






CARTA AL EDITOR

Aplicación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en el manejo intraoperatorio de pacientes neuroquirúrgicos

Application of artificial intelligence and machine learning in the intraoperative management of neurosurgical patients

Shania Naranjo Lima¹  , Richard Marcial Gálvez Vila¹ 

¹Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas "Dr. Juan Guiteras Gener". Matanzas, Cuba.

Citar como: Naranjo Lima S, Gálvez Vila RM. Aplicación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en el manejo intraoperatorio de pacientes neuroquirúrgicos. EsTuSalud [Internet]. 2025 [citado colocar fecha del acceso];7(2025):e401. Disponible en: <https://revestusalud.sld.cu/index.php/estusalud/article/view/401>.

Recibido: 27/12/2024

Aceptado: 01/01/2025

Publicado: 06/01/2025

Estimador editor:

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado las prácticas diagnósticas y terapéuticas en la atención médica, al proporcionar las herramientas para superar importantes desafíos asociados con el costo, la gestión de enfermedades, la accesibilidad y la optimización del tratamiento. La IA emplea algoritmos para diagnosticar enfermedades de forma rápida mediante un sistema de apoyo a la toma de decisiones clínicas. Por ejemplo, durante la pandemia de COVID-19, se construyó un modelo de aprendizaje profundo llamado *Red neuronal de detección de COVID-19* (COVNet) para identificar correctamente la enfermedad a partir de afecciones pulmonares como la neumonía adquirida en la comunidad, entre otras.⁽¹⁾

Aunque la IA muestra un gran potencial para su uso en el ámbito médico, aún persisten preocupaciones éticas relacionadas, por ejemplo, con la protección de datos, por lo que su integración debe complementarse con la experiencia humana. En este sentido, los pacientes deben dar su consentimiento informado luego de conocer con qué propósito se utilizarán sus datos, pues la información sensible podría ser vulnerable a ataques cibernéticos. Además, se debe prestar atención a cómo los algoritmos toman decisiones y si estas son basadas en evidencia. Para dar respuesta a estos inconvenientes se requiere un enfoque integrador que involucre tanto a profesionales de la salud como a desarrolladores de tecnología, expertos en ética y legisladores.

La Neurocirugía es un campo complejo en términos de horas de trabajo, años de capacitación y destreza quirúrgica. Por lo general, las habilidades varían de un neurocirujano a otro, desde la resistencia para trabajar durante largas horas hasta la buena coordinación ocular y manual, y esto proporciona diferentes



Este artículo está bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de los autores.



resultados para los pacientes. La cuarta parte de los errores que ocurren en neurocirugía son resultado de fallos técnicos que pueden disminuir o solucionarse al incorporar el uso del aprendizaje automático, por lo que, en la última década, se ha mostrado un gran interés en el uso de IA en la Neurocirugía.⁽²⁾

El monitoreo intraoperatorio es una fase crítica en la que la vigilancia constante del estado del paciente puede marcar la diferencia entre el éxito y la complicación de un procedimiento. La implementación de la IA en este contexto ha revolucionado la forma en que se lleva a cabo el seguimiento de los parámetros vitales y neurológicos durante la cirugía.

Las herramientas de IA permiten el análisis en tiempo real de datos complejos, como la actividad eléctrica cerebral, la presión intracraneal y otros signos vitales. Estos sistemas son capaces de identificar patrones que podrían pasar desapercibidos para el ojo humano, alertando al equipo quirúrgico sobre cualquier anomalía que pueda indicar una complicación inminente. Por ejemplo, mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático es posible predecir eventos adversos como cambios en la oxigenación cerebral o variaciones en la frecuencia cardíaca, lo que permite una intervención rápida y efectiva.⁽³⁾

El uso de la IA no solo se limita a la vigilancia de parámetros fisiológicos; también se ha empleado en la resección de los bordes tumorales en gliomas que son difíciles de identificar durante la cirugía pues dependen de secciones congeladas para delinear los límites en tiempo real, lo que cuesta tiempo. La luz fluorescente CNN (FLCNN), por otro lado, se ha estudiado mediante imágenes de ventana de infrarrojo cercano (NIR-II) como alternativa o en conjunto con el juicio óptico del cirujano.⁽¹⁾

