Vive Revista de Investigación en Salud
Volumen 9 / N° 26 / mayo-agosto 2026
https://doi.org/10.33996/revistavive.v9i26.491

Inteligencia artificial en la administración de medicamentos y tratamientos: una revisión paraguas

Artificial Intelligence in Medication Administration and Treatment: An Umbrella Review

Julissa Marly Ciriaco Arroyo✉ [a]; Carmen Lourdes Risco Granda [b]; Alicia Emma Arteaga Villanueva[c]; Silas Hildeliza Alvarado Rivadeneyra [d]; Pedro Albert Custodio Gamarra [e]

[a] Universidad Nacional de Barranca. Barranca, Perú
jciriaco183@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0001-5061-4228

[b] Unidad Médico Legal II Tumbes. Tumbes, Perú
criscodj@mpfn.gob.pe
https://orcid.org/0009-0004-2089-0060

[c] Hospital Ramiro Priale Priale – Essalud. Huancayo, Perú
d.aarteaga@ms.upla.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-7023-5823

[d] Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú
salvarador@unmsm.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-3978-6448

[e] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Lima, Perú
pcustodio@unsa.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-9554-3080

Cómo citar:

Ciriaco Arroyo JM, Risco Granda CL, Arteaga Villanueva AE, Alvarado Rivadeneyra SHAR, Custodio Gamarra PA. Inteligencia artificial en la administración de medicamentos y tratamientos: una revisión paraguas. Vive Revista de Investigación en Salud. 2026;9(26). https://doi.org/10.33996/revistavive.v9i26.491

Review Article
Peer-reviewed
Open Access

Resumen

Introducción: La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una tecnología transformadora en la administración de medicamentos y tratamientos, con el potencial de mejorar la seguridad y eficiencia del paciente. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos técnicos, éticos y de aceptación por parte del personal de salud. **Objetivo:** Sintetizar la evidencia disponible en revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre el uso de IA en la administración de medicamentos y tratamientos. **Metodología:** Se realizó una revisión paraguas guiada por PRISMA. La búsqueda incluyó las bases de datos Scopus, SpringerLink y PubMed hasta septiembre de 2025. Tras la selección, se incluyeron 22 revisiones sistemáticas, analizadas mediante un enfoque narrativo para identificar efectos de la IA sobre precisión diagnóstica, personalización de tratamientos y eficiencia operativa. **Resultados:** Los hallazgos muestran que la IA mejora la precisión diagnóstica, permite la personalización de tratamientos en áreas como oncología y cirugía, y optimiza la eficiencia operativa. En la administración de medicamentos, herramientas como sistemas de prescripción asistida y de apoyo a la decisión clínica reducen errores y aumentan la adherencia terapéutica. **Conclusiones:** La IA tiene un impacto positivo y transformador en la administración de medicamentos y tratamientos, aunque su adopción efectiva depende de garantizar transparencia, educación del personal y marcos regulatorios sólidos. Asimismo, se deben abordar obstáculos como la integración tecnológica, la "caja negra" de los algoritmos, la privacidad y la resistencia del personal sanitario para maximizar su potencial.

Palabras clave: inteligencia artificial; administración de medicamentos; tratamiento clínico; sistemas de apoyo a la decisión clínica

Abstract

Introduction: Artificial intelligence (AI) has emerged as a transformative technology in medication management and treatment, with the potential to enhance patient safety and operational efficiency. However, its implementation faces technical, ethical, and adoption challenges among healthcare professionals. **Objective:** To synthesize the available evidence from systematic reviews and meta-analyses on the use of AI in medication management and treatment. **Methodology:** A umbrella review was conducted following the PRISMA guidelines. Searches were performed in Scopus, SpringerLink, and PubMed up to September 2025. After applying inclusion criteria, 22 systematic reviews were selected and analyzed narratively to assess the effects of AI on diagnostic accuracy, treatment personalization, and operational efficiency. **Results:** Findings indicate that AI improves diagnostic accuracy, enables personalized treatments in fields such as oncology and surgery, and enhances operational efficiency. In medication administration, tools such as computerized physician order entry systems and clinical decision support systems reduce errors and improve patient adherence. **Conclusions:** AI exerts a positive and transformative impact on medication management and treatment. Its effective adoption, however, depends on ensuring transparency, staff education, and robust regulatory frameworks. Key challenges include

technological integration, algorithmic “black-box” issues, data privacy concerns, and resistance from healthcare personnel, which must be addressed to maximize its potential.

Key words: artificial intelligence; medication administration; clinical treatment; clinical decision support systems

Introducción

La inteligencia artificial (IA) se está consolidando rápidamente como una tecnología transformadora en el ámbito de la salud, ya que el número de publicaciones relacionadas con su aplicación en diagnósticos, tratamientos y prevención de enfermedades está teniendo un aumento constante [(1)]. Subcampos como el aprendizaje profundo, o *deep learning* (DL por sus siglas en inglés), aprovechan la detección de alta sensibilidad y la computación de alto rendimiento, lo que evidencia un potencial inmenso en áreas como la imagenología oncológica [(2)]. Más allá del diagnóstico, la IA impacta en el descubrimiento de fármacos, y promete reducir un proceso que tradicionalmente tardaba más de una década y costaba alrededor de 4 mil millones de dólares [(3)].

Sin embargo, la transición de los avances investigativos a la práctica clínica real aún tiene obstáculos [(4)]. Aunque los estudios retrospectivos son prometedores, relativamente pocas herramientas de IA se han logrado aplicar con éxito a la práctica médica [(5)]. Esta brecha entre la teoría y la práctica es particularmente crítica en el ámbito de la administración de medicamentos y tratamientos, ya que se trata de un proceso en el que los errores pueden tener consecuencias. Por ejemplo, en cuidados intensivos, los antibióticos por sí solos contribuyen al 14 % a 21 % de las lesiones renales agudas adquiridas; esto muestra la necesidad urgente de contar con herramientas que optimicen la gestión terapéutica y prioricen la seguridad [(6)].

La implementación de la IA en este campo crucial se enfrenta a un triple desafío: técnico, de aceptación y ético. Entre los profesionales de la salud, persiste una preocupación por la conciencia, alfabetización y facilidad de uso de la IA, además de aprensión sobre su capacidad para gestionar el razonamiento clínico complejo, y un temor generalizado a que la excesiva dependencia de los datos generados por IA comprometa la autonomía profesional [(7)]. Este escepticismo se ve agravado por el problema de la "caja negra" algorítmica, en el que la falta de transparencia en la toma de decisiones dificulta la validación y la confianza [(8-10)]. Esto es particularmente crucial en contextos sensibles como la psiquiatría, donde es poco probable que la IA ofrezca la empatía necesaria; o en la elección de antidepresivos, donde un modelo predictivo incorrecto podría causar un daño significativo [(7,11)].

Además, los riesgos de sesgos algorítmicos, la inequidad en los datos de entrenamiento y la insuficiente supervisión regulatoria plantean serias amenazas éticas que pueden comprometer la seguridad y la equidad en la atención al paciente [(12)]. Estos riesgos no son meramente teóricos, sino que se manifiestan en discrepancias clínicamente importantes. Por ejemplo, en endocrinología, las respuestas del GPT-4 sobre la prescripción de metformina difirieron significativamente de las de médicos especialistas, especialmente en casos de comorbilidades como la insuficiencia renal [(13)]. Del mismo modo, en psiquiatría, aunque los modelos predictivos para la selección de antidepresivos son una promesa para acabar con el enfoque de "ensayo y error", su precisión está limitada por la calidad y diversidad de los datos disponibles. Además, no pueden suplir la atención empática, una piedra angular de la especialidad [(7,11)].

