



ARTÍCULO ESPECIAL

Inteligencia artificial en pediatría: actualidad y retos



Brais Galdo^{a,b,c,d,e}, Carla Pazos^f, Jerónimo Pardo^d, Alfonso Solar^d,
Daniel Llamas^{b,d,e}, Enrique Fernández-Blanco^{a,b,c,g} y Alejandro Pazos^{h,*}

^a Universidad de A Coruña, A Coruña, España

^b INIBIC, A Coruña, España

^c RNASA-IMEDIR, A Coruña, España

^d Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña, A Coruña, España

^e Avances en Telemedicina e Informática Sanitaria, A Coruña, España

^f New Vision University, Faculty of Medicine, Tiflis, Georgia

^g CITIC, A Coruña, España

^h Medical University of Byalistok, Byalistok, Podlaquia, Poland

Recibido el 8 de enero de 2024; aceptado el 5 de febrero de 2024

PALABRAS CLAVE

Inteligencia artificial;
Medicina de las 7P;
Aprendizaje máquina;
Pediatría;
Medicina
personalizada

Resumen Se examina el uso de la inteligencia artificial (IA) en el campo de la atención a la salud pediátrica dentro del marco de la «Medicina de las 7P» (Predictiva, Preventiva, Personalizada, Precisa, Participativa, Periférica y Poliprofesional). Se destacan diversas aplicaciones de la IA en el diagnóstico, el tratamiento y el control de enfermedades pediátricas, así como su papel en la prevención y en la gestión eficiente de los recursos médicos con su repercusión en la sostenibilidad de los sistemas públicos de salud. Se presentan casos de éxito de la aplicación de la IA en el ámbito pediátrico y se hace un gran énfasis en la necesidad de caminar hacia la Medicina de las 7P. La IA está revolucionando la sociedad en general ofreciendo un gran potencial para mejorar significativamente el cuidado de la salud en pediatría.

© 2024 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Artificial intelligence;
7P medicine;
Machine learning;
Paediatrics;
Personalized
medicine

Artificial intelligence in paediatrics: Current events and challenges

Abstract This article examines the use of artificial intelligence (AI) in the field of paediatric care within the framework of the 7P medicine model (Predictive, Preventive, Personalized, Precise, Participatory, Peripheral and Polyprofessional). It highlights various applications of AI in the diagnosis, treatment and management of paediatric diseases as well as the role of AI in prevention and in the efficient management of health care resources and the resulting impact

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alejandro.pazos@udc.es (A. Pazos).

on the sustainability of public health systems. Successful cases of the application of AI in the paediatric care setting are presented, placing emphasis on the need to move towards a 7P health care model. Artificial intelligence is revolutionizing society at large and has a great potential for significantly improving paediatric care.

© 2024 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más disruptivas desde la revolución industrial, como vector principal en lo que se ha dado en llamar la «sociedad del conocimiento». Su aplicación está siendo capaz de cambiar la forma de relacionarse personal y laboralmente en todos los sectores, haciendo posibles grandes avances. Uno de los ámbitos en los que está teniendo especial relevancia es el ámbito del cuidado de la salud, en particular el ámbito pediátrico. Como puede observarse en la [figura 1](#), la pediatría se encuentra en el grupo de cabeza de las especialidades con más trabajos realizados de I+D+i.

