



Inteligencia artificial y su uso en neurología: una revisión actualizada

Artificial intelligence and its use in neurology: an updated review

Alejandro Hernández Zárte*

Citar como: Hernández ZA. Inteligencia artificial y su uso en neurología: una revisión actualizada. Acta Med GA. 2025; 23 (6): 534-537. <https://dx.doi.org/10.35366/121694>

Resumen

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido rápidamente en una herramienta transformadora en neurología, mejorando el diagnóstico, tratamiento y resultados en pacientes. Esta revisión explora las aplicaciones actuales de la IA en neurología, incluyendo algoritmos de aprendizaje automático para la detección temprana de enfermedades neurodegenerativas, análisis avanzado de neuroimágenes y estrategias de tratamiento personalizadas. También se discuten consideraciones éticas, desafíos y direcciones futuras. La integración efectiva de la IA promete mejoras significativas en la atención al paciente, aunque es necesaria una evaluación continua para abordar las limitaciones actuales.

Palabras clave: inteligencia artificial, neurología, aprendizaje automático, neuroimagen, enfermedades neurodegenerativas.

Abstract

Artificial intelligence (AI) has rapidly become a transformative tool in neurology, enhancing diagnosis, treatment, and patient outcomes. This review explores current applications of AI in neurology, including machine learning algorithms for early detection of neurodegenerative diseases, advanced neuroimaging analysis, and personalized treatment strategies. Ethical considerations, challenges, and future directions are also discussed. Effective integration of AI promises significant improvements in patient care, although ongoing evaluation is necessary to address current limitations.

Keywords: artificial intelligence, neurology, machine learning, neuroimaging, neurodegenerative diseases.

Abreviaturas:

IA = inteligencia artificial
RM = resonancia magnética

INTRODUCCIÓN

La neurología enfrenta desafíos debido a la complejidad del sistema nervioso y la diversidad de trastornos neurológicos. La inteligencia artificial (IA) ofrece herramientas poderosas para abordar estos retos, permitiendo el análisis de grandes volúmenes de datos y la identificación de patrones no evidentes para los especialistas.¹ Los avances recientes en algoritmos y disponibilidad de datos han impulsado aplicaciones prácticas de la IA en neurología.² Esta revisión exa-

mina el estado actual de la IA en neurología, destacando sus aplicaciones, beneficios y desafíos, y presenta herramientas específicas utilizadas en diferentes condiciones neurológicas, explicando detalladamente su funcionamiento.

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN NEUROLOGÍA

Detección temprana de enfermedades neurodegenerativas

La IA ha demostrado gran potencial en la detección temprana de enfermedades como el Alzheimer y el Parkinson.³

* Médico interno de pregrado. Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle. Hospital Angeles México. México.
ORCID: 0000-0001-5888-7431

Correspondencia:

Alejandro Hernández Zárte
Correo electrónico: a.hz@lasallistas.org.mx



Recibido: 25-09-2024. Aceptado: 25-10-2024.

DeepBrain es una herramienta basada en aprendizaje profundo que analiza imágenes de resonancia magnética (RM) para identificar cambios sutiles asociados con el Alzheimer.⁴ Utiliza redes neuronales convolucionales para procesar imágenes cerebrales, detectando patrones de atrofia cortical y alteraciones en la sustancia blanca indicativos de neurodegeneración temprana. Al entrenarse con extensas bases de datos, el algoritmo distingue entre cerebros sanos y afectados, incluso antes de síntomas clínicos.

Además, la aplicación móvil mPower monitorea síntomas en pacientes con Parkinson, utilizando sensores de smartphones y algoritmos de IA para detectar patrones motores anormales.⁵ Recoge datos de tareas como tocar la pantalla o mantener el equilibrio, analizando la severidad de los síntomas y permitiendo un seguimiento personalizado. Un estudio reciente mostró que DeepBrain alcanzó una precisión superior a 90% en la detección temprana de Alzheimer, representando un avance significativo en diagnóstico precoz e intervención temprana.^{6,7}

