internet]. 2024 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en:
<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/brain-tumor/symptoms-causes/syc-20350084>
4. **Instituto Nacional del Cáncer**. Tratamiento de los tumores del sistema nervioso central en adultos (PDQ®)–Versión para pacientes. [Internet]. 2024 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en:
<https://www.cancer.gov/espanol/tipos/cerebro/paciente/tratamiento-cerebro-adultos-pdq>
5. **Gaceta Mexicana de Oncología**. Aspectos neuropsicológicos de los pacientes con tumores cerebrales. [Internet]. 2024 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en:
<https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-articulo-aspectos-neuropsicologicos-los-pacientes-con-X1665920111242443>

6. Louis DN, Perry A, Wesseling P, Brat DJ, Cree IA, Figarella-Branger D, et al. The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro Oncol.* 2021;23(8):1231-1251.
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
7. Domenech Brasero B, Mestre-Fusco A, Suárez Piñera M, Puertas Calvo E, Perich Alsina X, Montes G, et al. Valoración preliminar de la ^{18}F -DOPA PET/TC cerebral en el diagnóstico diferencial de lesiones cerebrales con RM no concluyente. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol (Engl Ed).* 2021;40(4):214-221.
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
8. National Cancer Institute. Tratamiento de los tumores del sistema nervioso central en adultos (PDQ®)–Versión para pacientes. [Internet]. 2024 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en:
<https://www.cancer.gov/espanol/tipos/cerebro/paciente/tratamiento-cerebro-adultos-pdq>
9. RadiologyInfo.org. Tratamiento de los tumores cerebrales. [Internet]. 2024 [citado 4 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/es/info/thera-brain>
10. DePeru.com. (2025). Resonancia magnética del cerebro con tumor cerebral (plano sagital, vista lateral, vista lateral) (Medicina, Atención médica, Información científica) 2025. DePeru.com.
<https://www.deperu.com/imagenes/82817014-resonancia-magnetica-del-cerebro-con-tumor-cerebral-plano-sagital-vista-lateral-vista-lateral-medicina-atencion-medica-informacion-cientifica.html>
11. *Resonancia magnética con tumor cerebral Resonancia magnética | Foto Premium.* (2023). Freepik.
https://www.freepik.es/fotos-premium/resonancia-magnetica-a-tumor-cerebral-resonancia-magnetica_38141698.htm

**Aplicación de la tomografía
computarizada (TC) en el diagnóstico
de lesiones traumáticas en niños:
Consideraciones y límites de radiación.**

Jocelin Alexandra Adanaqué Acosta

Médico Universidad de Guayaquil

Médico Residente de Emergencias Hospital
General Enrique Ortega Moreira.

José Samuel Vaque Ramírez

Médico Universidad de Guayaquil

Médico Ecografista Centro Médico Klinik
Clínica Moderna

El trauma es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en la población pediátrica, y su diagnóstico preciso es fundamental para una intervención oportuna. La tomografía computarizada (TC) ha revolucionado la evaluación de lesiones traumáticas en niños, permitiendo una visualización detallada de estructuras óseas, órganos internos y tejidos blandos en cuestión de segundos. Sin embargo, su uso en pediatría requiere un balance entre los beneficios diagnósticos y los riesgos asociados a la exposición a la radiación. En este contexto, es esencial aplicar criterios clínicos estrictos y protocolos de baja dosis para minimizar los efectos adversos a largo plazo.

Indicaciones de la Tomografía Computarizada (TC) en Trauma Pediátrico

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta fundamental en la evaluación del trauma pediátrico, especialmente en situaciones donde la exploración

clínica y otros métodos de imagen (radiografía o ecografía) no son concluyentes. Su indicación debe ser cuidadosamente valorada para evitar exposiciones innecesarias a la radiación. (1)

1. Traumatismo Craneoencefálico (TCE)

La TC de cráneo está indicada en niños con:

- **Glasgow ≤ 13** en la evaluación inicial.
- Signos de **fractura de base de cráneo** (hematoma periorbitario, otorragia, rinorraquia).
- Pérdida de conciencia prolongada o amnesia postraumática.
- **Vómitos persistentes** (>2 episodios).
- Crisis convulsivas postraumáticas.
- Déficit neurológico focal o alteración del estado de conciencia.
- Sospecha de hematomas epidurales, subdurales o contusiones cerebrales.

