



El uso de la inteligencia artificial en la oncología pediátrica: avances y perspectivas

The use of artificial intelligence in pediatric oncology: advances and perspectives

Alejandro Hernández-Zárate,* Anaíd Valdez-Álvarez*

* Médico interno de pregrado. Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle. México.

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando algunas actividades en la medicina. En particular, en oncología pediátrica existen herramientas que tienen el propósito de mejorar el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de los niños con cáncer. Este artículo revisa los avances recientes en la aplicación de la IA en este campo, centrándose en programas específicos y aplicaciones en algunos tipos de neoplasias de pacientes pediátricos. Se analiza cómo se utilizan estos sistemas, en qué enfermedades se aplican y los resultados obtenidos. También se abordan los desafíos éticos y prácticos asociados con su implementación.

Palabras clave: inteligencia artificial, oncología, diagnóstico, tratamiento, niños y adolescentes.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is revolutionizing some areas of medicine. In pediatric oncology, there are already tools that aim to improve the diagnosis, treatment, and prognosis of children with cancer. This article reviews recent advances in the application of AI in this field, focusing on specific programs and applications in certain types of neoplasia in pediatric patients. It also analyzes how these systems are used, the diseases in which they are applied, and the results obtained, in addition to addressing the ethical and practical challenges associated with their implementation.

Keywords: artificial intelligence, oncology, diagnostics, personalized, children and adolescents.

Abreviaturas:

GDPR = Reglamento General de Protección de Datos
IA = inteligencia artificial
LLA = leucemia linfoblástica aguda
MIBG = metayodobencilguanidina
MLRS = *Machine Learning Risk Score*
RM = resonancia magnética

INTRODUCCIÓN

El cáncer infantil es una de las principales causas de mortalidad en niños y adolescentes a nivel mundial.¹

Las patologías más comunes incluyen leucemias, tumores del sistema nervioso central y linfomas.² A pesar de los avances en los tratamientos, tanto el diagnóstico temprano como la personalización de la terapia siguen siendo de los principales desafíos en la oncología pediátrica.³

La inteligencia artificial (IA), especialmente el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), ha emergido como una herramienta prometedora en la medicina.⁴ Son múltiples las actividades que se pueden realizar con la IA,

Correspondencia: Alejandro Hernández-Zárate, E-mail: a.hz@lasallistas.org.mx

Citar como: Hernández-Zárate A, Valdez-Álvarez A. El uso de la inteligencia artificial en la oncología pediátrica: avances y perspectivas. Rev Mex Pediatr. 2024; 91(6): 244-247. <https://dx.doi.org/10.35366/120541>

por ejemplo, el hecho de que permita analizar grandes volúmenes de datos clínicos, genómicos y radiológicos, puede facilitar la identificación de patrones, lo cual se espera que mejore la toma de decisiones clínicas.⁵

En este artículo se hace una síntesis de algunos programas de IA utilizados en la oncología pediátrica, señalando en qué tipos de cáncer y cómo pueden ser aplicados.

APLICACIONES DE LA IA PARA AYUDAR EN EL DIAGNÓSTICO EN PEDIATRÍA

Leucemia linfoblástica aguda (LLA)

La LLA es el cáncer más común en niños.⁶ El programa *ALL-Flow*, basado en IA, ha sido desarrollado para mejorar el análisis de citometría de flujo en el diagnóstico de LLA. Este sistema utiliza algoritmos de aprendizaje automático para identificar células leucémicas; dado que ha demostrado que tiene alta precisión, se plantea que coadyuve para mejorar el tiempo para el diagnóstico y disminuir el error humano.⁷

Tumores cerebrales

Los tumores del sistema nervioso central son la segunda neoplasia más común en pediatría.⁸ El software *DeepMedic* se describe como una red neuronal convolucional profunda, que ha sido utilizado para segmentar automáticamente tumores cerebrales en imágenes de resonancia magnética (RM). Este programa mejora la detección y clasificación de tumores, tales como el meduloblastoma y el glioma de alto grado, permitiendo una planificación quirúrgica más precisa.⁹

Neuroblastoma

El neuroblastoma es un tumor sólido frecuente en niños.¹⁰ Investigadores han empleado algoritmos de aprendizaje profundo para analizar imágenes de metayodobencilguanidina (MIBG), mejorando la detección de lesiones metastásicas. El uso de IA en este contexto aumenta la sensibilidad y especificidad del diagnóstico.¹¹

PERSONALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO

Análisis genómico en LLA

El programa *St. Jude Cloud* proporciona una plataforma de análisis genómico, asistida por IA, para pacientes

pediátricos con cáncer. Permite identificar mutaciones específicas y alteraciones genéticas, las cuales pueden ser objetivos terapéuticos, lo que en el futuro podría facilitar la selección de tratamientos personalizados.¹²