Análisis avanzado de neuroimágenes

La IA ha transformado el análisis de neuroimágenes, mejorando la precisión diagnóstica y reduciendo la carga de trabajo de los radiólogos. Herramientas como NeuroAI emplean algoritmos de aprendizaje profundo para segmentar y clasificar tejidos cerebrales, identificar lesiones y cuantificar cambios estructurales y funcionales.^{4,8} Estas tecnologías permiten análisis avanzados de RM funcional, difusión y espectroscópica.⁹ En esclerosis múltiple, NeuroAI detecta y cuantifica lesiones desmielinizantes con mayor exactitud que los métodos convencionales, analizando imágenes de RM ponderadas en T1 y T2, lo que permite un seguimiento más preciso de la progresión de la enfermedad.^{7,10}

En el ámbito oncológico, los algoritmos de IA facilitan la segmentación automática de tumores cerebrales y la predicción de su agresividad mediante análisis de características radiómicas, facilitando la planificación quirúrgica y la personalización del tratamiento.⁸ Un estudio evaluó la segmentación tumoral basada en IA, demostrando que esta tecnología mejora la predicción del pronóstico y la respuesta al tratamiento, siendo superior a los métodos tradicionales.^{7,11}

Predicción de resultados y personalización del tratamiento

Los modelos predictivos basados en IA también están revolucionando el tratamiento neurológico, proporcionando estimaciones más precisas sobre la progresión de enfermedades y la respuesta al tratamiento. Por ejemplo, StrokeAI predice el resultado funcional en pacientes con

enfermedades cerebrovasculares, ayudando a los médicos a seleccionar intervenciones adecuadas basadas en imágenes de tomografía computarizada (TC) y datos clínicos.^{12,13} En epilepsia, los algoritmos de IA analizan electroencefalogramas (EEG) y características clínicas para predecir la respuesta a tratamientos farmacológicos, con estudios mostrando una precisión de 85% en la predicción de respuestas terapéuticas.^{14,15}

Monitoreo y gestión de trastornos neurológicos

Las aplicaciones móviles y dispositivos portátiles equipados con IA permiten el monitoreo continuo de pacientes neurológicos. SeizureTracker, por ejemplo, utiliza sensores de movimiento y datos fisiológicos para detectar y registrar convulsiones en tiempo real, proporcionando información detallada sobre la frecuencia y duración de estos eventos.¹⁶ En pacientes con Parkinson, dispositivos como Parkinson's KinetiGraph (PKG) monitorizan la severidad de síntomas motores y ajustan el tratamiento de manera personalizada, optimizando la dosificación de medicamentos.¹⁷

DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Sesgos en los datos y equidad en la atención médica

Uno de los principales desafíos de la IA en neurología es la posible introducción de sesgos en los algoritmos debido a datos de entrenamiento no representativos. Esto puede generar disparidades en los diagnósticos y tratamientos ofrecidos a diferentes grupos poblacionales.^{7,18} Es crucial garantizar que los algoritmos se entrenen con datos representativos de diversas poblaciones para evitar tales disparidades.⁸ En este sentido, iniciativas como FairAI están desarrollando modelos ajustados para corregir sesgos y garantizar la equidad en la atención médica.^{19,20}

Privacidad y seguridad de los datos

El uso de datos médicos sensibles plantea preocupaciones sobre privacidad y seguridad, especialmente cuando se manejan grandes volúmenes de datos clínicos y genómicos.²¹ Para mitigar estos riesgos, se han implementado tecnologías como el aprendizaje federado,²² que permiten entrenar modelos sin necesidad de compartir datos sensibles, ya que éstos permanecen en los dispositivos locales y sólo se comparten parámetros del modelo.²³

Interpretabilidad y confianza en los modelos de IA

La opacidad de los modelos de IA, particularmente los basados en redes neuronales profundas, puede generar

desconfianza entre los profesionales de la salud. Esto hace necesaria la implementación de enfoques como Explainable AI (XAI),²⁴ que busca hacer comprensibles las decisiones de los modelos, facilitando su validación clínica.^{25,26}

Regulación y validación clínica

La regulación del uso de IA en medicina aún es incipiente. La *Food and Drug Administration* (FDA) y la *European Medicines Agency* (EMA) están trabajando en la creación de marcos regulatorios que garanticen la seguridad, eficacia y calidad de los dispositivos médicos basados en IA.²⁷ Es esencial que estos avances vayan acompañados de una validación clínica rigurosa para asegurar su correcta implementación en la práctica diaria.

