

Cribado en población sana

Screening in healthy population

MÁ. Zapata

Resumen (Resumen generado con ChatGPT)

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta prometedora en el campo de la oftalmología, especialmente en el cribado y detección temprana de enfermedades oculares en la población general.

Tradicionalmente, el cribado de enfermedades oculares en población general se ha realizado utilizando cámaras no midriáticas. Sin embargo, su implementación ha sido limitada, debido a la falta de coste-efectividad de una lectura humana en personas aparentemente sanas. Estas cámaras se han utilizado principalmente en el cribado del glaucoma y la detección de edema de papila en poblaciones con síntomas neurológicos o con difícil acceso a oftalmólogos. En estudios recientes, se ha demostrado la utilidad de las cámaras no midriáticas en el cribado de pacientes asintomáticos que acuden a revisiones laborales periódicas. Se han encontrado diversas patologías, como nevus coroideos, signos de alta miopía, alteraciones pigmentarias maculares y papilas sospechosas de glaucoma.

Otro enfoque prometedore es el uso de dispositivos adaptados a teléfonos móviles para capturar imágenes de la retina. Aunque los resultados de los estudios son alentadores, actualmente no existen en el mercado herramientas que permitan obtener imágenes de calidad sin la necesidad de dilatar la pupila. Sin embargo, se han realizado avances en el uso de *smartphones* y adaptadores para capturar imágenes de la retina en niños prematuros, con resultados comparables a los obtenidos con cámaras infantiles de campo amplio.

En cuanto al cribado con tomografía de coherencia óptica (OCT), su uso está menos extendido, debido al coste de los equipos y la realización de la prueba. Sin embargo, se han realizado estudios para evaluar su utilidad en la población general. Estos estudios han revelado la presencia de alteraciones vitreomaculares en un porcentaje significativo de la población mayor de 50 años, aunque en su mayoría se trataba de adherencias vitreoretinianas sin tracción.

El uso de la IA puede ayudar a reducir los costes asociados a la lectura de este tipo de pruebas, lo que las haría más coste-efectivas en la población general. Se han desarrollado algoritmos de IA para el análisis de imágenes de cámaras no midriáticas y OCT, con altos niveles de precisión, sensibilidad y especificidad en la detección de diversas enfermedades oculares.

Palabras clave: Inteligencia artificial. Cribado de población general. Enfermedades oculares.

Resum

L'ús de la intel·ligència artificial (IA) s'ha convertit en una eina prometedora en el camp de l'oftalmologia, especialment en el cribratge i la detecció precoç de malalties oculars en la població general.

Tradicionalment, el cribratge de malalties oculars en la població general s'ha realitzat utilitzant càmeres no midriàtiques. No obstant això, la seva implementació ha estat limitada a causa de la manca de cost-efectivitat de la interpretació humana en persones aparentment saludables. Aquestes càmeres s'han utilitzat principalment en el cribratge del glaucoma i la detecció d'edemes de papil·la en poblacions amb símptomes neurològics o amb accés limitat a oftalmòlegs. En estudis recents, s'ha demostrat la utilitat de les càmeres no midriàtiques en el cribratge de pacients asintomàtics que acudeixen a revisions laborals periòdiques. S'han trobat diverses patologies com nevus coroidals, signes d'alta miopia, alteracions pigmentàries maculars i papil·les sospitoses de glaucoma.

Una altra aproximació prometedora és l'ús de dispositius adaptats a telèfons mòbils per capturar imatges de la retina. Tot i que els resultats dels estudis són encoratjadors, actualment no hi ha eines disponibles al mercat que permetin obtenir imatges de qualitat sense necessitat de dilatar la pupil·la. No obstant això, s'han realitzat avenços en l'ús de *smartphones* i adaptadors per capturar imatges de la retina en nadons prematurs, amb resultats comparables als obtinguts amb càmeres infantils de camp ampli.