La IA pretende la implementación de sistemas artificiales («cientefactos») con un comportamiento que, si lo llevase a cabo un ser humano, se diría que es inteligente. Presenta una muy fuerte inspiración biológica en su desarrollo. Destaca la teoría de la neurona¹ de Santiago Ramón y Cajal y la teoría del aprendizaje hebbiano² de Donald Hebb, que contempla cambios en las conexiones entre las neuronas; residiendo el conocimiento adquirido distribuido en las conexiones entre los elementos de proceso. Pioneros en el ámbito tecnológico han sido Babbage y Lovelace³, que diseñaron la primera máquina analítica; Turing⁴ con la *Máquina de Turing* y Von Newman⁵ con su arquitectura computacional. Ellos han sido de los primeros en plantearse la posibilidad de que las máquinas pudiesen tener un comportamiento inteligente. El nacimiento de la IA, tal como hoy se entiende, hay que situarlo en tres publicaciones de 1943 en el ámbito de la cibernética⁶. La primera de ellas⁷ plantea la posibilidad de que las máquinas sean «teleológicas» y se les pudiese proporcionar objetivos; la segunda establece la capacidad de abstracción de las máquinas⁸; y la tercera⁹, propone lo que sería la neurona artificial, como un modelo funcional simplificado de la neurona biológica. No se planteó la formalización de la IA hasta mediados del siglo XX, cuando John McCarthy, en 1956, acompañado de una docena de científicos, definen formalmente la IA en las conclusiones del Darmouth Summer Research Project¹⁰. Las primeras implementaciones de IA en el ámbito de la medicina se remontan a finales de los años 70 del pasado siglo: MYCIN¹¹ y CASNET¹² son dos sistemas expertos que se encuadran en la rama simbólica de la IA. Las primeras realizaciones comerciales de la IA se sitúan a mediados de los años 60 para reducir los ruidos de las comunicaciones telefónicas con redes MADALINE¹³ que se encuadran en la rama conexionista de la IA, que es la que hoy en día predomina gracias a los sistemas «*deep learning*», que aportan unas potencialidades de aprendizaje

hasta ahora desconocidas. Se ofrecen nuevas perspectivas y herramientas que se complementan con lo aportado por los profesionales de la salud. Como se puede apreciar en la [figura 2](#), el número de estudios en los que se utiliza la IA en el ámbito pediátrico se ha visto incrementado de forma exponencial a partir del año 2016, siendo predecible que continuará esta tendencia.

Desde la Universidad de Stanford se están llevando a cabo diferentes guías para la inclusión segura de datos pediátricos en el proceso del desarrollo de herramientas basadas en la IA que brinden apoyo a diferentes problemáticas¹⁴. Las pautas desarrolladas tienen como objetivo abordar las complejidades únicas de utilizar sistemas de IA en niños, incluyendo problemas de consentimiento, explicabilidad y equidad. Los próximos pasos a realizar incluyen desarrollar ontologías y estándares con una declaración de consenso entre las múltiples partes interesadas.

El proceso asistencial está demandando un nuevo enfoque desde hace algunos años. Este enfoque, que parte de lo que Sunarte denominó *Medicina de las 4P* (Preventiva, Personalizada, Participativa y Poblacional)¹⁵ y que aquí se considera oportuno ampliar a la *Medicina de las 7P*, en donde cada una de las diferentes P cubre una específica función como se puede ver en la [figura 3](#).

El presente artículo de revisión se centrará en conocer los avances más actuales del campo de la IA en el ámbito pediátrico, tomando el marco de referencia que ofrece la *Medicina de las 7P*. Se examinarán diversas aplicaciones de la IA en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades pediátricas y se analizará su papel en la atención de la salud, tanto actual como de futuro, y en la gestión eficiente de los recursos asistenciales.

Aplicaciones e investigaciones

En la [tabla 1](#), se puede apreciar un resumen con las características más relevantes de cada artículo científico que se analizará en la presente revisión. La selección de los mismos ha sido en función de lo que se ha considerado más interesante teniendo en cuenta el marco 7P propuesto ([fig. 3](#)). Se han tenido en cuenta diferentes factores como el número de citas de los mismos y las fechas de publicación, así como su encaje en las características de la *Medicina de las 7P* entre otros.

En los últimos años se han desarrollado numerosas aplicaciones de la IA en el campo de la pediatría. Algunos de los avances más relevantes están relacionados con la detección temprana de enfermedades, como en el caso de Hazlett

