



TRABAJO DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

doi: 10.35366/113881



Aplicaciones de la inteligencia artificial en la cirugía plástica y reconstructiva: una revisión exhaustiva de la literatura

Applications of artificial intelligence in plastic and reconstructive surgery: a comprehensive review of the literature

Dr. José Eduardo Telich-Tarriba,* Dr. Juan Marcos Meraz-Soto,‡
Dra. Valentina Prieto-Vargas§

Palabras clave:

inteligencia artificial,
cirugía plástica, cirugía
reconstructiva.

Keywords:

artificial intelligence,
plastic surgery,
reconstructive surgery.

* Cirujano plástico.
Hospital Ángeles
Pedregal. Ciudad de
México, México. ORCID:
0000-0002-3348-2216

‡ Médico pasante
en Servicio Social.
Departamento de
Neurocirugía, Instituto
Nacional de Neurología y
Neurocirugía. Ciudad de
México, México. ORCID:
0000-0003-3193-8897

§ Médico pasante en
Servicio Social. División
de Cirugía Plástica y
Reconstructiva, Hospital
General «Dr. Manuel Gea
González». Ciudad de
México, México. ORCID:
0000-0001-9258-2383

Recibido: 14 agosto 2023
Aceptado: 02 octubre 2023

RESUMEN

La medicina basada en la evidencia se enfoca en brindar atención apoyada en información validada, objetiva y de alta calidad. En los últimos tiempos, la aparición de la inteligencia artificial ha transformado la práctica clínica. Esta tecnología equipa a los profesionales médicos con un sólido conjunto de herramientas para examinar vastos conjuntos de datos y administrar medicamentos basados en la mejor evidencia. El campo de la cirugía plástica no ha tardado en acoger esta ola tecnológica, integrando progresivamente herramientas de inteligencia artificial en diversas facetas como el diagnóstico, la evaluación del tratamiento y la formación de los futuros cirujanos. Este trabajo tiene como objetivo proporcionar una revisión completa de la literatura que delimite de manera integral las aplicaciones existentes de la inteligencia artificial dentro de nuestro campo especializado. El potencial de la inteligencia artificial para revolucionar la cirugía plástica es rotundo, promete mejorar la precisión, eficacia y seguridad de los procedimientos quirúrgicos. Además, se destaca en la evaluación de los resultados y cataliza la formulación de alternativas terapéuticas. Este trabajo subraya el papel fundamental que la inteligencia artificial está a punto de desempeñar en la evolución de la cirugía plástica, transformándola en una disciplina más refinada y con visión de futuro.

ABSTRACT

Evidence-based medicine focuses on delivering patient care based on high-quality, objective, and validated information. In recent times, the emergence of artificial intelligence has transformed clinical practice. This technology equips medical professionals with a robust toolset for scrutinizing vast datasets and dispensing the best evidence-based medicine. The domain of plastic surgery has not been slow to embrace this technological wave, integrating artificial intelligence tools progressively into various aspects such as diagnosis, treatment assessment, and the training of future surgeons. This work aims at presenting a comprehensive literature review that fully describes the existing applications of artificial intelligence in our specialized field integrally. The potential of artificial intelligence in revolutionizing plastic surgery is enormous. It keeps the promise to improve the precision, effectiveness, and safety of surgical procedures. Moreover, it stands out to evaluate to outcomes and prompts the creation of therapeutic alternatives. This paper highlights the pivotal role that artificial intelligence is poised to play in the evolution of plastic surgery, transforming it into refined and forward-looking discipline.

Citar como: Telich-Tarriba JE, Meraz-Soto JM, Prieto-Vargas V. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la cirugía plástica y reconstructiva: una revisión exhaustiva de la literatura. *Cir Plast.* 2023; 33 (4): 152-160. <https://dx.doi.org/10.35366/113881>



INTRODUCCIÓN

La medicina basada en evidencia persigue orientar la atención a los pacientes mediante información validada, objetiva y de alta calidad.¹ En años recientes, el ámbito médico ha experimentado la penetración progresiva de tecnologías de inteligencia artificial (IA), las cuales proporcionan una herramienta poderosa para el análisis de grandes conjuntos de datos.

