

# Inteligencia artificial en oftalmología

## *Artificial intelligence in ophthalmology*

J. Zarranz-Ventura, P. Romero-Aroca, MA. Zapata

### Resumen

Los algoritmos de inteligencia artificial (IA) han demostrado ser una solución eficiente para la resolución de tareas concretas como las relacionadas con el procesamiento de datos clínicos, imágenes médicas o la combinación de ambos tipos de datos en las distintas subespecialidades oftalmológicas. Situaciones clínicas como el cálculo de la lente intraocular en cirugía de catarata, el diagnóstico de glaucoma mediante procesamiento de imagen de nervio óptico o el reconocimiento de imágenes de retina en el contexto de los cribados de retinopatía diabética, pueden verse facilitadas y mejoradas con la aplicación de los algoritmos de IA en un futuro próximo. Así mismo, los algoritmos pueden permitir establecer asociaciones con parámetros clínicos estableciendo predicciones de progresión de enfermedad, respuesta a tratamientos, predicciones que pueden ser de mucho interés en la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas de forma individualizada, con el potencial de mejorar los procesos asistenciales y permitiendo el desarrollo de una medicina personalizada.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial. Algoritmo. Oftalmología. Aplicaciones clínicas. Datos.

### Resum

Els algorismes d'intel·ligència artificial (IA) han demostrat ser una solució eficient per a la resolució de tasques concretes com les relacionades amb el processament de dades clíniques, imatges mèdiques o la combinació d'ambdós tipus de dades a les diferents subespecialitats oftalmològiques. Situacions clíniques com el càlcul de la lent intraocular en cirurgia de cataracta, el diagnòstic de glaucoma mitjançant processament d'imatge de nervi òptic o el reconeixement d'imatges de retina en el context dels cribratges de retinopatia diabètica, es poden veure facilitades i millorades amb l'aplicació dels algorismes d'IA en un futur proper. Així mateix, els algorismes poden permetre establir associacions amb paràmetres clínics establint prediccions de progressió de malaltia, resposta a tractaments, prediccions que poden ser de molt interès en la presa de decisions diagnòstiques i terapèutiques de forma individualitzada, amb el potencial de millorar els processos assistencials i permetent el desenvolupament d'una medicina personalitzada.

**Paraules clau:** Intel·ligència artificial. Algorisme. Oftalmologia. Aplicacions clíniques. Dades.

### Abstract

The artificial intelligence (AI) algorithms have proven to be an efficient solution for solving specific tasks such as those related to the processing of clinical data, medical images or the combination of both types of data in the different ophthalmological subspecialties. Clinical situations such as the calculation of the intraocular lens in cataract surgery, the diagnosis of glaucoma through optic nerve image processing or the recognition of retinal images in the context of diabetic retinopathy screenings, can be facilitated and improved with the application of AI algorithms in the near future. Likewise, algorithms can make it possible to establish associations with clinical parameters, establishing predictions of disease progression, response to treatments, predictions that can be of great interest in making diagnostic and therapeutic decisions on an individual basis, with the potential to improve care processes and allowing the development of personalized medicine.

**Key words:** Artificial intelligence. Algorithm. Ophthalmology. Clinical applications. Data.

# 1.1. Inteligencia artificial en oftalmología

## *Artificial intelligence in ophthalmology*

**J. Zarranz-Ventura<sup>1</sup>, P. Romero-Aroca<sup>2</sup>, MA. Zapata<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Hospital Clínic de Barcelona. Fundació de Recerca Biomèdica Clínic-Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (FCRB-IDIBAPS). Universitat de Barcelona. <sup>2</sup>Hospital Universitari Sant Joan de Reus. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona. Institut d'Investigacions Sanitàries Pere Virgili (IISPV). Tarragona. <sup>3</sup>Hospital Vall d'Hebrón. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.

### Correspondencia:

Javier Zarranz-Ventura  
E-mail: [zarranz@clinic.cat](mailto:zarranz@clinic.cat)

## Inteligencia artificial en oftalmología

El término inteligencia artificial (IA) se utiliza para describir la combinación de algoritmos o sistemas informáticos que se utilizan para realizar una tarea determinada imitando la inteligencia humana, y que tienen la particularidad de poder mejorar conforme recopilan información<sup>1</sup>. Los dos enfoques principales de la IA incluyen el aprendizaje automático o *machine learning* (ML) y el aprendizaje profundo o *deep learning* (DL).

El sistema de ML es un subconjunto de la IA que codifica y modifica los parámetros resultantes en respuesta a los datos introducidos al inicio, de forma que permite "aprender" y mejorar la capacidad de clasificación con la repetición del proceso. El objetivo de ML es usar un algoritmo generado por ordenador para hacer predicciones en base a los datos introducidos. Como ejemplo de ML, podemos hacer referencia a Arthur Samuel, un pionero de ML, que lo usó para entrenar un programa para jugar a las damas. Como resultado, el programa venció al campeón mundial de damas<sup>2</sup>.