FUTURAS DIRECCIONES Y OPORTUNIDADES²⁸

Colaboración interdisciplinaria

El desarrollo de aplicaciones de IA en neurología requiere de la colaboración entre neurólogos, científicos de datos e ingenieros. Proyectos como el *Human Brain Project* integran conocimientos de diferentes disciplinas, lo que permite avances significativos en el uso de la IA en la atención neurológica.²⁹

Integración con tecnologías emergentes

La IA, combinada con la genómica y la bioinformática, podría abrir nuevas oportunidades en la medicina personalizada, optimizando la identificación de riesgos y la personalización del tratamiento.³⁰ Esto permitirá avances en la predicción de enfermedades neurológicas y la respuesta a los tratamientos, mejorando los resultados clínicos.

Investigación continua y validación clínica

Es necesario continuar realizando estudios clínicos que validen la eficacia y seguridad de las herramientas basadas en IA. La regulación y estandarización son cruciales para garantizar la calidad y fiabilidad de estas herramientas.³¹

Educación y formación

Formar a los profesionales de la salud en el uso de la IA es esencial para su implementación exitosa. Los programas de formación deben centrarse en comprender las capacidades y limitaciones de estas tecnologías, así como los aspectos éticos y legales que las rodean.³²

Innovación en algoritmos y modelos

El desarrollo de algoritmos más interpretables y eficientes es clave para la adopción generalizada de la IA en neurología. La investigación en aprendizaje federado y privacidad diferencial aborda las preocupaciones sobre la seguridad de los datos.³³

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial tiene el potencial de revolucionar la neurología al mejorar el diagnóstico, tratamiento y manejo de enfermedades neurológicas. La incorporación de herramientas como DeepBrain, NeuroAI y aplicaciones móviles ha demostrado beneficios concretos en la práctica clínica. Aunque existen desafíos en términos de ética, privacidad y confianza, la investigación continua y la colaboración interdisciplinaria pueden abordarlos. La adopción responsable y ética de la IA en neurología promete mejorar significativamente la atención al paciente y los resultados clínicos.

REFERENCIAS

- Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017; 2 (4): 230-243.
- 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.
- Battineni G, Chintalapudi N, Amenta F. Machine learning driven by magnetic resonance imaging for the classification of Alzheimer disease progression: systematic review and meta-analysis. *JMIR Aging*. 2024; 7: e59370. doi: 10.2196/59370.
- Li R, Zhang W, Suk HI, Wang L, Li J, Shen D, et al. Deep learning based imaging data completion for improved brain disease diagnosis. *Med Image Comput Comput Assist Interv*. 2014; 17 (Pt 3): 305-312.
- Bot BM, Suver C, Neto EC, Kellen M, Klein A, Bare C et al. The mPower study, Parkinson disease mobile data collected using ResearchKit. *Sci Data*. 2016; 3: 160011.
- Zhang Z, Yang J, Li H, Wu Q, Zheng J. Deep learning on MRI for Alzheimer's disease: methods and applications. A systematic review. *Eur J Radiol*. 2022; 141: 109810.
- Voigtlaender S, Pawelczyk J, Geiger M, Vaio EJ, Karschnia P, Cudkowicz M et al. Artificial intelligence in neurology: opportunities, challenges, and policy implications. *J Neurol*. 2024; 271 (5): 2258-2273.
- Surianarayanan C, Lawrence JJ, Chelliah PR, Prakash E, Hewage C. Convergence of artificial intelligence and neuroscience towards the diagnosis of neurological disorders—A scoping review. *Sensors (Basel)*. 2023; 23 (6): 3062.
- Kumar M, Anderson MJ, Antony JW, Baldassano C, Brooks PP, Cai MB et al. BrainIAK: The brain imaging analysis kit. *Aperture Neuro*. 2021; 1: 1-19.
- Angelucci F, Ai AR, Piendel L, Cerman J, Hort J. Integrating AI in fighting advancing Alzheimer: diagnosis, prevention, treatment, monitoring, mechanisms, and clinical trials. *Curr Opin Struct Biol*. 2024; 87: 102857.
- Du Y, Fryer SL, Lin D, Sui J, Yu Q, Chen J et al. Identifying functional network changing patterns in individuals at clinical high-risk for