La cirugía plástica no ha permanecido ajena a este desarrollo, ya que ha incorporado de manera gradual herramientas de IA para la identificación de diagnósticos, la evaluación de tratamientos y la educación de nuevas generaciones.²⁻⁴ La IA es una tecnología que simula el proceso de cognición humana al interpretar y analizar información compleja con el fin de resolver problemas.^{5,6} Este término suele abarcar diversas ramas o subdisciplinas de la tecnología en su conjunto. Dentro del campo de la medicina, los tipos de IA más utilizados son el aprendizaje automatizado (*machine learning*), las redes neuronales (*neural networks*) y los

sistemas de procesamiento de lenguaje natural (*natural language processing*). En la *Tabla 1* se describen los conceptos anteriores.⁷⁻¹⁰

El aprendizaje automatizado, por ejemplo, se refiere a programas informáticos que, al recibir grandes volúmenes de información, buscan establecer conexiones y reconocer patrones entre variables. Estos programas pueden ser entrenados para desarrollar algoritmos capaces de identificar diagnósticos o predecir desenlaces clínicos en pacientes.

Por otro lado, las redes neuronales son modelos computacionales inspirados en la estructura y funcionamiento del cerebro humano. Estas redes consisten en la interconexión de neuronas artificiales que procesan y transmiten información. Cada neurona recibe una entrada, aplica una transformación matemática y produce una salida. Las redes neuronales aprenden a reconocer patrones, realizar predicciones y resolver problemas complejos. Se destacan especialmente en tareas como el reconocimiento de imágenes y voz, así como en la toma de decisiones.

Tabla 1: Conceptos básicos utilizados en inteligencia artificial.

Concepto	Descripción
Inteligencia artificial (IA)	Mecanismo por el cual las máquinas pueden ser entrenadas para imitar un cerebro humano y sus capacidades a través de conjuntos de reglas dictadas por un algoritmo
Aprendizaje automático (AA)	Aplicación de la IA para el desarrollo de programas en el que el sistema aprende y mejora automáticamente. Utiliza observación de datos para identificar patrones potenciales y mejorar la toma de decisiones, lo que permite que el sistema aprenda de forma experimental y se mejore a sí mismo sin programación explícita u otra intervención humana
Aprendizaje profundo (AP)	Subconjunto de AA que utiliza unidades interrelacionadas llamadas redes neuronales artificiales con múltiples capas para imitar el cerebro humano y mejorar la toma de decisiones mediante el autoaprendizaje y la filtración de información
Redes neuronales	Organización de unidades computacionales simples llamadas neuronas que aplican pesos a diferentes entradas y luego pasan a través de una función de activación para generar valores de salida
Función de activación	Algoritmo matemático simple que se aplica a las neuronas después de aplicar los pesos y que depende del problema que se está modelando
Redes neuronales profundas	Clase de redes neuronales artificiales que se vuelven «profundas» cuando se componen de múltiples capas ocultas que van desde aproximadamente 10 capas hasta miles
Redes neuronales convolucionales (RNC)	Tipo de red neuronal profunda ampliamente implementada en el rendimiento del reconocimiento de imágenes, con un aumento de los casos de uso para el diagnóstico