A pesar de estos desafíos, el potencial de beneficio es sustancial. Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas basados en IA han demostrado un rendimiento superior en la predicción de riesgos y la optimización de tratamientos [14]. En la farmacia hospitalaria, la integración de la IA en sus dimensiones clínica y operativa puede optimizar prestaciones, minimizar errores y personalizar tratamientos [5]. Además, para la monitorización de la adherencia medicamentosa, se han utilizado aplicaciones móviles con IA para supervisar la ingesta con alta fiabilidad [9]. Incluso en telemedicina, los *chatbots* y la IA se utilizan cada vez más con buena aceptación [1,15].

Esta dicotomía entre el inmenso potencial y los desafíos críticos subraya la necesidad de una síntesis de evidencia robusta y actualizada. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión paraguas es sintetizar la evidencia de las revisiones sistemáticas y metaanálisis existentes sobre el uso de tecnologías de inteligencia artificial en la administración de medicamentos y tratamientos para determinar su impacto general en la mejora de la seguridad y la eficiencia del paciente.

Materiales y métodos

Esta revisión paraguas tuvo como objetivo responder a la siguiente pregunta: ¿cuál es la evidencia actual sobre el uso de tecnologías de IA en la administración de medicamentos y tratamientos? Para responder a la pregunta, se siguieron las directrices del protocolo PRISMA para revisiones paraguas, las cuales señalan que las unidades de análisis son las revisiones sistemáticas y los metaanálisis (SRMA, por sus siglas en inglés) existentes [16-19].

Criterios de elegibilidad

La estrategia de elegibilidad se estructuró mediante el esquema PICO-S. La población estuvo conformada por revisiones sistemáticas y metaanálisis que abordaran el uso de inteligencia artificial en pacientes que requieren administración de medicamentos o tratamientos en cualquier entorno clínico. La intervención incluyó la implementación y aplicación de tecnologías de inteligencia artificial, tales como aprendizaje automático (ML, por sus siglas en inglés), aprendizaje profundo (DL), modelos de lenguaje grande (LLM), chatbots y sistemas de apoyo a la decisión clínica vinculados con procesos de administración de medicamentos y tratamientos. Como comparación se consideró la práctica estándar sin inteligencia artificial, la atención habitual o cualquier comparador relevante reportado en las revisiones sistemáticas y metaanálisis incluidos.

Los resultados principales de interés estuvieron relacionados con la seguridad del paciente y la eficiencia en la administración de medicamentos o tratamientos. En cuanto al tipo de estudios, se incluyeron exclusivamente revisiones sistemáticas y metaanálisis que reportaran su metodología y estuvieran disponibles en acceso abierto o mediante acceso institucional. Se excluyeron revisiones narrativas y de alcance, artículos originales, editoriales, cartas al editor, tesis y estudios de caso.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática en tres bases de datos electrónicas: Scopus, SpringerLink y PubMed. La búsqueda abarcó todos los registros disponibles hasta la fecha de búsqueda (16 de septiembre de 2025), sin restricción de fecha de inicio. La estrategia de búsqueda se construyó utilizando una combinación de palabras clave relacionadas con dos conceptos principales: inteligencia artificial y administración de

medicamentos/tratamientos. Se utilizaron los operadores booleanos AND y OR para combinar los términos.

Pubmed: (("artificial"[All Fields] OR "artificially"[All Fields]) AND ("intelligence"[MeSH Terms] OR "intelligence"[All Fields] OR "intelligences"[All Fields] OR "intelligent"[All Fields] OR "intelligently"[All Fields] OR "intelligibilities"[All Fields] OR "intelligibility"[All Fields] OR "intelligible"[All Fields]) AND "treatment"[Title/Abstract] OR "medication"[Title/Abstract] AND ("efficiences"[All Fields] OR "efficiency"[MeSH Terms] OR "efficiency"[All Fields] OR "efficiencies"[All Fields] OR "efficient"[All Fields] OR "efficiently"[All Fields] OR "efficients"[All Fields])) AND ((ffrft[Filter]) AND (excludepreprints[Filter]) AND (meta-analysis[Filter] OR systematicreview[Filter]))

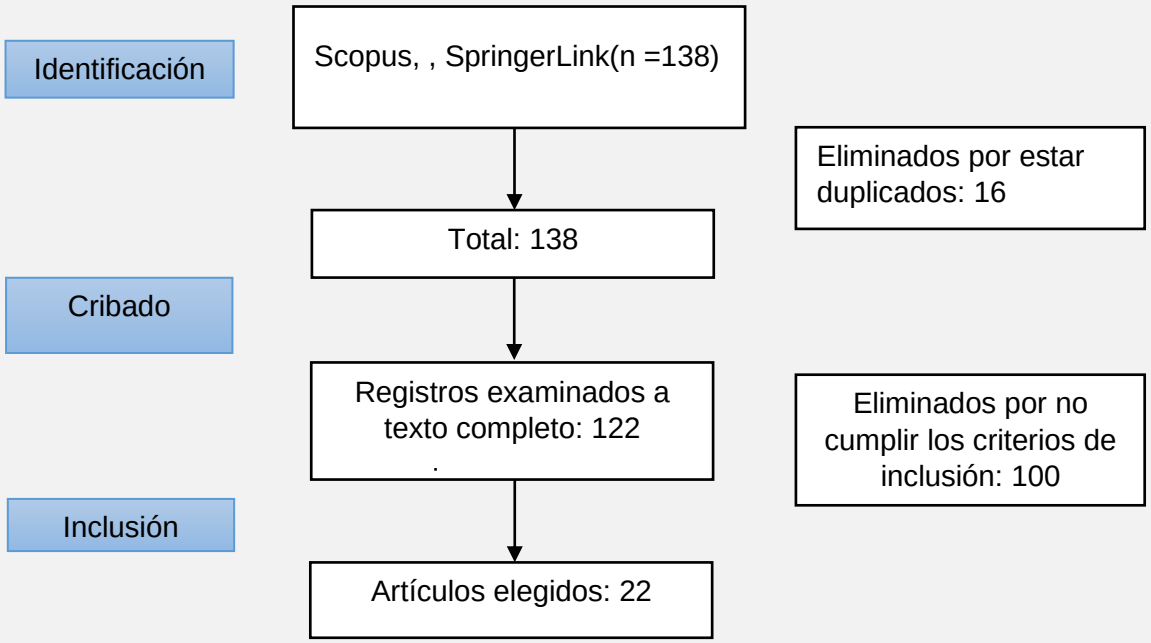
Scopus: (TITLE-ABS-KEY (artificial intelligent) AND TITLE-ABS-KEY (treatment OR medication) AND TITLE-ABS-KEY (efficiency)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (OA , "all"))

SpringerLink: artificial intelligence AND medication administration OR treatment administration (title)

Síntesis de los datos

Debido a la heterogeneidad anticipada en las poblaciones de pacientes, las tecnologías de IA aplicadas, los contextos clínicos y los resultados medidos en las SRMA incluidas, no fue factible realizar un metaanálisis cuantitativo de los resultados. Por lo tanto, los hallazgos se sintetizaron de forma narrativa y tabular. La búsqueda permitió identificar un total de 22 revisiones sistemáticas que cumplían con los criterios de inclusión. En la Figura 1 se aprecia el flujograma PRISMA con los detalles de la elección de los estudios.

Figura 1. Flujograma PRISMA



Resultados

La búsqueda y síntesis de la literatura han ofrecido un panorama creciente sobre la aplicación de las tecnologías de IA en la administración de tratamientos y medicamentos.

