Desarrollo y validación de una escala predictiva de discapacidad visual asociada al glaucoma crónico simple de ángulo abierto

DOI:10.5281/zenodo.22935674
SANUM 2026, 10(4) 48-59

Cómo citar este artículo

Rodríguez Báez LE, Burgal Cintra CJ, Montes Fong HS, González Orza Y.
Desarrollo y validación de una escala predictiva de discapacidad visual asociada al glaucoma crónico simple de ángulo abierto
SANUM 2026, 10(4) 48-59
DOI: 10.5281/zenodo.22935674

© Los autores. Publicado por SANUM: Revista Científico-Sanitaria bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es

AUTORES

Lesbia Eloina Rodríguez Báez[1] (0000-0003-1289-0605)

Carmen Juana Burgal Cintra[2] (0000-0002-0865-0396)

Héctor Santiago Montes Fong[3] (0000-0001-6827-0232)

Yargelis González Orza[4] (0000-0003-0780-9286)

Afiliación:

[1] Hospital General Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba, Cuba.
[2] Instituto de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Cuba.
[3] Policlínico Docente Pablo Montalbán. Palma Soriano, Santiago de Cuba, Cuba.
[4] Policlínico Docente Alberto Fernández Montes de Oca. Servicio de Oftalmología. San Luis, Santiago de Cuba, Cuba.

Autor de Correspondencia:

Lesbia Eloina Rodríguez Báez.

lesbiaylaura@gmail.com

Resumen

Introducción: El glaucoma crónico simple de ángulo abierto es la segunda causa de ceguera irreversible mundial. No existen suficientes herramientas predictivas de discapacidad visual por esta entidad validadas para población argelina.

Objetivo: desarrollar una escala predictiva de discapacidad visual por glaucoma crónico simple de ángulo abierto, basada en un modelo de regresión logística construido y validado en la población del Establecimiento Hospitalario Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba de Djelfa.

Material y Método: Estudio analítico observacional de casos y controles no apareado, de base hospitalaria. Se incluyeron 96 casos con discapacidad visual y 193 controles sin discapacidad visual, todos con diagnóstico confirmado de glaucoma crónico simple de ángulo abierto. Se construyó un modelo de regresión logística incondicional binaria con 11 variables independientes. La escala predictiva se desarrolló mediante el método de Sullivan. El rendimiento del modelo se evaluó mediante el área bajo la curva ROC con validación interna por bootstrap de 1000 muestras.

Resultados: Se identificaron cuatro predictores independientes de discapacidad visual: presión intraocular (OR=1,92; IC95%: 1,52-2,42; p<0,001), espesor corneal central (OR=0,984; IC95%: 0,974-0,995; p=0,004), miopía moderada (OR=12,65; IC95%: 3,97-40,33; p<0,001) y diabetes mellitus (OR=3,48; IC95%: 1,54-7,83; p=0,003). El modelo presentó excelente capacidad discriminativa (AUC=0,937; IC95%: 0,909-0,964), adecuada calibración (Hosmer-Lemeshow p=0,470) y alto poder explicativo (R^2Nagelkerke=0,696).

Conclusiones: La escala predictiva permitió la estratificación del riesgo de discapacidad visual por glaucoma crónico simple de ángulo abierto en población argelina, con rendimiento diagnóstico superior a los modelos internacionales existentes.

Palabras clave:

Glaucoma de Ángulo Abierto;
Personas con Discapacidad Visual;
Presión Intraocular;
Regresión Logística.

Development and validation of a predictive scale for visual impairment associated with chronic simple open-angle glaucoma

DOI:10.5281/zenodo.22935674
SANUM 2026, 10(4) 48-59

How to cite this article

Rodríguez Báez LE, Burgal Cintra CJ, Montes Fong HS, González Orza Y.
Development and validation of a predictive scale for visual impairment associated with chronic simple open-angle glaucoma.
SANUM 2026, 10(4) 48-59
DOI: 10.5281/zenodo.22935674

© The authors. Published by SANUM: Revista Científico-Sanitaria under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Abstract

Introduction: *Chronic simple open-angle glaucoma is the second leading cause of irreversible blindness worldwide. There is a lack of predictive tools for visual impairment caused by this condition that have been validated for the Algerian population.*

Objective: *To develop a predictive scale for visual impairment due to chronic simple open-angle glaucoma, based on a logistic regression model constructed and validated using the patient population of the Amistad Argelia-Cuba Ophthalmological Hospital in Djelfa.*

Materials and Methods: *A hospital-based, unmatched, analytical case-control study was conducted. The study included 96 cases with visual impairment and 193 controls without visual impairment, all with a confirmed diagnosis of chronic simple open-angle glaucoma. A binary unconditional logistic regression model was constructed using 11 independent variables. The predictive scale was developed using Sullivan's method. Model performance was evaluated using the area under the ROC curve, with internal validation performed via bootstrapping (1,000 samples).*

Results: *Four independent predictors of visual impairment were identified: intraocular pressure (OR=1,92; 95% CI: 1,52–2,42; p<0,001), central corneal thickness (OR=0.984; 95% CI: 0,974–0,995; p=0,004), moderate myopia OR=12.65; 95% CI: 3.97–40.33; p<0.001, and diabetes mellitus (OR=3,48; 95% CI: 1,54–7,83; p=0,003). The model demonstrated excellent discriminative ability (AUC=0,937; 95% CI: 0,909–0,964), adequate calibration (Hosmer-Lemeshow p=0,470), and high explanatory power (Nagelkerke R^2=0,696).*

Conclusions: *The predictive scale enabled risk stratification for visual impairment due to chronic simple open-angle glaucoma in an Algerian population, demonstrating diagnostic performance superior to existing international models.*

Key words:
Glaucoma, Open-Angle;
Persons with Visual Disabilities;
Intraocular Pressure;
Logistic Models.