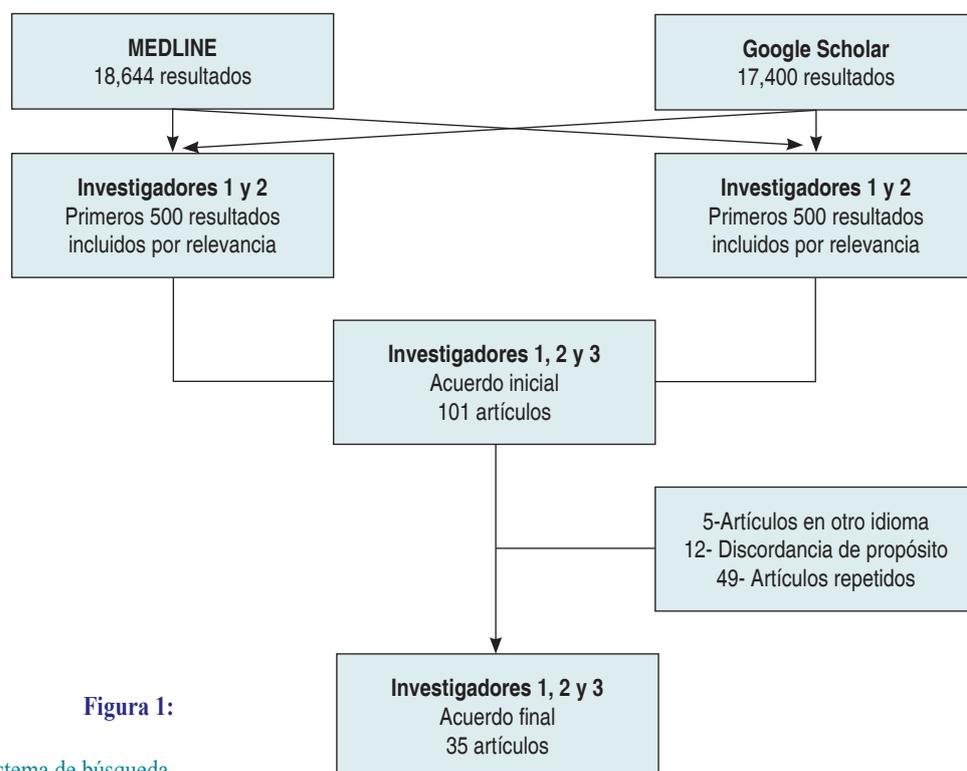


Figura 1:

Sistema de búsqueda.

En cuanto al procesamiento de lenguaje natural y el reconocimiento de patrones de datos no estructurados, éstos se engloban en la categoría de la computación cognitiva. Los datos no estructurados corresponden a información que generalmente es más difícil de organizar y analizar utilizando métodos estadísticos tradicionales, como datos de naturaleza auditiva o visual. La computación cognitiva tiene como objetivo abordar tareas que requieren la integración y organización de datos no estructurados para la toma de decisiones.

El presente estudio tiene como propósito realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente, con el fin de identificar y analizar las diversas aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de nuestra especialidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos investigadores llevaron a cabo una revisión sistemática de la literatura siguiendo los lineamientos PRISMA utilizando las bases de datos MEDLINE y Google Scholar. La búsqueda se realizó en artículos publicados en inglés y español, abarcando el periodo comprendido

entre 2013 y 2023. Los términos de búsqueda utilizados fueron [(*artificial intelligence*) OR (*machine learning*) AND (*plastic surgery*) OR (*reconstructive surgery*)]. Los revisores evaluaron independientemente cada etapa del proceso de selección de artículos y se realizó una búsqueda manual de las referencias relevantes.

RESULTADOS

La búsqueda inicial encontró 36,044 referencias potenciales. Los resultados se organizaron por relevancia según el motor de búsqueda. Los títulos y resúmenes de los primeros 500 artículos de ambas bases de datos fueron leídos cuidadosamente por dos de los investigadores, 62 artículos de MEDLINE y 39 artículos de Google Scholar fueron incluidos durante el acuerdo inicial. Se excluyeron los artículos cuyo texto completo no estaba en inglés o español, artículos no encontrados, artículos cuyo contenido no concordaba con el propósito de nuestra investigación y artículos repetidos. Finalmente se incluyeron 19 y 16 artículos de MEDLINE y Google Scholar, respectivamente (Figura 1). A continuación, se

describen las aplicaciones más relevantes sobre el uso de IA en la cirugía plástica.

PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA

La IA está teniendo un impacto cada vez mayor en la cirugía plástica y se están desarrollando diversas aplicaciones en esta área. Algunas áreas de la cirugía plástica y reconstructiva beneficiadas por avances prometedores de la IA incluyen microcirugía, cirugía craneofacial, cirugía de quemados, cirugía reconstructiva de mama, cirugía estética, cirugía de mano y nervio periférico. Además, la IA está siendo utilizada en la creación de modelos de entrenamiento y evaluación quirúrgica del cirujano plástico en formación.

1. Microcirugía

La vigilancia postoperatoria en microcirugía desempeña un papel de importancia crítica.¹¹ Kiranantawat y colaboradores desarrollaron una aplicación que permite cuantificar la perfusión de los colgajos libres. En este estudio, se capturaron imágenes de los dedos medio e índice con diversos grados de compromiso vascular para simular la oclusión vascular. A continuación, se entrenó un algoritmo para clasificar los tejidos del colgajo en categorías como normal, oclusión venosa y oclusión arterial. El algoritmo consiguió una sensibilidad y especificidad cercana a 100%, demostrando que la IA puede ser utilizada para mejorar la monitorización de los colgajos y la detección temprana de fallas anastomóticas.¹²

Shi y su equipo desarrollaron un algoritmo para predecir el fracaso de las reconstrucciones microvasculares en pacientes que requirieron colgajos libres. De las variables analizadas sólo la edad, el índice de masa corporal y el tiempo de isquemia mostraron una asociación estadísticamente significativa con los resultados.¹³

