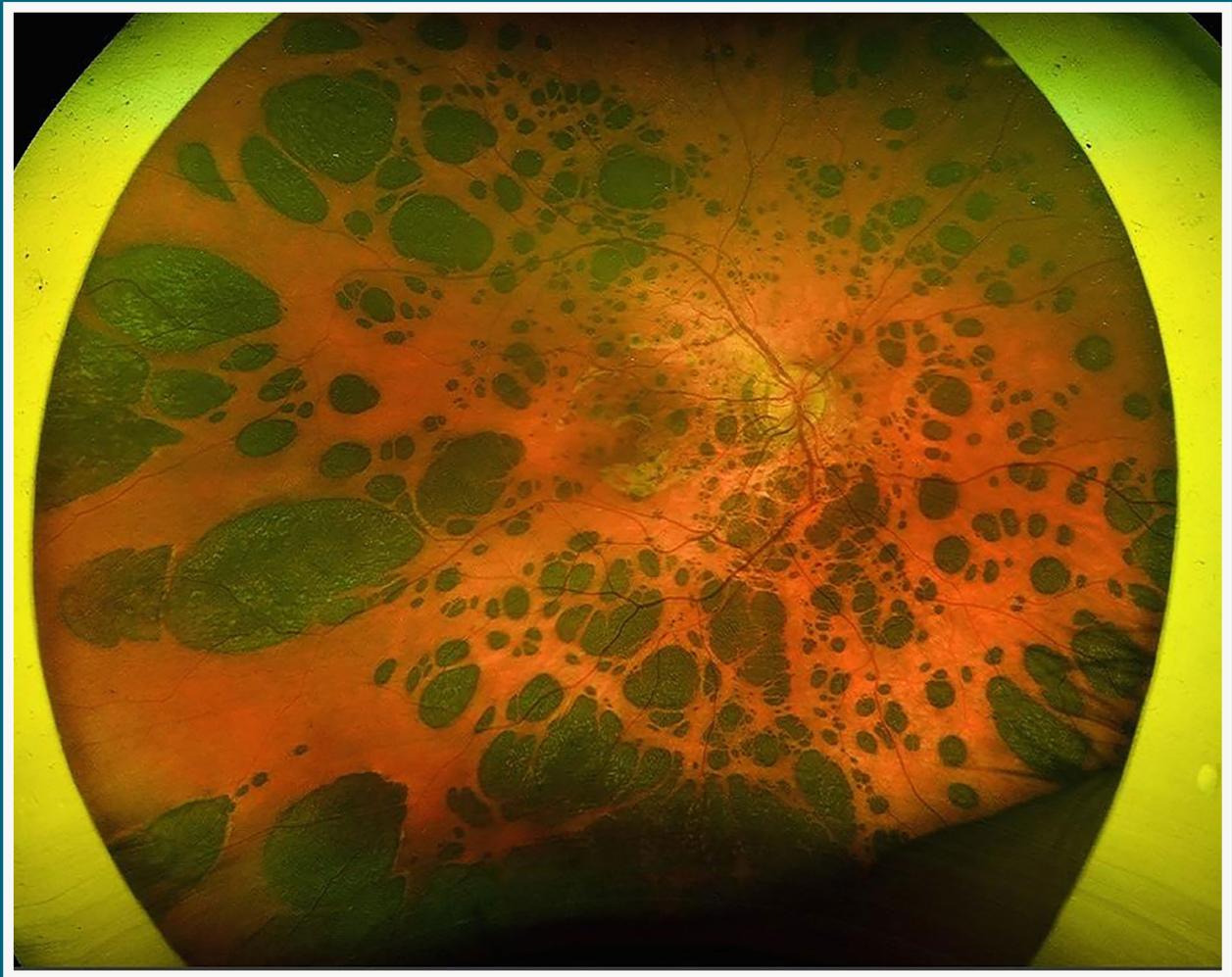


Oftalmología clínica y experimental

Publicación científica del Consejo Argentino de Oftalmología · Volumen 18 · Número 2 · Junio 2025 · ISSN e 2718-7446



página e-263.

OCE

18.2

CAO

CASIN
Oftalmología + innovación

 **espansione
group**

eye-light®



Espansione, introduce una **innovadora** tecnología en **retina** para el manejo de la **Degeneración Macular Relacionada con la Edad** (DMRE seca - dAMD).

- ✓ Máximo confort
- ✓ Tratamiento de 12 minutos
- ✓ Versátil y accesible
- ✓ Costo razonable y múltiples aplicaciones
- ✓ Segmento anterior y posterior del ojo



Tres Arroyos 826 2°C, CABA



www.casin.com.ar



+5411-4585-3170

contacto@casin.com.ar



@casininnovacion



+54911-4410-4447



Bevacizumab intravítreo en unidosis ahora aprobado para el tratamiento de pacientes adultos con alteración visual por edema macular de la diabetes (EMD) y para la retinopatía por diabetes proliferativa (RDP)

La diabetes y el ojo en cifras:

La diabetes es una de las condiciones crónicas más frecuentes en nuestra comunidad, con una prevalencia del 12,8% de los adultos.¹

El 50% de las personas con diabetes, presentan algún grado de retinopatía por diabetes (RD) al momento del diagnóstico y el 10% una amenaza visual grave.²

La RD es la principal causa de ceguera en personas laboralmente activas.²

Bevacizumab es el único antiangiogénico incorporado para el tratamiento de desórdenes de la retina en el listado de medicamentos esenciales por la Organización Mundial de la Salud.³

En las personas con diabetes, la tasa de desarrollo de EMD a 25 años es del 29% y la de EMD clínicamente significativo es del 17%.⁴ Además, su prevalencia se incrementa con la severidad de la RD.⁴

3%
en RD
no proliferativa leve

38%
en RD
no proliferativa
moderada a grave

71%
en RD
proliferativa

Evidencia del mundo real (RWE) demuestra la efectividad del uso intravítreo de Bevacizumab en EMD

Características basales y resultados del mundo real en general y estratificados por terapia antiangiogénica.