Pel que fa al cribratge amb tomografia de coherència òptica (OCT), el seu ús està menys estès a causa del cost dels equips i la realització de la prova. No obstant això, s'han realitzat estudis per avaluar la seva utilitat en la població general. Aquests estudis han revelat la presència

d'alteracions vitreomaculars en un percentatge significatiu de la població major de 50 anys, encara que en la seva majoria es tractava d'adherències vitreoretinianes sense tracció.

L'ús de la IA pot ajudar a reduir els costos associats a la interpretació d'aquests tipus de proves, el que les faria més cost-efectives en la població general. S'han desenvolupat algorismes d'IA per a l'anàlisi d'imatges de càmeres no midríatíques i OCT, amb alts nivells de precisió, sensibilitat i especificitat en la detecció de diverses malalties oculars.

Paraules clau: Intel·ligència artificial. Cribatge de població general. Malalties oculars.

Abstract

The use of artificial intelligence (AI) has become a promising tool in the field of ophthalmology, particularly in the screening and early detection of ocular diseases in the general population.

Traditionally, screening for ocular diseases in the general population has been done using non-mydriatic cameras. However, their implementation has been limited due to the lack of cost-effectiveness of human interpretation in apparently healthy individuals. These cameras have been primarily used in glaucoma screening and the detection of papillary edema in populations with neurological symptoms or limited access to ophthalmologists. In recent studies, the utility of non-mydriatic cameras in screening asymptomatic patients attending regular occupational health check-ups has been demonstrated. Various pathologies such as choroidal nevi, signs of high myopia, macular pigmentary abnormalities, and optic discs suspicious for glaucoma have been found.

Another promising approach is the use of devices adapted to mobile phones to capture retinal images. Although the results of studies are encouraging, currently there are no tools available in the market that allow for high-quality imaging without the need for pupillary dilation. However, progress has been made in the use of smartphones and adapters to capture retinal images in premature infants, with results comparable to those obtained with wide-field infant cameras.

Regarding screening with optical coherence tomography (OCT), its use is less widespread due to the cost of equipment and testing. However, studies have been conducted to evaluate its utility in the general population. These studies have revealed the presence of vitreomacular abnormalities in a significant percentage of the population over 50 years old, although mostly non-tractional vitreoretinal adhesions.

The use of AI can help reduce the costs associated with the interpretation of these types of tests, making them more cost-effective in the general population. AI algorithms have been developed for the analysis of non-mydriatic camera and OCT images, with high levels of accuracy, sensitivity, and specificity in the detection of various ocular diseases.

Key words: Artificial intelligence. General population screening. Eye diseases.

3.4. Cribado en población sana

Screening in healthy population

MÁ. Zapata

Hospital Vall de Hebrón. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.

Correspondencia:

Miguel Angel Zapata

E-mail: zapatavictori@hotmail.com

Introducción

Cribado con cámara no midriática, no inteligencia artificial en población general

Desde hace más de 30 años, el uso de cámaras no midriáticas es un estándar para el cribado de la retinopatía diabética (RD) en población diabética conocida, pero hay pocos estudios que lo hayan utilizado en población general, probablemente por la ausencia de coste-efectividad de una lectura humana en población, *a priori*, sana. Los principales estudios en población general, se han realizado para el cribado del glaucoma, o mejor dicho, de la neuropatía óptica asociada a glaucoma, para la detección de edema de papila en población con síntomas neurológicos y en poblaciones rurales con difícil acceso a los oftalmólogos. A este nivel son reconocidos los estudios de Miller *et al.* para la detección del glaucoma en Nepal, y el proyecto Glaucoma Philadelphia^{1,2}.