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Sección:
Oftalmología

F. recepción: 04-08-2026
F. aceptación: 23-09-2026
F. publicación: 30-10-2026

DOI: 10.5281/zenodo.22935674

Introducción

La discapacidad visual constituye un problema de salud a escala mundial; es definida por la Organización Mundial de la Salud, como una limitación funcional de uno o ambos ojos o del sistema visual y puede manifestarse como disminución de la agudeza visual o de la sensibilidad al contraste, pérdida del campo visual, fotofobia, diplopía, distorsión visual, dificultades de percepción visual, o cualquier combinación de los anteriores.[1]

El glaucoma crónico simple de ángulo abierto es la segunda causa de discapacidad visual a nivel mundial.[2] En la actualidad, hay alrededor de 80 millones de personas entre 40 y 80 años que padecen de esta entidad; además, afecta al 3% de la población mundial y se prevé que para 2040, este padecimiento afecte a más de 111,8 millones de individuos a nivel global. Si se toman en consideración todos los grupos etarios, la incidencia es de aproximadamente 1,5% de la población total, cifra que se eleva de 3-4% en los mayores de 40 años. [2-4]

Por otro lado, OMS, refleja con claridad las tendencias de ceguera global por esta causa en diferentes regiones del mundo; precisa además, el número de países por dichas áreas geográficas y número aproximado de personas ciegas, expresadas en abrumadoras cifras de millones; así como, las principales causas de ceguera e invalidez visual en todas las regiones estudiadas (África, América, Europa, Sureste asiático y el Pacífico oriental).[5-7]

La prevalencia del glaucoma en Argelia es aproximadamente un 5,5% en personas mayores de 40 años, siendo el glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA) el tipo más frecuente con un 4,6%. Estudios en el Hospital Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba en El Oued, señalan que el glaucoma primario de ángulo abierto es una afección significativa en la consulta preoperatoria.[8] Además, esta enfermedad constituye una causa importante de ceguera irreversible en el país, incrementándose el riesgo con la edad.

Factores como la edad, antecedentes familiares, presión intraocular elevada, miopía y origen étnico han sido ampliamente documentados en la literatura como elementos clave en la susceptibilidad al glaucoma.[9]

El Establecimiento Hospitalario Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba de Djelfa constituye la única infraestructura de atención oftalmológica especializada y gratuita en la región centro-sur de Argelia, donde la ausencia de estructuras de atención primaria de salud visual condiciona un patrón sistemático de consulta tardía con enfermedad avanzada y daño visual irreversible ya establecido al momento del diagnóstico. De ahí, se hace necesario implementar una herramienta clínica, sociodemográfica, funcional y estructural, que sin requerir tecnologías avanzadas ni algoritmos complejos permita anticipar el riesgo de progresión hacia discapacidad visual en pacientes con glaucoma crónico simple de ángulo abierto.

El presente estudio propone como objetivo desarrollar una escala predictiva de discapacidad visual por glaucoma crónico simple de ángulo abierto, basada en un modelo de regresión logística construido y validado en la población del Establecimiento Hospitalario Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba de Djelfa.

Material y método

Diseño y participantes

Se realizó un estudio analítico observacional de casos y controles no apareado, de base hospitalaria, en el Establecimiento Hospitalario Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba de Djelfa, Argelia, durante el período comprendido entre marzo del año 2024 a marzo del año 2026. Los participantes fueron identificados durante las consultas de seguimiento de oftalmología general a partir de pacientes con diagnóstico previo confirmado de glaucoma crónico simple de ángulo abierto (GCAA) por especialista en glaucoma.

Se definieron como casos los pacientes con glaucoma crónico simple de ángulo abierto (GCAA) y discapacidad visual según criterio compuesto de la CIE-11/OMS 2019 (agudeza visual $<$ 6/18 en el mejor ojo con mejor corrección y/o diámetro de campo visual $<$ 20°), y como controles los pacientes con GCAA sin discapacidad visual. Se excluyeron pacientes con otras formas de glaucoma, patología ocular coexistente capaz de reducir la agudeza visual o el campo visual independientemente del glaucoma, incluyendo miopía magna ($\geq$ -6 dioptrías) y retinopatía diabética, historia clínica incompleta o negativa a participar.

Variables

La variable dependiente fue la discapacidad visual (dicotómica: 1=caso/0=control). Las variables independientes incluyeron edad, sexo, presión intraocular medida por tonometría de aplanación de Goldmann, espesor corneal central por paquimetría

ultrasónica, índice copa-disco por biomicroscopía con lente de 78 dioptrías, grado de miopía (sin miopía, leve < -3D, moderada -3 a -6D), hipertensión arterial, adherencia al tratamiento, tiempo de evolución del glaucoma (< 10 años / ≥ 10 años), diabetes mellitus y espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina peripapillar por tomografía de coherencia óptica de dominio espectral.