	Todos los medicamentos antiangiogénicos	Bevacizumab	Aflibercept	Ranibizumab
Ojos tratados				
n	28.658	15.273	6.459	6.926
%	100	53	23	24
Género (%)				
Masculino	53	52	54	54
Femenino	47	48	46	46
Mediana (años)	62,1	61,1	63,1	63,4
Número medio de inyecciones en 1 año	6,4	6,3	6,3	6,7
AV media (letras)				
AV basal	59,2	57,9	60,3	61
Cambio a un año	+.4,2	+.4,5	+.4,3	+.3,4
AV final	63,4	62,4	64,6	64,4
Valor de P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Intervalo de confianza 95%	4,0 - 4,5	4,2 - 4,9	3,9 - 4,8	3,0 - 3,9

Anti-VEGF: factor del crecimiento endotelial antivasculár; AV: Agudeza visual.

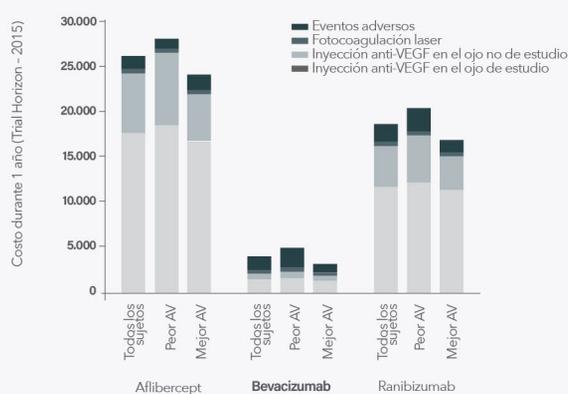
Estudio que analizó 28.658 ojos tratados por EMD en condiciones de la práctica habitual (Vestrum Health Retina Database), con una edad media de 62 años de los sujetos participantes y 53% hombres.⁵

Al año los pacientes se sometieron a 6,4 inyecciones de antiangiogénicos, con una ganancia media de +4,2 letras (p<0,001).

Con los diferentes antiangiogénicos no se encontraron diferencias significativas ni en la frecuencia de aplicación ni en cambios de la agudeza visual. La mejoría muestra una relación lineal con el número de aplicaciones de antiangiogénicos.

No obstante, uno de los principales inconvenientes para obtener el mayor beneficio, es la poca persistencia en el tratamiento con antiangiogénicos. Por lo que el acceso y la asequibilidad son claves.

Costos durante 1 año para todos los pacientes, segmentados por peor y mejor agudeza visual y por tipo de antiangiogénico.⁶



La terapia de primera línea con Bevacizumab para el EMD confiere mayor valor junto con ahorros de costos en comparación con otras terapias antiangiogénicas puesto que tanto Afibercept como Ranibizumab no son rentables frente a Bevacizumab.

Lumiere, Bevacizumab para uso intravítreo en unidosis, en el tratamiento del EMD y de la RD por su eficacia, seguridad y asequibilidad es la opción de mayor valor para optimizar la visión y la calidad de vida de los pacientes con diabetes. Por otro lado, colabora con el sistema de salud generando un ahorro significativo que puede ser utilizado con otros fines sanitarios.

Referencias: 1. Encuesta Nacional de Factores de Riesgo. 2018. Ministerio de Salud de la Nación // 2. Guía para el diagnóstico, tratamiento y complicaciones del edema macular diabético y la retinopatía diabética. 2022. Sociedad Argentina de Oftalmología. 1ª edición. // 3. 4th WHO Expert Committee on Selection and Use of Essential Medicines. 2023 // 4. Klein R, Knudtson M, Lee K, Gargnon R, Klein B. The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy XXII: the twenty-five-year incidence of macular edema in persons with type 1 diabetes. Ophthalmology. 2009;116:497-503. // 5. Ciulla TA, Pollack JS, Williams DF. Br J Ophthalmol. 2021;105:216-221. // 6. Cost-effectiveness of Aflibercept, Bevacizumab, and Ranibizumab for Diabetic Macular Edema Treatment Analysis From the Diabetic Retinopathy Clinical Research Network Comparative Effectiveness Trial

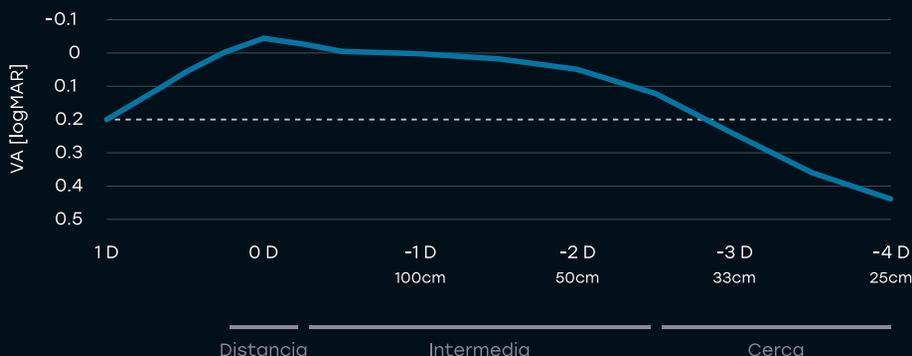
SEGUINOS en
INSTAGRAM
@elea.visual



GALAXY

THE SPIRAL IOL

Desenfoque binocular en el mundo real a 3M*



Full range. Menos halos.

La nueva LIO RayOne Galaxy utiliza una exclusiva óptica en espiral no difractiva, que ofrece un rango de visión completo, suave y continuo, con disfotopsias minimizadas y una pérdida de luz transmitida del 0%.*

Potencias tóricas disponibles.