2. Trauma Torácico

Indicada en casos de:

- Dificultad respiratoria grave sin causa evidente en la radiografía de tórax.
- Sospecha de **contusión pulmonar, neumotórax o hemotórax** no evidente en la radiografía.
- **Fracturas costales múltiples** o compromiso esternal.
- Sospecha de **lesión cardiovascular** (dissección aórtica o perforación de grandes vasos).

3. Trauma Abdominal Cerrado

La TC de abdomen con contraste se recomienda en:

- **Dolor abdominal persistente** o defensa muscular.
- Signos de **peritonitis** o inestabilidad hemodinámica sin causa evidente.
- Sospecha de lesión en **órganos sólidos** (hígado, bazo, riñón, páncreas).
- Hematuria macroscópica o sospecha de lesión renal.
- Sospecha de **neumoperitoneo** (indicación de perforación de víscera hueca).

4. Lesiones Óseas Complejas

La TC es útil en casos de:

- Fracturas conminutas o intraarticulares.
- Sospecha de fractura de columna vertebral, pelvis o base del cráneo.
- Evaluación de fracturas epifisarias en niños en crecimiento.

5. Trauma Maxilofacial y Cervical

Se recomienda TC en:

- **Sospecha de fracturas faciales** (mandíbula, órbita, zigoma).
- **Sospecha de lesión cervical** en niños con alteraciones neurológicas o dolor cervical severo tras trauma de alta energía. (2)

Consideraciones y límites de radiación.

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta diagnóstica fundamental en el trauma pediátrico, pero su uso conlleva una preocupación importante: la exposición a radiación ionizante. Los niños son especialmente vulnerables a los efectos de la radiación debido a la mayor sensibilidad de sus tejidos en desarrollo y a su mayor esperanza de vida, lo que aumenta el riesgo acumulativo de desarrollar enfermedades inducidas por la radiación, como neoplasias. Por esta razón, es esencial aplicar protocolos de minimización de dosis que permitan obtener imágenes de alta calidad diagnóstica con la menor exposición posible.

1. Principios de Minimización de Radiación

Los protocolos de reducción de dosis en pediatría están basados en dos principios fundamentales de la radioprotección:

- **Principio ALARA ("As Low As Reasonably Achievable"):** Busca reducir la dosis de

radiación al mínimo necesario para obtener imágenes con calidad diagnóstica adecuada.

- **Justificación y Optimización:** Se debe justificar el uso de la TC solo en casos donde su beneficio supere los riesgos y optimizar los parámetros técnicos para minimizar la exposición.

Para lograrlo, se implementan estrategias específicas que abarcan desde la indicación adecuada del estudio hasta ajustes técnicos en los equipos de TC (3)

2.Estrategias Clínicas para Reducir la Exposición

2.1. Uso de Criterios Clínicos Rigurosos

Antes de solicitar una TC en niños con trauma, se deben emplear escalas de decisión clínica para evitar estudios innecesarios. Algunas herramientas ampliamente utilizadas incluyen:

- **PECARN (Pediatric Emergency Care Applied Research Network)** para trauma craneoencefálico, la cual establece criterios de bajo riesgo en los que la TC puede evitarse.

- **NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study)** para trauma cervical, que ayuda a identificar cuándo una radiografía simple es suficiente antes de considerar la TC.
- **FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma)** para trauma abdominal, priorizando el uso de ultrasonido antes de la TC en pacientes estables. (4,5)

Estas escalas permiten reducir la cantidad de TC innecesarias, disminuyendo la exposición acumulativa a la radiación.

2.2. Preferencia por Métodos de Imagen Alternativos

Siempre que sea posible, se recomienda utilizar técnicas de imagen que no empleen radiación ionizante, tales como:

- **Ecografía (ultrasonido):** Útil en la evaluación de trauma abdominal y lesiones musculoesqueléticas.