Análisis estadístico

Se realizó análisis descriptivo con comparación de casos y controles mediante prueba U de Mann-Whitney para variables continuas y Chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher para variables categóricas. Se construyó un modelo de regresión logística incondicional binaria por el método de introducción simultánea (Enter). La bondad de ajuste se evaluó mediante el test de Hosmer-Lemeshow y el R^2 de Nagelkerke. La capacidad discriminativa se evaluó mediante el área bajo la curva ROC con intervalo de confianza del 95% calculado por bootstrap con 1000 remuestras. La escala predictiva se construyó mediante el método de Sullivan y la calculadora de riesgo mediante la función logística inversa. El análisis se realizó con Python .

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del EHO Amistad Argelia-Cuba de Djelfa, conforme a la Declaración de Helsinki. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

Resultados

Análisis bivariado

Se incluyeron 289 participantes (96 casos y 193 controles). Los casos presentaron valores significativamente más elevados de edad (67,3 ± 10,0 vs 59,9 ± 12,9 años), presión intraocular (22,1 ± 3,5 vs 18,1 ± 2,3 mmHg), índice copa-disco (0,9 ± 0,0 vs 0,7 ± 0,1) y grado de miopía, y valores más bajos de espesor corneal central (480,2 ± 47,2 vs 517,2 ± 28,7 μm) y espesor de RNFL (74,4 ± 8,0 vs 100,8 ± 10,5 μm), con diferencias estadísticamente significativas en todas estas variables ($p < 0,001$). La hipertensión arterial (87,1% vs 67,9%), la diabetes mellitus (74,2% vs 35,2%), la inadecuada adherencia al tratamiento (79,6% vs 3,1%) y la evolución ≥ 10 años (90,3% vs 1,6%) fueron significativamente más frecuentes en los casos ($p < 0,001$). El sexo masculino no mostró diferencias significativas entre grupos (61,3% vs 56,0%; $p = 0,467$).

Modelo de regresión logística

El modelo de regresión logística multivariado resultó globalmente significativo ($Chi^2 = 200,828$; $p < 0,001$) con un R^2 de Nagelkerke de 0,696 y adecuada calibración (Hosmer-Lemeshow $p = 0,470$). Se identificaron cuatro predictores independientes de discapacidad visual (Tabla 2)

Tabla 1. Modelo de regresión logística multivariada.

Variable	β	OR ajust.	IC 95% inf.	IC 95% sup.	p
Constante	−8.5561	—	—	—	0.033
Edad	0.0244	1.02	0.99	1.06	0.210
Sexo	0.3064	1.36	0.60	3.08	0.463
PIO	0.6278	**1.87**	1.49	2.36	0.000
CCT	−0.0166	**0.98**	0.97	0.99	0.003
Miopía leve	0.4522	1.57	0.63	3.91	0.330
Miopía mod.	2.6335	**13.92**	4.28	45.28	0.000
HTA	0.7458	2.11	0.70	6.33	0.184
DM	1.3091	**3.70**	1.61	8.51	0.002

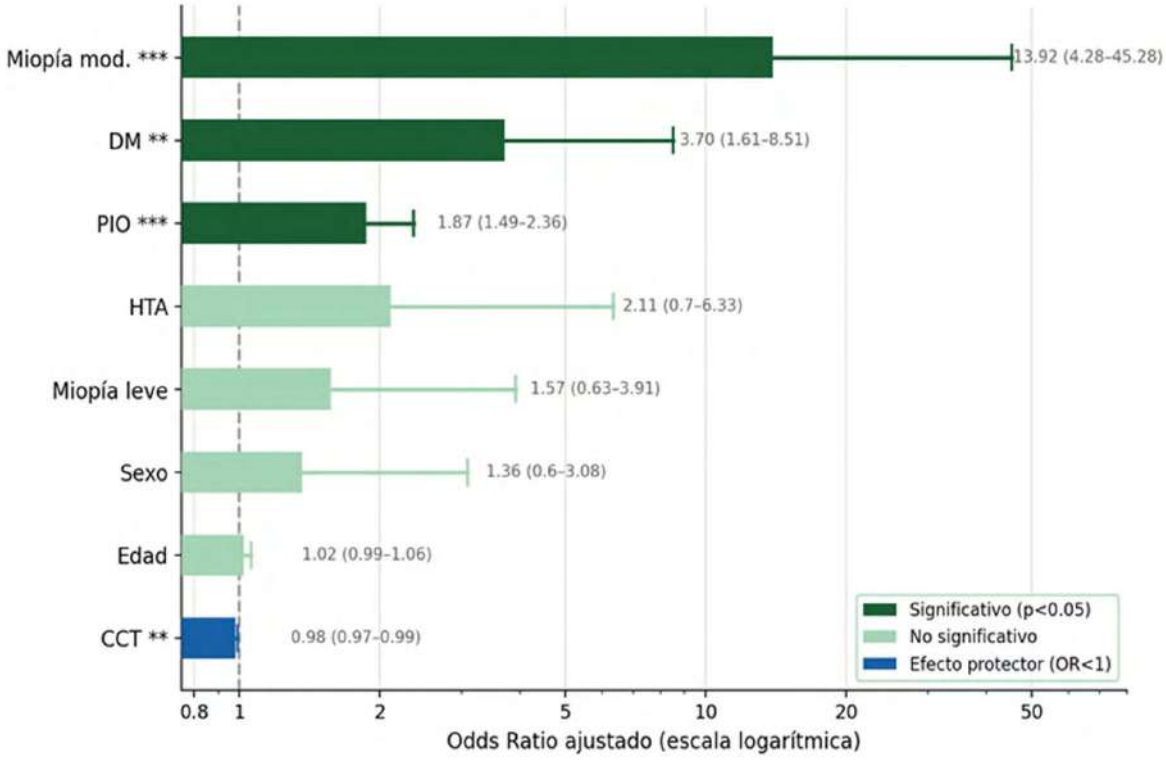
Coeficientes β, OR ajustados e IC 95%
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio

Tabla 2. Predictores independientes de discapacidad visual por GCAA. Modelo de regresión logística multivariada.