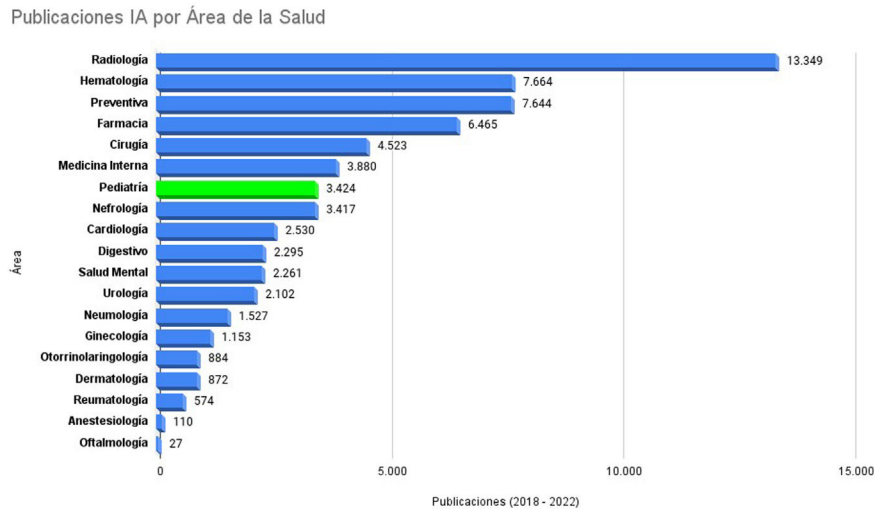


Figura 1 Publicaciones en PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) de IA por especialidad médica en el período 2018-2022.

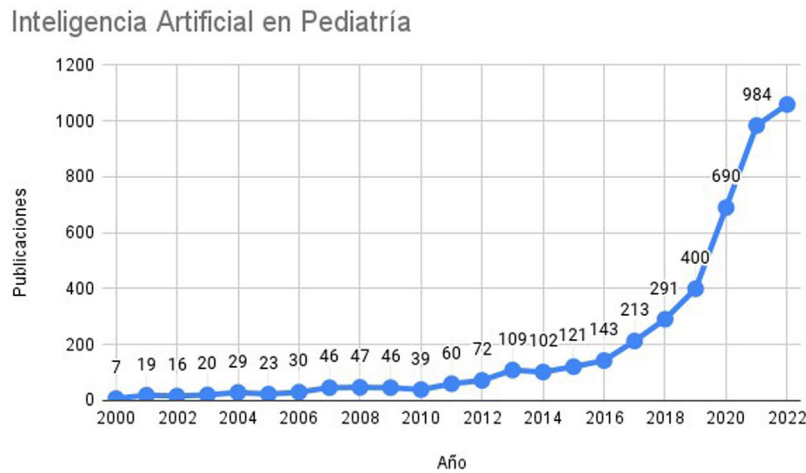


Figura 2 Evolución del número de publicaciones en PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) de IA aplicada al ámbito pediátrico.

Tabla 1 Trabajos analizados en el presente artículo relacionados con su área de afectación en la Medicina 7P. Todas las áreas se encuentran relacionadas entre sí, pero cada investigación se acerca más a uno o 2 determinados campos

Artículo	Predictiva	Preventiva	Personalizada	Precisa	Participativa	Periférica	Poliprofesional
(16)	✓	✓	×	×	×	×	×
(17)	×	✓	×	×	×	×	×
(18)	×	✓	×	✓	×	×	×
(19)	×	×	✓	×	×	×	×
(20)	×	×	×	×	✓	×	✓
(21)	✓	×	×	×	×	✓	×
(22)	×	×	×	×	×	×	×
(23)	×	×	✓	×	×	×	✓
(24)	×	×	×	✓	×	×	✓
(25)	×	×	×	✓	×	×	✓

Para ilustrar esto, el símbolo X indica que la investigación se encuentra relacionada en menor medida que las principales marcadas con ✓.



Figura 3 Marco de la Medicina 7P propuesto.

et al.¹⁶, en la detección de autismo¹⁷ en niños. Se utiliza información sobre imágenes de resonancia magnética. Esta información es procesada por una *Deep Neural Network*¹⁸ para, finalmente, utilizar una *Support Vector Machine*¹⁹ que será la encargada de estimar, con una elevada fiabilidad, si el paciente padecerá o no autismo. El modelo ha sido validado con 179 patrones. La precisión ofrecida es de un 94%, la especificidad es del 88% y la sensibilidad es del 95%.