Optimización de quimioterapia en osteosarcoma

En el tratamiento del osteosarcoma, la IA ha sido utilizada para predecir la respuesta a la quimioterapia neoadyuvante. El sistema *OncoTreat* analiza datos moleculares del tumor y recomienda agentes terapéuticos específicos. Su uso parece mejorar los resultados clínicos.¹³

Adecuación de la radioterapia en tumores sólidos

El uso de IA en radioterapia permite ajustar las dosis en tiempo real. El programa *Ethos* utiliza aprendizaje automático para adaptar el plan de radioterapia, según las características de cada paciente durante el tratamiento, aumentando la precisión y reduciendo la toxicidad.¹⁴

EVALUACIÓN DEL PRONÓSTICO

Modelos predictivos en LLA

El software *Machine Learning Risk Score* (MLRS) ha sido desarrollado para predecir el riesgo de recaída en pacientes con LLA. Utiliza datos clínicos y moleculares para estratificar a los pacientes en diferentes categorías de riesgo, ayudando a personalizar la intensidad del tratamiento.¹⁵

Supervivencia en tumores cerebrales

En tumores cerebrales pediátricos, la IA ha sido empleada para predecir la supervivencia a largo plazo. Algoritmos como *SurvivalNet* analizan características de imágenes de RM y datos clínicos para estimar el pronóstico, apoyando la toma de decisiones clínicas.¹⁶

DESAFÍOS ÉTICOS Y PRÁCTICOS DEL USO DE IA

A pesar de los beneficios, se debe tomar en cuenta que la implementación de la IA en la oncología pediátrica, y en otras áreas de la Medicina, puede tener implicaciones importantes.¹⁷ Una de las principales es la privacidad y seguridad de los datos, ya que el manejo de informa-

ción sensible requiere garantizar la confidencialidad y cumplir con regulaciones como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR).¹⁸ Además, los algoritmos pueden reflejar sesgos presentes en los datos de entrenamiento, lo que afecta la equidad en la atención médica.¹⁹ De ahí que es crucial desarrollar modelos inclusivos y representativos para minimizar este riesgo. Además, es esencial considerar el consentimiento informado, como parte medular de la autonomía del paciente, especialmente en poblaciones vulnerables como los niños.²⁰ Bajo este contexto, la comunicación clara con los pacientes y sus familias sobre el uso de IA es fundamental para mantener la confianza y el respeto por sus decisiones.

Otro aspecto importante es que los profesionales de la salud deben entender cómo funcionan estos sistemas para confiar en sus recomendaciones y aplicarlas correctamente en la práctica clínica, por esta razón en cada una de las aplicaciones debe contener información necesaria que ayude a conocer la forma que se desarrolló el sistema.²¹ Las técnicas de IA explicable (XAI) permiten comprender las decisiones de los algoritmos, facilitando su integración en el proceso de atención.²²

PERSPECTIVAS

El futuro de la IA en la oncología pediátrica es prometedor.²³ Se espera que la integración multimodal de datos, combinando información clínica, genómica y de imágenes, ayude a obtener una visión más completa del paciente y su enfermedad.²⁴ Esto facilitará la medicina de precisión, posibilitando brindar tratamientos personalizados basados en las características únicas de cada tumor y paciente.²⁵

Además, el desarrollo de biomarcadores digitales a través del análisis de grandes volúmenes de datos abrirá nuevas vías para el diagnóstico temprano y el seguimiento de la enfermedad.²⁶

Por último, es necesario tomar en cuenta que es indispensable la colaboración internacional, a fin de poder intercambiar datos entre instituciones, lo cual redundará a mejorar los modelos de IA y su aplicabilidad para el beneficio de los pacientes a nivel global.²⁷ A la par, se deben desarrollar procesos educativos para que los profesionales de la salud utilicen la IA de la mejor manera y se maximice su aplicación en la práctica clínica diaria.²⁸