Variable	β	OR ajustado	IC 95%	p
Presión intraocular	0,650	1,916	1,520-2,417	<0,001
Espesor corneal central	-0,016	0,984	0,974-0,995	0,004
Miopía moderada	2,538	12,648	3,967-40,325	<0,001
Diabetes mellitus	1,246	3,476	1,542-7,834	0,003

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio

Figura 1. Odds ratios ajustados e IC 95% de los predictores del modelo.



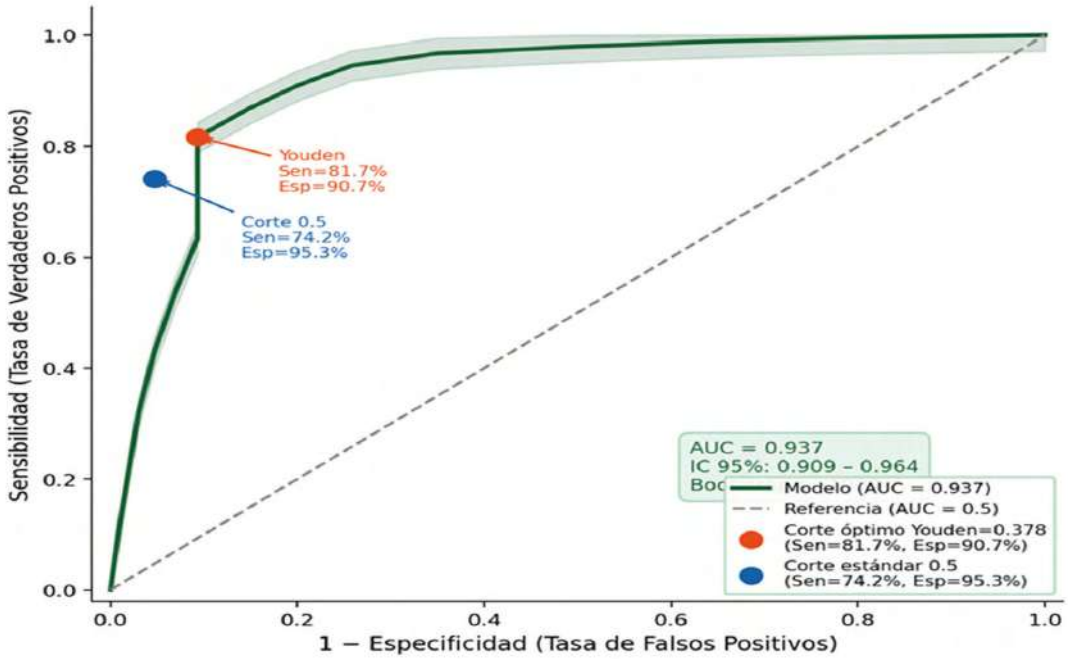
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio

La presión intraocular fue el predictor continuo más potente, con un incremento del riesgo de discapacidad visual del 92% por cada milímetro de mercurio adicional. El espesor corneal central mostró un efecto protector inverso, con mayor riesgo a menor espesor corneal. La miopía moderada constituyó el predictor de mayor magnitud del modelo, con un riesgo 12,6 veces superior al de los pacientes sin miopía. La diabetes mellitus multiplicó por 3,5 el riesgo de discapacidad visual respecto a los pacientes sin esta comorbilidad.

Capacidad discriminativa y validación

El modelo presentó excelente capacidad discriminativa (AUC = 0,937; IC95%: 0,909-0,964), con AUC corregido por optimismo mediante bootstrap de 0,937, confirmando la ausencia de sobreajuste. El punto de corte óptimo determinado por el índice de Youden fue 0,378, con sensibilidad del 81,7%, especificidad del 90,7%, valor predictivo positivo del 80,9% y valor predictivo negativo del 91,1%.

Figura 2. Curva ROC



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio

Escala predictiva

A partir de los coeficientes β del modelo se construyó la escala predictiva mediante el método de Sullivan (Tabla 3). La puntuación máxima fue de 23 puntos, con las siguientes categorías de riesgo:

Tabla 3. Escala predictiva — Método de Sullivan con OR ajustados.