- **Resonancia Magnética (RM):** Indispensable en el estudio de lesiones cerebrales y medulares cuando no es urgente.
- **Radiografía convencional:** En muchos casos de trauma óseo, puede proporcionar información suficiente sin necesidad de TC.

La TC debe reservarse para casos donde estos métodos no proporcionen la información diagnóstica necesaria o cuando exista una urgencia médica que requiera una evaluación más detallada.

3. Ajustes Técnicos en la Tomografía Computarizada

3.1. Protocolos de Baja Dosis

Los equipos modernos de TC permiten la reducción de la dosis de radiación mediante ajustes técnicos avanzados. Algunas estrategias incluyen: (6,7)

- **Reducción del kilovoltaje (kVp):** Disminuir el voltaje del tubo de rayos X reduce la dosis sin afectar significativamente la calidad de imagen.

En niños, se pueden utilizar valores de **80-100 kVp** en lugar de los 120-140 kVp empleados en adultos.

- **Reducción del miliamperaje (mAs):** Ajustar la corriente del tubo de rayos X según la edad y tamaño del niño puede reducir la exposición hasta en un **50-75%** sin comprometer la calidad diagnóstica.
- **Modulación automática de la dosis:** Los escáneres modernos ajustan la dosis en tiempo real según el grosor del tejido examinado, minimizando la radiación sin pérdida de detalle.

3.2. Uso de Colimación y Reducción del Campo de Exposición

- La **colimación del haz de rayos X** permite limitar la zona irradiada solo a la región de interés, evitando la exposición innecesaria de tejidos adyacentes.
- En el trauma craneoencefálico, por ejemplo, se recomienda evitar la exposición del cristalino y la

glándula tiroides, estructuras particularmente sensibles a la radiación.

3.3. Técnicas de Reconstrucción de Imágenes

- **Algoritmos de reconstrucción iterativa:** Los escáneres modernos permiten mejorar la calidad de la imagen con menor dosis de radiación mediante software avanzado.
- **Reducción del número de cortes y grosor de las secciones:** En pediatría, se pueden obtener imágenes diagnósticas con cortes más delgados, reduciendo la cantidad de imágenes adquiridas y, por ende, la dosis total.

4. Monitoreo y Capacitación para el Uso Seguro de la TC

4.1. Registro de Exposición a la Radiación

Es recomendable llevar un registro de la dosis de radiación acumulada en cada paciente pediátrico, especialmente en aquellos con enfermedades crónicas que requieren múltiples estudios de imagen. Algunos

sistemas de salud han implementado pasaportes de radiación, donde se documentan las dosis recibidas para evitar exposiciones innecesarias. (8,9)

4.2. Capacitación del Personal Médico y Técnico

La formación continua del personal médico es clave para garantizar el uso adecuado de la TC en pediatría. Las estrategias incluyen:

- Capacitación en criterios de justificación y escalas clínicas para la indicación de TC.
- Entrenamiento en ajustes técnicos de baja dosis para operadores de tomografía.
- Educación a padres y cuidadores sobre los riesgos y beneficios del uso de la TC en niños.

5. Desarrollo e Implementación de Protocolos Específicos por Edad y Peso

Los centros hospitalarios deben contar con protocolos estandarizados de baja dosis adaptados a la edad y peso del paciente pediátrico. La American College of Radiology (ACR) y la Society for Pediatric Radiology

(SPR) han desarrollado guías específicas para optimizar la dosis en función de estos parámetros.

Algunas recomendaciones generales incluyen:

- **Neonatos y lactantes (<5 kg):** Preferir métodos alternativos como ecografía o RM. Si es imprescindible, usar kVp y mAs bajos con colimación estricta.
- **Niños pequeños (5-20 kg):** Ajustar los parámetros de la TC para reducir la dosis al mínimo necesario sin comprometer la calidad.
- **Adolescentes (>20 kg):** Emplear protocolos de adultos pero con ajustes de baja dosis siempre que sea posible.

