ISSN: 0187-4519

Revista Mexicana de Oftalmología

Vol. 100 • N.º 5 • Septiembe-Octubre 2026 **www.rmo.com.mx** *Indexada en Scopus*



"VERITATIS LUX OCULO INSERVIENS"

Permanyer México
www.permanyer.com

Revista Mexicana de
Oftalmología

ISSN: 0187-4519

"VERITATIS LUX OCULO INSERVIENS"

Vol. 100 • N.º 5 • Septiembre-Octubre 2026 **www.rmo.com.mx** *Indexada en Scopus*

CONSEJO EDITORIAL / *EDITORIAL BOARD*

EDITOR / *EDITOR IN CHIEF*

Dr. en C. Roberto González Salinas
(Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P., Ciudad de México, México)

COEDITORES / *ASSOCIATE EDITORS*

Dra. Nalley Ramos Betancourt
(Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P., Ciudad de México, México)

Dr. Raúl Vélez Montoya
(Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P., Ciudad de México, México)

Dr. Juan Carlos Serna Ojeda
(Instituto Visión Láser, Aguascalientes, México)

ASISTENTE EDITORIAL / *EDITORIAL ASSISTANT*

Bárbara Márquez Cárdenas
(Biblioteca "Dr. Manuel Uribe y Troncoso", Ciudad de México, México)

EDITORES ANTERIORES / *PREVIOUS EDITORS*

Dr. Everardo Hernández Quintela
(Hospital "Dr. Luis Sánchez Bulnes", Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P., Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México)

Dr. Alejandro Navas Pérez
(Instituto de Oftalmología "Conde de Valenciana", Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México)

Dr. Manuel Alejandro Garza León
(Universidad de Monterrey, Monterrey, México)

COMITÉ EDITORIAL / *EDITORIAL COMMITTEE*

Dra. Lourdes Arellanes García
(Hospital "Dr. Luis Sánchez Bulnes", Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P., Ciudad de México, México)

Dr. Francisco Beltrán Díaz de la Vega
(Hospital "Dr. Luis Sánchez Bulnes", Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P., Ciudad de México, México)

Dra. en C. Vanessa Bosch Canto
(Instituto Nacional de Pediatría, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México)

Dra. Paola de la Parra Colín
(Clínica de Córnea y Superficie Ocular, Instituto Nacional de Rehabilitación Secretaría de Salud, Ciudad de México, México)

Dr. Carlos Enrique de la Torre González
(Universidad Nacional Autónoma de México, Hospital Juárez de México Secretaría de Salud, Ciudad de México, México)

Dra. Irene González Olhovich
(Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suarez", Hospital CM ABC, Ciudad de México, México)

Dr. Óscar Guerrero Berger
(Fundación Hospital de La Luz; Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México)

Dr. Julio César Hernández Camarena
(Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales, Hospital Zambrano-Hellion, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, N.L., México)

Dr. Sergio E. Hernandez da Mota
(Clínica David, Unidad Oftalmológica, Facultad de Medicina "Dr. Ignacio Chavez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México)

Dra. Silvia Moguel Ancheita
(Cirujano Oftalmólogo Estrabólogo, Máster en Neurociencias, Ciudad de México, México)

Dr. Ángel Nava Castañeda
(Instituto de Oftalmología "Conde de Valenciana", Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México)

Dr. José Antonio Paczka Zapata
(Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México)

Dr. Carlos Quezada Ruíz
(Clínica de Ojos Garza Viejo, San Pedro Garza García, Monterrey, N.L., México)

Dra. Claudia Recillas Gispert
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México)

Dr. Enrique Robles Gil
(Asociación Médica Hospital ABC, Ciudad de México, México)

Dr. Patricio José Rodríguez Valdés
(Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Hospital Zambrano Hellion, Monterrey, N.L., México)

Dra. Matilde Ruiz Cruz
(Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias [INER], Centro de Investigación en Enfermedades Infecciosas [CIENI], INCMNSZ-UNAM, Ciudad de México, México)

Dr. Manuel Saenz de Viteri Siso
(Universidad la Salle, Querétaro, Qro., México)

Dr. en C. Arturo Santos García
(Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, N.L., México)

Dr. Luis Fernando Torres
(INOVA Visión, Instituto de Ojos y Visión de Aguascalientes, Centro de Investigación Bases Moleculares de Enfermedades Oculares, Sistema Nacional de Investigadores, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags., México)

Dr. Jorge Valdez García
(Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales, Hospital Zambrano-Hellion, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud TecSalud del Tecnológico de Monterrey, Monterrey, N.L., México)

Dr. Juan Carlos Zenteno Ruíz
(Instituto de Oftalmología "Conde de Valenciana", Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México)

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL / *INTERNATIONAL EDITORIAL COMMITTEE*

Iqbal Ike K. Ahmed, MD
(University of Toronto, Toronto, Ontario, Canadá)

Anthony J. Aldave, MD
(Jules Stein Eye Institute, Ronald Reagan UCLA Medical Center, Los Ángeles, California, USA)

Francisco Amparo, MD
(Massachusetts Eye and Ear Schepens Eye Research Institute, Harvard Medical School Boston, USA)

Mark S. Blumenkranz, MD
(Stanford University, School of Medicine, Palo Alto, California, USA)

Acner Camino, PhD
(Center for ophthalmic optics and lasers, Oregon Health & Science University, USA)

Manuel Díaz-Llopis, MD PhD
(Universidad de Valencia, Valencia, España)

Ángela María Dolmetsh, MD
(Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia)

Joaquín Fernández Pérez, MD
(QVision, Hospitalario Torrecárdenas, Almería, España)

María Alejandra Henríquez, MD
(Oftalmosalud, Instituto de Ojos, Lima, Perú)

Cristián Luco, MD
(Fundación Oftalmológica Los Andes, Santiago, Chile)

Antonio Martínez, MD
(Galician Institute of Ophthalmology, Santiago de Compostela, La Coruña, España)

Cristina Muccioli, MD MBA
(Federal University of São Paulo, São Paulo, Brasil)

Claudio Orlich, MD
(Clínica 20/20, San José, Costa Rica)

Víctor L. Pérez, MD
(Duke Eye Center, Duke University School of Medicine, North Carolina, USA)

Hugo Quiroz-Mercado, MD
(Denver Health Medical Center, University of Colorado, Denver, Colorado, USA)

J. Bradley Randleman, MD
(USC Roski Eye Institute, Keck School of Medicine of USC, Los Angeles, California, USA)

Mark I. Rosenblatt, MD PhD
(Illinois Eye and Ear Infirmary, University of Illinois, Chicago, Illinois, USA)

María Felisa Shokida, MD
(Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina)

Eduardo Viteri, MD
(Centro Oftalmológico Humana Visión, Guayaquil, Ecuador)

La REVISTA MEXICANA DE OFTALMOLOGÍA (ISSN 0187-4519) es producto de la fusión de las revistas «Anales de la Sociedad Mexicana de Oftalmología», «Archivos de la Asociación Para Evitar la Ceguera en México» y «Boletín del Hospital Oftalmológico de Nuestra Señora de la Luz». Se publica a partir de 1987, conservando la numeración más antigua de las revistas que le dieron origen. Su edición y distribución están a cargo de la Sociedad Mexicana de Oftalmología, A.C. La revista está indexada en EXCERPTA, LILACS, PERIODICA, EMBASE y SCOPUS. El precio de la suscripción anual en México, para personas físicas $2,250.00 pesos ($150.00 USD dólares estadounidenses) e instituciones $3,000.00 pesos. El costo de la suscripción para el extranjero es de $200.00 USD y la revista será enviada por vía de superficie; las personas que deseen recibirla por la vía área deberán cubrir el porte extra de $10.00 USD para América, $15.00 USD para Europa y $20.00 USD para el resto del mundo. Toda correspondencia deberá dirigirse a: Revista Mexicana de Oftalmología, Boston 99, Col. Nochebuena, C.P. 03720, Ciudad de México. Reserva de título No. 04-2018-010317203400-102 de la Dirección General de Derechos de Autor, SEP. Certificado de Licitud de Título y Certificado de Licitud de Contenido No. 17109 de la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas, SG. Publicación bimestral, Registro Postal PP09-02104, autorizado por SEPOMEX. Impresa en México y distribuida en 2,500 ejemplares. La versión electrónica está disponible de libre acceso en español e inglés en **www.rmo.com.mx**.

REVISTA MEXICANA DE OFTALMOLOGÍA (ISSN 0187-4519) is the result of the merger «Anales de la Sociedad Mexicana de Oftalmología», «Archivos de la Asociación Para Evitar la Ceguera en México» and «Boletín del Hospital Oftalmológico de Nuestra Señora de la Luz». Is published since 1987, maintaining the oldest volume number of the preceding journals. Edition and distribution are run by Sociedad Mexicana de Oftalmología, A.C. The journal is indexed in EXCERPTA, LILACS, PERIODICA, EMBASE and SCOPUS. Yearly subscriptions (six numbers) in Mexico: personal rate is $2,250.00 (USD 150.00), institutional rate is $3,000.00; foreign suscribers is USD 200.00 by ordinary mail; extra cost for air mail is in America USD 10.00, Europe USD 15.00, and rest of the word USD 20.00. All correspondence should be sent to: Revista Mexicana de Oftalmología, Boston 99, Col. Nochebuena, C.P. 03720, Ciudad de México. Title reservation No. 04-2018-010317203400-102 of the Dirección General de Derechos de Autor, SEP. Title Licensing Certificate and Content Licensing Certificate No. 17109 of the Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas, SG. Bimonthly publication, Postal Register PP09-02104, authorized by SEPOMEX. Printed in Mexico, 2,500 copies distributed. The electronic version is available open access in Spanish and English language at **www.rmo.com.mx**.

Puede enviar su manuscrito en / Please, submit your manuscript in:

http://www.editorialmanager.com/mexoft

PERMANYER
www.permanyer.com

Permanyer
Mallorca, 310 – Barcelona (Cataluña), España
permanyer@permanyer.com

Permanyer México
Temístocles, 315
Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo
11560 Ciudad de México
mexico@permanyer.com

www.permanyer.com

ISSN: 0187-4519; **eISSN:** 2604-1227
Dep. Legal: B-2.161-2018
Ref.: 12256AMEX265

Reproducciones con fines comerciales:
Sin contar con el consentimiento previo por escrito del editor, no podrá reproducirse ninguna parte de esta publicación, ni almacenarse en un soporte recuperable ni transmitirse, de ninguna manera o procedimiento, sea de forma electrónica, mecánica, fotocopiando, grabando o cualquier otro modo, para fines comerciales. El editor y la editorial no son responsables de los contenidos publicados en la revista.
© 2026 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Permanyer.
Publicación *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Portada: Retinografía en color del polo posterior de ambos ojos. **A:** el ojo derecho muestra múltiples lesiones blanco-amarillentas subretinianas, pequeñas (< 100 µm), de bordes bien definidos, localizadas en la región macular y temporal (flecha amarilla). **B:** el ojo izquierdo muestra lesiones blanco-amarillentas de mayor tamaño, profundas y parcialmente confluentes en el polo posterior, asociadas a alteraciones del epitelio pigmentario de la retina y hemorragia yuxtafoveal sugestiva de membrana neovascular coroidea activa (flecha azul). Véase el artículo de Persia KJ, Rodríguez A (págs. 126-131) en este número.

Revista Mexicana de Oftalmología

Permanyer

Check for updates

ARTÍCULO ORIGINAL

Dinámica biométrica ocular del adulto mayor medida por SS-OCT: impacto del envejecimiento y del sexo

Ocular biometry dynamics in older adults measured by SS-OCT: impact of aging and sex

Yoriel Cuan-Aguilar[1], Eric Montero-Díaz[1], Judith Álvarez-Martínez[2], Iraisi F. Hormigó-Puertas[1], Marietta Gutiérrez-Castillo[1], Raúl Barroso-Lorenzo[1], Eneida C. Pérez-Candelaria[1] y Ariadna Corral-Martín[3]*

[1]Centro de Microcirugía Ocular, Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer, La Habana; [2]Departamento Docente, Policlínico Universitario Felipe Ismael Rodríguez Ramos, San Antonio de los Baños, Artemisa; [3]Universidad de Ciencias Médicas de las Fuerzas Armadas Revolucionarias, La Habana. Cuba

Resumen

Objetivo: *Determinar la influencia de la edad y el sexo sobre los parámetros biométricos oculares mediante modelos de regresión lineal en adultos mayores cubanos.* **Método:** *Estudio retrospectivo, observacional y transversal en 3760 ojos de pacientes ≥ 60 años operados de catarata entre 2017 y 2022. Los parámetros biométricos se midieron con el IOLMaster 700. Se emplearon pruebas de comparación de medias, correlación de Pearson y modelos de regresión lineal múltiple para cuantificar el impacto anual de la edad y las diferencias por sexo.* **Resultados:** *Los hombres presentaron mayor longitud axial (LA), profundidad de cámara anterior (PCA) y diámetro corneal (WTW), mientras que las mujeres mostraron córneas más curvas (Km) y gruesas, todos con $p < 0.05$. La Km presentó la diferencia por sexo más robusta (tamaño del efecto = 0.48). Por cada año de edad, la, la LA, la PCA y el WTW disminuyen 0.01 mm, mientras que el grosor del cristalino (GC) aumenta 0.02 mm. La edad mostró una correlación positiva moderada con el GC ($r = 0.24$) y negativa con la PCA ($r = –0.14$). La capacidad explicativa conjunta de la edad y el sexo sobre la variabilidad biométrica fue limitada (R^2 corregida ≤ 0.06).* **Conclusiones:** *La biometría ocular en el adulto mayor es un proceso dinámico en el que el envejecimiento induce un estrechamiento de la cámara anterior por engrosamiento lenticular y un ligero acortamiento axial. Aunque la edad y el sexo son predictores estadísticamente significativos, la variabilidad biométrica no depende mayoritariamente de ellos.*

Palabras claves: *Adulto mayor. Biometría ocular. Catarata. Edad. Sexo.*

Abstract

Objective: *To determine the influence of age and sex on ocular biometric parameters using linear regression models in older Cuban adults.* **Method:** *A retrospective, observational, and cross-sectional study was conducted on 3760 eyes of patients aged ≥ 60 years who underwent cataract surgery between 2017 and 2022. Biometric parameters were measured using the IOLMaster 700. Mean comparison tests, Pearson correlation, and multiple linear regression models were employed to quantify the annual impact of age and sex-related differences.* **Results:** *Males presented greater axial length (AL), anterior chamber depth (ACD), and corneal diameter (WTW), while females showed steeper mean keratometry (Km) and thicker central corneal thickness, all with $p < 0.05$. Km exhibited the most robust sex difference (effect size = 0.48). For each year of age,*

***Correspondencia:**
Yoriel Cuan-Aguilar
E-mail: yoriel.cuan@gmail.com

Fecha de recepción: 21-07-2026
Fecha de aceptación: 01-09-2026
DOI: 10.24875/RMO.M26000352

Disponible en internet: 24-11-2026
Rev Mex Oftalmol. 2026;100(5):107-114
www.rmo.com.mx

0187-4519/© 2026 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

AL, ACD, and WTW decreased by 0.01 mm, while lens thickness (LT) increased by 0.02 mm. Age showed a moderate positive correlation with LT (r = 0.24) and a negative correlation with ACD (r = –0.14). The combined explanatory capacity of age and sex on biometric variability was moderate (adjusted $R^2 \leq 0.06$). **Conclusions:** *Ocular biometry in older adults is a dynamic process in which aging induces anterior chamber narrowing due to lenticular thickening and a slight axial shortening. Although age and sex are statistically significant predictors, biometric variability does not primarily depend on them.*

Keywords: *Older adult. Ocular biometry. Cataract. Age. Sex.*

Introducción

La Organización Mundial de la Salud[1] estima que la población de adultos mayores (≥ 60 años) se duplicará en las próximas tres décadas, con un impacto mayor en los países de ingresos medios y bajos[2]. Unido a esto, la catarata constituye la principal causa de discapacidad visual a partir de los 50 años[3], con una incidencia que aumenta de forma significativa después de los 60 años[4].