Aunque estos estudios concluyeron que es posible cribar la papila sospechosa de glaucoma mediante la cámara no midriática, la realidad es que no es una práctica extendida. El uso de cámaras no midriáticas en pacientes con urgencias neurológicas también ha sido publicado por Alm *et al.*³, aunque de nuevo no supone un procedimiento estandarizado, probablemente por la dificultad de una lectura humana disponible 24/7. La lectura humana por médicos no oftalmólogos presenta una baja sensibilidad y espe-

cificidad aceptable⁴. En cualquier caso, los autores concluyen que es más precisa la evaluación de la imagen de cámara no midriática que la realización de una fundoscopia directa⁵.

Se ha publicado en los últimos años la utilización de cámara no midriáticas con lectura humana en pacientes que acuden a revisiones en el ambiente laboral⁶. Se trataban de pacientes asintomáticos que acudían a sus revisiones laborales periódicas. La realización de imágenes de fondo de ojo mediante cámaras no midriáticas detectó un 7,8% de patología, principalmente la presencia de nevus coroideos, signos de alta miopía, alteraciones pigmentarias maculares y papilas sospechosas de glaucoma.

En los últimos años, han proliferado los estudios que valoran imágenes de la retina captadas con dispositivos adaptados al teléfono móvil⁷. Si bien los resultados de los estudios son esperanzadores, al menos hasta la fecha, los autores no encontramos en el mercado herramientas que nos permitan realizar imágenes de calidad con adaptadores para *smartphone* (teléfono inteligente), la mayoría necesitan midriasis farmacológica y realizan captaciones de unos 20° de la retina central⁸. Existen también publicaciones sobre el uso de *smartphones* y adaptadores para captar imágenes de la retina en niños prematuros, con lectura humana, con sensibilidades y especificidades similares a cámaras infantiles de campo amplio⁹.

Cribado con OCT, no inteligencia artificial en población general

El uso de cribados con OCT está menos extendido que con las cámaras no midriáticas, principalmente por el coste que representa la adquisición de los equipos y la realización de la prueba. Encontramos en la literatura estudios que han evaluado su utilidad en la población general. El estudio de Jacob *et al.* describió la presencia de alteraciones vitreomaculares en un 18% de la población belga que eran mayores de 50 años¹⁰, aunque en su mayoría se trataba de adherencias vitreoretinianas sin tracción. Estas adherencias no patológicas fueron también muy frecuentes (29% de la población mayor de 45 años) en un estudio realizado en España, llevado a cabo por la Sociedad Española de Retina y Vítreo. En este trabajo, las anormalidades fueron del 1,6%¹¹.

No parece que la realización de OCT en población general, asintomática, sea coste-efectivo para la detección de las principales enfermedades oftalmológicas, aunque hay indicios de que podría serlo en aquellos pacientes que van a ser intervenidos de cataratas¹².

Métodos de cribado con inteligencia artificial

El uso de la IA puede permitir rebajar los costes asociados a la lectura de este tipo de pruebas, tanto de las imágenes de cámaras no midriáticas como de los estudios mediante OCT, pudiendo hacerlas coste-efectivas en población general.

Uso de CNM

Chufeng Gu *et al.*¹³ publican un cribado mediante imágenes de cámara no midriática en pacientes que acudieron a su centro de atención primaria por *discomfort* (malestar) ocular. El protocolo que realizaron fue la toma de una retinografía centrada entre la mácula y el disco, entre 45 y 50°. El *ground truth* (referencia) lo estableció la lectura de dos especialistas en retina y el desempate de un tercer especialista en caso de necesidad. Las alteraciones que estudiaron fueron 14: RD derivable, retinopatía hipertensiva derivable, papila sospechosa de glaucoma, miopía patológica, oclusión venosa de la retina, desprendimiento de retina, agujero macular, esquisis macular, membrana epirretiniana, retinosis pigmentosa, drusas (>65 µm), neovascularización coroidea y atrofia geográfica.

El estudio incluyó 4.795 pacientes con unas cifras muy altas de especificidad y sensibilidad.