- psychosis and patients with early illness schizophrenia: a group ICA study. *Neuroimage Clin.* 2017; 17: 335-346.
12. Williams KS. Evaluations of artificial intelligence and machine learning algorithms in neurodiagnostics. *J Neurophysiol.* 2024; 131 (5): 825-831.
 13. Senders JT, Staples PC, Karhade AV, Zaki MM, Gormley WB, Broekman MLD et al. Machine learning and neurosurgical outcome prediction: a systematic review. *World Neurosurg.* 2018; 109: 476-486.e1.
 14. An S, Malhotra K, Dilley C, Han-Burgess E, Valdez JN, Robertson J et al. Predicting drug-resistant epilepsy - A machine learning approach based on administrative claims data. *Epilepsy Behav.* 2018; 89: 118-125. doi: 10.1016/j.yebeh.2018.10.013.
 15. Li X, Zhou Y, Dvornek NC, Zhang M, Gao S, Zhuang J et al. Deep learning for EEG data analytics: a survey. *Concurr Comput Pract Exp.* 2020; 32 (18): e5580.
 16. Hopfengartner R, Kasper BS, Graf W, Gollwitzer S, Kreiselmeier G, Stefan H et al. Automatic seizure detection in long-term scalp EEG using an adaptive thresholding technique: a validation study for clinical routine. *Clin Neurophysiol.* 2014; 125 (7): 1346-1352.
 17. Griffiths RI, Kotschet K, Arfon S, Xu ZM, Johnson W, Drago J et al. Automated assessment of bradykinesia and dyskinesia in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis.* 2012; 2 (1): 47-55.
 18. 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.
 19. Chen IY, Pierson E, Rose S, Joshi S, Ferryman K, Ghassemi M. Ethical machine learning in healthcare. *Annu Rev Biomed Data Sci.* 2021; 4: 123-144.
 20. Hardt M, Price E, Srebro N. Equality of opportunity in supervised learning. In: *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*. Barcelona, Spain: 2016; 29.
 21. Price WN 2nd, Cohen IG. Privacy in the age of medical big data. *Nat Med.* 2019; 25 (1): 37-43.
 22. Voigt P, von dem Bussche A. *The EU General Data Protection Regulation (GDPR): a practical guide.* Cham: Springer International Publishing; 2017.
 23. 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.
 24. Holzinger A, Biemann C, Pattichis CS, Kell DB. What do we need to build explainable AI systems for the medical domain? arXiv:1712.09923.
 25. Samek W, Montavon G, Vedaldi A, Hansen LK, Müller KR. *Explainable AI: interpreting, explaining and visualizing deep learning.* Cham: Springer; 2019.
 26. Gerke S, Minssen T, Cohen IG. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. In: Bohr A, Memarzadeh K, editors. *Artificial intelligence in healthcare.* Amsterdam: Elsevier; 2020. pp. 295-336.
 27. U.S. Food and Drug Administration. *Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)-Based Software as a Medical Device (SaMD) Action Plan.* Silver Spring (MD): FDA; 2021.
 28. Kelly CJ, Karthikesalingam A, Suleyman M, Corrado G, King D. Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Med.* 2019; 17 (1): 195.
 29. Amunts K, Knoll AC, Lippert T, Pennartz CMA, Ryvlin P et al. The Human Brain Project-Synergy between neuroscience, computing, informatics, and brain-inspired technologies. *PLoS Biol.* 2019; 17 (7): e3000344.
 30. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019; 25 (1): 44-56.
 31. Bohr A, Memarzadeh K. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In: Bohr A, Memarzadeh K, editors. *Artificial intelligence in healthcare.* Amsterdam: Elsevier; 2020. pp. 25-60.
 32. Masters K. Artificial intelligence in medical education. *Med Teach.* 2019; 41 (9): 976-980.
 33. Kaissis GA, Makowski MR, Rückert D, Braren RF. Secure, privacy-preserving and federated machine learning in medical imaging. *Nat Mach Intell.* 2020; 2 (6): 305-311.

Si desea consultar los datos complementarios de este artículo, favor de dirigirse a editorial.actamedica@saludangeles.mx