Las principales características de los estudios incluidos se encuentran en la Tabla 1; asimismo, el número de veces que se usó cada base de datos se encuentra detallado en la Figura 2. Los hallazgos se organizan en las siguientes áreas temáticas: 1) Aplicación de la IA en la administración de tratamientos, 2) Aplicación de la IA en la administración de medicamentos, 3) Mejora de la eficacia y seguridad del paciente, y 4) Desafíos y limitaciones en la implementación. Cabe destacar que ninguno de los estudios incluidos realizó un metaanálisis cuantitativo debido a lo heterogéneo de los datos.

Tabla 1. Características de los estudios**.**

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Davidson [20]	Evaluar el papel de la IA en la salud femenina.	Embase, PubMed y Scopus	31	La IA puede mejorar la obtención de datos de historias clínicas, diseñar experimentos e implementar sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas.	La mayoría de los estudios no incluye validación externa, solo cruzada.
Khanagar [21]	Documentar el alcance y el rendimiento de los modelos basados en IA que se han utilizado en la planificación del tratamiento y la predicción del pronóstico en ortodoncia.	PubMed, Medline, Embase, Cochrane, Google Scholar, Scopus, Web of Science (WOS) y Biblioteca Digital Saudí	16	La aplicación de IA ha demostrado ser eficiente para el diagnóstico y la toma de decisiones clínicas.	N/A
Xu [22]	Informar sobre los usos de los *chatbots* en medicina.	IEEE Xplore, PubMed, WOS, Scopus y Ovid	No especifica	Los *chatbots* tienen el potencial de integrarse a la medicina.	El componente humano en la atención médica es insustituible.

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Damiani [23]	Evaluar cómo la IA influye en la gestión de medicamentos.	Cochrane Library, WOS y PubMed	14	La IA puede proporcionar ayuda a médicos en la gestión de medicación.	Aún se debe investigar la precisión, sostenibilidad y rentabilidad de la implementación de soluciones de salud digital basadas en IA en la práctica clínica.
Mumtaz [24]	Investigar el uso de IA en medicina preventiva, desarrollo de medicamentos, resultados de tratamiento y medicina diagnóstica.	PubMed, Google Scholar y PLOS One	81	La IA proporciona tratamientos personalizados y diagnósticos predictivos. Además, acelera el descubrimiento de nuevos fármacos.	Existe la falta de protocolos estandarizados lo que produce sesgos.
Roman [25]	Explorar el uso de ChatGPT en neurocirugía.	PubMed, Embase y Google Scholar	22	El potencial de la IA para revolucionar la atención médica es evidente.	Se debe abordar su implementación de manera responsable.

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Alnahedh [26]	Identificar y evaluar los usos de la IA en el diagnóstico y tratamiento de la miopía.	PubMed, Google Scholar y WOS	9	Las IA tienen el potencial de mejorar diversos aspectos de la atención oftalmológica, como precisión en el diagnóstico, predicción de resultados de cirugía refractiva, mejora de la precisión de la adaptación de lentes y tratamiento de la miopía.	La seguridad, la privacidad de los datos y la fiabilidad son aspectos a mejorar.
Johns [27]	Examinar el estado del arte sobre las IA que detectan prescripciones de medicación inapropiadas.	Medline y Embase	13	Los modelos de IA tienen un gran potencial.	Existen preocupaciones por las consecuencias en la práctica profesional e implementación.
Niazi [28]	Describir las modalidades de tratamiento del queratocono considerando estrategias de aprendizaje automático.	PubMed, Scopus, WOS, Embase y Cochrane	180	Los avances en IA relacionados con la detección temprana el tratamiento del queratocono ha modificado favorablemente la evolución natural de la enfermedad.	Se requieren más estudios para validar el uso de la IA.

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Ong [29]	Sintetizar la evidencia sobre aplicaciones de IA en la tomografía computarizada para tumores espinales.	PubMed, Medline, WOS y Clinicaltrials.gov	33	Los modelos de IA son prometedores en detección, clasificación, pronóstico y planificación de tratamiento.	Se requiere una mayor validación para traducir estas capacidades a la práctica clínica habitual.
Abdalla [30]	Sintetizar la literatura más reciente sobre el papel de la IA y la robótica en procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos y complejos.	PubMed, Scopus, WOS y Google Scholar	12	El uso de IA mejora la precisión quirúrgica.	Se puede generar una dependencia excesiva de la tecnología y sus efectos en la conexión entre el cirujano y el paciente.
Aravazhi [31]	Sintetizar la evidencia del papel de la IA en la mejora de las prácticas clínicas.	PubMed, Cochrane Library, WOS y Scopus	8	La IA revoluciona la medicina clínica incorporando algoritmos a los diagnósticos, tratamientos y gestión de pacientes tradicionales.	Existen desafíos en la privacidad de datos, sesgo en los conjuntos de datos y dilemas éticos.

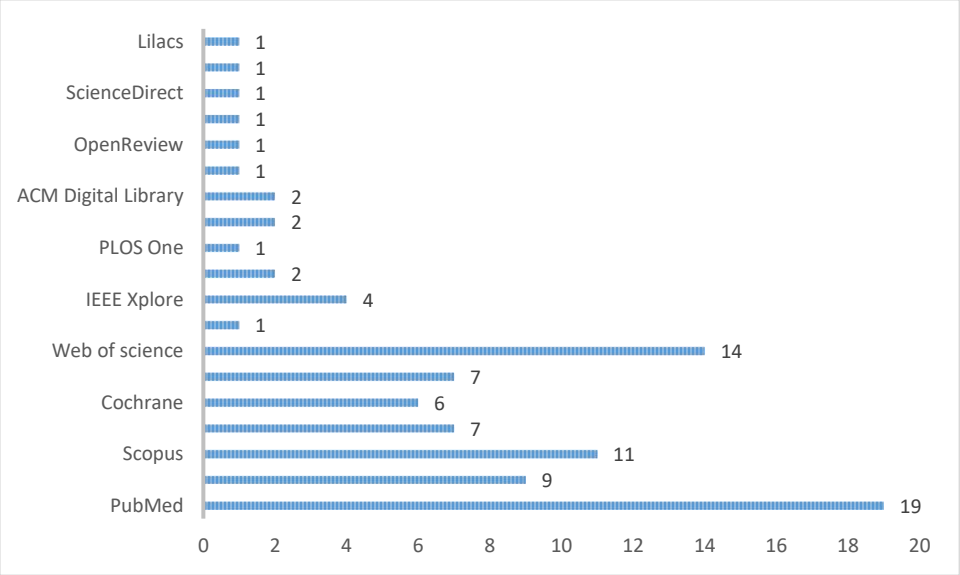
Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Bringhurst [32]	Investigar el alcance y aplicabilidad de la IA en la gestión de terapias farmacológicas en adultos mayores de cincuenta años.	Embase, Ovid, Medline y WOS	5	La IA es eficiente y precisa para eliminar las interacciones farmacológicas, ayudar en la detección de medicamentos potencialmente inapropiados e identificar patrones de multimorbilidad debido a la polifarmacia en adultos mayores.	La eficiencia depende de una integración fluida con los sistemas de historiales clínicos electrónicos, además de una validación sólida en diversos entornos sanitarios y una vigilancia continua para garantizar su rendimiento.
Ioakeim-Skoufa [33]	Investigar sobre las aplicaciones de la IA que utilizan datos sanitarios del mundo real para poblaciones con múltiples enfermedades crónicas.	Medline y Embase	44	La IA tiene el potencial transformador en el estudio y la gestión clínica de la multimorbilidad.	Se requiere perfeccionar los modelos predictivos y estudiar su validez y aplicabilidad en diferentes entornos y poblaciones de atención médica.
John [34]	Investigar las aplicaciones de los gemelos digitales basados en IA en la patología del cáncer de próstata.	IEEE Xplore, ACM Digital Library, PubMed Central, Google Scholar, arXiv, OpenReview y MDPI	52	Existe un progreso en el procesamiento de imágenes, el modelado predictivo y los sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas.	A pesar de los avances, se requiere de intervención humana para administrar y modificar tratamientos.