Otra importante aplicación está relacionada con la detección de ictericia neonatal. En el proyecto²⁰ se hace uso de técnicas de procesamiento de imágenes y técnicas de aprendizaje automático para tratar de detectar ictericia y estimar los niveles de bilirrubina. Los resultados del sistema se compararon con análisis de sangre estándar y mostraron una tasa de éxito del 85%. La captura de datos se puede realizar a través de un simple teléfono inteligente y una tarjeta de calibración de colores que se pone sobre el abdomen.

Otros campos en los que herramientas de la IA está siendo utilizada en pediatría son los relacionados con la imagen (cirugía robótica y estudios de imagen). Recientemente, se validó la última versión del *software* BoneXpert para la evaluación de rutina de la edad ósea en endocrinológica pediátrica²¹.

Existen procesos patológicos en los que resulta de vital importancia la sensibilización del patógeno a los diferentes antibióticos, así como su detección precoz. Es el caso de las infecciones bacterianas graves (IBG) en lactantes febriles. En este ámbito en el que se centra el trabajo de Ramgopal et al.²² se desarrolla un modelo basado en la técnica de *Random Forest* que ha obtenido unos considerables resultados tanto en sensibilidad (99%) como en especificidad (75%), lo que podría conllevar una reducción de procedimientos innecesarios.

Ivy, en 2013, propone un sistema inteligente para la detección de la hipertensión pulmonar pediátrica. En el artículo de Patel et al.²³ se puede apreciar un proceso de

recolección de datos muy exhaustivo que tiene en cuenta diversos factores tanto demográficos como clínicos. Gracias a estos modelos se puede mejorar el uso de los recursos y el triaje de los pacientes pediátricos. El mejor modelo ha sido un *Gradient Boosting Machine* que ha logrado un área bajo la curva *Receiver Operating Characteristic* (AUC)²⁴ de 0,85 en la predicción de la necesidad de hospitalización.

Existen otras publicaciones de carácter más general como el caso de Liang et al.²⁵, que trata de detectar una amplia gama de enfermedades usando de técnicas como *Deep Neural Networks* y *Logistic Regression Classifier*. Los datos, las informaciones y los conocimientos procesados por el sistema desarrollado es muy diverso y heterogéneo, desde los registros electrónicos de salud hasta informes físicos y de laboratorio. Así, se logra obtener una precisión del 0,95 en el diagnóstico de infección respiratoria superior y sinusitis, y una precisión del 0,97 en exacerbaciones agudas de asma entre otras enfermedades.

Se han desarrollado diferentes herramientas para realizar asesoramientos conductuales con IA. Cabe destacar los casos expuestos en Guthold et al.²⁶ en los que se describe que el 80% de los adolescentes en edad escolar no alcanzan el nivel mínimo recomendado de actividad física. Esto es un hecho que se puede cambiar. Herramientas como Tess²⁷, un *chatbot* utilizado en pediatría para realizar el asesoramiento en materia de obesidad y prediabetes de los niños, puede ayudar. Esta herramienta es capaz de brindar apoyo y asesoramiento en comportamiento saludable, como la dieta y la actividad física, a través de conversaciones automatizadas con los usuarios. También ofrece intervenciones basadas en la evidencia y responde a las emociones y preocupaciones reportadas por los usuarios. Un estudio realizado en diferentes universidades de EE. UU.²⁸ muestra que los pacientes están contentos con su uso y ven con muy buenos ojos la disponibilidad sin horario que ofrece esta herramienta.

También existen herramientas capaces de estimar el efecto de un tratamiento sobre un determinado paciente. Se puede ver el caso de Fang et al.²⁹, un estudio que trata de predecir el efecto del tratamiento de ortoqueratología en niños. En este estudio se han identificado factores como la edad, el tiempo de uso de la lente, el tiempo pasado al aire libre o las mediciones de la córnea entre otros. El modelo ha sido desarrollado haciendo uso de *Logistic Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO) y los resultados ofrecidos muestran que este modelo puede ayudar a los oftalmólogos a tomar decisiones clínicas y predecir el efecto del tratamiento.