Descubra más en rayner.com/Galaxy



ISKO 

ÚNICO REPRESENTANTE OFICIAL
EN ARGENTINA

Rayner

ORIGEN: REINO UNIDO

Tel. (54 11) 4524 0153 | Cel: 11 3333 8947 | info@isko.com.ar | www.isko.com.ar

Combatientes de Malvinas 3159, CABA, Argentina | C1427ARB | Franklin D. Roosevelt 5418 2° A, CABA, Argentina | C1431BZN

**MICRO
CLEAR**

240°
ultra wide

Blood vessels and cones

G-AF

IR

B-AF

ICGA

MCOLOR

FFA



MÁS ALLÁ DE LO VISIBLE *Apollo RGB*

NUEVO

Campo Ultra
Amplio

Mcolor & AF
FFA & ICGA

Pupilas
desde 2 mm

Diagnóstico
Offline por IA

QUIERO
SABER
MÁS



tlcarg



011-15-5403-6848



www.tlcsrl.com.ar



info@tlcsrl.com.ar



Del Carmen 716, CABA



Tecnología
LASER CORNEAL

Nueva generación EDOF

Pura Calidad de Visión

TECNIS PureSee™ se basa en:

- ✓ una **tecnología refractiva patentada** que permite cambios continuos de potencia;
- ✓ distribuye la luz de lejos a cerca con un **perfil de disfotopsia similar al monofocal**.

Disponible
en la versión
tórica



Healon
EndoCoat™

Healon®
FAMILY of OVDs

TECNIS Simplicity™ la generación de sistema precargado - descartable TECNIS™ IOL

TECNIS PureSee™

TECNIS PureSee™ TORIC II

TECNIS Eyhance™

TECNIS Eyhance™ TORIC II

TECNIS Synergy™



**Consulte por
promociones**

**TECNIS
Synergy IOL
Trifocal**



Lo mejor de
los dos mundos.
Desde lejos
hasta cerca;
claridad día
y noche.

TECNIS Eyhance™ Una LIO monofocal para hoy



Celebramos
la implantación de
5 MILLONES
de LIOs TECNIS Eyhance™
en todo el mundo

**Johnson & Johnson
MedTech**

**DISTRIBUIDOR
OFICIAL**

BioMat
Instrumental

Biomat Instrumental S.R.L. Concepción Arenal 3425 piso 3 of. 27 (C1427EKA) C.A.B.A. - Argentina
Tel. Rot. (54-11) 4552-3366 • info@biomat.com.ar • www.biomat.com.ar

Oftalmología

clínica y experimental

Volumen 18 • Número 2 • Junio de 2025 • ISSN e 2718-7446

Sumario

EDITORIAL

Ciencias de la visión: ¿basada en hechos reales o con hechos reales basados en evidencias?
Rodrigo M. Torres e126

Vision science: based on real events or evidence-based real events?
Rodrigo M. Torres e128

OPINIONES CIENTÍFICAS

Unmet needs and research priorities in glaucoma
Evangelia Papakonstantinou, Dimitrios Giannoulis, Panagiota Ntonti, Fotis Topouzis e130

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Medicina regenerativa y celular en oftalmología: 25 años de historia desde el Litoral argentino
Alejo Vercesi e136

ARTÍCULOS ORIGINALES

Regeneración corneal mediante tratamiento con vesículas extracelulares derivadas de células madre mesenquimales en un modelo murino de injuria alcalina
Diego Mario Santa Cruz, María José Cantero, Esteban Fiore, Natalia Alejandra Pacienza e143

Valores normales de los parámetros de tomografía de coherencia óptica en niños y adolescentes sanos
Jhoanna Paredes Rivera, María de la Cruz Rojas, Andrea C. Díaz Cabrera, Oscar F. Díaz, Martha E. Cabrera de Díaz, Carla I. Rojas Segovia e153

Visión de conductores de trenes: revisión sistemática sobre requerimientos en los últimos 25 años.
Carola Sánchez Rinaldi e162

Innovaciones en oftalmología: estudio piloto sobre la percepción de los oftalmólogos argentinos
Daniel Sabella, Leonardo Ferlini e178

TRATAS 1 AMEBA: desarrollo de un sistema de puntaje para el diagnóstico de queratitis amebiana
Alejo Martínez Peterlin, Virginia Mascazzini, Elsa Ferella, Joaquín Rodríguez, María Cecilia Defeo, Liliana Abuin, Andrea Valeiras e185

Development of a frame adaptation for myopia control spectacles
Guillermo Saracco, Matías Acerbi, Martín de Tomás, Gabriel Martín, Rafael Iribarren e195

CASOS CLÍNICOS

Imagen multimodal en un caso de cavitación coroidea y coloboma macular
Alejandra Belén Miranda e202

Mucositis y rash inducidos por micoplasma: caso clínico
Agustina Pérez Zurovesky, Carlos Miguel Ortega, Franco Daponte, Marianela A. Cocca Gioia, Alejandro Signorelli, Ricardo Zaldúa e207

Neuropatía óptica por déficit de cobalamina: a propósito de un caso
Santiago Gallardo Bertuzzi y Lidia Sarotto e216

Amiloidosis vítrea y glaucoma secundario en paciente con polineuropatía amiloidótica familiar variante Ala36Pro: un reporte de caso y revisión
Camila Casas, Nicolás Frank, María Belén Buzzi, María Angélica Moussalli, Federico Fernández, Esteban Virguez e222

Eyes can remain healthy after 40 years of an anterior chamber intraocular lens
Christian Le Roy Marz, Miguel Ángel Ibáñez Hernández, Arturo Iván Pérez Pacheco e229

Síndrome de Gorlin y afectación ocular
María del Valle Acuña, Mariela Ogusuku, Walter Brigatier e236

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

Hyaloid pupillary seclusion: Anterior hyaloidectomy in the retroiridian chamber. A novel technique for acute closed-angle glaucoma secondary to post-traumatic pupillary block due to herniation of the vitreous body with an intact hyaloid membrane
Andrés Germán Alza e243

Seclusión pupilar hialoide: hialoidectomía anterior en la cámara retroiridiana. Una novedosa técnica para el glaucoma agudo de ángulo cerrado secundario a bloqueo pupilar postraumático por herniación del cuerpo vítreo con membrana hialoide intacta enclavada
Andrés Germán Alza e252

IMÁGENES CIENTÍFICAS

Camino de osos: hipertrofia congénita del epitelio pigmentario retinal
Bianca F. Roca Clementis e261

El enigma en hora 9, detrás de un nevus iridiano
Sofía E. Rosso, Jorge I. Gnecco, Martín Charles, Nicolás Charles, Daniel E. Charles e265

Flor de problema: angiografía por tomografía de coherencia óptica en diabetes
Juan F. Méndez Arias, Tomás Erburu, Martín Charles e268