Para la catarata, el único tratamiento eficaz es el recambio quirúrgico del cristalino opacificado por una lente intraocular[5]. La constante evolución de las técnicas quirúrgicas, los diseños de las lentes y los métodos de cálculo han transformado este procedimiento en una cirugía con fines refractivos, elevando las expectativas de los pacientes respecto a los resultados visuales posoperatorios. La precisión de la biometría ocular permite optimizar el cálculo de la potencia de la lente intraocular, guiar la planificación quirúrgica e identificar factores de riesgo anatómicos para complicaciones intra- y posoperatorias[6]. La obtención de resultados refractivos predecibles depende de la precisión de los dispositivos biométricos[7]. Los sistemas ópticos se consideran el estándar de referencia, al usar tecnologías como la interferometría de coherencia parcial, la reflectometría de baja coherencia y, más recientemente, la tomografía de coherencia óptica de fuente de barrido (SS-OCT, *swept-source optical coherence tomography*)[8]. En este ámbito, el IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Alemania), basado en SS-OCT, destaca por su alta precisión en la medición de los parámetros oculares[9].

Sin embargo, la disponibilidad tecnológica debe acompañarse de una comprensión correcta de los cambios biométricos fisiológicos relacionados con el envejecimiento y el sexo en etapas avanzadas de la vida. Gran parte de las bases de datos actuales se fundamentan en poblaciones jóvenes o heterogéneas, lo que podría inducir imprecisiones en cohortes geriátricas. Por tanto, establecer unos modelos predictivos que cuantifiquen la influencia del sexo y del envejecimiento anual sobre estructuras críticas oculares en el adulto mayor es esencial para evitar cálculos erróneos, personalizar la atención quirúrgica y actualizar los estándares biométricos en contextos locales.

Por tales razones, el presente estudio se propuso determinar la influencia de la edad y del sexo sobre los parámetros biométricos oculares mediante modelos de regresión lineal y cuantificar sus variaciones en una cohorte de adultos mayores cubanos.

Método

Diseño del estudio y participantes

Se realizó un estudio retrospectivo observacional, analítico y de corte transversal en el Centro de Microcirugía Ocular perteneciente al Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. Se analizó el período entre enero de 2017 y diciembre de 2022. Este estudio se diseñó y reportó siguiendo las recomendaciones de la declaración STROBE *(Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology)*[10] para estudios observacionales.

El periodo analizado representa los primeros años de uso generalizado de la tecnología SS-OCT (IOLMaster 700) en el centro, lo que garantiza la homogeneidad de las mediciones biométricas. De un universo de 5170 ojos de adultos mayores (≥ 60 años) operados de catarata y con registro en la base de datos del Centro de Microcirugía Ocular en este periodo, se conformó una muestra de 3760 ojos de igual número de pacientes mediante un muestreo no probabilístico consecutivo, incluyendo todos los registros que cumplieron con los criterios de elegibilidad. El tamaño de la muestra otorgó una potencia estadística superior al 90% con un nivel de confianza del 95%.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: primer ojo operado de cada sujeto y registros de biometría ocular realizados exclusivamente con IOLMaster 700. Como criterio de exclusión se consideraron la ausencia de alguno de los parámetros biométricos a estudiar, ojo con antecedentes de cirugía ocular previa o cirugía de catarata combinada con otros procedimientos quirúrgicos, enfermedades que pudieran

comprometer la precisión de la medida o la fijación del paciente (ectasias corneales, glaucoma avanzado o maculopatías) y biometrías calificadas por el dispositivo de calidad baja o dudosa después de dos tomas.

Variables

Se analizaron como variables independientes el sexo biológico y la edad. Esta última se trató de forma dual: como variable categórica estratificada en cuatro grupos (60-69, 70-79, 80-89 y ≥ 90 años) para el análisis comparativo, y como variable continua para los análisis de correlación y regresión. Los parámetros biométricos preoperatorios (variables dependientes) obtenidos mediante la tecnología SS-OCT a través del eje visual incluyeron longitud axial (LA), queratometría media (Km), profundidad de la cámara anterior (PCA), grosor del cristalino (GC), espesor corneal central (ECC) y diámetro corneal horizontal (WTW, *white-to-white*).

Fuentes de datos y medidas

Las mediciones se realizaron con el biómetro IOLMaster 700 por técnicos certificados, en condiciones de iluminación estándar y sin midriasis farmacológica, entre las 09:00 y las 16:00 horas. Se procuró una fijación visual adecuada del paciente. Las biometrías calificadas por el dispositivo de calidad baja o dudosa fueron excluidas del estudio. Los datos obtenidos quedaron guardados en el sistema de registro automatizado del Centro de Microcirugía Ocular. Las variables en estudio se extrajeron de dicho registro hacia una base de datos en formato Microsoft Excel para su procesamiento.

Análisis estadístico e interpretación de los resultados

El análisis estadístico se realizó con jamovi versión 2.6.26[11], programa estadístico de código abierto basado en R (R Core Team, 2024)[12]. Se emplearon estadísticas descriptivas (media, desviación estándar y frecuencias) y la normalidad de las variables se evaluó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Para la inferencia bivariada, según la normalidad de la muestra, se utilizaron la prueba t de Student o la prueba U de Mann-Whitney, y se evaluó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen o la correlación biseriada de rangos, interpretándose como pequeño (≈ 0.2), mediano (≈ 0.5) o grande (≈ 0.8). Para la comparación entre los cuatro grupos etarios se empleó ANOVA de una vía (con corrección de Welch si la prueba de Levene indicaba heterocedasticidad), seguida de pruebas *post-hoc* de Tukey (homogeneidad de varianzas) o de Games-Howell si se empleó corrección de Welch. El tamaño del efecto para ANOVA se cuantificó mediante ω^2 y se interpretó como pequeño si $\omega^2 \approx 0.01$, mediano si $\omega^2 \approx 0.06$ y grande si $\omega^2 \approx 0.14$.

Se incorporó un análisis de correlación de Pearson para determinar la fuerza y la dirección de la asociación lineal entre la edad (continua) y cada parámetro biométrico. Finalmente, se construyeron modelos de regresión lineal múltiple para cuantificar el impacto conjunto de la edad y el sexo sobre las biometrías, utilizando coeficientes β para estimar el cambio anual o la diferencia por sexo (el coeficiente β de la edad representa el cambio por cada año transcurrido, y el del sexo representa la diferencia en unidades absolutas del hombre respecto a la mujer). El coeficiente de determinación ajustado (R^2 corregida) se utilizó para evaluar la capacidad explicativa de los modelos, lo cual indica qué porcentaje de la variabilidad del parámetro es explicado por el modelo (edad más sexo). Se consideró significación estadística un valor de $p < 0.05$.

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación (registro 09-2025) y el Consejo Científico institucional. La investigación se rigió por la Declaración de Helsinki[13], contó con el consentimiento informado de todos los sujetos estudiados y no utilizó datos de identificación de los mismos.

Resultados

Se analizaron 3760 ojos de 3760 pacientes operados de catarata, con una edad media de 72.87 ± 7.22 años. La distribución por sexo mostró un predominio femenino (60.69%), con una frecuencia creciente con la edad en todos los grupos etarios, alcanzando el 64.71% en el grupo de ≥ 90 años (Tabla 1).

El análisis comparativo reveló diferencias significativas en la mayoría de los parámetros según el sexo biológico. Los hombres presentaron valores superiores de LA (23.63 vs. 23.32 mm), PCA (3.15 vs. 3.08 mm) y WTW (11.96 vs. 11.85 mm), todos con $p < 0.001$. Por el contrario, las mujeres mostraron córneas más curvas (Km 44.34 vs. 43.57 D; $p < 0.001$) y un mayor ECC (530.03 vs. 527.27 μm; $p = 0.016$). El análisis del tamaño del efecto indicó que, aunque estadísticamente significativas, estas diferencias son mayormente

Tabla 1. Características demográficas de la población

Variables	Total (n = 3760	Grupos de edad (años)			
		60-69 (n = 1225)	70-79 (n = 1837)	80-89 (n = 596)	≥ 90 (n = 102)
Edad (años) Media ± DE	72.87 ± 7.22	64.76 ± 2.64	74.22 ± 2.84	82.25 ± 2.00	91.03 ± 1.09
Sexo Femenino, n (%) Masculino, n (%)	 2282 (60.69) 1478 (39.31)	 734 (59.91) 491 (40.09)	 1117 (60.81) 720 (39.19)	 365 (61.24) 231 (38.76)	 66 (64.71) 36 (35.29)

DE: desviación estándar.

pequeñas, siendo la Km el parámetro con la diferencia más robusta entre sexos (d = 0.48) (Tabla 2).

En el análisis por grupos etarios se observaron cambios significativos en los parámetros biométricos a medida que se incrementó la edad. Se encontró una reducción progresiva de la LA ($p = 0.004$), la PCA ($p < 0.001$) y el WTW ($p < 0.001$), mientras que el GC mostró un aumentó marcado ($p < 0.001$) (Tabla 3).

A pesar de las diferencias significativas en la mayoría de los parámetros, el análisis del tamaño del efecto (ω^2) permitió discriminar cuáles de estos cambios tienen una relevancia clínica. El GC fue el parámetro más influenciado por la edad, con $\omega^2 = 0.04$. Esta magnitud se aproxima a un efecto mediano ($\omega^2 \approx 0.06$), lo que indica que el envejecimiento explica por sí solo alrededor del 4% de la varianza total detectada en el GC (Tabla 3).

Por su parte, la PCA mostró un tamaño del efecto pequeño, con $\omega^2 = 0.01$, por lo que la edad explica el 1% de su variabilidad, aunque la reducción de la PCA fue significativa ($p < 0.001$). Los parámetros LA y WTW, a pesar de mostrar valores de p significativos ($p = 0.004$ y $p < 0.001$, respectivamente), presentaron un tamaño del efecto nulo ($\omega^2 = 0.00$), indicando que la edad explica menos del 1% de la variabilidad en estos parámetros. La Km y el ECC no alcanzaron significación estadística y mostraron efectos nulos ($\omega^2 = 0.00$), lo que confirmó su estabilidad estructural en la muestra estudiada (Tabla 3).

El análisis *post-hoc* en las biometrías que tuvieron diferencias significativas entre los grupos etarios reveló que la LA disminuyó significativamente al comparar los grupos de 60-69 y 70-79 años frente al de 80-89 años ($p < 0.05$). Los cambios más dinámicos y consistentes se observaron en la PCA y el GC, los cuales mostraron una reducción progresiva de la PCA y un aumento del GC en casi todas las comparaciones de grupos hasta los 89 años ($p < 0.01$). Por último, el WTW presentó un descenso significativo al comparar los grupos de 60-69 y 70-79 años con los de edad más avanzada (Tabla 4).

La edad como variable continua mostró una correlación positiva moderada con el grosor del cristalino ($r = 0.24$) y correlaciones negativas con la PCA ($r = -0.14$), el WTW ($r = -0.09$) y la LA ($r = -0.05$) (Tabla 5).

El análisis de regresión lineal múltiple mostró que la edad y el sexo son predictores significativos de la variabilidad biométrica, aunque su capacidad explicativa conjunta fue limitada (R^2 corregida ≤ 0.06). Por cada año de incremento en la edad, se estimó una reducción constante de 0.01 mm en la LA, la PCA y el WTW, mientras que en el GC se estimó un aumentó en 0,02 mm anuales (Tabla 5).

El sexo masculino asoció con ojos más largos ($\beta = 0.31$ mm) y córneas más planas ($\beta = -0.77$ D), en comparación con las mujeres, independientemente de la edad. El ECC resultó ser el parámetro con menor dependencia de estas variables demográficas ($R^2 = 0.00$) (Tabla 5).

Discusión

Los hallazgos de esta investigación revelan variaciones significativas de la biometría ocular relacionadas con la edad y el sexo en adultos mayores, lo cual resalta que ambas variables no afectan al globo ocular de manera uniforme.

El IOLMaster 700, con tecnología SS-OCT, tiene una longitud que permite una mayor penetración en cataratas densas y una señal de mayor intensidad que la interferometría de coherencia parcial[14]. Sus escaneos transversales de sección córnea-retina en seis meridianos garantizan una alta precisión y la repetitividad en las mediciones biométricas oculares. En los adultos mayores, en los que la prevalencia de cataratas densas es elevada, la tecnología SS-OCT minimiza el uso

Tabla 2. Parámetros biométricos oculares según el sexo

Población	LA (mm), media ± DE	Km (D), media ± DE	PCA (mm), media ± DE	GC (mm), media ± DE	ECC (µm), media ± DE	WTW (mm), media ± DE
Total (n = 3760)	23.44 ± 1.27	44.04 ± 1.64	3.11 ± 0.42	4.58 ± 0.45	528.94 ± 34.37	11.89 ± 0.42
Femenino (n = 2282)	23.32 ± 1.29	44.34 ± 1.58	3.08 ± 0.41	4.59 ± 0.45	530.03 ± 34.96	11.85 ± 0.42
Masculino (n = 1478)	23.63 ± 1.22	43.57 ± 1.62	3.15 ± 0.43	4.58 ± 0.45	527.27 ± 33.38	11.96 ± 0.41
p	< 0.001*	< 0.001*	< 0.001†	0.812†	0.016†	< 0.001*
Tamaño del efecto	0.21‡	0.48‡	0.16§	0.01§	0.08§	0.16‡

*Prueba U de Mann-Whitney.
†Prueba t de Student.
‡Correlación biseriada de rangos.
§d de Cohen. Tamaño del efecto: pequeño ≈ 0.2, mediano ≈ 0.5 y grande ≈ 0.8.
D: dioptrías; DE: desviación estándar; ECC: espesor corneal central; GC: grosor del cristalino; Km: queratometría media; LA: longitud axial; PCA: profundidad de la cámara anterior; WTW: diámetro corneal *white-to-white*.