Otra investigación muy relevante es la realizada en el trabajo de Hernandez et al.³⁰ en el que se analiza el desarrollo y las pruebas de una herramienta automatizada de planificación del tratamiento para una terapia de irradiación craneoespinal pediátrica. Esta herramienta hace uso del aprendizaje profundo para generar autocontornos y guiar el proceso de planificación. Demostrando que esta aplicación genera con éxito los planes de tratamiento para pacientes pediátricos con meduloblastoma. El estudio concluye que, tanto el modelo de autocontorneado como la herramienta de autoplanificación, son efectivos y pueden ser utilizados en la planificación de radioterapia en pacientes pediátricos.

A mayores, como se aprecia en Shah et al.³¹, la generación de modelos de lenguaje natural (modelos de lenguaje profundo LLM utilizando redes generativas tipo GPT) está siendo un campo muy relevante en la actualidad. Existen estudios³² en los que se evalúa el rendimiento de diferentes modelos de lenguaje en tareas de seguimiento de instrucciones basadas en registros médicos electrónicos. Los resultados muestran que las variantes de GPT-4 tienen un mejor rendimiento que los modelos Vicuña y MPT-7B. También se analiza la correlación entre las métricas automatizadas y las clasificaciones humanas, encontrando que COMET muestra la correlación más fuerte. La existencia de una gran cantidad de recursos lingüísticos de índole médica hace posible el desarrollo de este tipo de modelos.

Por último, también es necesario destacar los trabajos que se centran en el tiempo de hospitalización de los pacientes, ayudando a la planificación. Algunos, como el de Elrod et al.³³, tratan de estimar el tiempo que un paciente pediátrico quemado estará en el área de hospitalización. Otorga grandes beneficios a la hora de conocer el estado de salud del mismo y ofrecerle el tratamiento extrahospitalario. No solo es bueno en términos de la calidad asistencial del paciente sino también en términos de gestión de los recursos sanitarios. Conociendo el tiempo de hospitalización, se puede saber cuándo se liberará esa cama para poder ofrecérsela a otro paciente, lo que optimizará el uso del recurso. El modelo desarrollado por el equipo de investigación ha sido un *Random Forest*, que ha obtenido mejores resultados que la regla empírica heurística. Siendo consistente para pacientes con menos de un 20% del cuerpo quemado.

En conclusión, como se puede ver a lo largo de las aplicaciones analizadas, la asistencia para la mejora de la salud se ve muy influido por la *Medicina de las 7P*. Gracias a lo que el paciente percibirá una mejor atención por parte de los profesionales sanitarios y los sistemas públicos de salud serán más sostenibles.

Discusión

En esta revisión, se han expuesto múltiples ejemplos de trabajos actuales relevantes para el campo de estudio de la pediatría. Estos trabajos son aplicables a diferentes partes del proceso asistencial de la *Medicina 7P*. El objetivo es mejorar la calidad asistencial y la sostenibilidad de los sistemas públicos de salud.

Aunque la cantidad de áreas pediátricas estudiadas es muy relevante, existe una gran variedad de ellas que no están analizadas desde la perspectiva de la IA. Las razones están ligadas a la subjetividad de lo observado o a la imposibilidad de conseguir un número suficiente de ejemplos que permitan entrenar al sistema inteligente. Este puede ser el caso de los trastornos del sueño los cuales afectan a una gran parte de la población³⁴ y son causantes de numerosas enfermedades sufridas en etapas posteriores del desarrollo, como se puede ver en los estudios de Kapoor et al.³⁵ o Voci et al.³⁶. Según la AASM, el uso de la IA en este campo puede ser muy beneficiosa³⁷. La IA tiene el potencial de mejorar la eficiencia y precisión de la puntuación del sueño, así como proporcionar una mayor comprensión de los trastornos del sueño. La AASM insiste sobre el hecho de que estas herramientas en ningún caso deben reemplazar al especialista, sino apoyarlo en la toma de decisiones.