Variable	Coef. β	Ratio	Puntos	OR (IC 95%)
Edad	0.0244	0.009	0	1.02 (0.99–1.06)
Sexo	0.3064	0.116	1	1.36 (0.60–3.08)
PIO	0.6278	0.238	2	1.87 (1.49–2.36) ***
CCT	−0.0166	−0.006	0	0.98 (0.97–0.99) **
Miopía leve	0.4522	0.172	2	1.57 (0.63–3.91)
Miopía mod.	2.6335	1.000	10	13.92 (4.28–45.28) ***
HTA	0.7458	0.283	3	2.11 (0.70–6.33)
DM	1.3091	0.497	5	3.70 (1.61–8.51) **

Referencia: miopía moderada (β=2.6335; 10 pts). Puntuación máxima: 23 pts. Constante: −8.5561.
La tabla 4 muestra el rendimiento diagnóstico: AUC=0.937 (IC 95%: 0.909–0.964). Corte óptimo Youden=0.378: Sen=81.7%, Esp=90.7%, índice de Youden=0.724. Corte estándar 0.5: Esp=95.3%, % correcto=88.5%.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio

Tabla 4. Rendimiento diagnóstico. Curva ROC y parámetros de clasificación

Parámetro	Valor	Interpretación
AUC (ROC)	**0.937**	Discriminación excelente
IC 95% AUC (bootstrap)	0.909 – 0.964	Intervalo estrecho y robusto
Corte óptimo (Youden)	0.378	Maximiza sensibilidad + especificidad
Índice de Youden	0.724	Alta utilidad diagnóstica
Sensibilidad (corte óptimo)	**81.7%**	Detecta 4 de cada 5 casos
Especificidad (corte óptimo)	**90.7%**	Excelente descarte de no casos
VPP (corte óptimo)	80.9%	Alta probabilidad post-test +
VPN (corte óptimo)	91.1%	Alta probabilidad post-test −
Sensibilidad (corte 0.5)	74.2%	Conservador — alta especificidad
Especificidad (corte 0.5)	95.3%	Muy pocos falsos positivos
% clasificados correctamente	88.5%	Corte estándar 0.5
R^2 de Nagelkerke	**0.696**	Excelente ajuste global del modelo
Chi^2 del modelo	200.828	p = 0.000 — modelo altamente significativo
Hosmer-Lemeshow p	0.470	Buen ajuste — no hay falta de ajuste

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio

Discusión

Los resultados de este estudio presentan una escala predictiva de discapacidad visual por glaucoma crónico simple de ángulo abierto desarrollada y validada específicamente para población argelina, con un rendimiento diagnóstico que supera a los principales modelos internacionales de referencia.

En la sistematización realizada no se encontraron estudios de factores de riesgo asociados a discapacidad visual por glaucoma crónico simple de ángulo abierto, pero si de factores de riesgo de aparición o progresión de la enfermedad. Los factores miopía, sexo masculino, diabetes mellitus, coincidieron con las investigaciones realizadas por otros autores que obtuvieron resultados similares. 9-12

La presión intraocular como predictor independiente, con OR = 1,92, coincidiendo con López García y otros investigadores, que identificaron la PIO elevada como el factor de riesgo modificable más potente de progresión del glaucoma, documentando que cada milímetro de mercurio de reducción disminuye el riesgo de progresión aproximadamente un 10%. 13-14

Un espesor corneal central delgado ha sido relacionado con una mayor prevalencia de GPAA, sobre todo para espesores<510 μm, ya que esto genera lecturas infravaloradas de la PIO con la tonometría de aplanación tipo Goldmann ó (GAT). Hay otros factores que también generan variaciones en la lectura de la PIO como la curvatura y elasticidad, y los factores biomecánicos. Más allá de alterar la medición de la presión, numerosos estudios oftalmológicos han demostrado que el espesor corneal es un indicador independiente de riesgo y progresión del glaucoma.15

El hallazgo más original de esta investigación es el papel de la miopía moderada como predictor de mayor magnitud del modelo (OR = 12,65), que supera ampliamente la magnitud reportada en series latinoamericanas y europeas. Este resultado refleja la alta prevalencia de miopía en la población de la Wilaya de Djelfa y es coherente con el mecanismo fisiopatológico de mayor vulnerabilidad de la lámina cribosa en ojos miopes, aunque su magnitud específica en esta población sugiere una interacción particular entre la miopía y otros factores de riesgo locales que merece investigación adicional.

Muchos estudios han demostrado la asociación entre la miopía y un mayor riesgo de desarrollo y progresión glaucoma, así como una mayor probabilidad de progresión de la enfermedad en aquellos que ya la padecen. 15 Otros autores se refieren a la susceptibilidad del ojo miope, debido a los cambios en la estructura y disposición del tejido conectivo y a un grosor ya reducido de la capa de fibras nerviosas de la retina, el cual es más susceptible a los aumentos de presión intraocular. 15,16

La relación entre el glaucoma y la miopía está firmemente establecida, y se debe fundamentalmente a las alteraciones anatómicas y estructurales que sufre el ojo miope. Así mismo, la miopía puede afectar la estructura del nervio óptico, reduciendo el grosor de la capa de fibras nerviosas de la retina (RNFL). Un RNFL más delgado puede ser más susceptible al daño glaucomatoso. Además, el estiramiento del globo ocular aleja los vasos sanguíneos que irrigan el nervio óptico de su estructura principal, disminuyendo el flujo vascular y provocando isquemia.16

La diabetes mellitus como predictor independiente con OR = 3,48, confirma la elevada prevalencia de esta enfermedad en la población argelina, lo que constituye un factor de riesgo de progresión en glaucoma establecido. En el contexto de Argelia, con una prevalencia de diabetes mellitus superior al 10% en la población adulta según la OMS, este hallazgo tiene especial relevancia para las estrategias de control del riesgo cardiovascular y ocular. Este resultado coincide con otras investigaciones donde la diabetes mellitus se ha comportado como un factor de riesgo significativo de progresión del GCAA. 17-20