Tabla 3. Parámetros biométricos oculares según grupos de edad

Población	LA (mm), media ± DE	Km (D), media ± DE	PCA (mm), media ± DE	GC (mm), media ± DE	ECC (µm), media ± DE	WTW (mm), media ± DE
Total (n = 3760)	23.44 ± 1.27	44.04 ± 1.64	3.11 ± 0.42	4.58 ± 0.45	528.94 ± 34.37	11.89 ± 0.42
60-69 años (n = 1225)	23.49 ± 1.47	44.02 ± 1.83	3.16 ± 0.42	4.46 ± 0.46	530.64 ± 33.71	11.92 ± 0.43
70-79 años (n = 1837)	23.46 ± 1.24	44.02 ± 1.55	3.11 ± 0.42	4.60 ± 0.43	528.48 ± 34.84	11.90 ± 0.41
80-89 años (n = 596)	23.32 ± 0.91	44.07 ± 1.53	3.01 ± 0.40	4.73 ± 0.44	527.71 ± 34.61	11.84 ± 0.42
≥ 90 años (n = 102)	23.29 ± 0.94	44.29 ± 1.52	2.97 ± 0.39	4.83 ± 0.41	524.06 ± 31.46	11.77 ± 0.35
p (ANOVA)	0.004*	0.349*	< 0.001	< 0.001	0.104	< 0.001*
Tamaño del efecto (ω^2)†	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00

*Con corrección de Welch.
†Efecto pequeño: $\omega^2 \approx 0.01$ (la variable edad explica el 1% de la varianza del parámetro biométrico); efecto mediano: $\omega^2 \approx 0.06$ (la edad explica el 6% de la varianza); efecto grande: $\omega^2 \approx 0.14$ o superior (la edad explica el 14% o más de la varianza).
D: dioptrías; DE: desviación estándar; ECC: espesor corneal central; GC: grosor del cristalino; Km: queratometría media; LA: longitud axial; PCA: profundidad de la cámara anterior; WTW: diámetro corneal *white-to-white*.

Tabla 4. Análisis *post-hoc* de las diferencias de medias biométricas oculares entre grupos etarios

Grupos etarios (años)	LA* (mm)	PCA† (mm)	GC† (mm)	WTW* (mm)
60-69 vs. 70-79	0.03	0.06§	–0.14¶	0.03
60-69 vs. 80-89	0.16‡	0.15¶	–0.27¶	0.08¶
60-69 vs. ≥ 90	0.20	0.19¶	–0.37¶	0.16¶
70-79 vs. 80-89	0.14‡	0.10¶	–0.13¶	0.06
70-79 vs. ≥ 90	0.17	0.13§	–0.23¶	0.13§
80-89 vs. ≥ 90	0.04	0.04	–0.10	0.08

*Prueba *post-hoc* de Games-Howell.
†Prueba *post-hoc* de Tukey.
‡$p < 0.05$.
§$p < 0.01$.
¶$p < 0.001$.
GC: grosor del cristalino; LA: longitud axial; PCA: profundidad de cámara anterior; WTW: diámetro corneal *white-to-white*.

de la biometría ultrasónica, que aporta menor precisión[15,16], mayor dificultad para realizarse y menos mediciones biométricas.

El hallazgo de ojos más largos en el sexo masculino y de un acortamiento axial progresivo con el avance de la edad coincide con estudios previos realizados en poblaciones de Irán[17], China[18], Europa[7,19] e incluso Latinoamérica[20], en rangos de edades diferentes, no exclusivos de adultos mayores. El coeficiente $\beta = 0.31$ mm para el sexo en este estudio refuerza que la diferencia biológica es constante independientemente del proceso de envejecimiento. Esta diferencia entre sexos suele atribuirse a un ajuste fisonómico relacionado con la mayor estatura promedio de los varones[21]. Así, los ojos con mayor LA requieren una lente intraocular de menor potencia dióptrica para

Tabla 5. Análisis de correlación y regresión lineal múltiple de la edad y el sexo sobre las biometrías oculares

Parámetro biométrico	Correlación (r) con edad* (p)	Coeficiente β edad† (IC 95%)	Coeficiente β sexo‡ (IC 95%)	R^2 corregida§	p (modelo)
LA (mm)	–0.05 (0.001)	–0.01 (–0.01 a –0.00)	0.31 (0.23 a 0.40)	0.02	< 0.001
Km (D)	0.02 (0.142)	0.00 (0.00 a –0.01)	–0.77 (–0.88 a –0.67)	0.05	< 0.001
PCA (mm)	–0.14 (< 0.001)	–0.01 (–0.01 a –0.01)	0.06 (0.04 a 0.09)	0.03	< 0.001
GC (mm)	0.24 (< 0.001)	0.02 (0.01 a 0.02)	–0.00 (–0.03 a 0.03)	0.06	< 0.001
ECC (μm)	–0.04 (0.010)	–0.20 (–0.35 a –0.05)	–2.79 (–5.04 a –0.55)	0.00	0.002
WTW (mm)	–0.09 (< 0.001)	–0.01 (–0.01 a –0.00)	0.11 (0.09 a 0.14)	0.02	< 0.001

*Coeficiente de correlación de Pearson, indica la fuerza y la dirección de la asociación lineal entre la edad (como variable continua) y cada parámetro.
†Coeficiente de regresión, representa el cambio promedio en el parámetro por cada año de incremento en la edad.
‡Coeficiente de regresión, representa la diferencia promedio del sexo masculino respecto al femenino (tomando el femenino como referencia).
§Coeficiente de determinación, indica qué porcentaje de la variabilidad del parámetro es explicado por el modelo (edad más sexo).
ECC: espesor corneal central; GC: grosor del cristalino; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; Km: queratometría media; LA: longitud axial; PCA: profundidad de la cámara anterior; WTW: diámetro corneal *white-to-white*.

alcanzar la emetropía[22]. El análisis de regresión de este estudio estimó una reducción constante de 0.01 mm por cada año de vida. Este acortamiento axial con la edad podría responder a un mecanismo compensatorio de emetropización ante el aumento de la potencia refractiva del cristalino envejecido[23].

Por su parte, el sexo femenino mostró córneas más curvas, en consonancia con investigaciones internacionales[7,17,20,23,24]. Es notable que el análisis del tamaño del efecto identificara a la Km como el parámetro con la diferencia más robusta entre sexos. A diferencia de algunos estudios europeos y asiáticos, en los que aumentó la curvatura corneal con la edad[7,18], la presente investigación reveló una estabilidad queratométrica en el tiempo, coincidiendo con los hallazgos de Kim et al.[23]. La correlación negativa entre la Km y la LA refuerza la existencia de un mecanismo de emetropización, por el cual los ojos más cortos tienden a ser más curvos[25]. La reducción de la presión palpebral, los cambios degenerativos corneales y el efecto de la presión intraocular influyen en las queratometrías de los adultos mayores[7,26].

La PCA es importante para predecir la posición efectiva de la lente en las fórmulas biométricas de última generación[22,27]. En los adultos mayores, la PCA del sexo femenino fue menor, coincidiendo con publicaciones internacionales[17-19,27], a la vez que disminuyó con la edad, en consonancia también con otros estudios[7,19,23]. Mientras se estimó que la PCA disminuye 0.01 mm/año, el GC aumenta a un ritmo de 0.02 mm anuales. Esta correlación positiva moderada (r = 0.24) entre la edad y el GC sugiere que el engrosamiento lenticular es el principal factor que contribuye al estrechamiento del segmento anterior en el adulto mayor. Estos datos corroboran lo mostrado por publicaciones internacionales[23,27,28] y enfatizan la importancia de estos parámetros biométricos para fórmulas que dependen de la posición efectiva de la lente en pacientes de edad avanzada.

En este sentido, el GC mostró medidas similares en ambos sexos, en contraste con una investigación[29] que observó cristalinos más gruesos en hombres, y con otro estudio[18] en mujeres. El comportamiento similar del GC en ambos sexos (β = –0.00) podría explicar, de manera epidemiológica, la mayor predisposición al glaucoma por cierre angular en las mujeres debido a PCA más estrechas[30]. La correlación positiva del GC con la edad también ha sido mostrada por otros estudios[17,24,28,31], e incluso se plantea que es más evidente en ≥ 60 años[18,19]. Se atribuye a la síntesis continua de proteínas del cristalino y a la compactación de sus fibras durante toda la vida[31]. Se ha planteado que el GC se correlaciona de manera negativa con la LA[29], donde la elongación axial induce estiramiento lenticular lateral que compensa el aumento de la LA[7].

El ECC es el parámetro con menor dependencia de la edad y del sexo (R^2 = 0.00). Esto sugiere que, si bien existen diferencias poblacionales, el grosor corneal se mantiene relativamente estable en el adulto mayor sano. Algunas investigaciones tampoco hallaron variaciones según el sexo y la edad[32,33], mientras que otro estudio[34] documentó diferencias en ambos factores. El adelgazamiento corneal con la edad se atribuye a cambios degenerativos en el epitelio y el endotelio corneales[32,33], mientas que el ECC más grueso en las mujeres sugiere una influencia hormonal sobre esta estructura[34].

Por su parte, el WTW fue mayor en los hombres y se estimó una reducción de 0.01 mm por cada año de vida. Estos hallazgos coinciden con lo observado en 39,986 ojos con catarata en China[35] y en poblaciones europeas y del Medio Oriente[7,17,24]. En contraste, otros autores[19] no observaron cambios significativos con el avance de la edad. Se ha asumido que los cambios en la LA podrían afectar las características estructurales del segmento anterior, incluida la distancia WTW[35].

Un aspecto a tener en cuenta de esta investigación es que, a pesar de la alta significación estadística, la capacidad explicativa conjunta de la edad y del sexo sobre la variabilidad biométrica es limitada ($R^2 \leq 0.06$). Esto indica que, aunque la edad y el sexo son predictores estadísticamente significativos, el mayor porcentaje de la variabilidad biométrica en adultos mayores se debe a otros factores no contemplados en este modelo. Todo esto sugiere que la configuración biométrica final del adulto mayor depende de una interacción multifactorial compleja. Por tanto, hasta el día de hoy, la biometría individualizada mediante SS-OCT es insustituible y no puede basarse únicamente en tablas de edad/sexo para lograr el éxito quirúrgico.

Este estudio representa el primer análisis biométrico detallado de adultos mayores en Cuba y destaca por su amplio tamaño muestral, el uso de la tecnología SS-OCT y la homogeneidad metodológica. Sin embargo, al ser un estudio transversal, la cuantificación del cambio biométrico anual es una inferencia basada en la comparación de cohortes de distintas edades, no en un seguimiento longitudinal. También, su diseño retrospectivo y unicéntrico plantea limitaciones para la generalización de los resultados a toda la población cubana.

Conclusiones

En los adultos mayores cubanos, el sexo masculino se asocia con mayores valores de LA, PCA y WTW**,** mientras que el sexo femenino destaca por córneas más curvas y gruesas**.** Cada año de vida, la LA, la PCA y el WTW disminuyen 0.01 mm, mientras que el GC aumenta 0.02 mm**.** Aunque la edad y el sexo son predictores estadísticamente significativos, la variabilidad biométrica no depende mayoritariamente de ellos.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran haber seguido las normas éticas del comité de experimentación pertinente, de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos contaron con la aprobación del Comité de Ética institucional (número de registro: 09-2025).

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que se utilizaron SCISPACE y NotebookLM para el proceso de redacción con el fin de mejorar la legibilidad y el lenguaje. Tras utilizar dichas herramientas, los autores revisaron y editaron el contenido según necesidad, y asumen la plena responsabilidad del contenido de la publicación.

Referencias

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. World Population Ageing 2023: challenges and opportunities of population ageing in the least developed countries. New York, NY: United Nations; 2023. (Consultado el 10-02-2025.) Disponible en: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesa_pd_2024_wpa2023-report.pdf.
2. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RRA, Congdon N, Jones I, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. Lancet Glob Health. 2021;9:e489-551. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30488-5.
3. Fang R, Yu YF, Li EJ, Lv NX, Liu ZC, Zhou HG, et al. Global, regional, national burden and gender disparity of cataract: findings from the global burden of disease study 2019. BMC Public Health. 2022;22:2068. doi: 10.1186/s12889-022-14491-0.
4. Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, Aghamirsalim M, Pakbin M, Ramin S, et al. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. Eye (Lond). 2020;34:1357-70. doi: 10.1038/s41433-020-0806-3.
5. Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, Varadaraj V, Khanna RC. Cataracts. Lancet. 2023;401:377-89. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01839-6.
6. Jeong J, Song H, Lee JK, Chuck RS, Kwon JW. The effect of ocular biometric factors on the accuracy of various IOL power calculation formulas. BMC Ophthalmol. 2017;17:62. doi: 10.1186/s12886-017-0454-y.
7. Zvorničanin E, Vatavuk Z, Popovič M, Zvorničanin J. Gender- and age-related differences of ocular biometric parameters in patients undergoing cataract surgery in Bosnia and Herzegovina. J Ophthalmol. 2023;2023:1950257. doi: 10.1155/2023/1950257.