Oftalmología clínica y experimental

La revista *Oftalmología clínica y experimental* es la publicación periódica científica del Consejo Argentino de Oftalmología. Tiene una frecuencia trimestral (cuatro números por año) y su objetivo es brindar acceso a material científico en español, en portugués y en inglés. Contiene trabajos originales de investigación clínico-quirúrgica y básica, comunicaciones breves, informe de casos y series, revisiones sistemáticas, apuntes en medicina basada en la evidencia, bioestadística y prevención de la ceguera, comentarios de resúmenes destacados para la práctica oftalmológica presentados en congresos y reuniones de la especialidad y referencias a publicaciones de otras revistas. Se estimula el envío de correspondencia para la sección de cartas de lectores abierta a todos los profesionales que deseen expresar sus comentarios sobre los

trabajos publicados y observaciones preliminares importantes para la práctica oftalmológica. Los trabajos recibidos son evaluados por profesionales (árbitros o revisores) con conocimiento del tema tratado de acuerdo con normas internacionales. La revista cuenta con un sistema de autoevaluación para contabilizar créditos de educación permanente. Los artículos podrán ser localizados e identificados a través de los buscadores usuales de la web abierta y bases de datos regionales.

El Comité Editorial de la revista adhiere a los principios establecidos por el International Committee of Medical Journal Editors y se ajusta a los principios de la Declaración de Helsinki y a los principios de cuidados de animales para experimentación de la Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO).

Equipo

DIRECTOR

Dr. Rodrigo M. Torres (*Paraná*)

DIRECTORES ASOCIADOS

Dr. Franco Benvenuto (*Buenos Aires*)

Dr. Alejandra Carrasco (*Mendoza*)

Dr. Javier Casiraghi (*Buenos Aires*)

Dr. Jeremías Galletti (*Buenos Aires*)

Dr. Gustavo Galperin (*Buenos Aires*)

Dr. Emilio Ladeveze (*Rosario*)

Dr. Andrés Lasave (*Mar del Plata*)

Dr. Melina Mateos (*Bahía Blanca*)

Dr. Tomás Ortiz Baso (*La Pampa*)

Dr. Fernando Pellegrino (*Buenos Aires*)

Dr. María Cecilia Sánchez (*Córdoba*)

Dr. Ariel Schlaen (*Buenos Aires*)

DIRECTORES ANTERIORES

Dr. Juan Oscar Croxatto

2007-2011

Dr. Javier Casiraghi

2012-2019

COMITÉ EDITORIAL POR SECCIONES

Asociación de Investigación en Visión y Oftalmología (AIVO)

Dr. Damián Dorfman

Asociación Argentina de Glaucoma (ASAG)

Dr. Celina Logioco

Centro Argentino de Estrabismo (CAE)

Dr. Esteban Travellotti

Grupo Argentino de Uveítis (GAU)

Dr. Emilio Dodds

Sociedad Argentina de Córnea, Refractiva y Catarata (SACRYC)

Dr. Josefina Botta

Sociedad Argentina de Plástica Ocular (SAPO)

Dr. Juan Pablo Aldecoa

Sociedad Argentina de Retina y Vítreo (SARyV)

Dr. Arturo Alezzandrini

Sociedad Argentina de Superficie Ocular (SASO)

Dr. Martín Berra

COMITÉ EDITORIAL NACIONAL

Dr. Emiliano Becerra

Dr. Alejandro Berra

Dr. Roberto Borrone

Dr. Ricardo Brunzini

Dr. Cristóbal Couto

Dr. Pablo Chiaradía

Dr. Leonardo D'Alessandro

Dr. Juan E. Gallo

Dr. Pablo Larrea

Dr. Arturo Maldonado Bas

Dr. Alberto Naveyra

Dr. Javier Odoriz Polo

Dr. David Pelayes

Dr. Gustavo Piantoni

Dr. Ruth Rosenstein

Dr. Fernando J. Scattini

Dr. Felisa Shokida

Dr. Julio Urrets Zavalía

Dr. Alejo Vercesi

Dr. Ricardo Wainsztein

Dr. Daniel Weil

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Dr. J. Fernando Arévalo, *Estados Unidos*

Dr. Paulo Augusto de Arruda Mello, *Brasil*

Dr. Fernando Gómez Goyeneche, *Colombia*

Dr. Van C. Lansingh, *Estados Unidos*

Dr. Jesús Merayo Lloves, *España*

Dr. Elisabetta Miserocchi, *Italia*

Dr. Cristina Muccioli, *Brasil*

Dr. Claudia Murillo Correa, *México*

Dr. Miguel Pedroza Seres, *México*

Dr. Marlene Vogel G., *Chile*

Dr. Tomás Blanco, *Estados Unidos*

Ing. Acner Camino, *Estados Unidos*

Dr. Roberto Gallego Pinazo, *España*

Dr. Jaime Soria, *Ecuador*

Dr. Alfredo Adán, *España*

Dr. Lihteh Wu, *Costa Rica*

CONSEJEROS EMÉRITOS

Dr. Myriam Berman

Dr. Alberto Ciancia †

Dr. Enrique S. Malbran

Dr. Hugo Dionisio Nano †

Dr. Israel Jaime Yankelevich ✨

Dr. Jorge Zárate

EQUIPO EDITORIAL

Lic. Raúl Escandar

Sra. Mariana Schiffer

Prof. Sebastián Centurión

Lic. Jorge Martins

Lic. Inés Ramírez Bosco



COMITÉ EJECUTIVO 2025-2027

Presidente

Dr. Roberto Ebner

Vicepresidente

Dr. Daniel Dilascio

Secretario

Dr. Daniel Sabella

Tesorero

Dr. Nicolás Garcés

Prosecretario

Dr. Gerardo Valvecchia

Protesorera

Dr. Cecilia Oneto

Primer vocal

Dr. Ignacio Manzitti

Segundo vocal

Dr. Celeste Mansilla

Tercer vocal

Dr. Guillermo Oteiza

Cuarto vocal

Dr. Mariana de Virgiliis

DIRECTOR EJECUTIVO

Dr. Pablo Daponte

Domicilio editorial:

Consejo Argentino de Oftalmología,

Tte. Gral. J. D. Perón 1479, PB,

1037AAO Buenos Aires, Argentina.