2. Cirugía craneofacial

Las aplicaciones principales de la IA en cirugía craneofacial incluyen el desarrollo de algoritmos para la detección automática de

craneosinostosis.¹⁴ El diagnóstico temprano de la craneosinostosis es crucial para implementar una intervención oportuna y lograr mejores resultados tanto en el aspecto morfológico como cognitivo. Por lo general, se prefiere realizar la corrección quirúrgica antes del primer año de vida, lo que resalta la importancia de un tamizaje adecuado en el manejo de la craneosinostosis. Con el objetivo de proporcionar un tamizaje seguro, temprano y confiable, se desarrolló un algoritmo capaz de detectar y clasificar estas alteraciones utilizando radiografías laterales del cráneo. El estudio incluyó a pacientes con craneosinostosis de diferentes tipos y un grupo control. El algoritmo logró una sensibilidad y especificidad de 100% en todos los casos, ofreciendo una oportunidad para realizar un tamizaje confiable, accesible y rápido que mejore el neurodesarrollo del paciente.¹⁵

Por otro lado, Mendoza y colaboradores desarrollaron un algoritmo para diagnosticar craneosinostosis y distinguir entre diferentes tipos de esta condición. En el estudio se analizaron tomografías computarizadas; los resultados mostraron una sensibilidad y especificidad con una precisión comparable a la evaluación realizada por radiólogos expertos.¹⁶

Aunque ambos estudios proponen que sus algoritmos pueden convertirse en herramientas estándar para el diagnóstico de la craneosinostosis y reducir la variabilidad interobservador, es importante desarrollar algoritmos que analicen las características morfológicas a través de la reconstrucción tridimensional utilizando escaneo fotográfico craneofacial, con el objetivo de minimizar la exposición de los pacientes a la radiación ionizante.

Yeop y su grupo informaron sobre la aplicación de una red neuronal convolucional (RNC) en el desarrollo de algoritmos para el diagnóstico automatizado de trauma craneofacial utilizando estudios de imagen. Se sugiere que, con un entrenamiento adecuado, el algoritmo podría establecer el diagnóstico de fracturas faciales con una precisión comparable a la de un cirujano craneofacial.¹⁷

3. Cirugía de quemados

La IA ha demostrado ser útil en la atención del paciente quemado. Por ejemplo, en la

evaluación de las lesiones, la predicción de complicaciones y tiempo de curación, y en la determinación de la superficie corporal total afectada.

Una de las primeras aplicaciones de la IA en cirugía plástica relacionada con quemaduras fue el desarrollo de un método para determinar con precisión el tiempo de curación de una lesión. Mediante el uso de espectrometría de reflectancia y una red neuronal artificial, se pudo predecir si una quemadura tardaría más o menos 14 días en sanar, lo que proporcionó un indicador para evaluar la profundidad de la quemadura y planificar la cirugía. Este modelo alcanzó una precisión predictiva de 86%, sugiriendo que puede ser una herramienta efectiva para la evaluación de las quemaduras y una alternativa superior a la evaluación visual directa realizada por los cirujanos plásticos.¹⁸

Herramientas convencionales como la «regla de los nueve», presentan limitaciones debido a la asimetría de las lesiones, las variaciones en el área de superficie debido a la edad del paciente y la variabilidad interobservador. Se han desarrollado herramientas basadas en IA para medir con precisión la superficie lesionada, logrando altos porcentajes de precisión, en comparación con la evaluación visual realizada por los médicos, ofreciendo un aporte hídrico más preciso.^{19,20}

En un metaanálisis realizado por Taib y colaboradores se evaluó la precisión de las pruebas diagnósticas para lesiones por quemadura en 12 estudios. La mayoría de los estudios se centraron en la medición de la profundidad y segmentación de las quemaduras, así como en la mortalidad relacionada con las quemaduras. Los resultados mostraron una alta precisión en la profundidad de la lesión (95.4%), segmentación de la lesión (99.4%), y predicción de la mortalidad relacionada con las quemaduras (precisión superior a 97.5%).²¹

En la Universidad de Indiana, un grupo de investigadores está llevando a cabo un ensayo clínico innovador con el objetivo de crear un sistema automatizado para la evaluación de lesiones por quemaduras utilizando IA. El estudio se basa en la recopilación de imágenes de quemaduras que posteriormente serán procesadas mediante un software con sistema inteligente. Se estima que este *software* tendrá

una precisión superior a 95% en comparación con la evaluación realizada por humanos.²²