8. Kanclerz P, Hecht I, Tuuminen R. Technical failure rates for biometry between swept-source and older-generation optical coherence methods: a review and meta-analysis. BMC Ophthalmol. 2023;23:182. doi: 10.1186/s12886-023-02926-0.
9. Montés-Micó R, Pastor-Pascual F, Ruiz-Mesa R, Tañá-Rivero P. Ocular biometry with swept-source optical coherence tomography. J Cataract Refract Surg. 2021;47:802-14. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000551.
10. Vandenbroucke JP, von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. PLoS Med. 2007;4:e297. doi: 10.1371/journal.pmed.0040297.
11. The jamovi project. jamovi. Version 2.6. [Computer software]. 2024. (Consultado el 19-04-2025.) Disponible en: https://www.jamovi.org.
12. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. [Computer software]. 2024. (Consultado el 09-05-2025.) Disponible en: https://cran.r-project.org.
13. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human participants. JAMA. 2025;333:71-4. doi: 10.1001/jama.2024.21972.
14. Klaproth O. ZEISS IOLMaster 700. En: Aramberri J, Hoffer KJ, Olsen T, Savini G, Shammas HJ, editores. Intraocular Lens Calculations, Essentials in Ophthalmology. Cham, Switzerland: Springer; 2024. p. 297-306. doi: 10.1007/978-3-031-50666-6_17.
15. Hirnschall N, Varsits R, Doeller B, Findl O. Enhanced penetration for axial length measurement of eyes with dense cataracts using swept source optical coherence tomography: a consecutive observational study. Ophthalmol Ther. 2018;7:119-24. doi: 10.1007/s40123-018-0122-1.
16. Yun YI, Oh R, Oh JY, Choi HJ, Kim MK, Yoon CH. Longitudinal changes in ocular biometry and their effect on intraocular lens power calculation accuracy in cataract patients. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2025;263:1915-24. doi: 10.1007/s00417-025-06775-z.
17. Sharifi A, Zand A, Shafiei M, Nasiri N, Sharifi H, Najafzadeh MJ, et al. The influence of age and gender on ocular biometrics and corneal astigmatism in adults undergoing cataract surgery. SAGE Open Med. 2024;12:20503121241282956. doi: 10.1177/20503121241282956.
18. Zheng C, Ma R, Hao X, Geng W, Jin L, Hu Y. Distribution and determinants of lens biometrics in cataract patients: Insights from biometrics and implications for surgical precision. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2025 Dec;56:105221. doi: 10.1016/j.pdpdt.2025.105221.
19. Martínez de la Casa M, Matilla M, García Bella J, Morales L, Burgos Blasco B. Análisis de las características biométricas oculares en población mediterránea. Arch Soc Esp Oftalmol. 2025;100:775-80. doi: 10.1016/j.oftal.2025.07.010.
20. Rey-Rodríguez DV, Álvarez-Peregrina C, Moreno-Montoya J, Ramírez-Arcos DP, Tovar-Oviedo FL. Diferencias en los componentes biométricos oculares entre hombres y mujeres. Rev Mex Oftalmol. 2022;96:155-61. doi: 10.24875/rmo.m22000238.
21. Lee KE, Klein BE, Klein R, Quandt Z, Wong TY. Association of age, stature, and education with ocular dimensions in an older white population. Arch Ophthalmol. 2009;127:88-93. doi: 10.1001/archophthalmol.2008.521.
22. Isidore M, Hoa D, Verhaeghe F, Jacques J, Villain M, Daien V, et al. Discordance between anterior segment anatomy and axial length in cataract surgery candidates in France. Ophthalmic Res. 2023;66(1):474-480. doi: 10.1159/000526281.
23. Kim JH, Kim M, Lee SJ, Han SB, Kong YT, Yang HK, et al. Age-related differences in ocular biometry in adult Korean population. BMC Ophthalmol. 2016 Aug 22;16(1):146. doi: 10.1186/s12886-016-0328-8.
24. Arriola-Villalobos P, Burgos-Blasco B, Fernández-Vigo JI, Ariño-Gutiérrez M, Díaz-Valle D, Gegúndez-Fernández JA. Biometry data and prevalence of corneal astigmatism in Caucasian Spanish candidates for cataract surgery. J Fr Ophtalmol. 2021;44:61-8. doi: 10.1016/j.jfo.2020.03.025.
25. Brown N, Koretz J, Bron A. The development and maintenance of emmetropia. Eye (Lond). 1999;13:83-92. doi: 10.1038/eye.1999.16.
26. Cui Y, Meng Q, Guo H, Zeng J, Zhang H, Zhang G, et al. Biometry and corneal astigmatism in cataract surgery candidates from Southern China. J Cataract Refract Surg. 2014 Oct;40(10):1661-9. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.01.039.
27. Qi J, He W, Meng J, Qian D, Lu Y, Zhu X. Distribution of ocular anterior and posterior segment lengths among a cataract surgical population in Shanghai. Front Med (Lausanne). 2021;8:688805. doi: 10.3389/fmed.2021.688805.
28. Sharma S, Sharma AK, Gupta S, Gupta D. Lens thickness and associated ocular biometric factors among cataract patients in tertiary hospital. Int J Res Med Sci. 2023;11:852-6. doi: 10.18203/2320-6012.ijrms20230307.
29. Zhao J, Yang C, Zhou J, Zhang H, Geng Y. Assessment of the variability and correlation of biometric measurements in eyes with cataracts. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2024;51:104453. doi: 10.1016/j.pdpdt.2024.104453.
30. Feng X, Wang Y, Liang J, Xu Y, Ortega-Usobiaga J, Cao D. Analysis of lens thickness distribution based on swept-source optical coherence tomography (SS-OCT). J Ophthalmol. 2021;2021:4717996. doi: 10.1155/2021/4717996.
31. Martinez-Enriquez E, de Castro A, Mohamed A, Sravani NG, Ruggeri M, Manns F, et al. Age-related changes to the three-dimensional full shape of the isolated human crystalline lens. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2020;61:11. doi: 10.1167/iovs.61.4.11.
32. Hussain A, Tariq A, Rehman R, Farrukh F, Fatima A, Raza A, et al. Effect of age under 20-60 years on central corneal thickness. Pak Biomed J. 2022;5:322-6. doi: 10.54393/pbmj.v5i7.672.
33. Lee DH, Kim DH, Park SH. Age and sex related changes in corneal thickness and anterior corneal curvature in Korean young population with Orbscan II topography system. J Opt Soc Korea. 2011;15:68-73. doi: 10.3807/JOSK.2011.15.1.068.
34. Hashmani N, Hashmani S, Hanfi AN, Ayub M, Saad CM, Rajani H, et al. Effect of age, sex, and refractive errors on central corneal thickness measured by Oculus Pentacam®. Clin Ophthalmol. 2017;11:1233-8. doi: 10.2147/OPTH.S141313.
35. Wei L, He W, Meng J, Qian D, Lu Y, Zhu X. Evaluation of the white-to-white distance in 39,986 Chinese cataractous eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2021;62:7. doi: 10.1167/iovs.62.1.7.

Revista Mexicana de Oftalmología

Permanyer

Check for updates

ARTÍCULO ORIGINAL

Frecuencia y características clínicas y de imagen multimodal de los síndromes de puntos blancos en un hospital oftalmológico mexicano de referencia

Frequency and clinical and multimodal imaging characteristics of white dot syndromes at a Mexican tertiary ophthalmic center

*Carlos J. Cortés-Cervantes** y *M.ª Teresa Valdez-González*

Departamento de Enfermedades Inflamatorias Oculares, Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, IAP, Ciudad de México, México

Resumen

Objetivo: *Describir la frecuencia relativa, las características demográficas, las manifestaciones clínicas y los hallazgos en tomografía de coherencia óptica (OCT) y angiografía fluoresceínica (AF) de pacientes con síndromes de puntos blancos atendidos en un hospital oftalmológico mexicano de referencia.* **Método:** *Serie retrospectiva, observacional y descriptiva. Se identificaron 135 pacientes únicos con un diagnóstico dentro del espectro de síndromes de puntos blancos atendidos en el Departamento de Enfermedades Inflamatorias Oculares entre enero de 2018 y julio de 2024. Se excluyeron 90 sin OCT ni angiografía fluoresceínica disponible. En los 45 pacientes incluidos se analizaron variables demográficas, manifestaciones clínicas y hallazgos de imagen.* **Resultados:** *Se incluyeron 45 pacientes, 30 mujeres (66.7%) y 15 hombres (33.3%), con edad media de 50.45 años (rango: 18.08-89.3). Los diagnósticos más frecuentes fueron coroiditis serpiginosa (14; 31.1%), coroiditis multifocal y panuveítis (12; 26.7%) y síndrome de múltiples puntos blancos evanescentes (12; 26.7%). La visión borrosa se registró en todos los subgrupos. Los hallazgos de imagen predominantes involucraron el epitelio pigmentario de la retina y las capas retinianas externas; la disponibilidad de AF y OCT fue variable entre diagnósticos.* **Conclusiones:** *En esta serie hospitalaria, la coroiditis serpiginosa, la coroiditis multifocal y panuveítis y el síndrome de múltiples puntos blancos evanescentes representaron la mayoría de los casos. El predominio femenino y la afectación de retina externa y epitelio pigmentario fueron hallazgos relevantes. La heterogeneidad y falta de estandarización de los registros de imagen limitan las comparaciones entre subtipos.*

Palabras clave: *Síndromes de puntos blancos. Coroiditis. Tomografía de coherencia óptica. Angiografía fluoresceínica. Uveítis posterior. México.*

Abstract

Objective: *To describe the relative frequency, demographic characteristics, clinical manifestations, and optical coherence tomography (OCT) and fluorescein angiography (FA) findings of patients with white dot syndromes evaluated at a Mexican tertiary ophthalmic center.* **Method:** *Retrospective, observational, descriptive case series. We identified 135 unique patients diagnosed within the white dot syndrome spectrum who were evaluated at the Ocular Inflammatory Diseases Department between January 2018 and July 2024. Ninety patients without available OCT or fluorescein angiography were excluded. Demographic variables, clinical manifestations, and imaging findings were analyzed in the 45 included patients.* ***Results:*** *Forty-five patients were included: 30 women (66.7%) and 15 men (33.3%), with a mean age of 50.45 years (ran-*

***Correspondencia:**
Carlos J. Cortés-Cervantes
E-mail: cortescc92md@gmail.com

Fecha de recepción: 23-07-2026
Fecha de aceptación: 01-09-2026
DOI: 10.24875/RMO.M26000353

Disponible en internet: 24-11-2026
Rev Mex Oftalmol. 2026;100(5):115-119
www.rmo.com.mx

0187-4519/© 2026 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

ge: 18.08-89.3). The most frequent diagnoses were serpiginous choroiditis (14; 31.1%), multifocal choroiditis and panuveitis (12; 26.7%), and multiple evanescent white dot syndrome (12; 26.7%). Blurred vision was recorded in every diagnostic subgroup. Imaging findings predominantly involved the retinal pigment epithelium and outer retinal layers; FA and OCT availability varied across diagnoses. **Conclusions:** *In this hospital-based series, serpiginous choroiditis, multifocal choroiditis and panuveitis, and multiple evanescent white dot syndrome accounted for most cases. Female predominance and outer retinal and retinal pigment epithelium involvement were relevant findings. Heterogeneous and nonstandardized imaging records limited comparisons across subtypes.*

Keywords: *White dot syndromes. Choroiditis. Optical coherence tomography. Fluorescein angiography. Posterior uveitis. Mexico.*

Introducción

Los síndromes de puntos blancos comprenden un grupo heterogéneo de enfermedades inflamatorias que afectan principalmente la retina externa, el epitelio pigmentario de la retina (EPR), la coriocapilar y la coroides. Aunque comparten la presencia de lesiones blanquecinas o amarillentas en el fondo de ojo, difieren en edad de presentación, lateralidad, evolución, recurrencia, riesgo de neovascularización coroidea y necesidad de tratamiento[1-3].

La imagen multimodal ha modificado su comprensión y permite localizar el sitio primario de daño, diferenciar lesiones activas de secuelas y detectar complicaciones. La tomografía de coherencia óptica (OCT) caracteriza la alteración de la zona elipsoide, la retina externa y el EPR, mientras que la angiografía fluoresceínica (AF), la autofluorescencia y la angiografía con verde de indocianina aportan información complementaria sobre actividad inflamatoria y perfusión coriocapilar[3-6].

La baja frecuencia de estas entidades limita la disponibilidad de series amplias. Una cohorte estadounidense estimó una incidencia global de 0.45 casos por 100,000 habitantes-año; sin embargo, la distribución observada en centros de referencia puede diferir por patrones de referencia, criterios diagnósticos y características de la población atendida[7]. Los datos publicados en población mexicana son escasos.

El objetivo de este estudio fue describir la frecuencia relativa y las características demográficas, clínicas y de imagen multimodal de los síndromes de puntos blancos atendidos en un hospital oftalmológico mexicano de referencia.

Método

Diseño y escenario

Se realizó una serie retrospectiva, observacional y descriptiva basada en la revisión de expedientes clínicos. Se evaluaron pacientes atendidos en el Departamento de Enfermedades Inflamatorias Oculares de la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, IAP, en Ciudad de México, entre enero de 2018 y julio de 2024.

Participantes

La hoja general contenía 138 filas. Después de depurar tres registros duplicados por identificador institucional, se identificaron 135 pacientes únicos. Se incluyeron pacientes de cualquier edad y sexo con diagnóstico confirmado, expediente clínico suficiente y al menos OCT o AF disponible. Se excluyeron 90 pacientes sin ninguno de estos estudios auxiliares de imagen, por lo que la cohorte analítica final estuvo integrada por 45 pacientes.

Definición diagnóstica

Los diagnósticos se establecieron mediante la integración de la presentación clínica, la exploración oftalmológica y los hallazgos de imagen disponibles. Se clasificaron como síndrome de múltiples puntos blancos evanescentes (MEWDS), coroiditis multifocal y panuveítis, coroiditis serpiginosa, epiteliopatía pigmentaria placoide multifocal posterior aguda (EPPMPA), epitelitis pigmentaria retiniana aguda o retinocoroidopatía de Birdshot.

La base fue depurada por identificador de paciente. Las discrepancias de etiquetado entre la hoja general y las pestañas diagnósticas se resolvieron utilizando el diagnóstico final consignado en la hoja general y las notas clínicas de diagnóstico. En un registro duplicado con etiquetas de coroiditis serpiginosa y Birdshot se conservó la clasificación Birdshot, respaldada por la nota diagnóstica correspondiente.

Para cada entidad se requirió una presentación clínica compatible, lesiones características en el fondo de ojo y concordancia con los hallazgos de OCT y/o AF disponibles. En los pacientes clasificados como coroiditis

serpiginosa se descartó tuberculosis mediante una prueba cutánea de tuberculina negativa.

Variables y fuentes de datos

Se recopilaron edad, sexo, diagnóstico, síntomas referidos (visión borrosa, fotopsias, miodesopsias, metamorfopsias y escotomas), celularidad en cámara anterior, vitreítis y lesiones blanco-amarillentas en la fundoscopia. Se registró la disponibilidad y los hallazgos de OCT macular y AF.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. La edad se resumió mediante media y rango. Los denominadores se informaron para cada modalidad de imagen debido a la presencia de datos faltantes. No se realizaron comparaciones inferenciales entre subgrupos por el tamaño reducido de varias categorías diagnósticas.

Consideraciones éticas

El estudio se realizó de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki y con las normas institucionales de confidencialidad para la revisión de expedientes. El protocolo se aprobó en enero de 2025 con el número de registro 2025U1R3. Los datos se analizaron de forma anonimizada. Debido a su diseño retrospectivo y al uso exclusivo de información contenida en expedientes clínicos, se otorgó dispensa de consentimiento informado.

Resultados

Selección y características generales

Se identificaron 138 registros correspondientes a 135 pacientes únicos. Se excluyeron 90 pacientes sin OCT ni AF disponible y se incluyeron 45 (33.3%) en el análisis. La cohorte estuvo integrada por 30 mujeres (66.7%) y 15 hombres (33.3%), con edad media de 50.45 años, mediana de 49.09 años y rango de 18.08 a 89.3 años (Tabla 1).

Manifestaciones clínicas

La visión borrosa se registró en los 45 pacientes. La distribución de los demás síntomas fue heterogénea. Las miodesopsias se reportaron con mayor frecuencia en MEWDS y en coroiditis multifocal y panuveítis, mientras que el escotoma se registró principalmente en coroiditis serpiginosa y MEWDS (Tabla 2).

Hallazgos de imagen

La disponibilidad de estudios fue variable entre subgrupos. En la OCT predominaron la disrupción o atrofia de las capas externas y las alteraciones del EPR. En la AF se describieron patrones de hipofluorescencia temprana, hiperfluorescencia tardía, tinción o fuga, según el diagnóstico y la fase de la enfermedad (Tabla 3).

Discusión

Esta serie describe 45 pacientes con síndromes de puntos blancos atendidos durante seis años y medio en un centro oftalmológico mexicano de referencia. La coroiditis serpiginosa fue el diagnóstico más frecuente, seguida por la coroiditis multifocal y panuveítis y MEWDS. Dos tercios de la cohorte fueron mujeres.

El predominio femenino global estuvo impulsado principalmente por coroiditis multifocal y panuveítis y MEWDS. Este patrón es congruente con series de coroiditis multifocal, en las que se ha descrito predominio marcado en mujeres jóvenes o de mediana edad[8-10]. En contraste, la distribución por sexo fue más equilibrada en coroiditis serpiginosa y Birdshot, aunque el tamaño de estos subgrupos limita cualquier conclusión.

La elevada proporción de coroiditis serpiginosa debe interpretarse en el contexto de referencia hospitalaria. Las formas crónicas, recurrentes o con riesgo de daño visual pueden concentrarse en clínicas especializadas[11,12], mientras que enfermedades autolimitadas como MEWDS pueden no ser referidas o ser atendidas fuera del departamento. Por ello, la distribución de diagnósticos no representa la incidencia de estos síndromes en la población mexicana.

La OCT documentó alteraciones de retina externa y EPR en la mayoría de los pacientes con estudios disponibles, concordantes con el sitio anatómico de daño reconocido en este espectro. En MEWDS, la alteración de la zona elipsoide y su recuperación han sido descritas mediante OCT[9]; en coroiditis multifocal, la imagen multimodal también permite distinguir inflamación activa de neovascularización coroidea[8,10]. La variabilidad en la disponibilidad de estudios impidió comparar directamente la frecuencia de hallazgos entre diagnósticos.