Teléfono: (54-11) 4374-5400 líneas rotativas.

Correspondencia al editor:

secretaria@oftalmologos.org.ar

Número de propiedad intelectual

69974236.

www.revistaoce.com

Propiedad intelectual: ninguna parte de esta revista podrá ser reproducida por ningún medio, incluso electrónico, ni traducida a otros idiomas sin autorización escrita de sus editores. Los editores y miembros del comité asesor no tienen interés comercial, ni patrocinan o acreditan ninguno de los productos comerciales o procedimientos de diagnóstico o tratamiento mencionados en los artículos publicados.

ISSN 1851-2658 (impreso, 2007-2021)

ISSNe 2718-7446 (en línea)

Ciencias de la visión: ¿basada en hechos reales o con hechos reales basados en evidencias?

Rodrigo M. Torres

Director de OCE

Contacto

Dr. Rodrigo M. Torres
Consejo Argentino de Oftalmología
Tte. Gral. Juan Domingo Perón 1479, planta baja
(C1037 ACA) Buenos Aires
+54 (11) 5199-3372
romator7@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e126-e127.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.428>

Es cierto que los avances tecnológicos transforman pasados de ficción a presentes de realidades. La nota editorial de *OCE* de hace un año abordó el tema bajo el título “Las ficciones visionarias de un miope como Borges y la necesidad de imaginar hipótesis y su metamorfosis en evidencias”¹. El siguiente editorial continuó el tema con “Creencias en oftalmología: pan y circo”², y terminó 2024 con otra columna editorial que trataba el despegue de la inteligencia artificial³. Comenzamos 2025 hablando sobre el hecho de ver más allá de la oftalmología para mirar nuestras necesidades y los futuros ámbitos de incumbencia profesional⁴.

En este editorial sigue la incesante construcción de *OCE*, que se orienta a estimular la creación y la originalidad de la comunidad de pares sin perder el sentido común y la necesaria percepción de la realidad. Cuando en una novela, película, serie o documental vemos la frase *basada en hechos reales*, significa que está inspirada en sucesos que realmente ocurrieron, pero la trama, los personajes o ciertos aspectos de la narrativa se derivan de la realidad, aunque puede haber algunos cambios o adaptaciones creativas. ¿Esto aplica al ejercicio de la oftalmología? ¿Esto aplica a la investigación en ciencias de la visión?

No debemos confundir libertad, imaginación y originalidad con la ficción, el desconocimiento y las pseudorrealidades carentes de creatividad que algunos “copian y pegan”, sin rumbo, sin o con la intención de desorientar, mal informar y confundir. Es el método científico el que determina —cuidando aspectos bioéticos— que nues-

tro territorio es el de los hechos reales basados en evidencias.

Innovar, desarrollar, investigar y ejercer la medicina son actividades complementarias pero diferentes, que comparten en su camino el método científico. Un camino donde el rumbo prioriza la necesidad de resolver problemas de pacientes o de una comunidad. Pero estamos en un presente donde nos acostumbramos a consultar todo con aparatos que responden mediante programas de inteligencia artificial (IA) que parecieran haberse convertido en nuestros oráculos personales. Debemos comprender y recordar que necesitamos construir sustentados sobre una estructura de pensamiento científico que nos da las pautas para estar dentro de la realidad, en el universo de la imaginación.

Por eso, en este número de *OCE* se podrán encontrar diferentes artículos que recorren el camino de la innovación, el desarrollo, la investigación y el ejercicio de la medicina, en el creciente ámbito de las ciencias de la visión. Un líder científico-clínico de Grecia nos comenta en qué horizonte amanecen las líneas de investigación de las sociedades europea y americana de glaucoma. Una revisión narrativa nos describe cuál ha sido el aporte que muchos desconocíamos sobre medicina regenerativa y terapia celular provenientes de Rosario, donde la creatividad no sólo produce súper futbolistas y grandes músicos. Entre nuestros artículos originales encontraremos temas sobre la regeneración de células madre en un modelo experimental, un estudio sobre la normalidad de valores de OCT en población pediátrica, el análisis de cómo se evalúa la visión de los conductores de trenes, un estudio sobre percepción de oftalmólogos argentinos sobre innovación en oftalmología e inteligencia artificial, la creación de un puntaje clínico para queratitis amebianas y el desarrollo de monturas de adaptación para lentes del control de la miopía. Además, casos clínicos donde lo raro y lo cotidiano lograron superar la validación de pares cuando todos sabemos que la genética, aunque no la veamos, siempre está. Técnicas quirúrgicas e imágenes para aprender y no olvidar. Todo esto constituye este número de la revista *Oftalmología*

Clínica y Experimental, una publicación científica de revisión por pares de ciencias de la visión, hecha en Argentina con autores de diferentes partes del mundo.

La gran necesidad de “mostrarse” en el ámbito académico, junto con la falta de formación y de creatividad que devienen de la tentadora accesibilidad de “clickear” programas informáticos que dicen lo que queremos escuchar, está haciendo que tanto a *OCE* como a la mayoría de las revistas científicas lleguen gran cantidad de pseudotrabajos científicos con información falsa, donde las herramientas de inteligencia artificial, en lugar de ser utilizadas como soportes en la validación científica, terminan siendo coautoras de ficciones. Solicitamos a los autores que utilicen herramientas de asistencia basadas en IA, que verifiquen constantemente los contenidos y nos eviten la necesidad de rechazar trabajos donde encontramos por ejemplo, la creación de referencias ficticias.

En OCE, cualquier parecido con la realidad es cierto. Porque el contenido de OCE no está basado en hechos reales: OCE es realidad basada en evidencias científicas.

Referencias

1. Torres RM. Las ficciones visionarias de un miope como Borges y la necesidad de imaginar hipótesis y su metamorfosis en evidencias. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(2): e153-e154. doi:10.70313/2718.7446.v17.n02.315.
2. Torres RM. Creencias en oftalmología: necesidad de pan y circo. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(3): e324-e326. doi:10.70313/2718.7446.v17.n03.341.
3. Torres RM. Alrededor de la inteligencia artificial, alrededor del ojo y alrededor del mundo, *OCE* está creciendo. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(4): e481-e483. doi:10.70313/2718.7446.v17.n04.380.
4. Torres RM. La visión y misión de *OCE* mira más allá. *Oftalmol Clin Exp* 2025; 18(1): e4-e6a. doi:10.70313/2718.7446.v18.n1.409.