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Alqaraleh [35]	Evaluar el impacto de las tecnologías de IA en la reducción de errores de medicación en la práctica de enfermería.	PubMed, ScienceDirect y CINAHL	12	Existe una eficacia en la aplicación de tecnologías de IA que reducen los errores de medicación en las prácticas de enfermería.	Se requiere de una capacitación adecuada, la participación del usuario y el desarrollo profesional.
Patel [36]	Explorar el panorama actual de la IA en cardiología intervencionista.	PubMed, Medline, Cochrane, Embase, Scopus y ClinicalTrials.gov	20	La integración de la IA en medicina cardiovascular ha evidenciado mejoras en la atención.	Hay retos de seguridad y privacidad, además de la necesidad de supervisión hospitalaria en el uso de datos. Por último, se tiene el desafío de la “caja negra” de ML.
Qi [37]	Sintetizar evidencia sobre el uso de IA en la práctica clínica	WOS, Scopus y PubMed	28	Las prácticas asistidas por IA ofrecen resultados al menos tan buenos como los métodos convencionales, e incluso mejores.	Falta de protección de la privacidad de datos, ausencia de protocolos de consentimiento para la atención asistida por IA y falta de transparencia.

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Reifs [38]	Investigar el impacto de los avances tecnológicos en el diagnóstico de heridas crónicas, centrándose en cómo los métodos computacionales en el análisis de imágenes y datos de heridas mejoran la precisión diagnóstica y los resultados de los pacientes.	ACM, IEEE, PubMed, Scopus y WOS	93	El uso de la IA ha demostrado mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia del tratamiento en el cuidado de heridas crónicas.	Se requiere de una validación clínica, además de una capacitación e infraestructura adecuada.
Reis [39]	Evaluar si las herramientas basadas en IA contribuyen a obtener información sobre la adherencia o a evitar errores en la toma de medicación.	PubMed, Cochrane Library, Embase, Scopus, WOS y Lilacs	7	Hay un potencial para identificar oportunamente a los pacientes con alto riesgo de incumplimiento y brindar intervenciones de alerta.	Existe evidencia limitada, por lo que el verdadero impacto de los algoritmos de IA en la mejora de la salud de las personas sigue siendo difícil de medir.

Autor, año	Objetivo	Bases de datos utilizadas	Número de estudios incluidos	Ventajas	Desafíos
Tyagi [40]	Investigar los métodos de IA que se utilizan en odontología para el diagnóstico, la gestión y el pronóstico del tratamiento.	PubMed, Medline, Google Scholar, Scopus y WOS	39	La IA tiene el potencial de transformar la odontología al mejorar la planificación del tratamiento, la gestión de pacientes y el diagnóstico.	Falta de privacidad y temor por la excesiva dependencia de la tecnología.
Wu [41]	Investigar los avances recientes de IA en herpes zóster.	WOS, PubMed, e IEEE	26	La IA ha demostrado un potencial para mejorar el diagnóstico, tratamiento y manejo del herpes zóster.	Al tener una gran cantidad de datos, es posible que la IA no mantenga la integridad de la información, la protección de la privacidad y el cumplimiento de las pautas éticas.

Figura 2. Bases de datos usadas



Aplicación de la IA en la administración de tratamientos

La planificación y ejecución de tratamientos médicos ha experimentado un avance considerable con la integración de herramientas de IA; esto ha significado una mejora en la precisión, la personalización y la eficiencia de los procedimientos. En el campo de la odontología, la IA, particularmente los modelos de DL y las redes neuronales convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés), ha transformado el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Por ejemplo, se han desarrollado modelos híbridos que logran una precisión del 99,3 % en la detección de cáncer oral. Más allá del diagnóstico, se aplica en la planificación de implantes, puesto que una herramienta automatizada tridimensional basada en IA permite una segmentación del hueso alveolar precisa, confiable y eficiente en términos de tiempo [(40)].

En el ámbito de la ortodoncia, la IA se ha empleado para abordar una de las decisiones más críticas e irreversibles: la necesidad de extracciones dentales. Khanagar et al. [(21)], documentaron que los modelos basados en redes neuronales artificiales (ANN, por sus siglas en inglés) demostraron una precisión del 80 % al 92 % para determinar si un paciente requiere extracciones antes del tratamiento. Esta tecnología se postula como un sistema de apoyo crucial, particularmente para ortodoncistas con menos experiencia, pues ayuda a reducir la variabilidad en la toma de decisiones clínicas y mejora el pronóstico del tratamiento.

En oncología, un área de gran complejidad terapéutica, la IA ha demostrado una utilidad significativa. Mumtaz [(24)], destacan cómo una técnica de aprendizaje automático, como las máquinas de vectores de soporte combinadas con métodos de eliminación de características recursivas, puede predecir la respuesta única de un paciente a un fármaco basándose en sus perfiles de expresión genética. Ong [(29)], sintetizaron evidencia que indica que los métodos de aprendizaje profundo, como las CNN, automatizan de forma eficiente la segmentación de tumores espinales y metástasis en imágenes de tomografía computarizada (TC).

La radioterapia y la terapia epigenética son otros campos que se benefician de la IA. Xu [22] mencionan avances prometedores en el uso de la inteligencia artificial para la radioterapia, con el objetivo de reducir la carga de trabajo del personal e identificar a los pacientes en riesgo mediante la recopilación y análisis de resultados antes y después del tratamiento.

En el campo de la cirugía, la integración de IA ha mejorado significativamente la precisión quirúrgica y optimizado la recuperación del paciente. Abdalla [30] reportaron que la robótica impulsada por IA ha demostrado beneficios en diversas especialidades:

- En cirugía general, mejora la precisión de las intervenciones.
- En cirugía de columna, la asistencia robótica permite una colocación más precisa de tornillos en procedimientos mínimamente invasivos, lo que se traduce en mejores tiempos de recuperación y menos complicaciones.
- En oftalmología, con imágenes digitales mejoradas por IA que conducen a mejores resultados quirúrgicos.

Asimismo, en neurocirugía, LLM como ChatGPT han sido explorados por su potencial para apoyar a los profesionales en la planificación quirúrgica, el análisis de imágenes, el establecimiento de pronósticos y la toma de decisiones sobre terapias, por ejemplo, en pacientes con glioma [23]. En cardiología intervencionista, la IA se aplica a través de medios físicos (robótica) y virtuales. Su uso es prominente en el análisis de señales integradas en dispositivos portátiles [36].

Un concepto emergente y avanzado es el de los gemelos digitales, representaciones virtuales dinámicas de un paciente que se actualizan en tiempo real con datos clínicos. John [34] exploraron su aplicación en el cáncer de próstata. A diferencia de los modelos estáticos, los gemelos digitales auténticos no solo monitorizan y simulan las condiciones del paciente, sino que también facilitan ajustes dinámicos en el tratamiento, basados en predicciones en constante evolución. Por ejemplo, los algoritmos de Random Forest se han utilizado para predecir la recurrencia bioquímica (RBQ) y las tasas de supervivencia analizando datos estructurados del paciente. Esto permite contar con protocolos de seguimiento personalizados, y ayuda a los médicos a desarrollar planes de tratamiento que equilibren la supervivencia con la calidad de vida.

