

A Deep Learning Algorithm to Quantify Neuroretinal Rim Loss From Optic Disc Photographs

Ataque C. Thompson, Alessandro A. Jammal, and Felipe A. Medeiros



COMENTARIOS

La tarea de valorar fotografías de discos ópticos es notoriamente lenta y requiere mucho tiempo para el observador humano.

Los algoritmos de aprendizaje profundo pueden ofrecer un mecanismo alternativo conveniente y preciso para interpretar esas fotografías. Tales algoritmos pueden eventualmente descartar la dependencia del examinador.

Sin embargo, los algoritmos de aprendizaje automático para la detección del glaucoma basados en fotografías de discos ópticos hasta ahora publicados se habían desarrollado utilizando fotografías que habían sido valoradas por el ser humano.

La dependencia de las valoraciones subjetivas para un estándar de referencia presenta varios dilemas. Se ha demostrado que la valoración humana tiene una reproducibilidad y una confiabilidad escasa entre evaluadores. Además, los clínicos tienden a infra-diagnosticar glaucoma en ojos con discos ópticos pequeños y en miopes, y a sobre-diagnosticarlo en ojos con copas fisiológicas grandes. Por lo tanto, si las valoraciones humanas subjetivas parten como patrón para entrenar una red neuronal, el algoritmo de aprendizaje profundo resultante dará un diagnóstico similar y por tanto erróneo.

Este estudio transversal, que ha englobado 9282 pares de fotografías de discos ópticos y escáneres de la cabeza del nervio óptico de 927 ojos de 490 sujetos, ha desarrollado y validado una novedosa red neuronal de aprendizaje profundo en glaucoma que consigue cuantificar, analizando una fotografía del disco óptico, la cantidad de daño neuroretiniano, y lo ha logrado diseñando un algoritmo que, tras evaluar fotografías de discos ópticos glaucomatosos, de discos sospechosos de glaucoma y de discos sanos, es capaz de predecir con precisión la relación entre la anchura mínima del anillo y la apertura de la membrana de Bruch (BMO-MRW) a través de la tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (SDOCT).

La SDOCT proporciona información estructural cuantitativa sobre el disco óptico y su tejido circundante. Dichos datos cuantitativos derivados de mediciones estructurales de la cabeza del nervio óptico pueden proporcionar un estándar de referencia mejor para el desarrollo de redes neuronales que las clasificaciones cualitativas del disco óptico basadas en las fotografías del fondo de ojo. El ancho mínimo del anillo en relación con la apertura de la membrana de Bruch (BMO-MRW) es un parámetro bastante nuevo que se ha introducido para la evaluación del anillo neuroretiniano en la SDOCT. El BMO-MRW se define como la distancia mínima entre la membrana limitante interna y la apertura más interna de la membrana de Bruch dentro de los escáneres SDOCT promediados alrededor del disco.

Varios estudios han sugerido que BMO-MRW es al menos tan preciso e incluso más sensible que la capa de fibras (RNFL) y otros parámetros basados en el anillo para diagnosticar glaucoma. BMO-MRW ha demostrado una correlación muy fuerte con la pérdida del campo visual en el glaucoma. Además, BMO-MRW puede ser particularmente sensible para la identificación del glaucoma temprano y de los sospechosos de glaucoma, por lo que es una medida potencialmente útil para la detección.

Estos hallazgos pueden tener implicaciones importantes para el valor diagnóstico de las fotografías del fondo de ojo en el cribado del glaucoma, especialmente en entornos de bajos recursos.

Este estudio ha demostrado también que estos valores estructurales predichos se correlacionan significativamente con la pérdida de campo visual en la perimetría automatizada estándar

Am J Ophthalmol. 2019 May;201:9-18. doi: 10.1016/j.ajo.2019.01.011. Epub 2019 Jan 26.

Comentario realizado por la **Dra. Carolina Pallás**. CTIG - CENTRO MÉDICO TEKNON; ILO OFTALMOLOGÍA.

ABSTRACT

PURPOSE: To train a deep learning (DL) algorithm that quantifies glaucomatous neuroretinal damage on fundus photographs using the minimum rim width relative to Bruch membrane opening (BMO-MRW) from spectral-domain optical coherence tomography (SDOCT).

DESIGN: Cross-sectional study.

METHODS: A total of 9282 pairs of optic disc photographs and SDOCT optic nerve head scans from 927 eyes of 490 subjects were randomly divided into the validation plus training (80%) and test sets (20%). A DL convolutional neural network was trained to predict the SDOCT BMO-MRW global and sector values when evaluating optic disc photographs. The predictions of the DL network were compared to the actual SDOCT measurements. The area under the receiver operating curve (AUC) was used to evaluate the ability of the network to discriminate glaucomatous visual field loss from normal eyes.

RESULTS: The DL predictions of global BMO-MRW from all optic disc photographs in the test set (mean \pm standard deviation [SD]: 228.8 \pm 63.1 μ m) were highly correlated with the observed values from SDOCT (mean \pm SD: 226.0 \pm 73.8 μ m) (Pearson's $r = 0.88$; $R^2 = 77\%$; $P < .001$), with mean absolute error of the predictions of 27.8 μ m. The AUCS for discriminating glaucomatous from healthy eyes with the DL predictions and actual SDOCT global BMO-MRW measurements were 0.945 (95% confidence interval [CI]: 0.874-0.980) and 0.933 (95% CI: 0.856-0.975), respectively ($P = .587$).

CONCLUSIONS: A DL network can be trained to quantify the amount of neuroretinal damage on optic disc photographs using SDOCT BMO-MRW as a reference. This algorithm showed high accuracy for glaucoma detection, and may potentially eliminate the need for human gradings of disc photographs. (Am J Ophthalmol graders time-c to scree ings has Numer disc p and fa graders Nev graphs of rece learnin on optic disc pho- retinal Li an networ piciou While ings 2019; 201: 9-18. 2019 Elsevier Inc. All rights reserved.)