Conclusión

El uso de la TC en trauma pediátrico debe basarse en una estricta justificación clínica y la optimización de parámetros técnicos para minimizar la exposición a la radiación. La implementación de protocolos de baja dosis, escalas clínicas de decisión, monitoreo de la

exposición acumulada y capacitación del personal son estrategias esenciales para garantizar un uso seguro y efectivo de esta herramienta diagnóstica en niños. (10)

Referencias

1. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007 Nov 29;357(22):2277-84.
2. Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW, Goergen SK, Hobbs JB, et al. Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 2013 May 21;346:f2360.
3. Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics*. 2003 Oct;112(4):951-7.
4. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2012 Aug 4;380(9840):499-505.
5. Strauss KJ, Goske MJ, Kaste SC, Bulas D, Frush DP, Butler PF, et al. Image gently: ten steps you can take to optimize image quality and lower CT dose for pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol*. 2010 Feb;194(2):868-73.

6. American College of Radiology (ACR). ACR Appropriateness Criteria® Head Trauma—Child [Internet]. Reston, VA: American College of Radiology; 2022 [citado 2025 Feb 12]. Disponible en: <https://www.acr.org>
7. The Society for Pediatric Radiology. Pediatric CT and Radiation Safety. *Pediatr Radiol*. 2011 Apr;41(4):592-4.
8. Boone JM, Hendee WR, McNitt-Gray MF, Seltzer SE. Radiation exposure from CT scans: how to advocate for patient safety. *Radiology*. 2012 Sep;265(3):727-31.
9. Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol*. 2001 Apr;176(4):297-301.
10. Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL. Radiation risk to children from computed tomography. *Pediatrics*. 2007 Sep;120(3):677-82.

**Imágenes Cardiovasculares:
Evaluación No Invasiva de la
Enfermedad Arterial Coronaria y sus
Avances**

Cinthya Liceth Fernández Peralta

Médico Cirujano

Médico General Asistencial en Funciones
Hospitalarias del Hospital General Miguel Hilario
Alcivar

La enfermedad arterial coronaria (EAC) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. La detección temprana y la evaluación precisa son fundamentales para la prevención de eventos cardiovasculares adversos. En los últimos años, las técnicas de imagen no invasivas han experimentado avances significativos, permitiendo una mejor caracterización de la anatomía coronaria, la perfusión miocárdica y la función del músculo cardíaco. (1)

Este artículo revisa las principales modalidades de imágenes cardiovasculares para la evaluación de la EAC, incluyendo sus avances recientes y aplicaciones clínicas.

Las técnicas de imágenes cardiovasculares han evolucionado significativamente, permitiendo la detección no invasiva de la enfermedad arterial coronaria (EAC), la evaluación de la perfusión miocárdica y la estratificación del riesgo cardiovascular. (2)

Tabla 1. Comparación de Modalidades de Imagen No Invasiva en la Evaluación de la EAC (3)

Técnica de Imagen	Principios	Aplicaciones Clínicas	Ventajas	Limitaciones
Angiotomografía Computarizada Coronaria (ATC-C)	Tomografía computarizada con contraste para visualizar arterias coronarias.	Diagnóstico en pacientes con riesgo bajo-intermedio, detección de placas ateroscleróticas.	Alta sensibilidad, rápida, permite evaluación anatómica detallada.	Radiación, uso de contraste yodado, artefactos por calcio.
Resonancia Magnética Cardíaca (RMC)	Campos magnéticos para evaluar función y perfusión miocárdica.	Isquemia miocárdica, viabilidad del miocardio, caracterización tisular.	Sin radiación, alta resolución de tejidos blandos.	Costo elevado, tiempo prolongado de adquisición, contraindicado en ciertos dispositivos metálicos.

Ecocardiografía con Estrés	Ultrasonido para evaluar el movimiento del miocardio durante el estrés.	Evaluación funcional de la isquemia inducible.	Bajo costo, accesible, sin radiación.	Depende del operador, calidad de imagen variable en pacientes con mala ventana acústica.
Speckle Tracking y Strain Imaging	Análisis avanzado de deformación miocárdica con ecocardiografía.	Detección precoz de disfunción miocárdica subclínica.	Evaluación temprana, sin radiación, no invasiva.	Requiere software especializado, dependiente de la calidad de imagen.
PET Miocárdico	Radiofármacos para evaluar perfusión y metabolismo miocárdico.	Diagnóstico de isquemia, evaluación de flujo sanguíneo coronario.	Alta sensibilidad y especificidad, cuantificación precisa del flujo.	Costo elevado, disponibilidad limitada, uso de radiación.