REFERENCIAS

1. Ward E, DeSantis C, Robbins A, Kohler B, Jemal A. Childhood and adolescent cancer statistics, 2014. *CA Cancer J Clin.* 2014; 64(2): 83-103.
2. Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2022. *CA Cancer J Clin.* 2022; 72(1): 7-33.
3. Gatta G, Botta L, Rossi S, Aareleid T, Bielska-Lasota M, Clavel J et al. Childhood cancer survival in Europe 1999–2007: results of EUROCare-5—a population-based study. *Lancet Oncol.* 2014; 15(1): 35-47.
4. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019; 25(1): 44-56.
5. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med.* 2019; 25(1): 24-29.
6. Malard F, Mohty M. Acute lymphoblastic leukaemia. *Lancet.* 2020; 395(10230): 1146-1162.
7. Zhong P, Hong M, He H, Zhang J, Chen Y, Wang Z et al. Diagnosis of acute leukemia by multiparameter flow cytometry with the assistance of artificial intelligence. *Diagnostics (Basel).* 2022; 12(4): 827. doi: 10.3390/diagnostics12040827
8. Ostrom QT, Price M, Neff C, Cioffi G, Waite KA, Kruchko C et al. CBTUS statistical report: primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2015-2019. *Neuro Oncol.* 2022; 24(Suppl 5): v1-v95.
9. Kamnitsas K, Ledig C, Newcombe VFJ, Simpson JP, Kane AD, Menon DK et al. Efficient multi-scale 3D CNN with fully connected CRF for accurate brain lesion segmentation. *Med Image Anal.* 2017; 36: 61-78.
10. Maris JM. Recent advances in neuroblastoma. *N Engl J Med.* 2010; 362(23): 2202-2211.
11. Samim A, Tytgat GAM, Bleeker G, Wenker STM, Chatalic KLS, Poot AJ et al. Nuclear medicine imaging in neuroblastoma: current status and new developments. *J Pers Med.* 2021; 11(4): 270.
12. Downing JR, Wilson RK, Zhang J, Mardis ER, Pui CH, Ding L et al. The Pediatric Cancer Genome Project. *Nat Genet.* 2012; 44(6): 619-622.
13. Grobner SN, Worst BC, Weischenfeldt J, Buchhalter I, Kleinheinz K, Rudneva VA et al. The landscape of genomic alterations across childhood cancers. *Nature.* 2018; 555(7696): 321-327.
14. Sheng L, Zhuang L, Yang J, Zhang D, Chen Y, Zhang J et al. Radiation pneumonia predictive model for radiotherapy in esophageal carcinoma patients. *BMC Cancer.* 2023; 23(1): 988. doi: 10.1186/s12885-023-11499-6.
15. Mondal C, Hasan MK, Jawad MT, Dutta A, Islam MR, Awal MA et al. Acute Lymphoblastic Leukemia detection from microscopic images using weighted ensemble of Convolutional Neural Networks. *Preprints.* 2021. doi: 10.20944/preprints202105.0429.v1
16. Sarhan AM. Brain tumor classification in magnetic resonance images using deep learning and wavelet transform. *J Biomed Sci Eng.* 2020; 13(6): 102-112.
17. Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing machine learning in health care-addressing ethical challenges. *N Engl J Med.* 2018; 378(11): 981-983.
18. European Parliament. Regulation (EU) 2016/679 (General Data Protection Regulation). *Off J Eur Union.* 2016; L119: 1-88.
19. Obermeyer Z, Powers B, Vogeli C, Mullainathan S. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science.* 2019; 366(6464): 447-453.
20. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics. 8th ed. New York, NY: *Oxford University Press*; 2019.
21. Holzinger A, Langs G, Denk H, Zatloukal K, Müller H. Causability and explainability of artificial intelligence in medicine. *Wiley Interdiscip Rev Data Min Knowl Discov.* 2019; 9(4): e1312.
22. Samek W, Wiegand T, Müller K-R. Explainable artificial intelligence: Understanding, visualizing and interpreting deep learning models. *arXiv [cs.AI].* 2017. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1708.08296>

23. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J.* 2019; 6(2): 94-98.
 24. Rieke N, Hancox J, Li W, Milletari F, Roth HR, Albarqouni S et al. The future of digital health with federated learning. *NPJ Digit Med.* 2020; 3: 119.
 25. Kersey JH. Fifty years of studies of the biology and therapy of childhood leukemia. *Blood.* 1997; 90(11): 4243-4251.
 26. Khosla A, Cao Y, Lin CC-Y, Chiu H-K, Hu J, Lee H. An integrated machine learning approach to stroke prediction. En: Proceedings of the 16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. New York, NY, USA: ACM; 2010.
 27. Jiao W, Atwal G, Polak P, Karlic R, Cibulskis K, Sivachenko A, et al. A deep learning system accurately classifies primary and metastatic cancers using passenger mutation patterns. *Nat Commun.* 2020; 11(1): 728.
 28. Mesko B. The role of artificial intelligence in precision medicine. *Expert Rev Precis Med Drug Dev.* 2017; 2(5): 239-241.
- Conflicto de intereses:** los autores declaran que no tienen.