4. Cirugía de mano y nervio periférico

La IA ha demostrado avances significativos en el campo de la cirugía de mano y nervio periférico. En la cirugía de mano, los enfoques se centran en el análisis automatizado de estructuras anatómicas en estudios de imagen, detección y localización de fracturas y afecciones tendinosas, así como la detección de alteraciones como el síndrome del túnel carpiano. También se han descrito aplicaciones de IA relacionadas con la evaluación de los rangos de movilidad articular de la muñeca después de procedimientos reconstructivos.^{23,24}

La IA se ha utilizado para predecir el éxito de diferentes injertos de nervio periférico creados por ingeniería tisular. Mediante el desarrollo de redes neuronales artificiales y el análisis de más de 30 variables que describen los materiales de ingeniería tisular, se logró estimar el éxito de los injertos en un modelo animal. La precisión predictiva de la IA alcanzó 92.59%. Estos resultados resaltan el potencial de la IA en el análisis y desarrollo de estrategias de ingeniería tisular para la reparación de nervios periféricos.¹⁸

Daeschler y su grupo desarrollaron un modelo de IA que permite la segmentación y morfometría automatizada de fibras nerviosas periféricas a partir de imágenes microscópicas de luz. Aunque los avances se han obtenido en estudios realizados en ratones, esta herramienta tiene un alto potencial en la regeneración nerviosa y podría beneficiar a pacientes con neuropatías.²⁵

El uso de sistemas robóticos en cirugía de nervio periférico se encuentra en etapas tempranas de desarrollo, pero muestra un gran potencial en áreas específicas como la reconstrucción del plexo braquial y la reconstrucción del tronco simpático. Los beneficios incluyen una mejor visualización, ausencia de temblor esencial, enfoques mínimamente invasivos, reducción de complicaciones y mayor precisión quirúrgica.²⁶

5. Reconstrucción mamaria

En la reconstrucción mamaria se han desarrollado modelos para la predicción de fallas y de

satisfacción postoperatoria de las pacientes. En un estudio, se desarrolló un modelo de predicción de falla de colgajos microquirúrgicos para mama. Entre los factores predictores identificados, la obesidad y el tabaquismo se encontraron significativamente asociados con un mayor riesgo de pérdida del colgajo.²⁷

Por otro lado, Hassan y colaboradores utilizaron algoritmos de aprendizaje automático (AA) para predecir la satisfacción de las pacientes después de la cirugía reconstructiva de mama. Se utilizaron datos de pacientes sometidas a mastectomía y reconstrucción mamaria y se evaluó la satisfacción postquirúrgica utilizando el cuestionario Breast-Q. Los algoritmos fueron capaces de predecir con precisión el aumento o disminución en la satisfacción de las pacientes a un año de seguimiento. El estudio reveló que aproximadamente 30% de las pacientes mostraron inconformidad con el resultado reconstructivo obtenido.²⁸

La identificación de factores de riesgo y la capacidad de predecir la satisfacción del paciente pueden ayudar a los cirujanos a tomar decisiones informadas y mejorar los resultados de los procedimientos de reconstrucción mamaria.

6. Cirugía estética

La implementación de IA en la cirugía estética ha demostrado ser beneficiosa en el análisis objetivo de los resultados postoperatorios y predicción de complicaciones.

En el caso de la mamoplastia de aumento, Montemurro y su equipo utilizaron AA para identificar factores predictores de complicaciones, encontrando que factores como la talla de copa preoperatoria mayor a «A», edad de la paciente y uso de anticonceptivos orales, tuvieron influencia significativa en el desarrollo de complicaciones.²⁹

En el caso de la rinoplastia, Borsting y su equipo desarrollaron un modelo de aprendizaje profundo que utilizaba imágenes prequirúrgicas y postquirúrgicas para identificar si un paciente ya había sido sometido a una rinoplastia. El modelo demostró una precisión similar a la evaluación realizada por cirujanos expertos.³⁰

Lou y sus colegas utilizaron análisis de imágenes para comparar las características de los párpados antes y después de la cirugía. El

algoritmo permitió medir automáticamente la longitud del párpado, el área de la córnea y la simetría del contorno del párpado. Los resultados mostraron una alta correlación entre las mediciones automáticas y las mediciones manuales, demostrando que la IA puede agilizar el proceso de evaluación de los pacientes.⁷