El sistema de DL es una forma específica de ML que se centra en el uso de múltiples algoritmos para procesar datos de entrada e identificar automáticamente patrones y estructuras dentro de un conjunto de datos determinado. Estas múltiples capas de algoritmos forman una red neuronal convolucional, que tiene como

objetivo replicar la conectividad neuronal del cerebro humano. Por ejemplo, un programa de DL puede identificar una imagen de un plátano de otras frutas, después de ser entrenado a través de un conjunto de redes neuronales que incluyen imágenes de plátanos<sup>3</sup>.

El desarrollo y el uso de la IA en medicina ha aumentado exponencialmente, al ser una profesión que utiliza gran número de datos clínicos e imágenes que deben ser analizadas con celeridad. En los últimos años, la digitalización de la medicina y, sobre todo, de los actos médicos, ha permitido un crecimiento de los registros médicos electrónicos, que acumulan una gran cantidad de información de los pacientes. Sin la IA, existe una barrera importante para filtrar toda esta información, que no es otra que el tiempo requerido para revisar adecuadamente cada elemento individual. Con el advenimiento de la IA, después de desarrollar algoritmos de análisis de datos clínicos, la recopilación y análisis de estos se puede completar en una fracción del tiempo que requeriría si se hiciera manualmente.

Dentro de las distintas especialidades médicas, la oftalmología es una especialidad muy adecuada para la integración de la IA, ya que en ella se utilizan gran cantidad de imágenes de distinta procedencia, como las de segmento anterior (topografía corneal, microscopía corneal, fotografías de segmento anterior, etc.) o las

de segmento posterior (retinografías, tomografía de coherencia óptica, angiografías), además de imágenes de otras pruebas complementarias (campo visual, electroretinograma multifocal o *pattern*, etc.) y pruebas imprescindibles previas a la cirugía, como la biometría. La combinación de estos *datasets* (conjuntos de datos) de imágenes y la gran cantidad de datos clínicos, susceptibles de ser evaluados mediante técnicas de *big data* (macrodatos o análisis masivo de datos), generados en la práctica clínica habitual, hacen de la oftalmología una especialidad idónea para aplicar estos métodos de análisis de datos mediante IA.

Estas características específicas de la especialidad permiten que la telemedicina sea un instrumento importante para poder llegar al mayor número de pacientes potenciales, a los que se puede acceder sin realizar visitas presenciales. Pensemos en los pacientes con diabetes que deben ser evaluados una vez al año o los pacientes con glaucoma o degeneración macular asociada a la edad, enfermedades todas ellas de elevada prevalencia en la población, lo que dificulta el acceso a las visitas presenciales en los centros de oftalmología.

Todo lo comentado en el anterior párrafo ha permitido disponer de gran cantidad de datos clínicos informatizados y de imágenes digitales y pruebas diagnósticas, las cuales, recopiladas a lo largo del tiempo en todas las subespecialidades de la oftalmología, permiten brindar una gran oportunidad para la aplicación del aprendizaje automático.

Además, la oftalmología es una especialidad que es propicia para analizar grandes cantidades de datos, debido a su rápido acceso a imágenes y marcadores objetivos. Los algoritmos de IA aplicados en oftalmología han demostrado ser una solución eficiente para la resolución de tareas concretas, como las relacionadas con el procesamiento de datos clínicos, imágenes médicas o la combinación de ambos tipos de datos en las distintas subespecialidades oftalmológicas.

Situaciones clínicas como el cálculo de la lente intraocular en cirugía de catarata, el diagnóstico de glaucoma mediante procesamiento de imagen de nervio óptico, o el reconocimiento de imágenes de retina en el contexto de los cribados de retinopatía diabética, pueden verse facilitadas y mejoradas con la aplicación de los algoritmos de IA en un futuro próximo<sup>4</sup>.

Así mismo, más allá de la optimización de estos procesos, los algoritmos pueden permitir establecer asociaciones con parámetros

clínicos de interés, tanto oculares como sistémicos, en lo que se conoce como rendimiento sobrehumano, estableciendo predicciones de progresión de enfermedad, respuesta a tratamientos o identificación de datos, como la edad, el sexo, etc., a partir de imágenes médicas, más allá de lo perceptible por el clínico. Esta información puede ser de mucho interés a corto plazo en la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas en cada paciente individual, con el potencial de mejorar los procesos asistenciales y permitiendo el desarrollo de una medicina personalizada<sup>5</sup>.