De manera más amplia, una revisión de la experiencia china en la adopción clínica de IA encontró que el ML fue la tecnología más utilizada (43 % de los estudios), aplicada principalmente en modelado predictivo, diagnóstico de enfermedades y apoyo a la toma de decisiones [37].

En el manejo de heridas crónicas, Reifs [38] documentan avances notables. Las técnicas de IA, como Mask R-CNN y YOLO V2, se emplean para la segmentación y clasificación automatizada de tejidos en heridas, ya que cuantifican con precisión características como el área, la profundidad y el volumen. Estas herramientas no solo mejoran la precisión diagnóstica, sino que también reducen el tiempo de evaluación. En esta revisión, se reportó que una herramienta de IA redujo el tiempo promedio de evaluación de heridas a 62 segundos, en comparación con los métodos manuales.

Finalmente, en el manejo de enfermedades infecciosas y crónicas, la IA muestra un gran potencial para predecir la respuesta terapéutica. Así, para el herpes zóster, Wu [41]

documentaron el uso de algoritmos de autocodificadores profundos con imágenes de resonancia magnética funcional para evaluar la eficacia de la pregabalina. Lograron una precisión predictiva de 0,917 para identificar el dolor resistente a la medicación utilizando modelos de aprendizaje automático entrenados con características clínicas. En oftalmología, para afecciones como el queratocono y la miopía, las ANN y las CNN ayudaron a identificar el mejor plan de tratamiento individualizado y a predecir los resultados de la cirugía refractiva, mejorando la evolución natural de estas enfermedades [26,28].

Aplicación de la IA en la administración de medicamentos

La fase de administración de medicamentos, crítica para la seguridad del paciente, se ha visto reforzada por diversas tecnologías de IA diseñadas para prevenir errores en todo el ciclo del medicamento (prescripción, dispensación y administración).

Alqaraleh [35], en su revisión sistemática sobre el impacto de la IA en la reducción de errores de medicación en enfermería, mencionaron varias herramientas clave. Los sistemas de prescripción médica asistida por ordenador (CPOE, por sus siglas en inglés) han reducido significativamente los errores de prescripción al eliminar los problemas asociados con la escritura ilegible y la transcripción manual. Además, se reportaron reducciones en problemas de duplicación terapéutica, con un estudio que mostró una disminución del 57 % (OR = 1,43; $p < 0,0001$) en su prevalencia gracias a las alertas activadas por computadora [23].

Los sistemas de apoyo a la decisión clínica (CDSS) son otras herramientas importantes. Estos sistemas emiten alertas en tiempo real sobre contraindicaciones, errores de dosificación e interacciones farmacológicas durante el proceso de prescripción y administración. Su implementación se ha asociado con una marcada reducción de los incidentes relacionados con la medicación [20,33,35]. Mumtaz [24] describen un CDSS para el cáncer de mama, que aprende de los datos para recomendar decisiones de tratamiento óptimas con el objetivo de prevenir la metástasis. A pesar de este potencial, Davidson [20] identifican una brecha en la aplicación del aprendizaje automático para guiar la dosificación de fármacos durante el embarazo, un periodo donde los cambios fisiológicos alteran la farmacocinética.

En el momento mismo de la administración, la tecnología de escaneo de códigos de barras para la administración de medicamentos (BCMA) mejora la precisión al verificar de forma automatizada la coincidencia del paciente, el medicamento, la dosis y el horario. Sin embargo, Alqaraleh [35] también señalan desafíos en su integración, como la fatiga por alertas y las interrupciones en el flujo de trabajo de las enfermeras, lo que subraya la importancia de un diseño centrado en el usuario.

En el ámbito de la adherencia a la medicación, las herramientas de IA permiten un monitoreo en tiempo real e intervenciones oportunas. Diversos estudios han utilizado plataformas de IA en dispositivos móviles que emplean algoritmos de ML para la identificación del paciente y la confirmación de la ingestión de medicamentos. Los ensayos clínicos en este campo han demostrado resultados prometedores. Por ejemplo, en ensayo aleatorizado, encontró que el grupo que utilizaba IA tenía un 6,1 % más de probabilidades de adherirse a su tratamiento en comparación con el grupo de control [39].

Más allá de la prevención en tiempo real, la IA se utiliza para el análisis retrospectivo y predictivo de errores. Esto permite a las instituciones desarrollar estrategias de prevención

específicas y proactivas. Un caso ilustrativo es el citado por Alqaraleh [35], quienes examinaron el uso de análisis predictivo por parte de equipos de enfermería para anticipar resultados adversos y guiar intervenciones tempranas, lo que resultó en una mejora de la seguridad del paciente y una reducción de reingresos.

En el campo de la seguridad de la medicación y la farmacia clínica, la IA se destaca en la identificación de medicamentos potencialmente inapropiados e interacciones medicamento-medicamento o medicamento-enfermedad. Estudios realizados en Turquía y China indican que los sistemas impulsados por IA pueden identificar estas interacciones y fármacos inapropiados aproximadamente cien veces más rápido que una revisión bibliográfica manual [32].

Johns [27], en su revisión centrada en la detección de omisión de medicación inapropiada en hospitales, encontró que los modelos de aprendizaje automático supervisado, especialmente los métodos de *boosting* y *bagging*, ofrecen los mejores resultados. Sin embargo, esta revisión también destacó que, en la práctica clínica actual, los modelos híbridos (que combinan IA con reglas predefinidas) son los más utilizados, probablemente debido a que los farmacéuticos perciben un mayor control sobre los parámetros de predicción.

Mejora de la eficacia y seguridad del paciente

En el ámbito del diagnóstico, que es fundamental para instaurar un tratamiento correcto, la IA ha demostrado un rendimiento excepcional. Aravazhi [31] reportan que, en radiología, los algoritmos de IA han alcanzado una precisión del 94,5 % en la detección de cáncer de mama en mamografías, superando la precisión humana del 88 % en el mismo conjunto de datos.

La personalización del tratamiento es un contribuyente clave para mejorar la eficacia. Como se observó en ortodoncia y oncología, la capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos y predecir resultados permite planes de tratamiento altamente individualizados. En oftalmología, Alnahedh [24] destacan que los modelos de aprendizaje automático tienen el potencial de mejorar la calidad del tratamiento personalizado al predecir con precisión los resultados y seleccionar las opciones más adecuadas. Esto reduce el riesgo de complicaciones y mejora la satisfacción del paciente.

La eficiencia operativa es otro beneficio tangible. La automatización de tareas que consumen mucho tiempo, como la segmentación de tumores en radioterapia (que pasa de 20 minutos a menos de 5), agiliza significativamente los flujos de trabajo clínicos [29]. Esto no solo permite atender a más pacientes, sino que también libera a los profesionales de la salud para que se concentren en aspectos más complejos del cuidado del paciente, mejorando indirectamente la calidad y seguridad de la atención [31,38].

En cuanto a la seguridad, el impacto es directo. Damiani [23] documentan estudios que muestran una reducción en la tasa de eventos adversos. En el contexto quirúrgico, la IA ha minimizado las complicaciones a través de una mayor precisión [30]. En la administración de medicamentos, los sistemas CPOE, CDSS y BCMA actúan como múltiples barreras defensivas contra los errores, protegiendo al paciente en diferentes puntos del proceso [35]. Xu [22] añaden que, en el análisis de interacciones farmacológicas, los sistemas de IA predicen correctamente las reacciones adversas con una tasa de éxito de aproximadamente el 85 % al 90 %, lo que es crucial.