En líneas similares, encontramos las publicaciones de grupos asiáticos, como las de Li y Dong^{14,15}. Se trata de cribados mediante cámara no midriática que se realizan de forma oportunista en pacientes que acuden al hospital o al centro médico, en los que se descartan mediante algoritmos de IA las principales enfermedades de la retina central y la papila sospechosa de glaucoma. Todos estos estudios presentan un número alto de pacientes, y en todos los niveles de precisión, para las principales lesiones, son superiores al 90%, con altos valores también de sensibilidad y especificidad.

Uso de OCT

Bai *et al.*¹⁶ estudiaron la detección de 15 lesiones diferentes de la retina con el uso de OCT en pacientes que acudieron a centros de primaria y que voluntariamente accedieron a participar en el estudio.

Las alteraciones que estudiaron fueron: desprendimiento del epitelio pigmentario, desprendimiento de vítreo posterior, membrana epirretiniana, fluido subretiniano, neovascularización coroidea, drusas, retinosquias, edema macular quístico, exudación, agujero macular, desprendimiento de retina, disrupción de capa elipsoide, excavación coroidea focal, atrofia coroidea y hemorragia retiniana. Obtuvieron áreas bajo la curva de sus algoritmos (0,891-0,997) con una alta sensibilidad (87,65-100%) y especificidad (80,12-99,41%), concluyendo la importante utilidad que podrían tener estos sistemas en el cribado poblacional.

Están en marcha proyectos para evaluar la eficacia y la eficiencia del uso de OCT con lectura mediante IA en pacientes que acuden a centros ópticos en el Reino Unido¹⁷. Se trata de un trabajo supervisado por oftalmólogos del Moorfields, donde realizarán una comparativa entre el uso de la IA y la telemedicina *versus* la consulta oftalmológica convencional.

Otros cribados oportunistas

Babenko *et al.*¹⁸ establecieron un estudio oportunista en aquellos pacientes diabéticos que acudían a su revisión de retina, a los que realizaron un estudio mediante fotografía del segmento anterior del ojo. En estas imágenes, no solo intentaron detectar la presencia

de RD, sino también la existencia de cataratas y los niveles altos de algunas moléculas, como la HbA1C.

Pese a que los niveles de precisión no son tan altos como con las imágenes de retina o el uso de OCT, este estudio abre la puerta al uso de la IA con otros tipos de imágenes que podrían ser captadas por teléfonos móviles y por parte de personal no cualificado.

Conclusiones

En resumen, la IA ha demostrado ser una herramienta prometedora en el cribado y detección temprana de enfermedades oculares en la población general. Tanto las cámaras no midriáticas como el OCT han mostrado utilidad en este contexto, y el uso de la IA puede mejorar aún más su eficacia y coste-efectividad. Sin embargo, se requiere una validación rigurosa y una implementación cuidadosa de estas tecnologías en la práctica clínica para garantizar resultados óptimos y mejorar la atención ocular en la población.