El estrés oxidativo inducido por la diabetes acelera la progresión del glaucoma a través de tres vías principales: disfunción y daño en la malla trabecular (Aumento de la Presión Intraocular): la malla trabecular es el tejido encargado del drenaje del humor acuoso. El estrés oxidativo y los radicales libres dañan las células endoteliales de esta malla, alterando la matriz extracelular y provocando la acumulación de material de resistencia al flujo de salida. Esto dificulta el drenaje del líquido, eleva o desregula la presión intraocular (PIO) y acelera la progresión del glaucoma de ángulo abierto.21, 22

La capacidad discriminativa del modelo (AUC = 0,937) supera los valores reportados por los principales modelos internacionales de referencia, incluyendo la calculadora del OHTS (AUC = 0,74), el modelo del EGPS (AUC = 0,71) y el modelo de Medeiros (AUC = 0,86). Esta superioridad puede explicarse por la mayor homogeneidad de la muestra limitada a pacientes con GCAA establecido en seguimiento activo y por la inclusión de variables específicamente relevantes para esta población como la miopía moderada y la diabetes mellitus.22, 23

Las limitaciones del estudio incluyen la procedencia de un único centro, que puede limitar la generalización de los resultados, el tamaño muestral en el límite inferior recomendado de eventos por variable, y la disponibilidad únicamente de validación interna, siendo necesaria la validación externa en una cohorte independiente como línea de investigación futura.

Discussion

The results of this study present a predictive scale for visual impairment due to chronic simple open-angle glaucoma, developed and validated specifically for the Algerian population, with diagnostic performance surpassing that of leading international reference models.

The systematic review conducted did not identify studies on risk factors specifically associated with visual impairment resulting from chronic simple open-angle glaucoma, though it did find studies regarding risk factors for the onset or progression of the disease. Factors such as myopia, male gender, and diabetes mellitus aligned with research by other authors who reported similar findings. 9-12

Intraocular pressure emerged as an independent predictor (OR = 1.92), consistent with findings by López García and other researchers who identified elevated IOP as the most potent modifiable risk factor for glaucoma progression, documenting that every 1 mmHg reduction decreases the risk of progression by approximately 10%. 13-14

Thin central corneal thickness has been linked to a higher prevalence of POAG—particularly at thicknesses <510 µm—as this leads to underestimated IOP readings when using Goldmann applanation tonometry (GAT). Other factors, such as curvature, elasticity, and biomechanical properties, also cause variations in IOP readings. Beyond affecting pressure measurements, numerous ophthalmological studies have demonstrated that corneal thickness is an independent indicator of glaucoma risk and progression. 15

The most novel finding of this study is the role of moderate myopia as the strongest predictor in the model (OR = 12.65), a magnitude that far exceeds that reported in Latin American and European series. This result reflects the high prevalence of myopia in the population of the Wilaya of Djelfa and is consistent with the pathophysiological mechanism involving increased vulnerability of the lamina cribrosa in myopic eyes; however, the specific magnitude observed in this population suggests a unique interaction between myopia and other local risk factors that warrants further investigation.

Many studies have demonstrated an association between myopia and an increased risk of developing and progressing to glaucoma, as well as a higher likelihood of disease progression in those who already have the condition. 15 Other authors point to the susceptibility of the myopic eye—due to changes in the structure and arrangement of connective tissue and a pre-existing reduction in the thickness of the retinal nerve fiber layer—making it more vulnerable to increases in intraocular pressure. 15, 16

The relationship between glaucoma and myopia is firmly established and stems primarily from the anatomical and structural alterations undergone by the myopic eye. Furthermore, myopia can affect the structure of the optic nerve by reducing the thickness of the retinal nerve fiber layer (RNFL). A thinner RNFL may be more susceptible to glaucomatous damage. Additionally, stretching of the eyeball displaces the blood vessels supplying the optic nerve away from its main structure, thereby reducing blood flow and causing ischemia.16

Diabetes mellitus, identified as an independent predictor with an OR of 3.48, confirms the high prevalence of this disease in the Algerian population and constitutes a risk factor for progression in established glaucoma. Given that the prevalence of diabetes mellitus among the adult population in Algeria exceeds 10% according to the WHO, this finding is particularly relevant for cardiovascular and ocular risk management strategies. This result aligns with other studies in which diabetes mellitus has been shown to be a significant risk factor for the progression of primary open-angle glaucoma (POAG). 17-20

Diabetes-induced oxidative stress accelerates glaucoma progression through three main pathways, notably dysfunction and damage to the trabecular meshwork (leading to increased intraocular pressure): the trabecular meshwork is the tissue responsible for draining aqueous humor. Oxidative stress and free radicals damage the endothelial cells of this meshwork, altering the extracellular matrix and causing the accumulation of material that resists outflow. This impedes fluid drainage, raises or dysregulates intraocular pressure (IOP), and accelerates the progression of open-angle glaucoma. 21,22

The model's discriminative ability (AUC = 0.937) exceeds the values reported by major international reference models, including the OHTS calculator (AUC = 0.74), the EGPS model (AUC = 0.71), and the Medeiros model (AUC = 0.86). This superior performance may be attributed to the greater homogeneity of the sample—limited to patients with established POAG under active follow-up—and the inclusion of variables specifically relevant to this population, such as moderate myopia and diabetes mellitus.22,23

Study limitations include the use of data from a single center, which may restrict the generalizability of the results; a sample size at the lower recommended limit for events per variable; and the reliance solely on internal validation, necessitating external validation in an independent cohort as a future line of research.