Educación y entrenamiento quirúrgico

En el campo de la educación quirúrgica, la IA ha mostrado su potencial para superar los obstáculos que presentan los métodos de enseñanza tradicionales, especialmente en el contexto de la pandemia de COVID-19. Estos sistemas pueden tomar decisiones y proporcionar adaptación personalizada, incluyendo la evaluación de competencias y retroalimentación al residente.³¹

En la evaluación de la competencia quirúrgica, se han desarrollado tecnologías que permiten a los residentes grabar sus procedimientos quirúrgicos y comparar su desempeño con grabaciones previas de ellos mismos o de cirujanos expertos. Esta estrategia brinda a los residentes una evaluación objetiva de sus habilidades quirúrgicas y les ayuda a identificar áreas de mejora. La incorporación de sensores para rastrear el movimiento de los ojos, las manos y el uso efectivo de instrumentos puede dar resultados mucho más precisos y objetivos o estimular la creación de nuevas formas de evaluación de las habilidades quirúrgicas.¹⁸

Retos a futuro

1. Implicaciones éticas

La aplicación de IA genera múltiples preocupaciones éticas, especialmente en la práctica clínica de cirugía plástica. Uno de los dilemas éticos que surgen de los sistemas de IA es la discriminación basada en la raza y el género en su supuesta capacidad de clasificar la belleza de forma objetiva. Además, el uso aislado de la IA puede llevar a la propagación de la división racial y la pérdida de diversidad en las cirugías cosméticas.³² La belleza es subjetiva y está influenciada culturalmente, por lo que las mediciones basadas en IA son sólo representaciones cuantificables de opiniones y, por lo

tanto, no deben reemplazar la toma de decisiones compartida entre médicos y pacientes para lograr la mejor calidad de atención al paciente. La limitación del tamaño de los conjuntos de datos es un problema significativo, especialmente al entrenar las redes neuronales convolucionales (RNC), que requieren grandes conjuntos de datos. Los estudios que utilizan IA en cirugías cosméticas y reconstructivas tienen fuentes limitadas de conjuntos de datos, lo que puede superarse mediante técnicas específicas de aumento de datos y la recopilación de conjuntos de datos de diferentes centros con pacientes de diferentes edades, géneros y nacionalidades para aumentar la generalización del modelo de IA.

Otro de los desafíos éticos radica en el consentimiento informado y la necesidad de acuerdos sobre el uso de datos por parte de los proveedores de datos.³³ Además, se debe enfatizar la importancia de asegurar la calidad de los datos utilizados en los algoritmos de inteligencia artificial, especialmente cuando se busca mejorar las decisiones de tratamiento de los pacientes. Para alcanzar este objetivo, es crucial que los conjuntos de datos empleados para entrenar los sistemas de aprendizaje automático sean representativos de la población a la que van dirigidos. En este sentido, los proveedores deben hacer un esfuerzo por optimizar los datos y algoritmos en beneficio de sus pacientes.

2. Limitaciones de la inteligencia artificial

Las herramientas y aplicaciones de IA ofrecen numerosas ventajas en cirugía plástica con el objetivo de potenciar la atención clínica, la investigación y la educación. Además, la IA es una excelente herramienta para derribar las barreras impuestas por el idioma en el proceso de publicación científica de las revistas de mayor impacto en cirugía plástica.³⁴ Se espera que, en el futuro, la IA supere al rendimiento humano en tareas complejas; sin embargo, su aplicación también presenta limitaciones, como el sesgo en los datos de entrenamiento y la falta de transparencia en los algoritmos. Además, su adopción generalizada en el cuidado de la salud se ha visto obstaculizada por su relativamente nueva tecnología y la inaccesibilidad

percibida. La utilización de la IA también plantea cuestiones éticas críticas, incluida la privacidad de los datos y el consentimiento informado. Las predicciones de la IA y los datos deben evaluarse cuidadosamente y su mal uso potencial es una preocupación.