Bibliografía

1. Miller SE, Thapa S, Robin AL, Niziol LM, Ramulu PY, Woodward MA, *et al.* Glaucoma Screening in Nepal: Cup-to-Disc Estimate With Standard Mydriatic Fundus Camera Compared to Portable Nonmydriatic Camera. *Am J Ophthalmol.* 2017;182:99-106.
2. Waisbourd M, Bond EA, Sullivan T, Hu WD, Shah SB, Molineaux J, *et al.* Evaluation of Nonmydriatic Hand-held Optic Disc Photography Grading in the Philadelphia Glaucoma Detection and Treatment Project. *J Glaucoma.* 2016;25(5):e520-5.
3. Alm M, Hautala N, Bloigu R, Huhtakangas J. Comparison of optic disc evaluation methods in neurology emergency patients. *Acta Neurol Scand.* 2019;140(6):449-51.
4. Bruce BB, Thulasi P, Fraser CL, Keadey MT, Ward A, Heilpern KL, *et al.* Diagnostic accuracy and use of nonmydriatic ocular fundus photography by emergency physicians: phase II of the FOTO-ED study. *Ann Emerg Med.* 2013;62(1):28-33.e1.
5. Bruce BB, Bioussé V, Newman NJ. Nonmydriatic ocular fundus photography in neurologic emergencies. *JAMA Neurol.* 2015;72(4):455-9.
6. Zapata MA, Martín R, García-Arumí C, Fonollosa A, Flores-Moreno I, Gallego-Pinazo R, *et al.* Remote screening of retinal and optic disc diseases using handheld nonmydriatic cameras in programmed routine occupational health checkups onsite at work centers. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(3):575-583.
7. Cheng D, Babji R, Cabrera D, Yuan M, Port A, Mckenney AS, *et al.* Effective Low-Cost Ophthalmological Screening With a Novel iPhone Fundus Camera at Community Centers. *Cureus.* 2022;14(8):e28121.
8. Yusuf AM, Lusobya RC, Mukisa J, Batte C, Nakanjako D, Juliet-Sengeri O. Validity of smartphone-based retinal photography (PEEK-retina) compared to the standard ophthalmic fundus camera in diagnosing diabetic retinopathy in Uganda: A cross-sectional study. *PLoS One.* 2022;17(9):e0273633.
9. Sosa Lockward JA, Abreu Arbaje N, García Méndez M, Juan A, Sosa Peña JA, Batlle Pichardo JF. Telemedicine in retinopathy of prematurity: Crossing borders in pediatric vision health. TELEROP study. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2022;97(10):543-8.
10. Jacob J, Stalmans P. Prevalence of Vitreoretinal Interface Abnormalities as Detected by Spectral-Domain Optical Coherence Tomography. *Ophthalmologica.* 2016;236(2):81-7.
11. Zapata MA, Figueroa MS, Esteban González E, Huguet C, Giralt J, Gallego Pinazo R, *et al.* Prevalence of Vitreoretinal Interface Abnormalities on Spectral-Domain OCT in Healthy Participants over 45 Years of Age. *Ophthalmol Retina.* 2017;1(3):249-54.
12. Leung EH, Gibbons A, Koch DD. Cost-Effectiveness of Preoperative OCT in Cataract Evaluation for Multifocal Intraocular Lens. *Ophthalmology.* 2020;127(7):859-65.
13. Gu C, Wang Y, Jiang Y, Xu F, Wang S, Liu R, *et al.* Application of artificial intelligence system for screening multiple fundus diseases in Chinese primary healthcare settings: a real-world, multicentre and cross-sectional study of 4795 cases. *Br J Ophthalmol.* 2023;bjo-2022-322940.
14. Li F, Pan J, Yang D, Wu J, Ou Y, Li H, *et al.* A Multicenter Clinical Study of the Automated Fundus Screening Algorithm. *Transl Vis Sci Technol.* 2022;11(7):22.
15. Dong L, He W, Zhang R, Ge Z, Wang YX, Zhou J, *et al.* Artificial Intelligence for Screening of Multiple Retinal and Optic Nerve Diseases. *JAMA Netw Open.* 2022;5(5):e229960.
16. Bai J, Wan Z, Li P, Chen L, Wang J, Fan Y, *et al.* Accuracy and feasibility with AI-assisted OCT in retinal disorder community screening. *Front Cell Dev Biol.* 2022;10:1053483.
17. Han JED, Liu X, Bunce C, Douiri A, Vale L, Blandford A, *et al.* Teleophthalmology-enabled and artificial intelligence-ready referral pathway for community optometry referrals of retinal disease (HERMES): a Cluster Randomised Superiority Trial with a linked Diagnostic Accuracy Study-HERMES study report 1-study protocol. *BMJ Open.* 2022;12(2):e055845.
18. Babenko B, Mitani A, Traynis I, Kitade N, Singh P, Maa AY, *et al.* Detection of signs of disease in external photographs of the eyes via deep learning. *Nat Biomed Eng.* 2022;6(12):1370-83.