SPECT Miocárdico	Radioisótopos para detectar isquemia miocárdica.	Evaluación de perfusión y viabilidad miocárdica.	Amplia disponibilidad, buena sensibilidad.	Menor resolución espacial que PET, radiación, posible sobrediagnóstico.
-----------------------------	--	--	--	---

Epidemiología

La enfermedad arterial coronaria (EAC) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. Se caracteriza por la acumulación de placas ateroscleróticas en las arterias coronarias, lo que puede provocar eventos cardiovasculares adversos, como el infarto agudo de miocardio (IAM) y la insuficiencia cardíaca. (4)

Diagnóstico

El diagnóstico de la enfermedad arterial coronaria (EAC) se basa en la combinación de la historia clínica,

exploración física, pruebas de laboratorio e imágenes cardiovasculares. Su objetivo es identificar la presencia de isquemia miocárdica, evaluar la severidad de la enfermedad y guiar el tratamiento.

Historia Clínica y Evaluación de Factores de Riesgo

El primer paso en el diagnóstico es una historia clínica detallada, que permite identificar síntomas sugestivos de isquemia miocárdica, como dolor torácico típico (angina de pecho), disnea, fatiga o síncope. En pacientes con EAC crónica, el dolor suele aparecer con el ejercicio o el estrés emocional y ceder con el reposo o el uso de nitratos. En los síndromes coronarios agudos (SCA), el dolor es más prolongado, puede presentarse en reposo y no siempre responde a nitratos. (5)

Además, es fundamental evaluar los factores de riesgo cardiovascular asociados a la EAC, entre ellos hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipidemia, tabaquismo, obesidad, sedentarismo y antecedentes familiares de EAC precoz. La combinación de estos factores aumenta el riesgo de progresión a eventos

cardiovasculares mayores, como el infarto de miocardio.(6)

Pruebas de Laboratorio

Las pruebas de laboratorio ayudan a evaluar el riesgo cardiovascular y confirmar el diagnóstico en casos de SCA. El perfil lipídico es esencial para detectar dislipidemia, midiendo colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos. La glucosa en sangre y la hemoglobina glucosilada (HbA1c) permiten identificar diabetes mellitus como factor de riesgo clave.

En el contexto de SCA, la determinación de biomarcadores de necrosis miocárdica es crucial. Las troponinas I y T son los marcadores más sensibles y específicos para la detección de daño miocárdico. Su elevación confirma un infarto de miocardio, mientras que niveles normales en un paciente con dolor torácico sugieren una angina inestable. Otros biomarcadores como CK-MB y proteína C reactiva ultrasensible (PCR-us) pueden aportar información adicional sobre inflamación y extensión del daño cardíaco.(7)

Electrocardiograma (ECG)

El electrocardiograma (ECG) es una prueba fundamental en la evaluación inicial de la EAC, especialmente en pacientes con dolor torácico. En la EAC crónica, el ECG puede ser normal o mostrar signos de hipertrofia ventricular. En casos de isquemia aguda, pueden aparecer alteraciones del segmento ST y de la onda T, como depresión del ST en isquemia subendocárdica o inversión de la onda T.

En los síndromes coronarios agudos, el ECG permite diferenciar entre infarto agudo de miocardio con elevación del ST (IAMCEST), que muestra una elevación persistente del segmento ST, y el infarto sin elevación del ST (IAMSEST), que puede presentar alteraciones inespecíficas o depresión del ST sin elevación significativa. (8)

Pruebas Funcionales para Evaluación de Isquemia

Las pruebas de esfuerzo son útiles para evaluar la presencia de isquemia inducida en pacientes con

sospecha de EAC crónica. La prueba de esfuerzo convencional (ergometría) evalúa la respuesta del ECG al ejercicio, detectando cambios isquémicos sugestivos de obstrucción coronaria. Sin embargo, su sensibilidad es limitada en pacientes con alteraciones basales del ECG o en aquellos con baja capacidad de ejercicio.