Las nuevas herramientas de la IA tipo Gemini^{24,38}, podrían resultar de gran utilidad como herramienta diagnóstica de síndromes de baja prevalencia que se acompañan de alteración de los rasgos faciales. Se han descrito más de 2.000 síndromes que modifican los rasgos faciales y en no pocas ocasiones su detección y clasificación exigen ser valoradas por expertos en dismorfología. Los intentos de categorizar dichos síndromes mediante morfometría geométrica basada en puntos de referencia es observador dependiente y requiere mucho tiempo, y aunque existen herramientas automáticas de localización de dichos puntos de referencia su aplicación se limita al campo de los adultos estudiando la base de datos fotográfica de pacientes con síndrome de Treacher Collins (disostosis mandibulofacial) del Hospital Necker-Enfants Malades en París, lograron definir un proceso para crear modelos de anotación automática adaptados a rostros con anomalías congénitas, un requisito previo esencial para la investigación en dismorfología.

Una de las limitaciones que sin duda se plantearán en el desarrollo de la IA en pediatría será la limitación de datos derivada de poblaciones limitadas de enfermos y las dificultades inherentes al manejo sensible de datos de salud de esos pacientes.

La diabetes tipo 1 puede ser una enfermedad en la que podría ser interesante profundizar con sistemas de la IA. Hoy en día, muchos pacientes pediátricos con diabetes mellitus portan un sistema de monitorización continua de glucosa que aporta una gran cantidad de datos, gráficos y tendencias que podrían ser útiles para los clínicos y para las familias, que en muchas ocasiones son reacias a realizar ajustes en la pauta antes de la consulta por miedo a cometer errores.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, es necesario hacer hincapié en las consideraciones que se muestran en la [tabla 2](#).

Si se resuelven estas 4 cuestiones citadas en la [tabla 2](#), se conseguirá un gran avance no solo en el campo de la

Tabla 2 Consideraciones a atender y resolver en la aplicación de técnicas y conocimientos de la IA

Consideración a atender	Descripción
Ausencia de formación	Es preciso proceder a la alfabetización en la IA de los profesionales de la salud y de los pacientes. Todos ellos han de ser instruidos mínimamente en las repercusiones que se puedan derivar del uso de estas tecnologías. Se deben conocer tanto los riesgos como los beneficios que conlleva, así como ser capaces de usar estas herramientas de forma eficiente como usuarios habituales de las mismas.
La falta de datos, informaciones y conocimientos de calidad	Dificultan la posibilidad de desarrollar modelos de IA que ofrezcan soluciones a problemas del mundo real. Esta problemática no afecta únicamente al ámbito pediátrico, sino que afecta a todos los ámbitos de la IA que se basen en un ámbito socrático; esto es, a partir de ejemplos. Sin una cantidad y calidad suficiente de ejemplos el sistema no podrá aprender y funcionar satisfactoriamente.
Idiosincrasia de los sistemas de IA que actualmente se están utilizando	Tener en cuenta las grandes limitaciones que se encontrarán en todo lo relacionado con la explicabilidad de los resultados obtenidos. Al estar basados en arquitecturas conexionistas y en representaciones distribuidas del conocimiento es de extrema dificultad justificar y explicar los resultados.
Regulación de la implementación y utilización de los sistemas inteligentes	Deben ser, sobre todo, seguros y éticos en su funcionamiento. Han de evitarse los sesgos que pudieran producirse ocasionados por una no rigurosa selección los ejemplos que se vayan a utilizar en el conjunto de entrenamiento. Además, los sistemas desarrollados han de ponerse al alcance, sobre todo, de las capas sociales más desfavorecidas.

IA: inteligencia artificial.

pediatría, sino en la totalidad del ámbito médico y en la sociedad en general.

Conclusiones

La IA está muy presente en el ámbito de la pediatría. Se pueden apreciar su utilidad en diferentes cuestiones que van desde la detección del autismo hasta la predicción del efecto de un tratamiento de ortoqueratología en los pacientes en edad pediátrica.

También se puede percibir que la IA está fuertemente vinculada a la nueva visión del proceso asistencial, modelo de *Medicina de las 7P*, en todas y cada una de sus vertientes.