Tabla 1. Distribución de diagnósticos y características demográficas

Diagnóstico	n (%)	Mujeres, n (%)	Edad media, años (rango)
Coroiditis serpiginosa	14 (31.1)	8 (57.1)	58.56 (22.4-89.3)
Coroiditis multifocal y panuveítis	12 (26.7)	10 (83.3)	52.54 (18.08-88.4)
MEWDS	12 (26.7)	9 (75.0)	38.88 (23.5-57.6)
EPPMPA	3 (6.7)	1 (33.3)	46.76 (34.2-55.08)
Epitelitis pigmentaria retiniana aguda	2 (4.4)	1 (50.0)	39.10 (34.11-44.1)
Retinocoroidopatía de Birdshot	2 (4.4)	1 (50.0)	67.58 (62.09-73.08)
Total	45 (100)	30 (66.7)	50.45 (18.08-89.3)

EPPMPA: epiteliopatía pigmentaria placoide multifocal posterior aguda; MEWDS: síndrome de múltiples puntos blancos evanescentes.

Tabla 2. Síntomas referidos por diagnóstico*

Diagnóstico	Visión borrosa	Fotopsias	Miodesopsias	Metamorfopsias	Escotoma
Coroiditis serpiginosa (n = 14)	14 (100)	2 (14.3)	0	1 (7.1)	4 (28.6)
Coroiditis multifocal y panuveítis (n = 12)	12 (100)	1 (8.3)	3 (25.0)	1 (8.3)	0
MEWDS (n = 12)	12 (100)	4 (33.3)	5 (41.7)	0	2 (16.7)
EPPMPA (n = 3)	3 (100)	0	0	1 (33.3)	0
Epitelitis pigmentaria retiniana aguda (n = 2)	2 (100)	1 (50.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	0
Birdshot (n = 2)	2 (100)	0	0	0	0

*Datos expresados como n (%). Todas las variables incluidas en esta tabla estaban codificadas para los 45 pacientes.

Tabla 3. Disponibilidad de angiografía fluoresceínica y OCT*

Diagnóstico	AF disponible	OCT disponible	Hallazgos principales reportados
Coroiditis serpiginosa	12/14 (85.7%)	14/14 (100%)	AF: hipofluorescencia temprana 2/12; patrón temprano/tardío 7/12; tinción 5/12. OCT: disrupción/atrofia 5/14; atrofia 8/14; NVC 1/14; sin alteración 1/14
Coroiditis multifocal y panuveítis	11/12 (91.7%)	10/12 (83.3%)	AF: patrón temprano/tardío 8/11; tinción 2/11; hiperfluorescencia tardía 1/11. OCT: retina externa/EPR 2/10; MNV 3/10; atrofia 2/10; otros 3/10
MEWDS	11/12 (91.7%)	7/12 (58.3%)	AF: incompetencia vascular 6/11; hiperfluorescencia temprana 4/11; papilar 1/11. OCT: disrupción de retina externa/EPR 7/7
EPPMPA	1/3 (33.3%)	3/3 (100%)	AF: hipofluorescencia temprana con tinción tardía 1/1. OCT: retina externa/EPR 2/3; atrofia de fotorreceptores y líquido subretiniano 1/3
Epitelitis pigmentaria retiniana aguda	1/2 (50%)	2/2 (100%)	OCT: disrupción de retina externa/EPR
Birdshot	2/2 (100%)	1/2 (50%)	AF: fuga tardía. OCT: disrupción de retina externa/EPR

*En coroiditis serpiginosa algunos hallazgos coexistieron, por lo que las categorías no suman 100%.
AF: angiografía fluoresceínica; EPPMPA: epiteliopatía pigmentaria placoide multifocal posterior aguda; EPR: epitelio pigmentario de la retina; MEWDS: síndrome de múltiples puntos blancos evanescentes; MNV: membrana neovascular; NVC: neovascularización coroidea; OCT: tomografía de coherencia óptica.

El estudio presenta varias limitaciones. Su diseño retrospectivo favorece datos faltantes y falta de uniformidad en la descripción clínica y la adquisición de imágenes. La selección de pacientes con estudios auxiliares disponibles pudo excluir presentaciones típicas sin imagen y enriquecer la muestra con casos complejos. No se definió un denominador poblacional ni el total de pacientes atendidos en el departamento, por lo que no fue posible calcular incidencia. Además, algunos subgrupos fueron muy pequeños y no se realizaron comparaciones inferenciales.

Entre sus fortalezas se encuentran el periodo de observación prolongado, la confirmación clínica en un departamento especializado y la inclusión de diversas entidades del espectro. Estos resultados aportan una referencia hospitalaria inicial para México y respaldan la necesidad de registros prospectivos con criterios diagnósticos e imagenológicos estandarizados.

Conclusiones

En esta serie hospitalaria mexicana, la coroiditis serpiginosa, la coroiditis multifocal y panuveítis y MEWDS concentraron la mayoría de los diagnósticos. Se observó predominio femenino y afectación frecuente de las capas externas de la retina y del EPR en la OCT. Los resultados deben interpretarse como frecuencias relativas de un centro de referencia y no como incidencia poblacional. Los estudios prospectivos y multicéntricos con imagen multimodal estandarizada permitirán definir con mayor precisión la carga y el comportamiento de estas enfermedades en México.

Disponibilidad de datos

Los datos anonimizados podrán estar disponibles previa solicitud razonable y con autorización institucional.

Contribuciones

C.J. Cortés-Cervantes: conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal, visualización y redacción del borrador original. M.T. Valdez-González: conceptualización, supervisión, validación y revisión y edición del manuscrito. Ambos autores aprobaron la versión final y asumen responsabilidad por la integridad del trabajo.

Financiamiento

El estudio se realizó con recursos institucionales y mediante el uso de las instalaciones de la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, Institución de Asistencia, Docencia e Investigación, con autorización previa de la institución.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran haber seguido las normas éticas del comité de experimentación pertinente, de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos contaron con la aprobación del Comité de Ética institucional. El protocolo se aprobó en enero de 2025 con el número de registro 2025U1R3

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se otorgó dispensa del consentimiento informado debido al diseño retrospectivo del estudio y la revisión de expedientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. BenEzra D, Forrester JV. Fundal white dots: the spectrum of a similar pathological process. Br J Ophthalmol. 1995;79(9):856-60. doi: 10.1136/bjo.79.9.856
2. Gass JDM. Acute posterior multifocal placoid pigment epitheliopathy. Arch Ophthalmol. 1968;80(2):177-85. doi: 10.1001/archopht.1968.00980050179005
3. Herbort CP Jr, Mantovani A, Tugal-Tutkun I, Papasavvas I. Classification of non-infectious and/or immune mediated choroiditis: a brief overview of the essentials. Diagnostics (Basel). 2021;11(6):939. doi: 10.3390/diagnostics11060939
4. Testi I, Vermeirsch S, Pavesio C. Acute posterior multifocal placoid pigment epitheliopathy (APMPPE). J Ophthalmic Inflamm Infect. 2021;11(1):31. doi: 10.1186/s12348-021-00263-1
5. Bousquet E, Duraffour P, Debillon L, Somisetty S, Monnet D, Brézin AP. Birdshot chorioretinopathy: a review. J Clin Med. 2022;11(16):4772. doi: 10.3390/jcm11164772
6. Becker KN, Rivkin AC, Bhat PV. Optical coherence tomography angiography in white dot syndromes. Adv Ophthalmol Optom. 2021;6:391-403. doi: 10.1016/j.yaoo.2021.04.026
7. Abu-Yaghi NE, Hartono SP, Hodge DO, Pulido JS, Bakri SJ. White dot syndromes: a 20-year study of incidence, clinical features, and outcomes. Ocul Immunol Inflamm. 2011;19(6):426-30. doi: 10.3109/09273948.2011.624287
8. Fung AT, Pal S, Yannuzzi NA, Christos P, Cooney M, Slakter JS, et al. Multifocal choroiditis without panuveitis: clinical characteristics and progression. Retina. 2014;34(1):98-107. doi: 10.1097/IAE.0b013e31829234cb
9. Yang CS, Wang AG, Lin YH, Huang YM, Lee FL, Lee SM. Optical coherence tomography in resolution of photoreceptor damage in multiple evanescent white dot syndrome. J Chin Med Assoc. 2012;75(12):663-6. doi: 10.1016/j.jcma.2012.08.011
10. Zahid S, Chen KC, Jung JJ, Balaratnasingam C, Ghadiali Q, Sorenson J, et al. Optical coherence tomography angiography of chorioretinal lesions due to idiopathic multifocal choroiditis. Retina. 2017;37(8):1451-63. doi: 10.1097/IAE.0000000000001381
11. Laatikainen L, Erkkilä H. Serpiginous choroiditis. Br J Ophthalmol. 1974;58(9):777-83. doi: 10.1136/bjo.58.9.777
12. Christmas NJ, Oh KT, Oh DM, Folk JC. Long-term follow-up of patients with serpiginous choroiditis. Retina. 2002;22(5):550-6. doi: 10.1097/00006982-200210000-00004

Revista Mexicana de Oftalmología

Permanyer

Check for updates

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación fisicoquímica del hialuronato de sodio en una formulación oftálmica y su relevancia terapéutica en enfermedad de ojo seco

Physicochemical evaluation of sodium hyaluronate in an ophthalmic formulation and its therapeutic relevance for dry eye disease

Narlly del Carmen Ruiz-Quintero

Servicio de Oftalmología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México; Facultad de Medicina, Oftalmología, Universidad Nacional Autónoma de México. México

Resumen

Objetivo: *Caracterizar el peso molecular del hialuronato de sodio presente en una formulación oftálmica y ponderar la importancia clínica del uso de ácido hialurónico (AH) de alto peso molecular en la enfermedad de ojo seco (EOS).* **Método:** *Se utilizó High-Performance Liquid and Size Exclusion Chromatography (HPLC-SEC) y una curva de calibración para determinar el peso molecular del AH. Además, se realizó una revisión relacionada con la importancia del peso molecular del AH en la EOS.* **Resultados:** *El peso molecular promedio del AH analizado fue de 970.0 kDa, con una viscosidad dinámica en un margen de 160 a 300 mPa·s. De acuerdo con la literatura, el AH con alto peso molecular kDa posee propiedades inmunomoduladoras, promotoras de la migración celular y viscoelásticas, las cuales favorecen la restauración de la superficie ocular y la estabilización de la película lagrimal en pacientes con EOS moderada a grave.* **Conclusiones:** *La formulación analizada contiene hialuronato de sodio de alto peso molecular con propiedades fisicoquímicas consistentes con una acción farmacéutica dirigida a la reparación epitelial, la hidratación prolongada y la modulación del microambiente inflamatorio ocular, validando su indicación terapéutica en EOS. Relevancia traslacional: la especificidad del peso molecular del AH es un determinante crítico del perfil farmacodinámico.*

Palabras clave: *Ácido hialurónico. Ojo seco. Peso molecular.*

Abstract

Objective: *To characterize the molecular weight of the sodium hyaluronate present in an ophthalmic formulation and to assess the clinical relevance of using high-molecular-weight hyaluronic acid (HA) in the context of the management of dry eye disease (DED).* **Method:** *High-performance liquid chromatography-size exclusion chromatography (HPLC-SEC) and a calibration curve were used to determine the molecular weight of HA in the formulation. Published evidence regarding the role of HA molecular weight in DED was considered to contextualize the physicochemical findings.* **Results:** *The mean molecular weight of the analyzed HA was 970.0 kDa, with a dynamic viscosity ranging from 160 to 300 mPa·s. Evidence from the literature indicates that high-molecular-weight HA exhibits immunomodulatory, cell migration-promoting and viscoelastic properties, which are associated with processes related to ocular surface restoration and tear film stabilization in patients with*

Correspondencia:
Narlly del Carmen Ruiz-Quintero
E-mail: dranarllyruizquintero@gmail.com

Fecha de recepción: 28-07-2026
Fecha de aceptación: 01-09-2026
DOI: 10.24875/RMO.M26000354

Disponible en internet: 24-11-2026
Rev Mex Oftalmol. 2026;100(5):120-125
www.rmo.com.mx

0187-4519/© 2026 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

moderate to severe DED. **Conclusions:** *The evaluated formulation contains high-molecular-weight sodium hyaluronate with physicochemical properties that are consistent with mechanisms previously associated with epithelial repair, prolonged ocular surface hydration, and modulation of the ocular inflammatory microenvironment, supporting its potential therapeutic role in the management of DED. Translational relevance: the specific molecular weight range of HA is a critical determinant of its pharmacodynamic profile.*

Keywords: *Hyaluronic acid. Dry eye. Molecular weight.*

Introducción

La enfermedad de ojo seco (EOS) es un padecimiento crónico y multifactorial de la superficie ocular, caracterizado por un desequilibrio en la homeostasis de la película lagrimal. Esta alteración se manifiesta clínicamente con síntomas como irritación, visión borrosa, sensación de cuerpo extraño y, en casos avanzados, daño epitelial[1-4].

La fisiopatología de la EOS involucra una pérdida de la unidad funcional lagrimal, integrada por las glándulas de Meibomio, las superficies epiteliales, la inervación y la secreción mucínica, además de inflamación crónica de bajo grado e hiperosmolaridad[1,5,6], por lo que las estrategias terapéuticas actuales buscan no solo aliviar los síntomas, sino que apuntan a restaurar la integridad del epitelio ocular y a modular el microambiente inflamatorio local[5,7].

Debido a que el ácido hialurónico (AH) es un componente endógeno de la matriz extracelular ocular y posee propiedades fisicoquímicas compatibles con la superficie del ojo, se ha posicionado como un componente bioactivo de gran relevancia en oftalmología en formulaciones para el tratamiento de EOS[3,5,8]. Desde su composición, el AH es un biopolímero lineal de alto peso molecular formado por unidades repetidas de ácido d-glucurónico y *N*-acetil-d-glucosamina, los cuales tienen propiedades viscoelásticas, higroscópicas y bioadhesivas que favorecen la estabilidad de la película lagrimal, la lubricación prolongada y la cicatrización epitelial[3,5,9].

La actividad biológica del AH depende de su peso molecular, se distinguen formas de bajo peso molecular (10-500 kDa) y de alto peso molecular (> 500 kDa)[5,10]; varios estudios *in vitro*, *in vivo* y clínicos han demostrado que el AH de alto peso molecular tiene efectos inmunomoduladores y antiinflamatorios que promueven la migración celular en el epitelial y la protección contra el estrés oxidante[3,6,8,11,12]. En contraste, los fragmentos de bajo peso molecular inducen respuestas proinflamatorias por medio de la activación de receptores tipo *toll* (TLR2, TLR4, CD44, etc.) que actúan como patrones moleculares asociados con daño tisular (DAMP)[5,8,11].

El producto analizado (Eyestil Plus®, SIFI S.p.A., Catania, Italia) es una formulación oftálmica estéril, libre de conservadores, que contiene hialuronato de sodio al 0.4%, indicada para el tratamiento del ojo seco[13]. Aunque su eficacia clínica ha sido documentada positivamente, hasta el momento no se cuenta con análisis experimentales que confirmen las propiedades fisicoquímicas del AH de su formulación, como el peso molecular, que es un parámetro clave para comprender su bioactividad en la superficie ocular[14,15].

En el presente estudio se determinó de forma experimental el peso molecular del hialuronato de sodio presente en el producto analizado mediante cromatografía líquida de alta resolución por exclusión de tamaño (*High-Performance Liquid and Size Exclusion Chromatography*, HPLC-SEC), con el propósito de validar el peso molecular del hialuronato de sodio presente en su formulación y relacionarlo con su relevancia terapéutica mediante el análisis crítico de la literatura científica sobre el uso de AH de alto peso molecular en oftalmología.