Conclusiones

La escala predictiva de discapacidad visual por glaucoma crónico simple de ángulo abierto desarrollada en este estudio mostró un excelente rendimiento diagnóstico (AUC = 0,937) a partir de cuatro predictores independientes: presión, intraocular, espesor corneal central, miopía moderada y diabetes mellitus. Resultados que sugieren que la escala puede constituir una herramienta de apoyo clínico que permite identificar y estratificar el riesgo individual de discapacidad visual en pacientes con glaucoma y optimizar la frecuencia e intensidad del seguimiento en una población con alta vulnerabilidad y acceso limitado a la atención oftalmológica especializada antes de que se establezca una discapacidad visual significativa y favorecer intervenciones oportunas dirigidas a preservar la función visual.

Conclusions

The predictive scale for visual impairment due to chronic simple open-angle glaucoma developed in this study demonstrated excellent diagnostic performance (AUC = 0.937) based on four independent predictors: intraocular pressure, central corneal thickness, moderate myopia, and diabetes mellitus. These results suggest that the scale could serve as a clinical support tool to identify and stratify individual risk of visual impairment in glaucoma patients and to optimize the frequency and intensity of follow-up—particularly in a population characterized by high vulnerability and limited access to specialized ophthalmic care—thereby facilitating timely interventions aimed at preserving visual function before significant visual impairment develops.

Declaraciones

Financiación

Sin financiación.

Conflictos de interés

Sin conflictos de intereses.

Disponibilidad de datos

Los datos utilizados en este estudio corresponden a información clínica de los participantes. Debido a su carácter confidencial y a la necesidad de preservar la privacidad y el anonimato de los participantes, los datos no se encuentran disponibles públicamente.

Contribución de los autores (CRediT))

LERB: Conceptualización, Metodología, Recogida de datos, Análisis formal, Redacción del borrador original, Revisión y edición y Administración del proyecto.

CJBC: Metodología, Análisis formal, Revisión y edición y Administración del proyecto.

HSMF: Recogida de datos, Análisis formal, Revisión y edición y Supervisión.

YGO: Análisis formal, Redacción del borrador original, Revisión y edición y Supervisión.

- **LERB:** Lesbia Eloina Rodríguez Báez.
- **CJBC:** Carmen Juana Burgal Cintra.
- **HSMF:** Héctor Santiago Montes Fong.
- **YGO:** Yargelis González Orza.

Los autores participaron en la elaboración del manuscrito de acuerdo con las funciones descritas mediante la taxonomía CRediT, revisaron críticamente el manuscrito, aprobaron la versión final para su publicación y aceptan la responsabilidad sobre todos los aspectos del trabajo, de acuerdo con los criterios establecidos por el International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE).

Uso de Inteligencia Artificial

Los autores declaran que no se utilizó ninguna herramienta de inteligencia artificial generativa en la preparación del manuscrito.

Publicación previa

El trabajo es original e inédito y no ha sido publicado previamente ni enviado simultáneamente a otra revista para su publicación. Parte de sus contenidos fue presentada previamente en la Jornada Científica Regional de Djelfa, celebrada el 6 de diciembre de 2025.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Establecimiento Hospitalario Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba de Djelfa y se desarrolló conforme a los principios de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado para participar en el estudio.

Declaración de transparencia

Los autores declaran que la información presentada en el manuscrito es completa y transparente y que los resultados del estudio han sido interpretados objetivamente. Asimismo, se comprometen a comunicar a la revista cualquier error o defecto que pudiera ser detectado antes o después de su publicación.