Vision science: based on real events or evidence-based real events?

Rodrigo M. Torres

Director of OCE

Contact

Dr. Rodrigo M. Torres
Consejo Argentino de Oftalmología
Tte. Gral. Juan Domingo Perón 1479, planta baja
(C1037 ACA) Buenos Aires
+54 (11) 5199-3372
romator7@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e128-e129.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.428>

It is true that technological advances transform fictional pasts into present realities. *OCE's* editorial a year ago addressed this topic under the title “The visionary fictions of a myopic man like Borges and the need to imagine hypotheses and their metamorphosis into evidence”¹. The following editorial continued the topic with “Beliefs in ophthalmology: bread and circuses”², and ended 2024 with another editorial column dealing with the take-off of artificial intelligence³. We began 2025 by talking about looking beyond ophthalmology to look at our needs and future areas of professional expertise⁴.

This editorial follows the incessant construction of *OCE*, which is oriented to stimulate the creation and originality of the peer community without losing common sense and the necessary perception of reality. When in a novel, movie, series or documentary we see the phrase based on real events, it means that it is inspired by events that really happened, but the story, the protagonists or certain aspects of the narrative are derived from reality, although there may be some changes or creative adaptations. Does this apply to the practice of ophthalmology? Does this apply to research in vision sciences?

We should not confuse freedom, imagination and originality with fiction, ignorance and pseudo-realities lacking creativity that some people “copy and paste”, aimlessly, without or with the intention of disorienting, misinforming and confusing. It is the scientific method that determines —taking into account bioethical aspects—

that our territory is that of real facts based on evidence.

Innovating, developing, researching and practicing medicine are complementary but different activities that share the scientific method in their path. A path where the way forward prioritizes the need to solve problems of patients or of a community. But we are in a present where we are used to consult everything with devices that respond through artificial intelligence (AI) programs that seem to have become our personal oracles. We must understand and remember that we need to build on a structure of scientific thought that gives us the guidelines to be inside reality, in the universe of imagination.

Therefore, in this issue of *OCE* you will find different articles that follow the path of innovation, development, research and practice of medicine in the growing field of vision sciences. A leading clinician-scientist from Greece discusses what the research directions of the European and American glaucoma societies are on the horizon. A narrative review describes the contribution that many of us did not know about regenerative medicine and cell therapy from Rosario, where creativity does not only produce super soccer players and great musicians. Among our original articles you will find topics on stem cell regeneration in an experimental model, a study on the normality of OCT values in pediatric population, the analysis of how train drivers' vision is evaluated, a study about the perception of Argentine ophthalmologists on innovation in ophthalmology and artificial intelligence, the creation of a clinical score for amoebic keratitis and the development of adaptive frames for myopia control lenses. In addition, clinical cases where the rare and the everyday managed to overcome peer validation when we all know that genetics, even if we do not see it, is always there. Surgical techniques and images to learn and not forget. All this constitutes

the present issue of the *Oftalmología Clínica y Experimental* journal, a peer-reviewed scientific publication of vision sciences, made in Argentina with authors from different parts of the world.

The great need to “be shown” in the academic environment, together with the lack of training and creativity that come from the tempting accessibility of “clicking” computer programs that say what we want to hear, is causing that both *OCE* and most scientific journals receive a great amount of pseudo scientific papers with false information, where artificial intelligence tools, instead of being used as supports for scientific validation, end up being co-authors of fictions. We ask authors to use AI-based assistance tools, to constantly verify the contents to prevent us from the need to reject papers where we find, for example, the creation of fictitious references.

In OCE, any similarity with reality is true. Because the content of OCE is not based on real facts: OCE is reality based on scientific evidence.

References

1. Torres RM. Las ficciones visionarias de un miope como Borges y la necesidad de imaginar hipótesis y su metamorfosis en evidencias. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(2): e153-e154. doi:10.70313/2718.7446.v17.n02.315.
2. Torres RM. Creencias en oftalmología: necesidad de pan y circo. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(3): e324-e326. doi:10.70313/2718.7446.v17.n03.341.
3. Torres RM. Alrededor de la inteligencia artificial, alrededor del ojo y alrededor del mundo, *OCE* está creciendo. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(4): e481-e483. doi:10.70313/2718.7446.v17.n04.380.
4. Torres RM. La visión y misión de *OCE* mira más allá. *Oftalmol Clin Exp* 2025; 18(1): e4-e6a. doi:10.70313/2718.7446.v18.n1.409.

Unmet needs and research priorities in glaucoma

Evangelia Papakonstantinou, Dimitrios Giannoulis, Panagiota Ntonti, Fotis Topouzis

Laboratory of Research and Clinical Applications in Ophthalmology (LARCAO), 1st Department of Ophthalmology, School of Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.

Received: April 16th, 2025.

Accepted: May 11st, 2025.

Corresponding author

Prof. Fotis Topouzis MD, PhD

Laboratory of Research and Clinical Applications in Ophthalmology (LARCAO),

1st Department of Ophthalmology,

School of Medicine,

Aristotle University of Thessaloniki

Stilponos Kyriakidi 1

54636 Thessaloniki, Greece.

+30 2310 994913

ftopou12@otenet.gr

Ophthalmol Clin Exp (ISSN 1851-2658)

2025; 18(2): e130-e135.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.414>

Abstract

Despite advancements in diagnostics and treatment, glaucoma remains a leading cause of irreversible blindness worldwide, with significant unmet research needs. This review explores key research priorities identified by clinicians and patients to optimize research resource allocation within the ophthalmic community.

The European Glaucoma Society (EGS) and the collaborative efforts of the American Glaucoma Society and the American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS) have highlighted critical areas of glaucoma research. These include improving screening methods, developing early detection biomarkers, advancing innovative treatments, and enhancing patient adherence. Additionally, rehabilitation, education, and awareness are essential for improving patient quality of life.