Desafíos y limitaciones en la implementación de las tecnologías de IA

A pesar del potencial transformador de la inteligencia artificial en la administración de tratamientos y medicamentos, su implementación generalizada y efectiva se enfrenta a una serie de desafíos y limitaciones. La evidencia recopilada en las revisiones sistemáticas identifica obstáculos técnicos, éticos, de validación clínica y humanos que deben ser abordados para garantizar una adopción segura y sostenible.

Uno de los principales desafíos técnicos es la falta de integración e interoperabilidad de los sistemas de IA con la infraestructura tecnológica existente en los centros de salud. Alqaraleh [35], identificaron que los sistemas de IA complejos a menudo presentan problemas de compatibilidad con las plataformas establecidas de historias clínicas electrónicas (HCE). Observaron que esta deficiente interoperabilidad, junto con las fallas técnicas del sistema, interrumpe los flujos de trabajo clínicos ya establecidos y socava la confianza de los usuarios finales, como médicos y enfermeras. El uso de datos retrospectivos conlleva el riesgo de incorporar errores o sesgos existentes, y el procesamiento de estos datos para el entrenamiento es un proceso desafiante y que requiere mucho tiempo [24,27,31,33]. Además, el alto costo de inversión inicial en *hardware* y *software*, y la modernización de los sistemas de información para soportar estas tecnologías representa una barrera financiera sustancial, particularmente para instituciones con recursos limitados [30].

Cabe señalar que la seguridad y la privacidad de los datos son preocupaciones éticas y legales de primer orden. Mumtaz [24], Alqaraleh [35], Roman [23] y Patel [36] destacan que el uso de IA en entornos clínicos plantea cuestiones críticas sobre la privacidad de los datos y el consentimiento del paciente, ya que estos sistemas requieren acceso a grandes volúmenes de información sensible. Aravazhi [31] aportan datos concretos, señalando que una revisión de 150 estudios de IA reveló que solo menos del 25 % garantizaba un control adecuado de la privacidad de los datos. En China, se identificaron estándares ambiguos para la protección de la privacidad, la ausencia de protocolos explícitos de consentimiento informado para la atención apoyada por IA y marcos de gobernanza de datos fragmentados [37].

El carácter de "caja negra" de muchos algoritmos de aprendizaje automático, especialmente los modelos de *deep learning*, es una barrera fundamental para su aceptación clínica. Alnahedh [24] explicaron que la naturaleza opaca de estos modelos dificulta que los profesionales clínicos comprendan y confíen en el proceso de toma de decisiones de la IA. La falta de transparencia sobre cómo un algoritmo llega a una recomendación específica, como la necesidad de una extracción en ortodoncia o la identificación de una lesión en la retina, genera escepticismo y puede llevar a la subutilización de la herramienta [20,27,31,36].

Por otro lado, Ong *et al.* [29] señalaron que la mayoría de los estudios no proporcionaron datos suficientes para construir tablas de contingencia de 2 x 2, lo que impidió un metaanálisis formal. Esta falta de datos estandarizados y reportes completos dificulta la evaluación rigurosa del rendimiento real de los modelos. Además, muchos estudios se centran en avances técnicos en lugar de en resultados clínicos directos para los pacientes, lo que limita la comprensión de su verdadero valor en la práctica clínica habitual [27, 30, 39].

La implementación exitosa de la IA va más allá de la tecnología y requiere una gestión del cambio efectiva, que aborde las barreras humanas. La resistencia al cambio y la aprensión del personal clínico son factores importantes [27,32]. Muhyeeddin [35] señalaron que existe una

alta probabilidad de que el personal de enfermería sienta temor a que la tecnología reemplace su juicio humano. Esta percepción puede generar resistencia y una adopción superficial de las herramientas.

Finalmente, la integración de la IA plantea profundas cuestiones éticas. Abdalla [30] destacaron los problemas éticos en cirugía, incluida la posibilidad de una dependencia excesiva de la tecnología y sus efectos en la conexión entre el cirujano y el paciente. La pérdida de la autonomía profesional y la erosión de la relación médico-paciente son riesgos reales si la IA se implementa de manera que sustituya en lugar de apoyar al profesional.

Discusión

Los resultados de esta revisión paraguas demuestran que la aplicación de la IA en la administración de tratamientos y medicamentos ha generado avances transformadores, evidenciando mejoras sustanciales en la precisión diagnóstica, la personalización de las terapias y la eficiencia operativa. En el ámbito de los tratamientos, se observa una mejora en especialidades como odontología, oncología y cirugía, donde modelos de DP y redes neuronales no solo automatizan tareas, sino que también sirven como sistemas de apoyo. En la administración de medicamentos, herramientas como CPOE y los CDSS han reducido drásticamente los errores de medicación y las duplicaciones terapéuticas, y han mejorado la adherencia del paciente mediante monitoreo en tiempo real.

Asimismo, en el ámbito del diagnóstico y la planificación del tratamiento, el hallazgo de modelos de IA con precisiones altas en detección de cáncer oral encuentra un paralelo directo en el trabajo de Gao *et al*. [2], cuya revisión sistemática destaca el potencial del DL para la detección y segmentación simultáneas de nódulos pulmonares en imágenes de TC. Este avance es crucial, ya que agiliza un proceso que, de manera manual, es lento e inconsistente. De manera similar, los resultados de Murthi *et al*. [10] refuerzan la utilidad de la IA integrada en la HCE para la vigilancia en tiempo real y la identificación de pacientes en riesgo. Esto corrobora la observación sobre la capacidad de la IA para actuar como un sistema de vigilancia proactivo. Natekar y Cohen [15] extienden este principio a la neurología, documentando cómo en la medicina de la cefalea se han implementado motores de diagnóstico y modelos predictivos para ayudar a diagnosticar la migraña y la cefalea, así como para asistir a personal no especializado.

En la personalización del tratamiento, la bibliografía recopilada aporta ejemplos más sofisticados y con un enfoque más clínico. Sin embargo, Benrimoh *et al*. [11] llevan este concepto a la psiquiatría, presentando un modelo de predicción de tratamiento diferencial para diez antidepresivos distintos utilizando únicamente características clínicas y demográficas. Este modelo, probado en un ensayo clínico, aborda directamente el problema del ensayo y error en el trastorno depresivo mayor, proyectando mejoras en las tasas de remisión. Asimismo, el marco de Kim *et al*. [15] para el manejo de medicamentos nefrotóxicos en UCI va más allá de la predicción unidimensional. Su modelo de aprendizaje de refuerzo *offline* no solo busca maximizar la eficacia, sino que modela explícitamente múltiples riesgos, permitiendo recomendaciones conservadoras, calibradas según el riesgo.

En la administración segura de medicamentos, los hallazgos de esta investigación, sobre la eficacia de CPOE, CDSS y BCMA, son ampliamente corroborados por Murthi *et al*. [10], quienes documentan cómo estas herramientas integradas en la HCE demuestran potencial para reducir los errores de medicación, los eventos adversos y el uso inadecuado de medicamentos. Además, Eggerth [9] describen el uso de IA mediante aplicaciones móviles que, a través de la cámara del dispositivo, supervisan e identifican al paciente y su medicación, documentando la ingesta con alta fiabilidad. Esto complementa los sistemas de monitorización remota mencionados en nuestra revisión, ofreciendo una solución tecnológica directa a uno de los problemas más persistentes en la farmacoterapia. La revolución en el descubrimiento y desarrollo de fármacos es un área que la presente revisión no abordó en profundidad, pero que Bassey *et al.* [3] destacan como una de las contribuciones más transformadoras.