La IA está avanzando de una forma exponencial. Siendo posible interactuar con algún *chatbot* como el caso de Tess²⁷ para tratar de brindar apoyo y realizar asesoramiento en diferentes materias como la obesidad infantil o la prediabetes. Esto es de vital importancia sobre todo para aquellos pacientes que, dadas las circunstancias, no puedan acudir de forma inmediata a un hospital o atender una cita telefónica en horarios laborales.

La decisión final siempre ha de corresponder al clínico, la IA es una herramienta que tiene la vocación de ser un apoyo a la toma de decisión, asesorando al clínico y a los pacientes en el proceso asistencial, favoreciendo la posibilidad de avanzar en la *Medicina de las 7P*.

Finalmente, es necesario concluir que la cantidad de avances realizados en el ámbito de la IA en pediatría ha sido muy notoria y variada. Estas investigaciones ofrecen numerosas posibilidades que pueden ser implementadas en el ámbito clínico y que mejorarían tanto la calidad asistencial del paciente como la calidad de trabajo del profesional de la salud. Cabe destacar, por último, la necesidad de seguir avanzando para ofrecer nuevas soluciones y mejorar las ya existentes. Un ejemplo de los próximos avances que supondrán un cambio sustancial en estas tecnologías

serán la posibilidad de incorporar imágenes en los Modelos de Lenguaje Profundo (LLM) y en las aplicaciones de «IA generativa» (GPT, Gemini, ...) ((54)).

Como retos a alcanzar se consideran las mejoras en los 4 siguientes aspectos:

1. Formación de los profesionales y usuarios en estas tecnologías.
2. Calidad de los ejemplos para entrenar los modelos de IA.
3. Explicabilidad de los resultados.
4. Regulación del uso de los sistemas de IA.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Ramón, Cajal S. The Croonian lecture.—La fine structure des centres nerveux. Proceedings of the Royal Society of London. 1894;55:444–68, 1904.
2. Hebb D. The organization of behavior. New York: Wiley. 1949.
3. Toole BA, Ada Byron. Lady Lovelace, an analyst and metaphysician. IEEE Annals of the History of Computing. 1996;18:4–12.
4. Turing A. Turing machine. Proc London Math Soc. 1936;242:230–65.
5. Von Neumann J. Probabilistic logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components. Automata studies. 1956;34:43–98.
6. Wiener N. Cybernetics. Scientific American. 1948;179:14–9.
7. Cordeschi R. The discovery of the artificial: Behavior, mind and machines before and beyond cybernetics. Springer Science & Business Media. 2002;28.
8. Craik K. The Nature of Explanation. Cambridge University Press. Cogn Psychol. 1943;42:42–2317.
9. McCulloch WS, Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull Math Biol. 1943;5:115–33.

10. McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shannon CE. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*. 2006;27:12–22.
11. Shortliffe EH. MYCIN: A rule-based computer program for advising physicians regarding antimicrobial therapy selection. Stanford University Ph. D. dissertation. 1974.
12. Weiss S, Kulikowski CA, Safir A. Glaucoma consultation by computer. *Comput Biol Med*. 1978;8:25–40.
13. Widrow B, Lehr MA. 30 years of adaptive neural networks: perceptron, madaline, and backpropagation. *Proceedings of the IEEE*. 1990;78:1415–42.
14. Ethicists S. Stanford Ethicists Developing Guidelines for the Safe Inclusion of Pediatric Data in AI-Driven Medical Research. 2023 [consultado 17 Oct 2023]. Disponible en: <https://hai.stanford.edu/news/stanford-ethicists-developing-guidelines-safe-inclusion-pediatric-data-ai-driven-medical>
15. Sunarti S, Rahman FF, Naufal M, Risky M, Febriyanto K, Masnina R. Artificial intelligence in healthcare: Opportunities and risk for future. *Gac Sanit*. 2021;35:567–70.
16. Hazlett HC, Gu H, Munsell BC, Kim SH, Styner M, Wolff JJ, et al. Early brain development in infants at high risk for autism spectrum disorder. *Nature*. 2017;542:348–51.
17. Lord C, Brugha TS, Charman T, Cusack J, Dumas G, Frazier T, et al. Autism spectrum disorder. *Nature reviews Disease primers*. 2020;6(1):1-23. *mathematical methods in medicine*. 2015:2015.
18. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015;521:436–44.
19. Mammone A, Turchi M, Cristianini N. Support vector machines. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*. 2009;1:283–9.
20. Aydın M, Hardalaç F, Ural B, Karap S. Neonatal jaundice detection system. *J Med Syst*. 2016;40:1–11.
21. Maratova K, Zemkova D, Sedlak P, Pavlikova M, Amaratunga SA, Krasnicanova H, et al. A comprehensive validation study of the latest version of BoneXpert on a large cohort of Caucasian children and adolescents. *Front Endocrinol*. 2023;14:1130580.
22. Ramgopal S, Horvat CM, Yanamala N, Alpern ER. Machine learning to predict serious bacterial infections in young febrile infants. *Pediatrics*. 2020;146.
23. Patel SJ, Chamberlain DB, Chamberlain JM. A machine learning approach to predicting need for hospitalization for pediatric asthma exacerbation at the time of emergency department triage. *Acad Emerg Med*. 2018;25:1463–70.
24. Saeidnia HR. Welcome to the Gemini era: Google DeepMind and the information industry. *Library Hi Tech News*. 2023.
25. Liang H, Tsui BY, Ni H, Valentim CC, Baxter SL, Liu G, et al. Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25:433–8.
26. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020;4:23–35.
27. Fulmer R, Joerin A, Gentile B, Lakerink L, Rauws M, et al. Using psychological artificial intelligence (Tess) to relieve symptoms of depression and anxiety: Randomized controlled trial. *JMIR Ment Health*. 2018;5:e9782.
28. Stephens TN, Joerin A, Rauws M, Werk LN. Feasibility of pediatric obesity and prediabetes treatment support through Tess, the AI behavioral coaching chatbot. *Transl Behav Med*. 2019;9:440–7.
29. Fang J, Zheng Y, Mou H, Shi M, Yu W, Du C. Machine learning for predicting the treatment effect of orthokeratology in children. *Front Pediatr*. 2023;10:1057863.
30. Hernandez S, Nguyen C, Parkes J, Burger H, Rhee DJ, Nether-ton T, et al. Automating the treatment planning process for 3D-conformal pediatric craniospinal irradiation therapy. *Pediatr Blood Cancer*. 2023;70:e30164.
31. Shah NH, Entwistle D, Pfeffer MA. Creation and Adoption of Large Language Models in Medicine. *JAMA*. 2023;330:366–869.
32. Fleming SL, Lozano A, Haberkorn WJ, Jindal JA, Reis EP, Thapa R, et al. MedAlign: A Clinician-Generated Dataset for Instruction Following with Electronic Medical Records. 2023, arXiv preprint arXiv:230814089.
33. Elrod J, Mohr C, Wolff R, Boettcher M, Reinshagen K, Bartels P, et al. Using artificial intelligence to obtain more evidence? Prediction of length of hospitalization in pediatric burn patients. *Front Pediatr*. 2021;8:613736.
34. Meltzer LJ, Williamson AA, Mindell JA. Pediatric sleep health: it matters, and so does how we define it. *Sleep Med Rev*. 2021;57:101425.
35. Kapoor V, Ferri R, Stein MA, Ruth C, Reed J, DelRosso LM. Restless sleep disorder in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Sleep Med*. 2021;17:639–43.
36. Voci A, Bruni O, Ferilli MAN, Papetti L, Tarantino S, Ursitti F, et al. Sleep disorders in pediatric migraine: A questionnaire-based study. *J Clin Med*. 2021;10:3575.
37. Goldstein CA, Berry RB, Kent DT, Kristo DA, Seixas AA, Redline S, et al. Artificial intelligence in sleep medicine: An American Academy of Sleep Medicine position statement. *J Clin Sleep Med*. 2020;16:605–7.
38. Hennocq Q, Bongibault T, Bizière M, Delassus O, Douillet M, Cormier-Daire V, et al. An automatic facial landmarking for children with rare diseases. *Am J Med Genet A*. 2023;191:1210–21.