Aligning research with patient and clinician needs ensures impactful advancements in glaucoma care, guiding future research and funding toward effective, patient-centered solutions.

Keyword: glaucoma, research, European Glaucoma Society (EGS), American Glaucoma Society (AGS), American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS).

Necesidades no cubiertas y prioridades de investigación en glaucoma

Resumen

A pesar de los avances en el diagnóstico y el tratamiento, el glaucoma sigue siendo una de las principales causas de ceguera irreversible en todo el mundo con importantes necesidades de investi-

gación no cubiertas. Esta revisión explora las principales prioridades de investigación identificadas por clínicos y pacientes para optimizar la asignación de recursos de investigación dentro de la comunidad oftalmológica.

La Sociedad Europea de Glaucoma (EGS) y los esfuerzos de colaboración de la Sociedad Americana de Glaucoma y la Sociedad Americana de Catarata y Cirugía Refractiva (ASCRS) han puesto de relieve áreas críticas de investigación en el campo del glaucoma. Entre ellas se incluyen la mejora de los métodos de cribado, el desarrollo de biomarcadores de detección precoz, el avance de tratamientos innovadores y la mejora en la adhesión de los pacientes. Además, la rehabilitación, la educación y la concientización son esenciales para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Alinear la investigación con las necesidades de los pacientes y los médicos garantiza avances significativos en el tratamiento del glaucoma, orientando la pesquisa y la financiación futuras hacia soluciones eficaces y centradas en el paciente.

Palabras clave: glaucoma, investigación, European Glaucoma Society (EGS), American Glaucoma Society (AGS), American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS).

Necessidades não atendidas e prioridades de pesquisa em glaucoma

Resumo

Apesar dos avanços no diagnóstico e tratamento, o glaucoma continua sendo uma das principais causas de cegueira irreversível no mundo, com necessidades significativas de pesquisa não atendidas. Esta revisão explora as principais prioridades de pesquisa identificadas por médicos e pacientes para otimizar a alocação de recursos de pesquisa na comunidade oftalmológica.

A Sociedade Europeia de Glaucoma (EGS) e os esforços colaborativos da Sociedade Americana de Glaucoma e da Sociedade Americana de Catarata e Cirurgia Refractiva (ASCRS) destacaram áreas críticas de pesquisa no campo do glaucoma. Isso inclui melhorar os métodos de triagem, desenvolver biomarcadores de detecção precoce, avançar em tratamentos inovadores e melhorar a adesão do paciente. Além disso, reabilitação, educação

e conscientização são essenciais para melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

Alinhar a pesquisa com as necessidades de pacientes e médicos garante avanços significativos no tratamento do glaucoma, orientando pesquisas e financiamentos futuros para soluções eficazes e centradas no paciente.

Palavras-chave: glaucoma, pesquisa, Sociedade Europeia de Glaucoma (EGS), Sociedade Americana de Glaucoma (AGS), Sociedade Americana de Catarata e Cirurgia Refractiva (ASCRS).

Introduction

Glaucoma is a multifactorial progressive optic neuropathy that leads to irreversible vision loss¹. It is estimated that approximately 76 million people worldwide were affected by glaucoma in 2020, and this number is projected to be over 110 million in 2040, posing a significant burden on both patients and healthcare systems². From the patient's perspective, glaucoma leads to progressive visual dysfunction, affecting daily activities, and, when combined with treatment side effects, significantly impacts their quality of life. On the other hand, the chronic nature of glaucoma and the need for continuous monitoring and treatment, places a significant burden on healthcare systems. As the population ages, this burden will only intensify, making the need for early diagnosis and effective management a critical priority³. Despite advancements in technology, such as the optical coherence tomography (OCT) for diagnosis and monitoring, and the introduction of Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS) devices for treatment, many fundamental questions about optimal glaucoma management remain unanswered⁴.

The ultimate purpose of health research is to enhance patient care and improve outcomes. In order to achieve this goal, it is imperative that research addresses questions that are important to both clinicians and patients⁴. While clinicians may prioritize the more clinical aspects, such as intraocular pressure (IOP) management and preventing optic nerve damage, patients may be more likely to focus on maintaining vision,

reducing treatment side effects, and addressing the psychological impact of living with glaucoma. Incorporating patients' insight into research agendas ensures that future advancements in glaucoma align with the practical needs of those affected by the disease. To this effect, the European Glaucoma Society (EGS) established a task force comprising both clinicians and patients to identify the most relevant research priorities in glaucoma. Identification of research priorities in glaucoma would ultimately inform researchers but also funding bodies, so that their actions and decisions on planning and funding research would take those research priorities into account⁴.

On the other hand, the collaboration between the American Glaucoma Society (AGS) and the American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS) is another significant step toward identifying research priorities for future glaucoma research. These organizations work together with patients, researchers, clinicians, and other stakeholders to better understand and alleviate the clinical burdens associated with the disease. In their efforts, they have identified six key areas of unmet needs in glaucoma research. This dynamic list is designed to be regularly reviewed and updated, ensuring that it remains relevant as needs are addressed and new challenges emerge. By focusing on these specific areas, the AGS and ASCRS strive to align research efforts with the practical needs of those affected by glaucoma, ultimately enhancing patient care and improving outcomes in this field⁵.

Key areas of unmet needs according to AGS-ASCRS

Efforts to enhance glaucoma care should include improving screening techniques and methods to ensure more accurate diagnoses. This involves minimizing both false positives and false negatives in glaucoma diagnosis and developing targeted screening strategies for populations at high risk⁵. This is especially relevant considering that research has shown that undiagnosed glaucoma accounts for an estimated more than 50% of all glaucoma cases, while up to 60% of docu-

mented cases are overdiagnosed⁶⁻¹². Additionally, advancements in telemedicine are essential for expanding access to care and facilitating remote consultations. Moreover, there is a need to refine the assessment and characterization of primary open angle glaucoma (POAG), particularly focusing on more precise definitions of the disease and its staging. These improvements collectively aim to provide better outcomes for individuals at risk for or affected by glaucoma⁵.