Método

Muestra analizada

Para el análisis experimental, se utilizó un frasco gotero de 10 ml del producto (Eyestil Plus® Laboratorios SIFI, lote 019 23/B), conservado en su empaque comercial hasta el momento del análisis.

Determinación del peso molecular

El peso molecular del hialuronato de sodio se determinó mediante HPLC-SEC utilizando la metodología desarrollada y validada por los Laboratorios de Especialidades Inmunológicas S.A. de C.V. (LEI), laboratorio tercero autorizado (No. TA-03-20), previamente empleada para caracterizar el AH[12,14,16]. Esta técnica, estandarizada y validada para biopolímeros

hidrofílicos, permite separar las moléculas según su tamaño hidrodinámico sin alterar su estructura química. Además, ofrece alta reproducibilidad y precisión para estimar el peso molecular promedio y su distribución, parámetros esenciales para correlacionar la estructura macromolecular del AH con sus propiedades viscoelásticas y bioactivas en oftalmología[17,18].

El análisis se realizó en un sistema HPLC Waters® modelo CL015, acoplado a un detector UV a 205 nm. Se utilizó una columna TSK Gel G2000SWxl (7.8 mm x 30 cm), de fase móvil y una solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4); la temperatura del sistema se mantuvo a 25 ± 5 °C, con un flujo isocrático de 0.6 ml/min y volumen de inyección de 10 µl.

Para la construcción de la curva de calibración se utilizaron estándares de gel de filtración con pesos moleculares conocidos: tiroglobulina (660 kDa), gammaglobulina (150 kDa), ovoalbúmina (43 kDa), mioglobina (17.2 kDa) y vitamina B12 (1.35 kDa). Además, se utilizó como estándar de referencia hialuronato de sodio (Sodium Hyaluronate BRP, lote vigente). La curva se construyó a partir del logaritmo del peso molecular frente al tiempo de retención.

Se realizaron dos inyecciones independientes de la muestra.

Revisión de literatura y análisis comparativo

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica enfocada en la relevancia del peso molecular del AH en su actividad biológica y terapéutica en la superficie ocular, para ello se seleccionaron artículos publicados entre 2015 y 2025, mediante una búsqueda dirigida en la base de datos PubMed usando los términos clave: *hyaluronic acid molecular weight*, *dry eye disease*, *ocular surface*, *viscoelasticity* y *inflammation*.

Resultados

Análisis cromatográfico del hialuronato de sodio

El análisis realizado por HPLC-SEC del lote 019 23/B de Eyestil Plus® mostró un perfil cromatográfico consistente y reproducible, obteniéndose los resultados que se reportan en la tabla 1. Los tiempos de retención obtenidos en las dos inyecciones independientes fueron 8.2382 y 8.2385 min, respectivamente, lo cual permitió interpolar los valores en la curva de calibración y se obtuvieron de forma individual los pesos moleculares de 970.09 y 969.92 kDa, lo que resulta en un peso molecular promedio de 970.0 kDa.

El coeficiente de correlación de la curva de calibración que se utilizó para extrapolar los resultados fue r = 0.9954, con un coeficiente de determinación r^2 = 0.9907, lo que garantiza la precisión en la estimación del peso molecular. Además, el análisis indicó una distribución monomodal, compatible con una fracción de AH de alta pureza y baja polidispersión (Tabla 1).

Estos resultados coinciden con la especificación técnica proporcionada por el fabricante del polímero (Contipro), que establece un intervalo de 800-1,000 kDa para el hialuronato de sodio utilizado en soluciones oftálmicas con viscosidad dinámica de 160-300 mPa·s.

Revisión de literatura: relevancia del peso molecular en la bioactividad ocular

La revisión bibliográfica permitió reunir evidencia que destaca la importancia del peso molecular del AH en su desempeño terapéutico sobre la superficie ocular, con especial atención en los siguientes puntos:

- El AH de alto peso molecular se asocia con propiedades antiinflamatorias al inhibir la vía NF-κB, la disminución en la expresión de metaloproteinasas de matriz (MMP-9) y de citocinas proinflamatorias (interleucina [IL] 1β, IL-6 y factor de necrosis tumoral alfa [TNF-α]), así como con la disminución del estrés oxidante inducido por radiación ultravioleta B, los fragmentos muy pequeños de HA activan TLR4 y aumentan la expresión de IL-6 y TNF-α, lo que apoya que el efecto antiinflamatorio se asocia a mayores pesos moleculares[2,7,10,19-22].
- Además, el AH de alto peso molecular, al tener gran estabilidad química, tiene una acción prolongada y viscoelástica sobre la superficie ocular, lo que le permite favorecer la migración y proliferación epitelial corneal al modular positivamente la expresión de mucinas (MUC1, MUC5AC), contribuyendo así a la estabilidad de la película lagrimal[5,11,12,19,23,24].
- Los artículos revisados confirman una relación directa entre el peso molecular de AH y su actividad inmunitaria; los fragmentos de bajo peso molecular (< 250 kDa) pueden actuar como DAMP y activar receptores como TLR4 o CD44, desencadenando procesos inflamatorios[8], mientras que el AH de alto peso molecular desempeña una función inmunosilente que favorece la recuperación epitelial al promover la homeostasis tisular[8,11,19], inhibir la apoptosis epitelial, regular la respuesta inmunitaria local y

Tabla 1. Resultados del análisis por HPLC-SEC del hialuronato de sodio. El análisis cromatográfico por HPLC-SEC confirmó que el producto analizado contiene hialuronato de sodio de alto peso molecular (970 kDa). La consistencia entre los estándares de calibración y los estándares internos de hialuronato de sodio asegura la precisión del método. El perfil monomodal y la baja dispersión molecular respaldan la pureza del polímero, garantizando propiedades biofarmacéuticas óptimas para su aplicación clínica en enfermedad de ojo seco

Parámetro	Valor obtenido	Observaciones
Estándares de calibración (gel de filtración)	Tiroglobulina (660 kDa, RT 9.16), gammaglobulina (150 kDa, RT 10.89), ovoalbúmina (43 kDa, RT 13.43), mioglobina (17 kDa, RT 15.55), vitamina B12 (1.35 kDa, RT 19.29)	Curva de calibración lineal (r^2 = 0.9907; r = 0.9954)
Estándar de hialuronato de sodio (BRP, 6 inyecciones)	RT promedio: 8.2168 ± 0.0021 min (%RSD = 0.0259)	Validación interna del método; confirma estabilidad del estándar
Tiempo de retención (Eyestil Plus®)	8.2382-8.2385 min	Desviación estándar: 0.0002 min (%RSD = 0.0020)
Peso molecular calculado (Eyestil Plus®)	970,090 Da y 969,919 Da	Promedio: 970,000 ± 121 Da (970.0 kDa)
Distribución	Monomodal, sin fragmentación detectable	Indica alta pureza y baja polidispersión
Viscosidad dinámica (especificación Contipro)	160-300 mPa·s	Compatible con el peso molecular 0.8-1.0 MDa

HPLC-SEC: cromatografía líquida de alta resolución por exclusión de tamaño; RT: tiempo de retención; r^2: coeficiente de determinación; r: coeficiente de correlación lineal; RSD: desviación estándar relativa; %CV: coeficiente de variación porcentual; mPa·s: milipascal/segundo (unidad de viscosidad dinámica); BRP: preparación de referencia biológica.

aumentar marcadores de estrés oxidante como la SODasa[20].

- Los estudios disponibles, *in vitro* y clínicos, coinciden en que las formulaciones oftálmicas que contienen AH de alto peso molecular presentan propiedades viscoelásticas, con mayor viscosidad a baja tasa de cizallamiento, lo que favorece una lubricación más eficiente, mayor estabilidad de la película lagrimal y mejor protección del epitelio ocular[9,12,23]. Desde el aspecto clínico, estas formulaciones han demostrado mejorar parámetros como el tiempo de rotura lagrimal (TBUT, *tear break-up time*), la tinción corneal y el índice de la prueba OSDI (*Ocular Surface Disease Index*), en comparación con lágrimas artificiales sin AH o con AH de bajo peso molecular, posicionándolas como una opción terapéutica avanzada en el manejo de la EOS[13,22,25,26].
- El AH de alto peso molecular favorece una recuperación corneal más rápida y funcional tras cirugía de *crosslinking*, acelerando la regeneración nerviosa, reduciendo la inflamación y mejorando la estabilidad de la superficie ocular, en un contexto donde la reparación nerviosa es prioritaria[26].
- En concordancia con esta evidencia, la formulación del producto analizado, que contiene hialuronato de sodio al 0.4% con un peso molecular promedio de 970.0 kDa, se coloca dentro del intervalo óptimo para promover la migración, proliferación y diferenciación del epitelio, además de aportar propiedades viscoelásticas y antiinflamatorias. Estas características la hacen especialmente útil en el manejo de EOS moderada-grave, pacientes posquirúrgicos o con disfunción de la unidad lagrimal, como sugiere la literatura especializada[5,6,12,14,16,22], ya que proporciona mayor hidratación, mayor retención en la superficie ocular, mejor reparación epitelial, reducción de inflamación y menor riesgo de visión borrosa[23,27].

Discusión

Los hallazgos de este estudio confirman que el producto analizado contiene hialuronato de sodio de alto peso molecular, con un valor experimental promedio de 970.0 kDa determinado por HPLC-SEC. El tamaño molecular se encuentra dentro del intervalo óptimo reportado en la literatura para inducir efectos biológicos positivos en la superficie ocular, en particular en el contexto de EOS[9,11,12,16]. Desde el punto de vista fisicoquímico, la baja dispersión molecular observada sugiere la pureza del polímero y su idoneidad para uso oftálmico prolongado y reducir el riesgo de eventos adversos o proinflamatorios asociados con fragmentación[7,12].

El peso molecular del AH es una característica importante para el comportamiento biológico. Diversos

estudios han demostrado que el AH de alto peso molecular ejerce efectos inmunomoduladores y protectores de la superficie ocular, incluyendo la inhibición de la vía NF-κB, la disminución de citocinas proinflamatorias como IL-1β e IL-6, junto con la subexpresión de MMP-9 y la estimulación de la migración y regeneración del epitelio corneal, contribuyendo a la restauración de la homeostasis ocular[6,8,10,11,16,19,23]. Además, el AH de alto peso molecular presenta una mayor capacidad para retener agua y adherirse a la superficie ocular, debido a su estructura polimérica lineal y rica en grupos hidrofílicos. Estas propiedades son especialmente útiles en pacientes con hiperosmolaridad lagrimal o deficiencia mucínica, al favorecer la estabilidad de la película lagrimal y reducir la fricción ocular[2,7,23].

En contraste con los beneficios observados en las fracciones de alto peso molecular, diversos estudios han señalado que los fragmentos de AH de bajo peso molecular (< 250 kDa) pueden actuar como DAMP capaces de activar receptores como TLR2, TLR4 y CD44, desencadenando respuestas inflamatorias, promover angiogénesis o apoptosis en condiciones de daño tisular[5,10,11,19].

Desde el punto de vista clínico, varios metaanálisis y ensayos controlados han demostrado que las formulaciones oftálmicas basadas en AH de alto peso molecular mejoran los parámetros clínicos como el TBUT, la tinción corneal con fluoresceína, el puntaje del OSDI y la percepción subjetiva de confort ocular. Si bien su eficacia comparada con otras lágrimas artificiales no alcanza significancia estadística, su compatibilidad bioquímica, el perfil de seguridad y potencial antiinflamatorio las posicionan como una estrategia terapéutica en pacientes con EOS de origen multifactorial[2,13,20,22,25].

El valor experimental determinado de 970.0 kDa en el producto analizado ubica a esta formulación dentro del rango ideal para aprovechar los efectos protectores, promotores de la migración celular e inmunomoduladores del AH, según lo demuestran estudios recientes[6,9,14,16,23]. Esta fracción molecular se asocia con una viscosidad dinámica entre 160-300 mPa·s, lo que permite una distribución homogénea y evita la visión borrosa persistente[7,12,14]. Además, su formulación sin conservadores y aguas destiladas con pH y osmolaridad compatibles con la superficie ocular le otorgan alta tolerabilidad y eficacia clínica, incluso en pacientes con síndrome de Sjögren, poscirugía refractiva o exposición crónica a dispositivos electrónicos[13-15,21].

En conjunto, estos hallazgos refuerzan la necesidad de considerar la caracterización fisicoquímica de los componentes bioactivos en oftalmología, en particular cuando su mecanismo de acción está íntimamente ligado a su estructura macromolecular. La inclusión de análisis experimentales de peso molecular como el aquí presentado puede aportar transparencia, reproducibilidad y rigor al diseño de estudios clínicos y al uso racional de estos productos en la práctica médica.

Conclusión

La caracterización cromatográfica del hialuronato de sodio presente en el producto analizado confirma que se trata de un producto de alto peso molecular (970.0 kDa), congruente con las especificaciones terapéuticas óptimas para el manejo de la EOS. Esta característica se asocia con propiedades antiinflamatorias, promotoras de la migración celular, y viscoelásticas que han sido documentadas como efectivas en la restauración de la superficie ocular y la estabilización de la película lagrimal.

La validación experimental del peso molecular del AH en formulaciones comerciales como Eyestil Plus® aporta evidencia objetiva que respalda su uso clínico racional, especialmente en contextos de EOS moderada a grave, con componente inflamatorio o daño epitelial significativo.

Financiamiento

El análisis de las muestras contó con el apoyo de Laboratorios SIFI de México. El patrocinador no intervino en los análisis, la interpretación de los datos ni la decisión de publicar.