Esta revisión también resalta la importancia de la interacción humano-máquina y la comunicación con el paciente. Al igual que Tustumi *et al.* [1] y Bečulić *et al*. [8], quienes destacan ventajas como la capacidad de proporcionar información rápida, precisa y actualizada, y acelerar la creación de guías de práctica clínica. Sin embargo, también introducen una capa de complejidad sobre la confiabilidad, como se discute a continuación.

La falta de integración e interoperabilidad, que esta investigación ha señalado como un obstáculo técnico principal, es confirmada y especificada por Murthi *et al.* [10], quienes listan la integración del flujo de trabajo, el costo, la integridad de los datos y la interoperabilidad como desafíos críticos. González-Pérez [5] y Natekar y Cohen [15] van más allá, señalando que, a pesar del éxito en estudios retrospectivos, pocas herramientas se han traducido a la práctica médica porque los sistemas pueden ser "demasiado lentos o complicados para ser utilizados en entornos médicos reales".

El problema de la caja negra y la falta de transparencia es un tema recurrente en la presente revisión. Se concuerda con Mohsin *et al*. [4], quienes aportan datos cuantitativos alarmantes al señalar que "más del 60 % de los profesionales sanitarios han expresado sus dudas sobre la adopción de sistemas de IA debido a la falta de transparencia". El estudio de Flory [13] con GPT-4 ilustra perfectamente este desafío; aunque el modelo ofrecía respuestas razonables, sus patrones de prescripción diferían de manera clínicamente importante de los de los endocrinólogos. Sin transparencia en el razonamiento del modelo, es imposible determinar si la IA era demasiado conservadora o los humanos asumían riesgos innecesarios, lo que justifica su recomendación de no confiar en los modelos de lenguaje hasta que se alineen con las preferencias de médicos y pacientes Hu *et al*., [14].

La resistencia humana y las barreras formativas identificadas en esta revisión son detalladas por Sahoo *et al*. [7], cuyo estudio sobre las perspectivas de los profesionales revela datos concretos: "un 64 % de los trabajadores de la salud nunca había experimentado IA, y un 87 % desconocía las distinciones entre aprendizaje automático y aprendizaje profundo". Esta alarmante falta de alfabetización digital es una barrera fundamental. Además, los profesionales expresaron preocupación sobre que la excesiva dependencia de los datos generados por IA pudiera comprometer su autonomía profesional, un temor que concuerda con la pérdida de la autonomía profesional antes mencionada.

La privacidad y seguridad de los datos sigue siendo una preocupación primordial. Mohsin *et al.* [4] refuerzan esta advertencia al señalar la "filtración de datos de WotNot de 2024" como un ejemplo de las "debilidades en las tecnologías de IA" y la "urgente necesidad de una ciberseguridad robusta". El Arab [12] abogan por "estándares regulatorios armonizados a nivel mundial" para gestionar estos riesgos de manera coherente.

Conclusión

Esta revisión paraguas demuestra que la aplicación de la inteligencia artificial en la administración de tratamientos y medicamentos tiene un impacto transformador y positivo en la seguridad y la eficiencia de la atención al paciente. La evidencia sintetizada confirma que la IA logra mejoras sustanciales a través de una mayor precisión diagnóstica, una personalización más sofisticada de los tratamientos y una drástica reducción de errores de medicación mediante sistemas automatizados integrados en la historia clínica electrónica. Sin embargo, este potencial se ve moderado por desafíos críticos que deben superarse para lograr una implementación generalizada y segura. En consecuencia, el futuro de la IA en este ámbito depende no solo del avance tecnológico, sino también de la priorización de la transparencia, la educación, la integración armoniosa y marcos regulatorios robustos que garanticen su uso seguro, ético y efectivo.

Acerca de

Contribución de los autores: Todos los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual. Todos aprobaron la versión final para su publicación.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: El autor declara no tener conflicto de intereses.

Certificación ética: El protocolo del presente estudio fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en cumplimiento de los principios éticos y normativas institucionales aplicables.

Historia del artículo: Artículo recibido 5 de febrero 2026 / Aceptado 3 de marzo 2026 / Publicado 5 de mayo 2026

Referencias

1. Tustumi F, Andreollo, N, Aguilar-Nascimento, J. Future of the language models in healthcare: the role of chatgpt. Arq Bras Cir Dig. 2023;36: e1727. https://doi.org/10.1590/0102-672020230002e1727

2. Gao C, Wu L, Wu W, Huang Y, Wang X, Sun, Z, et al. Deep learning in pulmonary nodule detection and segmentation: a systematic review. Eur Radiol. 2025;35(1):255-266. https://doi.org/10.1007/s00330-024-10907-0

3. Bassey G, Daniel E, Okesina K, Odetayo A. Transformative Role of Artificial Intelligence in Drug Discovery and Translational Medicine: Innovations, Challenges, and Future Prospects. Drug Des Devel Ther. 2025; 19:7493-7502. https://doi.org/10.2147/DDDT.S538269

4. Mohsin M, Shah N, Shaikh N, Thabet A, Alrabayah T, Belkhair S. Towards secure and trusted AI in healthcare: A systematic review of emerging innovations and ethical challenges. Int J Med Inform. 2025; 195:105780. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105780

5. Gonzáles-Pérez Y, Montero A, Martínez J. Acercando la inteligencia artificial a los servicios de farmacia hospitalaria. Farm Hosp. 2024; 48(1): S35-S44. https://doi.org/10.1016/j.farma.2024.02.007

6. Kim H, Hoon J, Lee S, Kim S, Han K, Lee S, et al. Safety-aware explainable deep reinforcement learning for nephrotoxic medication management in critical care. Biomed. Signal Process. 2025; 112B. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.108577

7. Sahoo R, Sahoo K, Negi S, Baliarsingh S, Panda B, Pati S. Health professionals' perspectives on the use of Artificial Intelligence in healthcare: A systematic review. Patient Educ Couns. 2025; 134. https://doi.org/10.1016/j.pec.2025.108680

8. Bečulić H, Begagić E, Skomorac R, Mašović A, Selimović E, Pojskić M. ChatGPT's contributions to the evolution of neurosurgical practice and education: a systematic review of benefits, concerns and limitations. Med Glas (Zenica).2024;21(1): 126-131. https://doi.org/10.17392/1661-23

9. Eggerth A, Hayn D, Schreier G. Medication management needs information and communications technology-based approaches, including telehealth and artificial intelligence. Br J Clin Pharmacol. 2020;86(10):2000-2007. https://doi.org/10.1111/bcp.14045

10. Murthi S, Martini N, Falconer N, Scahill S. Evaluating EHR-Integrated Digital Technologies for Medication-Related Outcomes and Health Equity in Hospitalised Adults: A Scoping Review. J Med Syst. 2024;48(1):1-19. https://doi.org/10.1007/s10916-024-02097-5

11. Benrimoh D, Armstrong C, Mehltretter J, Fratila, R., Perlman, K., Israel, S ,et al. Development of the treatment prediction model in the artificial intelligence in depression - medication enhancement study. Npj Ment Health Res. 2025;4(26)1-12. https://doi.org/10.1038/s44184-025-00136-8

12. El Arab R, Al Moosa O, Sagbakken M. Economic, ethical, and regulatory dimensions of artificial intelligence in healthcare: an integrative review. Front Public Health. 2025; 13:1-17. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1617138