REFERENCIAS

1. OMS.66aAsamblea Mundial de la Salud .Proyecto de plan de acción para la prevención de la ceguera y la discapacidad visual evitable 2014 – 2019.Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2013.
2. Morales Alcolea Y, Pérez Castillo L, Sánchez-Boloy FA, Cabrera Naranjo MG. Características epidemiológicas y clínicas de pacientes con glaucoma primario de ángulocerrado. MEDISAN [Internet]. 2024 [citado 31 oct 2024];28(4). Disponible en:https://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/4854
3. Farfán Feijoo AP, López Rivadeneira FR, López Rivadeneira RJ, Navia Aray RA. Factores de riesgo asociado a glaucoma en pacientes de 40 a 65 años, hospital IEES Portoviejo. RECIAMUC [Internet].2022 [citado 7 de jul de 2025];6(1):72-84. Disponible en: https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/790
4. Arroba Freire ME, Machado Gamboa JC, Morales Arboleda JV. Impacto de la discapacidad visual en el ecuador. CT [Internet]. 2025 [citado 2 de ago de 2026];4(1):45-61. Disponible en: https://doi.org/10.33262/ct.v4i1.58
5. Rojas López C, Belalcazar Rey S, Ramírez Davila F. Prevalencia del Glaucoma y su Contribución a la Discapacidad Visual en Colombia. Rev Soc Colomb de Oftalmol, 2018, 48(2):175-181.Disponible en:https://www.redalyc.org/pdf/1590/159046025005.pdf
6. Torres-Rivas SP, Guerrero A, Samudio M, Díaz GN, Scalamogna M, Pereira L, et al. Costos directos y calidad de vida de los pacientes con glaucoma en Paraguay. Rev Cienc. Salud [Internet]. 2023 [citado 12 de ago de 2026]; 5:e5117. Disponible en : https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5117.
7. León Herrera M. Prevalencia de enfermedades crónicas en consulta preoperatoria del Hospital Oftalmológico Amistad Argelia-Cuba. El Oued, Argelia. Rev Méd Electrón, 2022,44(5):790-798.https://www.redalyc.org/journal/3782/378277411003/378277411003.pdf
8. Chura Maquera, A. Factores de riesgo para progresión del glaucoma en pacientes atendidos en el Instituto Oftalmosalud, 2013-2023. [Tesis]. Lima:Universidad Ricardo Palma; 2024. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.14138/8381
9. Ortega Castillo M. Factores de riesgo asociados al glaucoma en paciente del servicio de oftalmología del Hospital Regional de Ica enero-diciembre 2022.[Tesis].2023.Disponible en: https://repositorio.unica.edu.pe/items/a234c7af-4b71-41d9-b568-1dd802d708fb
10. Larco A, Román K, Runzer-Colmenares F M. Factores asociados a la falta de adherencia de tratamiento en pacientes con glaucoma. An. Fac. Med. [Internet]. 2020 [citado 07 jul 2025]; 81(3):285-293.Disponible en: http://dx.doi.org/10.15381/anales.v81i3.19464.
11. Farfán Feijoo AP, López Rivadeneira FR, López Rivadeneira RJ, Navia Aray RA. Factores de riesgo asociado a glaucoma en pacientes de 40 a 65 años, hospital IEES Portoviejo. RECIAMUC [Internet]. 23 de febrero de 2022 [citado 7 de julio de 2025];6(1):72-84. Disponible en: https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/790
12. López García L, Albán Béjar A. Presión intraocular elevada y su asociación con la hiperglicemia en pacientes con factores de riesgo para insulinorresistencia. Rev Latinoam de Hipertens,2018,13(2). Disponiblehttps://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_lh/article/view/15279
13. Lee SS, Mackey DA. Glaucoma: factores de riesgo y desafíos actuales en el diagnóstico de una de las principales causas de discapacidad visual. Maturitas. 2022; 163:15-22. Doi: 10.1016/j.maturitas.2022.05.002. Epub 2022 de mayo de 13. PMID: 35597227.

14. López-García L, Albán-Béjar A. Presión intraocular elevada y su asociación con la hiperglicemia en pacientes con factores de riesgo para insulinorresistencia. Revista Latinoamericana de Hipertensión, 2018, vol. 13, no 2.. Disponible https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_lh/article/view/15279

15. Roque-Choque EC, Noriega-Cerdán J, Sánchez-Espinoza J, Alvarado-Villacorta R. Factores asociados al nivel de conocimiento sobre glaucoma primario de ángulo abierto en un centro de referencia nacional en Perú. Rev MexOftalmol [Internet]. 2022 [citado 09 JUL 2025]; 96(5): 213-219. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sc

16. Beltrán-Saínz RI, Triana-Casado I. Miopía: factor de riesgo del glaucoma de ángulo abierto. Medimay [Internet]. 2013 [citado 12 de julio de 2025];19(1):72-81. Disponible en: https://revcmhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/605

17. Glaucoma primario de ángulo abierto. Diagnóstico [Internet]. 2023 [citado 2 de agosto de 2026];62(1):e438. Disponible en: https://revistadiagnostico.fihu.org.pe/index.php/diagnostico/article/view/438

18. Gonçalves LB, Vaz MCP, Oliveira L. Biofísica da visao: glaucoma, astigmatismo e miopía. RASE [Internet]. 2022 [citado 3 de marzo de 2026];8(2):1117-20. Disponible en: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/4268

19. Muñoz-Bowen K. Glaucoma y diabetes. RevCientífica de Salud BIOSANA [Internet]. 2022 [citado 2 de mayo de 2026];2(4):2-6. Disponible en: http://soeici.org/index.php/biosana/article/view/43

20. Jones-Romero O, Bacardí Zapata P A, Gondres Legró K, Paez Candelaria Y, Romero García LI. Factores predictivos de ceguera en pacientes con glaucoma crónico simple. MEDISAN [Internet]. 2017 [citado 09 Jul 2025]; 21(11):3205-3213. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001100009&lng=es.

21. Montes-Fong HS, Rodríguez-Rivero A, Martínez-Sierra J de la C, Montes-Ramírez L de los M. Caracterización clínica y epidemiológica del glaucoma primario de ángulo abierto en un área de salud. Mediciego [Internet]. 2023 [citado 12 de julio de 2025];29(1):e3266. Disponible en: https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/3266

22. González-Orza Y, Silva-Chil TY, Quiala-Alayo L, Reynoso-Bravo M, Quintana-Lahens Y. Características epidemiológicas y clínicas de pacientes con glaucoma crónico simple. MEDISAN [Internet]. 2023 [citado 09 jul 2025]; 27(4).Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192023000400008&lng=es

23. Medeiros F, Malek D, Tseng Boland MW, Friedman DS, Jammal AA. Short-term detection of fast progressors in glaucoma. Ophthalmology.2023;131;645-657. https://www.aaojournal.org/action/showCitFormats?doi=10.1016%2Fj.ophtha.2023.12.031&pii=S0161-6420%2823%2900938-7

24. Landau Prat D, Kapelushnik N, Arazi M, Zloto O, Leshno A, Klang E, Sina S, Segev S, Soudry S, Ben Simon GJ. Glaucoma Prediction Models Based on Ocular and Systemic Findings. Ophthalmic Res. 2024;67(1):29-38. doi: 10.1159/000535879. Epub 2023 Dec 18. PMID: 38109866.