En estos casos, se recomienda la ecocardiografía de estrés, que permite evaluar la contractilidad miocárdica antes y después del esfuerzo físico o la administración de fármacos como la dobutamina. Otra opción es la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) o la tomografía por emisión de positrones (PET) con radiofármacos, que permiten cuantificar el flujo sanguíneo y detectar áreas de hipoperfusión miocárdica.

Imágenes Cardiovasculares Avanzadas

Para una evaluación anatómica más precisa de las arterias coronarias, se utilizan técnicas de imágenes cardiovasculares avanzadas. La angiotomografía computarizada coronaria (ATC-C) permite visualizar las arterias coronarias con alta resolución, identificando

placas ateroscleróticas y cuantificando el score de calcio coronario (CAC). Es especialmente útil en pacientes con riesgo intermedio de EAC para descartar enfermedad significativa.

La resonancia magnética cardíaca (RMC) es otra técnica avanzada que permite evaluar la perfusión miocárdica, la fibrosis y la viabilidad del miocardio sin necesidad de radiación ionizante. Su uso es ideal en pacientes con sospecha de miocarditis, cardiopatías estructurales o aquellos en los que se desea evitar el uso de contraste yodado.

Finalmente, en pacientes con alto riesgo o con SCA confirmado, la coronariografía (cateterismo cardíaco) sigue siendo el estándar de oro para la evaluación invasiva de la anatomía coronaria. Este procedimiento permite visualizar directamente las arterias, cuantificar la severidad de las obstrucciones y, si es necesario, realizar intervenciones terapéuticas como angioplastia con colocación de stent (9,10)

Referencias

1. Zeng A, Wu C, Huang M, Zhuang J, Bi S, Pan D, et al. ImageCAS: A Large-Scale Dataset and Benchmark for Coronary Artery Segmentation based on Computed Tomography Angiography Images. arXiv preprint arXiv:2211.01607. 2022 Nov 3.
2. Hampe N, van Velzen SGM, Aben JP, Collet C, Išgum I. Deep Learning-Based Prediction of Fractional Flow Reserve along the Coronary Artery. arXiv preprint arXiv:2308.04923. 2023 Aug 9.
3. National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI). Enfermedad coronaria. [Internet]. Bethesda, MD: U.S. Department of Health and Human Services; [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/espanol/enfermedad-coronaria-0>
4. Alamy. La progresión de la enfermedad de la arteria coronaria. [Internet]. [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.alamy.es/la-progresion-de-la-enfermedad-de-la-arteria-coronaria-image7711528.html>
5. Revista Médica de Chile. Coronariografía en la práctica clínica. [Internet]. [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible en:

<https://www.revistamedicadechile.cl/index.php/rmedica/article/view/10761>

6. Mayo Clinic. Estrategias para prevenir enfermedades del corazón [Internet]. Rochester, MN: Mayo Foundation for Medical Education and Research; c2023 [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/heart-disease/in-depth/heart-disease-prevention/art-20046502>
7. National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI). Cardiopatía coronaria - Tratamiento [Internet]. Bethesda, MD: U.S. Department of Health and Human Services; 2024 [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/cardiopatia-coronaria/tratamiento>
8. MedlinePlus. Cómo prevenir las enfermedades del corazón [Internet]. Bethesda, MD: National Library of Medicine; 2024 [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/howtopreventheartdisease.html>
9. Pérez GJ, Sánchez PL, Martín-Herrero F, et al. Prevención de la enfermedad coronaria en la práctica clínica. *Rev Esp Cardiol.* 2024;77(5):345-356.
10. University of Arizona Sarver Heart Center. 10 Consejos para prevenir enfermedades del corazón y accidente cerebrovascular [Internet]. Tucson, AZ: University of Arizona; c2023 [citado 5 de febrero de 2025]. Disponible

en:

<https://heart.arizona.edu/heart-health/informaci%C3%B3n-en-espa%C3%B1ol/10-consejos-para-prevenir-enfermedades-del-coraz%C3%B3n-y-accidente>