13. Flory J, Ancker J, Kim S, Kuperman G, Petrov A, Vickers A. Large Language Model GPT-4 Compared to Endocrinologist Responses on Initial Choice of Glucose-Lowering Medication Under Conditions of Clinical Uncertainty. Diabetes Care. 2025;48(2):185-192. https://doi.org/10.2337/dc24-1067

14. Hu J, Ren L, Wang T, Yao P. Artificial Intelligence-Assisted Clinical Decision-Making: A Perspective on Advancing Personalized Precision Medicine for Elderly Diabetes Patients. J Multidiscip Healthc. 2025; 18:4643-4651. https://doi.org/10.2147/JMDH.S529190

15. Natekar A, Cohen F. Artificial Intelligence and Predictive Modeling in the Management and Treatment of Episodic Migraine. Curr Pain Headache Rep. 2025;29(1):56. https://doi.org/10.1007/s11916-025-01364-5

16. Belbasis L, Bellou V, Ioannidis JPA. Conducting umbrella reviews. BMJ Medicine. 2022;1:e000071. https://doi.org/10.1136/bmjmed-2021-000071

17. Choi G, Kang H. Introduction to Umbrella Reviews as a Useful Evidence-Based Practice. J Lipid Atheroscler. 2023;12(1):3-11. https://doi.org/10.12997/jla.2023.12.1.3

18. Iqbal U, Tanweer A, Rahmanti AR, Greenfield D, Lee LT, Li YJ. Impact of large language model (ChatGPT) in healthcare: an umbrella review and evidence synthesis. J Biomed Sci. 2025;32(1):45. https://doi.org/10.1186/s12929-025-01131-z

19. Tungushpayev M, Suleimenova D, Sarria-Santamerra A, Aimyshev T, Gaipov A, Viderman D. The value of machine and deep learning in management of critically ill patients: An umbrella review. Int J Med Inform. 2025; 204:106081. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2025.106081

20. Davidson L, Boland M. Enabling pregnant women and their physicians to make informed medication decisions using artificial intelligence. J Pharmacokinet Pharmacodyn. 2020;47(4):305-318. https://doi.org/10.1007/s10928-020-09685-1

21. Khanagar S, Al-Ehaideb A, Vishwanathaiah S, et al. Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making - A systematic review. J Dent Sci. 2021;16(1):482-492. https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.05.022

22. Xu L, Sanders L, Li K, Chow J. Chatbot for Health Care and Oncology Applications Using Artificial Intelligence and Machine Learning: Systematic Review. JMIR Cancer. 2021;7(4): e27850. https://doi.org/10.2196/27850

23. Damiani G, Altamura G, Zedda M, Cesare M, Aulino G, Heidar A, et al. Potentiality of algorithms and artificial intelligence adoption to improve medication management in primary care: a systematic review. BMJ Open. 2023;13(3): e065301. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-065301

24. Mumtaz H, Saqib M, Jabeen S, et al. Exploring alternative approaches to precision medicine through genomics and artificial intelligence - a systematic review. Front Med (Lausanne). 2023; 10:1227168. https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1227168

25. Roman A, Al-Sharif L, Al Gharyani M. The Expanding Role of ChatGPT (Chat-Generative Pre-Trained Transformer) in Neurosurgery: A Systematic Review of Literature and Conceptual Framework. Cureus. 2023;15(8):e43502. https://doi.org/10.7759/cureus.43502

26. Alnahedh T, Taha M. Role of Machine Learning and Artificial Intelligence in the Diagnosis and Treatment of Refractive Errors for Enhanced Eye Care: A Systematic Review. Cureus. 2024;16(4):e57706. https://doi.org/10.7759/cureus.57706

27. Johns E, Alkanj A, Beck M, et al. Using machine learning or deep learning models in a hospital setting to detect inappropriate prescriptions: a systematic review. Eur J Hosp Pharm. 2024;31(4):289-294. https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2023-003857

28. Niazi S, Gatzioufas Z, Doroodgar F, Findl O, Baradaran-Rafii A, Liechty J, et al. Keratoconus: exploring fundamentals and future perspectives - a comprehensive systematic review. Ther Adv Ophthalmol. 2024. https://doi.org/10.1177/25158414241232258

29. Ong W, Lee A, Tan W, Fong K, Lai D, Tan Y, et al Oncologic Applications of Artificial Intelligence and Deep Learning Methods in CT Spine Imaging-A Systematic Review. Cancers (Basel). 2024;16(17):2988. https://doi.org/10.3390/cancers16172988

30. Abdalla E, Mubarak M, Hassan M, Babiker A, Abd N, Alamin A. Artificial Intelligence and Robotics in Minimally Invasive and Complex Surgical Procedures: A Systematic Review. Cureus. 2025;17(3):e81339. https://doi.org/10.7759/cureus.81339

31. Aravazhi P, Gunasekaran P, Benjamin N, Thai A, Chandrasekar K, Kolanu N, et al. The integration of artificial intelligence into clinical medicine: Trends, challenges, and future directions. Dis Mon. 2025;71(6):101882. https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2025.101882

32. Bringhurst K, Jones T, Runko G, Jabbari M, Zipparro N, Nghi G, et al. Artificial Intelligence in the Management of Polypharmacy Among Older Adults: A Scoping Review. Cureus. 2025;17(8):e90867. https://doi.org/10.7759/cureus.90867

33. Ioakeim-Skoufa I, Cebollada-Herrera C, Marín-Bárcena C, Roque V, Roque F, Atkins K, et a. Electronic Health Records: A Gateway to AI-Driven Multimorbidity Solutions-A Comprehensive Systematic Review. J Clin Med. 2025;14(10):3434. https://doi.org/10.3390/jcm14103434

34. John A, Alhajj R, Rokne J. A systematic review of AI as a digital twin for prostate cancer care. Comput Methods Programs Biomed. 2025; 268. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2025.108804

35. Alqaraleh M, Almagharbeh W, Ahmad M. Exploring the impact of artificial intelligence integration on medication error reduction: A nursing perspective. Nurse Educ Pract. 2025; 86. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104438

36. Patel P, Davitashvili B, Chitturi S, Gadaevi M, Patel D, Tallapalli J. Harnessing Artificial Intelligence in Interventional Cardiology: A Systematic Review of Current Applications. Cureus. 2025;17(7):e87494. https://doi.org/10.7759/cureus.87494

37. Qi Y, Mohamad E, Azlan A, Zhang C. Utilization of artificial intelligence in clinical practice: A systematic review of China's experiences. Digit Health. 2025; 11:1-21. https://doi.org/10.1177/20552076251343752

38. Reifs D, Casanova-Lozano L, Grau-Carrión S, Reig-Bolaño R. Artificial Intelligence Methods for Diagnostic and Decision-Making Assistance in Chronic Wounds: A Systematic Review. J Med Syst. 2025;49(1):29. https://doi.org/10.1007/s10916-025-02153-8

39. Reis Z, Pereira G, Dias C, Lage E, de Oliveira I, Pagano A. Artificial intelligence-based tools for patient support to enhance medication adherence: a focused review. Front Digit Health. 2025; 7:1523070. https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1523070

40. Tyagi M, Jain S, Ranjan M, Hassan S, Prakash N, Kumar D, et al. Artificial Intelligence Tools in Dentistry: A Systematic Review on Their Application and Outcomes. Cureus. 2025;17(5):e85062. https://doi.org/10.7759/cureus.85062

41. Wu D, Liu N, Ma R, Wu P. Advancements in Herpes Zoster Diagnosis, Treatment, and Management: Systematic Review of Artificial Intelligence Applications. J Med Internet Res. 2025;27:e71970. https://doi.org/10.2196/71970