Para lograr la generación de modelos de IA confiables, es fundamental disponer de una población suficientemente grande. En caso de que exista una discrepancia significativa entre las cohortes, podría ser necesario recurrir a técnicas de remuestreo para obtener resultados aceptables.³⁵

Aunque en muchas tareas de diagnóstico los modelos de IA han demostrado un rendimiento similar o incluso superior al de los médicos; es importante tener en cuenta que la falta de contexto clínico limita las comparaciones. En situaciones reales, un médico tendría acceso a una información más detallada, como historias médicas y quirúrgicas, imágenes y entrevistas con el paciente. En los estudios que comparan el desempeño humano con el de la inteligencia artificial, los lectores humanos deben hacer diagnósticos únicamente a partir de los datos proporcionados, lo que no considera los demás factores contextuales que pueden afectar los resultados.^{7,35}

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial tiene el potencial de revolucionar la cirugía plástica al mejorar la precisión, la eficiencia y la seguridad de los procedimientos, así como la evaluación de resultados y el desarrollo de alternativas terapéuticas que en este momento son prometedoras. A medida que la tecnología continúa avanzando, es importante que los cirujanos plásticos y los desarrolladores de IA trabajen juntos para superar los desafíos y aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IA en este campo. Si se implementa de manera adecuada y ética, la IA puede convertirse en una herramienta invaluable en la cirugía plástica, mejorando el desenlace y la calidad de vida de los pacientes. No obstante, se requiere investigación multicéntrica futura para desarrollar un sistema de soporte de decisión clínica impulsado y basado en IA con tamaños de muestra grandes.

REFERENCIAS

- Cruz-Zermeño M, Seidman-Sorsby A, Telich-Tarriba JE. Niveles de evidencia en artículos publicados por la revista *Cirugía Plástica*: un análisis bibliométrico a 10 años. *Cir Plast* 2022; 32 (2): 82-85.
- Eldaly AS, Ávila FR, Torres-Guzmán RA, Maita K, García JP, Palmieri Serrano L et al. Simulation and artificial intelligence in rhinoplasty: a systematic review. *Aesthetic Plast Surg* 2022; 46 (5): 2368-2377.
- Vles MD, Terng NCO, Zijlstra K, Mureau MAM, Corten EML. Virtual and augmented reality for preoperative planning in plastic surgical procedures: a systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2020; 73 (11): 1951-1959.
- Nguyen C, Nicolai ESJ, He JJ, Roshchupkin GV, Corten EML. 3D surface imaging technology for objective automated assessment of facial interventions: a systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2022; 75 (11): 4264-4272.
- Murphy DC, Saleh DB. Artificial Intelligence in plastic surgery: What is it? Where are we now? What is on the horizon? *Ann R Coll Surg Engl* 2020; 102 (8): 577-580.
- Liang X, Yang X, Yin S, Malay S, Chung KC, Ma J et al. Artificial intelligence in plastic surgery: applications and challenges. *Aesthetic Plast Surg* 2021; 45 (2): 784-790.
- Morris MX, Rajesh A, Asaad M, Hassan A, Saadoun R, Butler CE. Deep learning applications in surgery: current uses and future directions. *Am Surg* 2023; 89 (1): 36-42.
- Choi RY, Coyner AS, Kalpathy-Cramer J, Chiang MF, Peter Campbell J. Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. *Transl Vis Sci Technol* 2020; 9 (2): 14.
- Rajkumar A, Dean J, Kohane I. Machine learning in medicine. *N Engl J Med* 2019; 380 (14): 1347-1358.
- Kim YJ, Kelley BP, Nasser JS, Chung KC. Implementing precision medicine and artificial intelligence in plastic surgery: concepts and future prospects. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2019; 7 (3): e2113.
- Asaad M, Lu SC, Hassan AM, Kambhampati P, Mitchell D, Chang EI et al. The use of machine learning for predicting complications of free-flap head and neck reconstruction. *Ann Surg Oncol* 2023; 30 (4): 2343-2352.
- Kiranantawat K, Sitpahul N, Taeprasartsit P, Constantinides J, Kruavit A, Srimuninnimit V et al. The first smartphone application for microsurgery monitoring: SilpaRamanitor. *Plast Reconstr Surg* 2014; 134 (1): 130-139.
- Shi YC, Li J, Li SJ, Li ZP, Zhang HJ, Wu ZY et al. Flap failure prediction in microvascular tissue reconstruction using machine learning algorithms. *World J Clin Cases* 2022; 10 (12): 3729-3738.
- Mak ML, Al-Shaqsi SZ, Phillips J. Prevalence of machine learning in craniofacial surgery. *J Craniofac Surg* 2020; 31 (4): 898-903.