Conflicto de intereses

La autora declara haber recibido honorarios como oradora de Laboratorios SIFI de México.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. La autora declara que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales, historias clínicas ni muestras biológicas humanas, por lo que no requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. La autora declara que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Kwon J, Moghtader A, Kang C, Bibak Bejandi Z, Shahjahan S, Alzein A, et al. Overview of dry eye disease for primary care physicians. Medicina (Kaunas). 2025;61(3):460.
2. Hynnekleiv L, Magno M, Vernhardsdottir RR, Moschowits E, Tønseth KA, Dartt DA, et al. Hyaluronic acid in the treatment of dry eye disease. Acta Ophthalmol. 2022;100(8):844-60.
3. Salwowska NM, Bebenek KA, Začdło D, Wcisło-Dziadecka L. Physiochemical properties and application of hyaluronic acid: a systematic review. J Cosmet Dermatol. 2016;15(4):520-6.
4. Zadnik K. Cornea classic: Nichols, Nichols, and Mitchell, "The lack of association between signs and symptoms in patients with dry eye disease" (2004). Cornea. 2025;44(8):937.
5. Cyphert JM, Trempus CS, Garantziotis S. Size matters: molecular weight specificity of hyaluronan effects in cell biology. Int J Cell Biol. 2015;2015:563818.
6. Zhang X, Wei D, Xu Y, Zhu Q. Hyaluronic acid in ocular drug delivery. Carbohydr Polym. 2021;264:118006.
7. Huerta-Ángeles G, Ondreáš F, Brandejsová M, Kopecká K, Vagnerová H, Kulhánek J, et al. Formulation of hyaluronan grafted with dodecanoic acid as a potential ophthalmic treatment. Carbohydr Polym. 2020;246:116616.
8. Garantziotis S, Savani RC. Hyaluronan biology: a complex balancing act of structure, function, location and context. Matrix Biol. 2019;78-79:1-10.
9. Černohlávek M, Brandejsová M, Štěpán P, Vagnerová H, Hermannová M, Kopecká K, et al. Insight into the lubrication and adhesion properties of hyaluronan for ocular drug delivery. Biomolecules. 2021;11(10):1474.
10. Chistyakov DV, Astakhova AA, Azbukina NV, Goriainov SV, Chistyakov VV, Sergeeva MG. High- and low-molecular-weight hyaluronic acid differentially influences oxylipin synthesis in the course of neuroinflammation. Int J Mol Sci. 2019;20(16):3894.
11. D'Agostino A, Stellavato A, Corsuto L, Diana P, Filosa R, La Gatta A, et al. Is molecular size a discriminating factor in hyaluronan interaction with human cells? Carbohydr Polym. 2017;157:21-30.
12. Aragona P, Simmons PA, Wang H, Wang T. Physicochemical properties of hyaluronic acid-based lubricant eye drops. Transl Vis Sci Technol. 2019;8(6):2.
13. Pisella P, Gain P, Cochener B, Baillif S, Kodjikian L, Creuzot-Garcher C, et al. A randomised study comparing performance and safety of Eyestil Plus® vs Vismed Multi® in moderate-to-severe dry eye syndrome patients. Eur J Ophthalmol. 2025;35(2):482-91.
14. Paschier A, Manuelli A, Chauchat L, Legall M, Rebika H, Sahyoun M, et al. Overview of 37 tear substitutes in Europe based on various physicochemical parameters. Ophthalmol Ther. 2024;13(10):2799-812.
15. Beck R, Stachs O, Koschmieder A, Mueller-Lierheim WGK, Peschel S, van Setten GB. Hyaluronic acid as an alternative to autologous human serum eye drops: initial clinical results with high-molecular-weight hyaluronic acid eye drops. Case Rep Ophthalmol. 2019;10(2):244-55.
16. Nguyen L, Lin X, Verma S, Puri S, Hascall V, Gesteira TF, et al. Characterization of the molecular weight of hyaluronan in eye products using a novel method of size exclusion high-pressure liquid chromatography. Transl Vis Sci Technol. 2023;12(4):5.
17. Schrag D, Corbier M, Raimondi S. Size exclusion-high-performance liquid chromatography (SEC-HPLC). Methods Mol Biol. 2014;1131:507-12.
18. Suárez-Hernández LA, Camacho-Ruíz RM, Arriola-Guevara E, Padilla-Camberos E, Kirchmayr MR, Corona-González RI, et al. Validation of an analytical method for the simultaneous determination of hyaluronic acid concentration and molecular weight by size-exclusion chromatography. Molecules. 2021;26(17):5360.
19. Kojima T, Nagata T, Kudo H, Müller-Lierheim WGK, van Setten GB, Dogru M, et al. The effects of high molecular weight hyaluronic acid eye drop application in environmental dry eye stress model mice. Int J Mol Sci. 2020;21(10):3519.
20. Chauchat L, Guerin C, Sahyoun M, Guillon M, Calonge M. Management of oxidative stress and inflammation in patients with symptomatic dry eye disease treated with a preservative-free ophthalmic emulsion combining alpha-lipoic acid and high molecular weight sodium hyaluronate. Adv Ther. 2025;42(5):2219-33.
21. Mysen OMB, Hynnekleiv L, Magnø MS, Vehof J, Utheim TP. Review of hydroxypropyl methylcellulose in artificial tears for the treatment of dry eye disease. Acta Ophthalmol. 2024;102(7):881-96.
22. Medic N, Boldin I, Berisha B, Matijak-Kronschachner B, Aminfar H, Schwantzer G, et al. Application frequency - key indicator for the efficiency of severe dry eye disease treatment - evidence for the importance of molecular weight of hyaluronan in lubricating agents. Acta Ophthalmol. 2024;102(5):e663-71.
23. Guarise C, Acquasaliente L, Pasut G, Pavan M, Soato M, Garofolin G, et al. The role of high molecular weight hyaluronic acid in mucoadhesion on an ocular surface model. J Mech Behav Biomed Mater. 2023;143:105790.
24. Huynh A, Priefer R. Hyaluronic acid applications in ophthalmology, rheumatology, and dermatology. Carbohydr Res. 2020;489:107950.
25. Yang YJ, Lee WY, Kim YJ, Hong YP. A meta-analysis of the efficacy of hyaluronic acid eye drops for the treatment of dry eye syndrome. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(10):4817.
26. Özkan G, Turhan SA, Toker E. Effect of high and low molecular weight sodium hyaluronic acid eye drops on corneal recovery after crosslinking in keratoconus patients. BMJ Open Ophthalmol. 2025;10(1):e001890.
27. Hynnekleiv L, Magno M, Moschowits E, Tønseth KA, Vehof J, Utheim TP. A comparison between hyaluronic acid and other single ingredient eye drops for dry eye: a review. Acta Ophthalmol. 2024;102(1):25-37.

Revista Mexicana de Oftalmología

Permanyer

Check for updates

CASO CLÍNICO

Coroidopatía *punctata* interna bilateral complicada con neovascularización coroidea: utilidad de la imagen multimodal y del tratamiento combinado

Bilateral punctate inner choroidopathy complicated by choroidal neovascularizatio: the role of multimodal imaging and combined therapy

Kelvin de Jesús Persia y Ángela Rodríguez*

Departamento de Oftalmología, Hospital Regional Universitario José María Cabral y Báez, Santiago de los Caballeros, República Dominicana

Resumen

Objetivo: *La coroidopatía punctata interna (CPI) es una coriorretinopatía inflamatoria idiopática poco frecuente que afecta principalmente a mujeres jóvenes con miopía y se caracteriza por múltiples lesiones coroideas localizadas en el polo posterior, sin inflamación vítrea ni del segmento anterior. La complicación visual más importante es el desarrollo de neovascularización coroidea (NVC).* **Observaciones:** *Se presenta el caso de una mujer de 44 años con antecedente de miopía que consultó por disminución súbita de la agudeza visual del ojo izquierdo de una semana de evolución. La exploración mostró lesiones blanco-amarillentas bilaterales compatibles con CPI, siendo más numerosas y confluentes en el ojo izquierdo, donde coexistía una membrana neovascular coroidea activa. La tomografía de coherencia óptica, la angiografía por tomografía de coherencia óptica, la angiografía fluoresceínica, la angiografía con verde de indocianina y la autofluorescencia confirmaron la actividad inflamatoria y la presencia de NVC. Se instauró tratamiento combinado con prednisolona oral, triamcinolona periocular, tres inyecciones intravítreas mensuales de bevacizumab y azatioprina como terapia inmunomoduladora de mantenimiento. La paciente presentó resolución del líquido subretiano, inactivación de la NVC y recuperación funcional, alcanzando una agudeza visual corregida final de 20/25 en ambos ojos.* **Conclusiones:** *La imagen multimodal constituye una herramienta esencial para el diagnóstico y el seguimiento de la CPI. El tratamiento precoz mediante un abordaje combinado antiinflamatorio, antiangiogénico e inmunomodulador puede lograr excelentes resultados anatómicos y funcionales en pacientes con CPI complicada con NVC.*

Palabras clave: *Coroidopatía punctata interna. Neovascularización coroidea. Imagen multimodal. Tomografía de coherencia óptica. Autofluorescencia. Inhibidores del factor de crecimiento endotelial vascular.*

Abstract

Objective: *To describe a case of bilateral punctate inner choroidopathy (PIC) complicated by choroidal neovascularization (CNV), highlighting the role of multimodal imaging in diagnosis and monitoring, as well as the anatomical and functional outcomes achieved with combined anti-inflammatory, antiangiogenic, and immunomodulatory therapy.* **Observaciones:** *We*

Correspondencia:
Kelvin de Jesús Persia
E-mail: kelvind7jesus@gmail.com

Fecha de recepción: 15-07-2026
Fecha de aceptación: 01-09-2026
DOI: 10.24875/RMO.M26000351

Disponible en internet: 24-11-2026
Rev Mex Oftalmol. 2026;100(5):126-131
www.rmo.com.mx

0187-4519/© 2026 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

report the case of a 44-year-old myopic woman who presented with sudden-onset visual impairment in her left eye of one week's duration. Fundoscopic examination revealed bilateral yellowish-white lesions consistent with PIC, which were more numerous and confluent in the left eye, where active choroidal neovascularization was also identified. Optical coherence tomography (OCT), optical coherence tomography angiography (OCT-A), fluorescein angiography (FA), indocyanine green angiography (ICGA), and fundus autofluorescence confirmed inflammatory activity and the presence of CNV. Combined treatment was initiated with oral prednisolone, periocular triamcinolone, three monthly intravitreal injections of bevacizumab, and azathioprine as maintenance immunomodulatory therapy. The patient demonstrated complete resolution of the subretinal fluid, inactivation of the neovascular lesion, and functional visual recovery, achieving a final best-corrected visual acuity (BCVA) of 20/25 in both eyes. **Conclusions:** *Multimodal imaging is an essential tool for the diagnosis and monitoring of PIC. Early intervention using a combined anti-inflammatory, antiangiogenic, and immunomodulatory approach may achieve excellent anatomical and functional outcomes in patients with PIC complicated by CNV.*

Keywords: *Punctate inner choroidopathy. Choroidal neovascularization. Multimodal imaging. Optical coherence tomography. Fundus autofluorescence. Anti-VEGF.*

Introducción

La coroidopatía *punctata* interna (CPI) es una enfermedad inflamatoria perteneciente al grupo de los denominados «síndromes de puntos blancos». Fue descrita por Watzke et al.[1] en 1984 y afecta predominantemente a mujeres jóvenes con miopía. Se caracteriza por la presencia de múltiples lesiones amarillo-blanquecinas localizadas en el epitelio pigmentario de la retina (EPR) y de la coroides interna, en general limitadas al polo posterior y sin evidencia clínica de inflamación vítrea o del segmento anterior.

Aunque muchas lesiones evolucionan espontáneamente hacia cicatrices atróficas, la principal causa de pérdida visual es el desarrollo de neovascularización coroidea (NVC), descrita hasta en el 40-75 % de los pacientes durante la evolución de la enfermedad[1,2]. En los últimos años, la incorporación de la imagen multimodal ha permitido mejorar de manera significativa la precisión diagnóstica y diferenciar la CPI de otras coriorretinopatías inflamatorias del grupo de los síndromes de puntos blancos[3].

Presentamos el caso de una paciente con CPI bilateral complicada con NVC activa, en quien la combinación de técnicas de imagen permitió establecer el diagnóstico y orientar un tratamiento combinado, con excelente recuperación anatómica y funcional.

Caso clínico

Mujer de 44 años, sin antecedentes sistémicos de importancia y con antecedente oftalmológico de miopía, que consultó por disminución brusca de la visión del ojo izquierdo de una semana de evolución. Negaba dolor ocular, fotopsias o síntomas sistémicos asociados.

La mejor agudeza visual corregida fue de 20/25 (–1.25 –0.50 × 65°) en el ojo derecho y 20/400 (–1.00 –0.50 × 109°) en el ojo izquierdo.

La presión intraocular fue normal en ambos ojos y la biomicroscopía no mostró signos de inflamación del segmento anterior ni del vítreo.

El examen de fondo de ojo del ojo derecho evidenció múltiples lesiones subretinianas blanco-amarillentas, de bordes bien delimitados y menores de 100 µm, distribuidas en la región macular y temporal. En el ojo izquierdo se observaron lesiones blanco-amarillentas de mayor tamaño, profundas y parcialmente confluentes en el polo posterior, asociadas a alteraciones del EPR, hemorragia yuxtafoveal y líquido subretiniano, hallazgos sugestivos de una membrana neovascular coroidea activa (Fig. 1).

Con el objetivo de descartar etiologías infecciosas se solicitaron pruebas para sífilis (VDRL y FTA-ABS), tuberculosis (PPD) y otras enfermedades infecciosas, todas con resultados negativos.

La tomografía de coherencia óptica (OCT) reveló múltiples elevaciones nodulares hiperreflectivas originadas en la coroides interna, con interrupción focal del complejo EPR-membrana de Bruch y alteración de la zona elipsoide. En la región foveal del ojo izquierdo se identificó líquido intrarretiniano asociado a una membrana neovascular coroidea (Fig. 2).

La angiografía por OCT evidenció una red neovascular subfoveal bien delimitada, localizada en el espacio subretiniano, por encima del EPR y por debajo de la retina neurosensorial (Fig. 3). En correlación con la OCT estructural, el complejo vascular atravesaba focalmente el complejo EPR-membrana de Bruch y mostraba ramificaciones finas con anastomosis periféricas, compatible con una NVC tipo 2 activa secundaria a CPI.

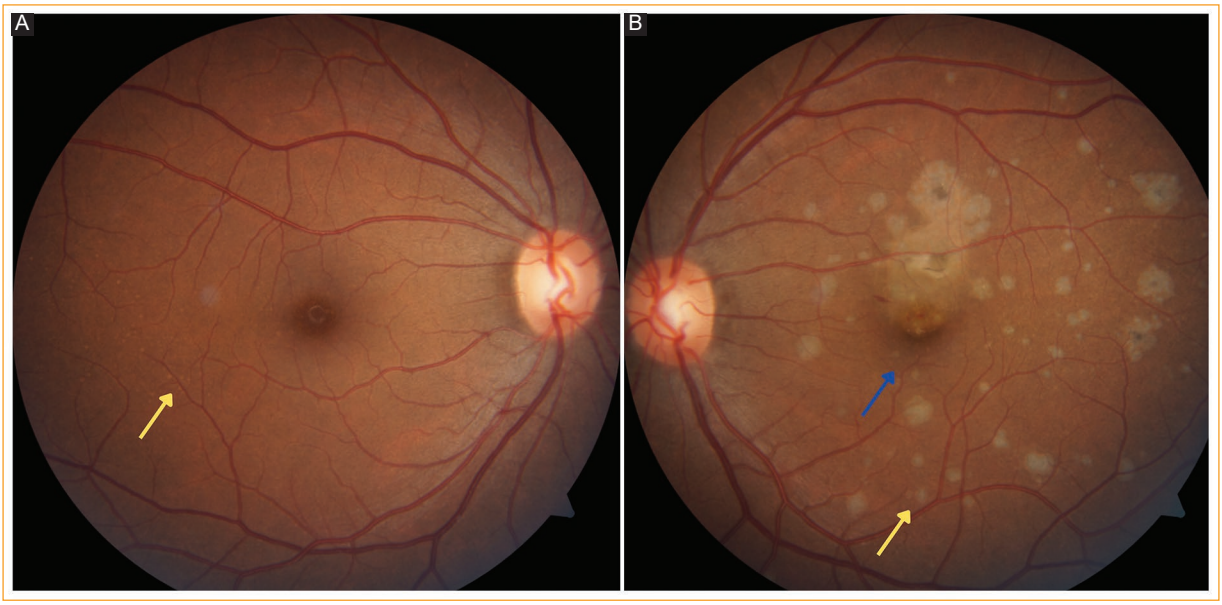


Figura 1. Retinografía en color del polo posterior de ambos ojos. **A:** el ojo derecho muestra múltiples lesiones blanco-amarillentas subretinianas, pequeñas (< 100 μm), de bordes bien definidos, localizadas en la región macular y temporal (flecha amarilla). **B:** el ojo izquierdo muestra lesiones blanco-amarillentas de mayor tamaño, profundas y parcialmente confluentes en el polo posterior, asociadas a alteraciones del epitelio pigmentario de la retina y hemorragia yuxtafoveal sugestiva de membrana neovascular coroidea activa (flecha azul).