Otra gran ventaja de la oftalmología es poder disponer de gran cantidad de imágenes diagnósticas de las distintas enfermedades que afectan a los ojos. Esto ha permitido generar bases de datos, muchas de ellas públicas, que se han utilizado para generar distintos algoritmos diagnósticos. Así, en imágenes de retina, tenemos la base de datos MESSIDOR<sup>6</sup> y la EYEPACS<sup>7</sup>, ambas han sido extensamente utilizadas para desarrollar algoritmos de lectura de imágenes.

Otras bases de datos importantes son el *Intelligent Research in Sight registry* (IRIS) auspiciado por la Academia Americana de Oftalmología, que es uno de los conjuntos de datos clínicos más grandes que incluye datos demográficos, enfermedades y tratamientos en oftalmología<sup>8</sup>. La base de datos *Smart Eye Database*<sup>9</sup> almacena registros médicos electrónicos de pacientes de oftalmología que están estratificados por afecciones oculares. Los conjuntos de datos como IRIS y *Smart Eye Database* nos permiten apreciar correlaciones sutiles, realizar estudios multicéntricos, incorporar análisis multimodales, identificar patrones de imágenes novedosos y aumentar el poder de los estudios, todo lo cual puede no ser posible con conjuntos de datos más pequeños. Como lo describen Joshi *et al.*<sup>10</sup>, esta gran colección de información médica, o *big data*, sirve como un sustrato perfecto para que la IA, el ML y el DL, desarrollen y ejecuten algoritmos a una escala que nunca hubiera sido posible con anterioridad<sup>11</sup>. Además, la precisión requerida al realizar una cirugía oftálmica puede promover la aplicación de tecnologías robóticas para mejorar los resultados quirúrgicos y la seguridad del paciente.

La reciente pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la necesidad de disponer de técnicas de telemedicina con el soporte de la IA para poder llegar hasta los pacientes en aquellos casos de dificultad de realización de las visitas presenciales. Esta capacidad va ligada al desarrollo de dispositivos portátiles de bajo coste para la captura de imágenes, que posibilitan llegar a

zonas remotas, aumentando la cobertura de población evaluada con estos sistemas. Es pues un reto para la oftalmología de los próximos años implementar la telemedicina en nuevas áreas de actuación con el soporte de la IA.

## Bibliografía

1. Zarranz-Ventura J, Bernal-Morales C, Saenz de Viteri M, Castro Alonso FJ, Urcola JA. Artificial intelligence and ophthalmology: Current status. *Arch Soc Esp Ophthalmol*. 2021;96(8):399-400.
2. Wiederhold G, McCarthy J. Arthur Samuel: Pioneer in Machine Learning. *IBM J Res Dev*. 1992;36(3):329-31.
3. Srivastava O, Tennant M, Grewal P, Rubin U, Seamone M. Artificial intelligence and machine learning in ophthalmology: A review. *Indian J Ophthalmol*. 2023;71(1):11-7.
4. Chou YB, Kale AU, Lanzetta P, Aslam T, Barratt J, Danese C, *et al*. Current status and practical considerations of artificial intelligence use in screening and diagnosing retinal diseases: Vision Academy retinal expert consensus. *Curr Opin Ophthalmol*. 2023;2023.
5. Danese C, Kale AU, Aslam T, Chou YB, Eldem B, Eter N, *et al*. The impact of artificial intelligence on retinal disease management: Vision Academy retinal expert consensus. *Curr Opin Ophthalmol*. 2023.
6. Messidor. En: Adcis.net. ADCIS. [Fecha de acceso: 9 May 2023]. Disponible en: <https://www.adcis.net/en/third-party/messidor/>
7. Data Analysis. En: Eyepacs.com. EYEPACS Picture Archive Communications System. [Fecha de acceso: 9 May 2023]. Disponible en: <http://www.eyepacs.com/data-analysis>
8. Chiang MF, Sommer A, Rich WL, Lum F, Parke DW. The 2016 American Academy of Ophthalmology IRIS® Registry (Intelligent Research in Sight) Database: Characteristics and Methods. *Ophthalmology*. 2018;125(8):1143-8.
9. Kortüm KU, Müller M, Kern C, Babenko A, Mayer WJ, Kampik A, *et al*. Using Electronic Health Records to Build an Ophthalmologic Data Warehouse and Visualize Patients' Data. *Am J Ophthalmol*. 2017;178:84-93.
10. Joshi S, Vibhute G, Ayachit A, Ayachit G. Big data and artificial intelligence - Tools to be future ready? *Indian J Ophthalmol*. 2021;69(7):1652-3.
11. Lee CS, Brandt JD, Lee AY. Big Data and Artificial Intelligence in Ophthalmology: Where Are We Now? *Ophthalmol Sci*. 2021;1(2):100036.