- Mizutani K, Miwa T, Sakamoto Y, Toda M. Application of deep learning techniques for automated diagnosis of non-syndromic craniosynostosis using skull. *J Craniofac Surg* 2022; 33 (6): 1843-1846.
- Mendoza CS, Safdar N, Okada K, Myers E, Rogers GF, Linguraru MG. Personalized assessment of craniosynostosis via statistical shape modeling. *Med Image Anal* 2014; 18 (4): 635-646.
- Ryu JY, Chung HY, Choi KY. Potential role of artificial intelligence in craniofacial surgery. *Arch Craniofac Surg* 2021; 22 (5): 223-231.
- Kanevsky J, Corban J, Gaster R, Kanevsky A, Lin S, Gilardino M. Big data and machine learning in plastic surgery: a new frontier in surgical innovation. *Plast Reconstr Surg* 2016; 137 (5): 890e-897e.
- Chang CW, Ho CY, Lai F, Christian M, Huang SC, Chang DH, et al. Application of multiple deep learning models for automatic burn wound assessment. *Burns* 2023; 49 (5): 1039-1051.
- Huang S, Dang J, Shekter CC, Yenikomshian HA, Gillenwater J. A systematic review of machine learning and automation in burn wound evaluation: a promising but developing frontier. *Burns* 2021; 47 (8): 1691-1704.
- Taib BC, Karwath A, Wensley K, Minku L, Gkoutos GV, Moiem N. Artificial intelligence in the management and treatment of burns: a systematic review and meta-analyses. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2023; 77: 133-161.
- Gordillo G. AutoMated burn diagnostic system for healthcare. Indiana University. ClinicalTrials.gov identifier: NCT05167461. 2021 [Accessed 12/08/2023]. Available in: <https://classic.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05167461>
- Miller R, Farnebo S, Horwitz MD. Insights and trends review: artificial intelligence in hand surgery. *J Hand Surg Eur* 2023; 48 (5): 396-403.
- Keller M, Guebeli A, Thieringer F, Honigmann P. Artificial intelligence in patient-specific hand surgery: a scoping review of literature. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2023; 18 (8): 1393-1403.
- Daeschler SC, Bourget MH, Derakhshan D, Sharma V, Asenov SI, Gordon T et al. Rapid, automated nerve histomorphometry through open-source artificial intelligence. *Sci Rep* 2022; 12 (1): 5975.
- Chen LWY, Goh M, Goh R, Chao YK, Huang JJ, Kuo WL et al. Robotic-assisted peripheral nerve surgery: a systematic review. *J Reconstr Microsurg* 2021; 37 (6): 503-513.
- O'Neill AC, Yang D, Roy M, Sebastiaipillai S, Hofer SOP, Xu W. Development and evaluation of a machine learning prediction model for flap failure in microvascular breast reconstruction. *Ann Surg Oncol* 2020; 27 (9): 3466-3475.
- Hassan AM, Rajesh A, Asaad M, Nelson JA, Coert JH, Mehrara BJ et al. Artificial intelligence and machine learning in prediction of surgical complications: current state, applications, and implications. *Am Surg* 2023; 89 (1): 25-30.
- Montemurro P, Lehnhardt M, Behr B, Wallner C. A machine learning approach to identify previously unconsidered causes for complications in aesthetic breast augmentation. *Aesthetic Plast Surg* 2022; 46 (6): 2669-2676.
- Borsting E, Desimone R, Ascha M, Ascha M. Applied deep learning in plastic surgery: classifying rhinoplasty with a mobile app. *J Craniofac Surg* 2020; 31 (1): 102-106.
- Guerrero DT, Asaad M, Rajesh A, Hassan A, Butler CE. Advancing surgical education: the use of artificial

- intelligence in surgical training. *Am Surg* 2023; 89 (1): 49-54.
32. Rokhshad R, Keyhan SO, Yousefi P. Artificial intelligence applications and ethical challenges in oral and maxillo-facial cosmetic surgery: a narrative review. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2023; 45 (1): 14.
 33. Jarvis T, Thornburg D, Rebecca AM, Teven CM. Artificial intelligence in plastic surgery: current applications, future directions, and ethical implications. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2020; 8 (10): e3200.
 34. Telich-Tarriba JE. Unlocking the potential of AI in overcoming language barriers in academic publishing. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2023; 83: 298-300.
 35. Atiyeh B, Emsieh S, Hakim C, Chalhoub R. A narrative review of artificial intelligence (AI) for objective

assessment of aesthetic endpoints in plastic surgery. *Aesthetic Plast Surg* 2023. doi: 10.1007/s00266-023-03328-9.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento: el presente estudio no recibió financiamiento.

Correspondencia:

Dr. José Eduardo Telich-Tarriba

E-mail: josetelich@gmail.com