Cakmakci et al.⁽⁴⁾ también emplearon la IA en el intraoperatorio para determinar con precisión el perfil metabólico del tejido resecado y detectar residuos neoplásicos en la cavidad de escisión, así se guía al cirujano para realizar la resección máxima. De igual forma, Qiao et al.⁽⁵⁾ descubrieron que el modelo basado en redes neuronales convolucionales puede predecir hasta qué punto se debe proceder a la resección tumoral en la cirugía transnasal endoscópica, con una precisión humana comparable del 87,4 %. Pandya et al.⁽⁶⁾, por su parte, mostraron el sistema robótico NeuroArm, un robot quirúrgico capaz de realizar microcirugía guiada por imágenes, lo que representa una plataforma robótica de IA muy prometedora.

Los humanos y las máquinas pueden colaborar con el objetivo de mejorar la calidad de la atención sanitaria. Esto se puede lograr a través de la adquisición, procesamiento e interpretación de imágenes, la asignación adecuada de pacientes a cirugías, la optimización del trabajo durante las operaciones, el seguimiento posterior a las intervenciones y la facilitación del acceso a servicios de salud de alta calidad. De esta forma se reduce, además, la carga cognoscitiva del personal de la salud. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías también impone desafíos, sobre todo en términos de ética y seguridad de los datos. Resulta esencial garantizar que se protejan de forma adecuada los datos del paciente y que los algoritmos sean transparentes y confiables.



Una de las inquietudes respecto al uso de la inteligencia artificial en cualquier ámbito es la posibilidad de que esta reemplace a los humanos; mientras que, en el contexto de la Neurocirugía, los resultados deben centrarse en el paciente y el uso de la IA se evalúa considerando sus beneficios en comparación con los riesgos que podría provocar. Si bien el futuro de la IA y el aprendizaje automático apunta a su aplicación en la práctica clínica diaria, también se estima que su interrelación con la robótica quirúrgica podría abrir nuevas oportunidades en el quirófano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Iqbal J, Cortés Jaimes DC, Makineni P, Subramani S, Hemaida S, Thugu TR et al. Reimagining Healthcare: Unleashing the Power of Artificial Intelligence in Medicine. *Cureus* [Internet] 2023 [citado 27 de diciembre 2024];15(9):e44658. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10549955/#RE_F20
- Iqbal J, Jahangir K, Mashkoor Y, Sultana N, Mehmood D, Ashraf M et al. The future of artificial intelligence in neurosurgery: A narrative review. *Surg Neurol Int* [Internet] 2022 [citado 27 de diciembre 2024];13:536. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9699882/#sec1-3>
- Uparela Reyes MJ, Villegas Trujillo LM, Cespedes J, Velásquez Vera M, Rubiano AM. Usefulness of Artificial Intelligence in Traumatic Brain Injury: A Bibliometric Analysis and Mini-review. *World Neurosurg* [Internet]. 2024 [citado 27 de diciembre 2024]; 188:83-92. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38759786/>
- Cakmakci D, Karakaslar EO, Ruhland E, Chenard MP, Proust F, Piotta M et al. Machine learning assisted intraoperative assessment of brain tumor margins using HRMAS NMR spectroscopy. *PLoS Comput Biol* [Internet]. 2020 [citado 27 de diciembre 2024];16(11):e1008184. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7682900/>
- Qiao N, Song M, Ye Z, He W, Ma Z, Wang Y et al. Deep Learning for Automatically Visual Evoked Potential Classification During Surgical Decompression of Sellar Region Tumors. *Transl Vis Sci Technol* [Internet]. 2019 [citado 27 de diciembre 2024];8(6):21. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6871542/>
- Williams S, Layard Horsfall H, Funnell JP, Hanrahan JG, Khan DZ, Muirhead W et al. Artificial Intelligence in Brain Tumour Surgery—An Emerging Paradigm. *Cancers* [Internet]. 2021 [citado 27 de diciembre 2024]; 13(19):5010. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cancers13195010>



Declaración de conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

SNL: conceptualización, curación de datos, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, redacción del borrador original, redacción, revisión y edición.

RMGV: investigación, metodología, redacción del borrador original, redacción, supervisión, revisión y edición.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

No se recibió financiación externa para el desarrollo del presente artículo.



Este artículo está bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de los autores.