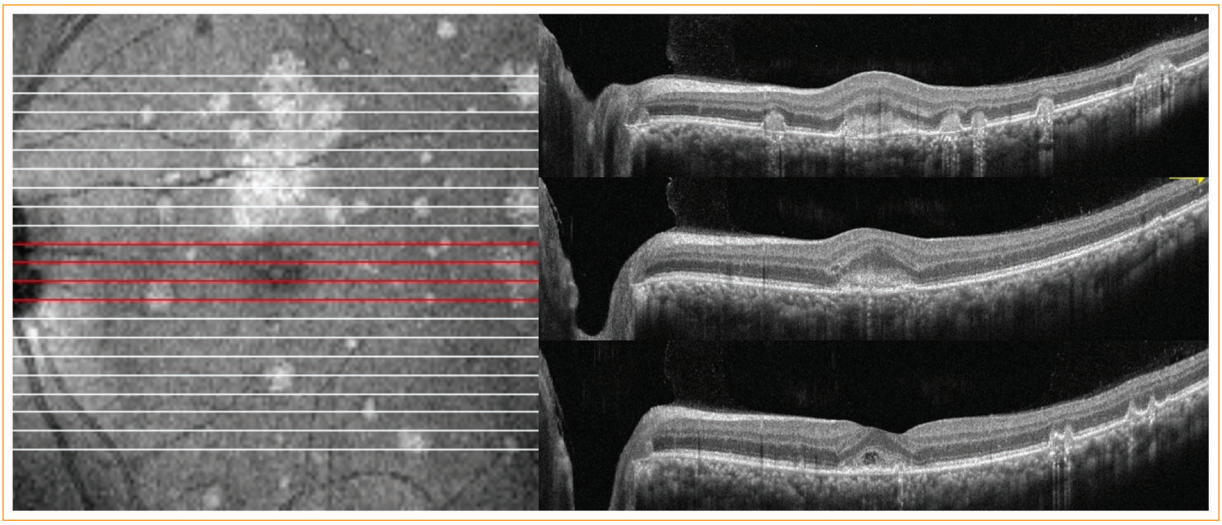


Figura 2. Tomografía de coherencia óptica macular del ojo izquierdo. Se observan múltiples elevaciones nodulares hiperreflectivas originadas en la coroides interna, con disrupción focal del complejo epitelio pigmentario de la retina-membrana de Bruch y de la zona elipsoide. El corte superior muestra líquido intrarretiniano asociado a membrana neovascular coroidea activa. Los cortes inferiores evidencian resolución progresiva del líquido y restauración parcial de la arquitectura retiniana tras el tratamiento.

La angiografía fluoresceínica mostró múltiples lesiones hiperfluorescentes desde fases tempranas con incremento progresivo de la tinción en fases tardías. En la región macular del ojo izquierdo se observó hiperfluorescencia con fuga compatible con una membrana neovascular activa (Fig. 4).

La angiografía con verde de indocianina evidenció múltiples áreas hipofluorescentes persistentes durante las fases tempranas y tardías, correspondientes a las lesiones coroideas inflamatorias (Fig. 5).

La autofluorescencia mostró lesiones hipoautofluorescentes rodeadas por un halo hiperautofluorescente, hallazgo indicativo de actividad inflamatoria.

Basándose en la correlación clínica y los hallazgos obtenidos mediante imagen multimodal se estableció el diagnóstico de CPI bilateral complicada con neovascularización coroidea activa en el ojo izquierdo.

Debido a la actividad inflamatoria y a la presencia de NVC, se inició tratamiento con prednisolona oral (1 mg/kg al día), tres infiltraciones perioculares de triamcinolona (40 mg por aplicación) y tres inyecciones intravítreas mensuales de bevacizumab (1.25 mg/0.05 ml). Considerando el riesgo de recurrencia, se añadió azatioprina (50 mg cada 24 horas) como tratamiento inmunomodulador de mantenimiento.

Durante el seguimiento se observó desaparición del líquido intrarretiniano, regresión de la actividad inflamatoria y estabilización de las lesiones coroideas. La agudeza visual mejoró progresivamente hasta alcanzar 20/25 en ambos ojos a los 4 meses, manteniéndose estable bajo tratamiento inmunomodulador.

Discusión

La CPI representa una de las enfermedades más características dentro de los síndromes de puntos blancos, aunque su baja incidencia y la superposición clínica con otras coriorretinopatías inflamatorias hacen que su diagnóstico continúe siendo un reto. En

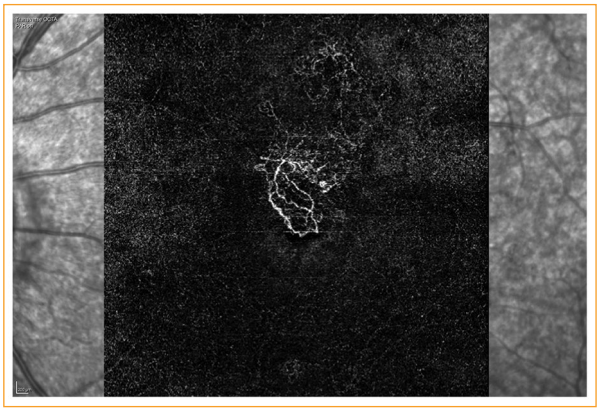


Figura 3. Angiografía por tomografía de coherencia óptica macular del ojo izquierdo. Se identifica una red neovascular coroidea bien delimitada en la región subfoveal, correspondiente a una membrana neovascular coroidea activa asociada a coroidopatía punctata interna.

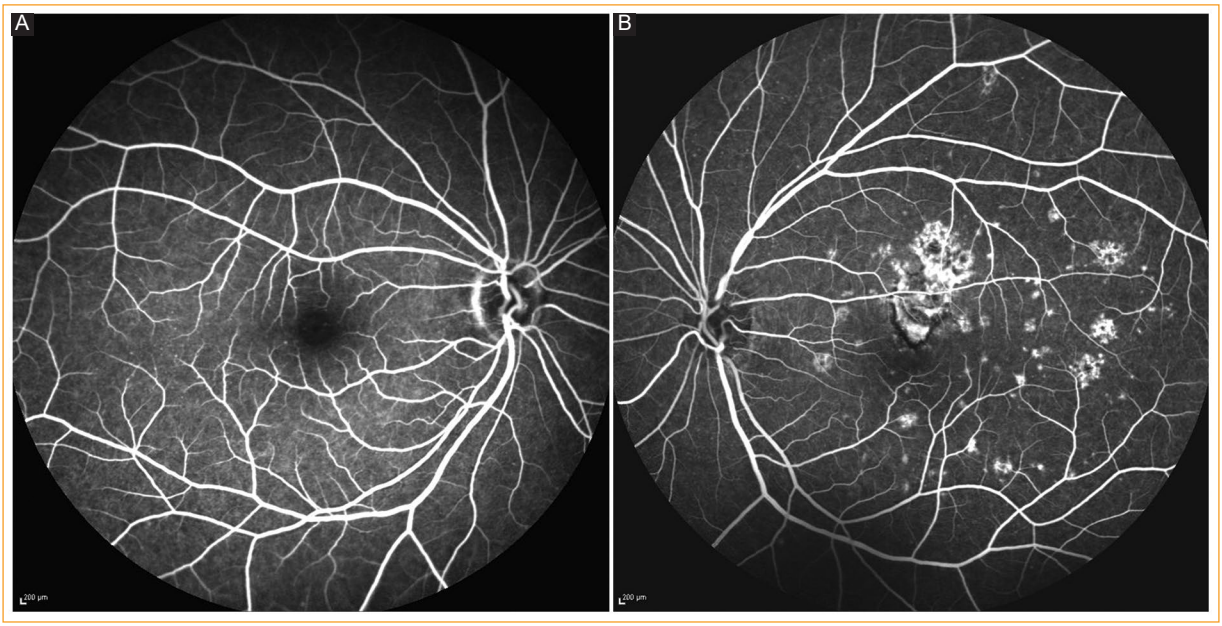


Figura 4. Angiografía fluoresceínica del polo posterior de ambos ojos. **A:** el ojo derecho muestra múltiples lesiones puntiformes hiperfluorescentes sin evidencia de fuga. **B:** el ojo izquierdo presenta múltiples lesiones hiperfluorescentes con incremento progresivo de la tinción y una intensa hiperfluorescencia macular con fuga, compatible con membrana neovascular coroidea activa.

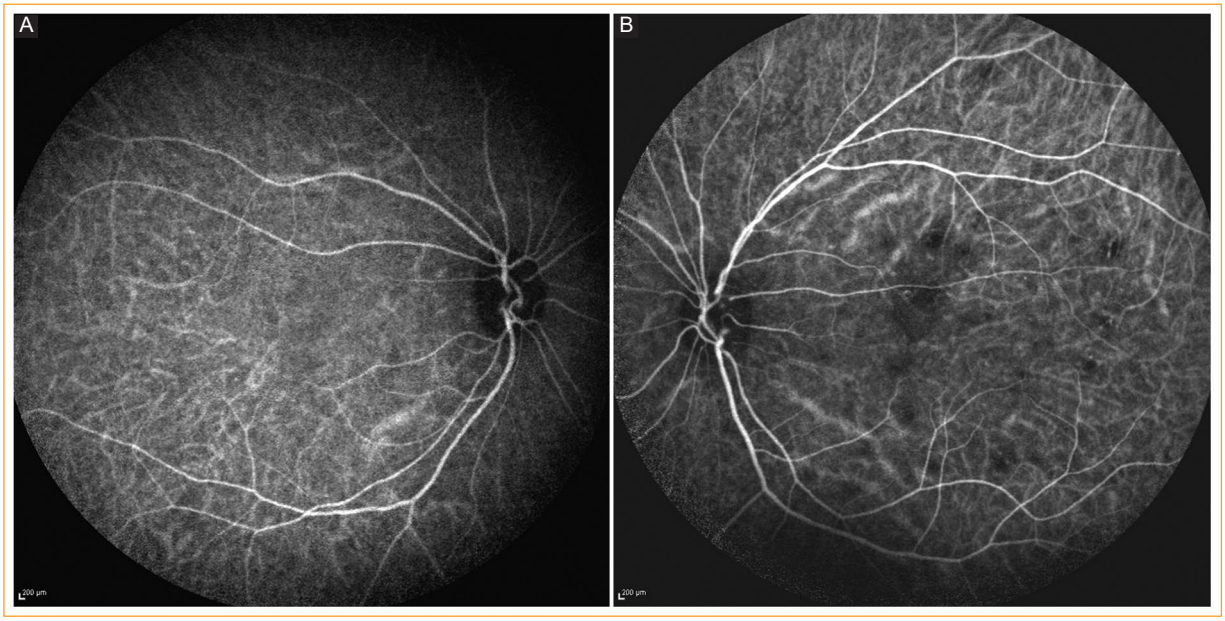


Figura 5. Angiografía con verde de indocianina del polo posterior de ambos ojos. **A:** el ojo derecho muestra múltiples áreas puntiformes hipofluorescentes correspondientes a lesiones coroideas inflamatorias. **B:** el ojo izquierdo evidencia múltiples áreas hipofluorescentes distribuidas en el polo posterior, de mayor tamaño y confluentes en la región macular, compatibles con afectación coroidea activa por coroidopatía punctata interna.

nuestra paciente, la ausencia de vitritis y de inflamación del segmento anterior, junto con la distribución de las lesiones y la integración de los hallazgos obtenidos mediante OCT, angiografía por OCT, autofluorescencia, angiografía fluoresceínica y angiografía con verde de indocianina, permitieron establecer el diagnóstico con un elevado grado de certeza y descartar otras afecciones como la coroiditis multifocal, la epiteliopatía pigmentaria placoide multifocal posterior aguda y el síndrome de histoplasmosis ocular presunta.

Nuestros hallazgos concuerdan con los de Zhang et al.[4], quienes describieron las elevaciones del EPR y la alteración de la zona elipsoide como signos característicos de actividad inflamatoria en la OCT. La OCT permitió identificar las elevaciones del complejo EPR-membrana de Bruch, la disrupción de la zona elipsoide y la presencia de líquido intrarretiniano secundario a la NVC. La angiografía fluoresceínica confirmó la actividad neovascular mediante hiperfluorescencia con fuga progresiva, mientras que la angiografía con verde de indocianina reveló áreas de hipofluorescencia persistente correspondientes a la afectación coroidea inflamatoria. Por su parte, la autofluorescencia evidenció lesiones hipoautofluorescentes con halo hiperautofluorescente, hallazgo descrito como marcador de actividad inflamatoria.

La complicación visual más importante de la CPI es el desarrollo de NVC, causante de la mayor parte de la pérdida visual permanente. Diversos estudios han demostrado la eficacia de los fármacos inhibidores del factor de crecimiento endotelial vascular (anti-VEGF) para controlar la actividad neovascular; sin embargo, la inflamación persistente favorece las recurrencias cuando no se trata el proceso inmunitario subyacente[2].

En nuestro caso se optó por un tratamiento combinado dirigido tanto al componente inflamatorio como al angiogénico. El tratamiento con corticoides sistémicos y perioculares se asoció con el control de la actividad inflamatoria, mientras que las inyecciones intravítreas de anti-VEGF se asociaron con la inactivación de la NVC. Debido al elevado riesgo de recurrencia, se instauró tratamiento inmunomodulador con azatioprina como terapia de mantenimiento, obteniéndose la resolución del líquido intrarretiniano y la inactivación de la NVC.

Este caso pone de manifiesto que el reconocimiento temprano de la enfermedad, apoyado en la imagen multimodal, junto con un tratamiento integral dirigido a controlar simultáneamente la inflamación y la neovascularización, puede modificar favorablemente el pronóstico visual de los pacientes con CPI.

Conclusión

La CPI debe considerarse en mujeres miopes con disminución visual y lesiones coroideas multifocales en ausencia de vitritis. La imagen multimodal es fundamental para confirmar el diagnóstico, identificar complicaciones y monitorizar la respuesta terapéutica. En presencia de NVC, un abordaje combinado basado en corticoides, anti-VEGF e inmunomodulación puede proporcionar excelentes resultados anatómicos y funcionales.

Financiamiento

El autor declara que no recibió financiamiento para la elaboración de este artículo.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Watzke RC, Packer AJ, Folk JC, Benson WE, Burgess D, Ober RR. Punctate inner choroidopathy. Am J Ophthalmol. 1984;98:572-84. doi: 10.1016/0002-9394(84)90243-5.
2. Kalogeropoulos D, Rahman N, Afshar F, Hall N, Lotery AJ. Punctate inner choroidopathy: a review of the current diagnostic and therapeutic approaches. Prog Retin Eye Res. 2024;99:101235. doi: 10.1016/j.preteyeres.2023.101235.
3. Pohlmann D, Pleyer U, Joussen AM, Winterhalter S. Optical coherence tomography angiography in comparison with other multimodal imaging techniques in punctate inner choroidopathy. Br J Ophthalmol. 2019;103:60-6. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311764.
4. Zhang X, Zuo C, Li M, Chen H, Huang S, Wen F. Spectral-domain optical coherence tomographic findings at each stage of punctate inner choroidopathy. Ophthalmology. 2013;120:2678-83. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.05.012.