A top priority in glaucoma research is the development of highly sensitive and reliable biomarkers to predict the likelihood of developing POAG, detect its early stages, and track its progression. The focus should lie on early diagnosis and identifying patients most at risk for fast disease progression. Another important goal is the creation of safe and precise technologies for continuous 24-hour monitoring of IOP. Additionally, the development of advanced tools to assess visual function and retinal ganglion cell health with greater precision is critical. These technologies should prioritize early detection of changes in the disease and be designed to be user-friendly for patients.

According to the AGS-ASCRS group, gaining a deeper understanding of non-IOP-related factors that influence the susceptibility, onset, and progression of POAG is of critical importance. These factors include vascular perfusion, cellular and molecular pathways, ocular biomechanics, the health of retinal ganglion cell bodies and their axons, and the role of genetic predispositions. Equally vital is the need to explore IOP-related factors contributing to POAG. This includes understanding the effects of nocturnal IOP, fluctuations in IOP, and the mechanisms of IOP control. Research should focus on how these elements impact the disease at tissue, cellular, and molecular levels⁵.

In the area of glaucoma therapeutics, a key focus is enhancing treatment effectiveness by improving patient compliance and medication adherence. The development of sustained-release drug delivery systems is a crucial area where resources should be allocated, as these innovations would significantly reduce the need for patients to administer medication regularly, thereby easing

the treatment burden and enhancing adherence. Additionally, pharmacogenetic approaches aim to identify the most effective drugs for individual patients based on their genetic profile. Further research is also being directed toward developing new, more effective therapies for lowering IOP, a crucial factor in controlling glaucoma progression. In addition to IOP-lowering therapies, a key focus of glaucoma therapeutics research should be the development of treatments that address non-IOP-related factors. This includes exploring neuroprotective therapies, neural regeneration techniques, and innovative approaches such as stem cell therapy and cell reprogramming, which aim to repair or regenerate damaged retinal ganglion cells. Additionally, biomechanical reinforcement strategies should be investigated to strengthen ocular structures and prevent further damage. Equally important is the need to advance both invasive and non-invasive surgical techniques that improve patient outcomes while reducing long-term failure rates. By prioritizing these areas of research, ophthalmic community can work towards more effective and durable solutions for glaucoma management, ultimately enhancing vision preservation and quality of life for patients⁵.

A significant area of focus for improving patient outcomes in glaucoma is enhancing the quality of life (QoL) for individuals living with glaucoma. According to the AGS-ASCRS group, one of the critical unmet needs is to improve vision rehabilitation services for patients with advanced glaucoma-related vision loss, ensuring they receive the support necessary to adapt and maintain their independence. Furthermore, refining the definitions and characterization of clinically relevant progression in POAG is essential, as this directly influences vision-related quality of life. Understanding how disease progression affects daily functioning can inform better treatment strategies. In addition, the development of a glaucoma-specific QoL questionnaire is needed to accurately measure the true impact of the disease on patients' lives. Such a tool would not only assist in assessing individual patient needs but also help standardize research efforts, enabling more com-

prehensive and effective studies aimed at improving outcomes for those affected by glaucoma⁵.

Finally, improving the relationship between clinicians and the public is essential for advancing glaucoma care, and a key aspect of this is public education. Raising awareness about glaucoma and its potential consequences can significantly impact patient outcomes. Educating the community about the importance of regular clinical wellness visits, including comprehensive glaucoma screening, is crucial for early detection and timely intervention. By fostering a better understanding of the disease and encouraging proactive health measures, clinician-scientists can empower individuals to take charge of their eye health, ultimately leading to improved management of glaucoma and reduced rates of vision loss⁵.

EGS research priorities

The EGS undertook a significant project aimed at establishing a prioritized list of research goals in glaucoma, with input from both clinicians and patients across various European countries.

The project was structured in a three-phase manner, starting with a two-round electronic Delphi survey to gather insights and build consensus. An in-depth workshop followed, to refine and finalize the list of research priorities. Notably, the electronic surveys were conducted separately for clinicians and patients, allowing each group to independently express their views on the key areas of unmet needs in glaucoma research. This collaborative effort by the EGS reflects a commitment to integrating diverse perspectives to guide future research in glaucoma⁴.

In detail, the three phases of this study focused on integrating diverse viewpoints to establish research priorities that reflect both clinical and patient-centered concerns. Phase I involved an electronic survey aimed at identifying key research priorities from both groups. This survey reached patients across 27 European countries in six different languages while the same survey was distributed to EGS members—ophthalmologists specializing in glaucoma care. The

responses from this initial survey formed a comprehensive list of potential research questions. This was followed by the second phase focused on ranking these identified priorities. In this phase, both patients and clinicians were asked to evaluate and rank the importance of each research question using a Likert scale. This ranking process helped to highlight the issues that mattered most to both patients and healthcare professionals, creating a preliminary hierarchy of research needs. The study then continued in phase III, which consisted of a one-day workshop that brought together patients and clinicians to discuss and reach a consensus on the top ten research priorities. This collaborative meeting aimed to finalize the most crucial areas for glaucoma research, guiding future efforts to align with the needs and perspectives of those directly impacted by glaucoma⁴.

In the first phase, both patients and clinicians highlighted several critical areas for glaucoma research, revealing shared priorities as well as distinct perspectives. Patients placed a strong emphasis on improving screening and early diagnosis, indicating a desire for more accessible and accurate methods to detect glaucoma at an early stage. They also expressed significant interest in treatments that could restore lost vision and halt further sight loss, alongside an emphasis on better understanding risk factors and developing eye drops with fewer side effects. Additionally, patients prioritized improved educational resources to better understand their condition and treatment options⁴.

Clinicians, while also valuing early diagnosis and screening, prioritized research in neuroprotection to safeguard vision by preventing damage to the optic nerve. They advocated for stronger evidence supporting MIGS and improvements in surgical treatments overall. Clinicians highlighted the need for new tools to identify patients at high risk of progression, as well as sustained-release treatments that require less frequent dosing, which could improve patient adherence. Advanced technologies, including artificial intelligence, were also seen as promising tools for enhancing diagnostic and treatment capabilities. This alignment in some areas and divergence in others reflects the complementary priorities that both groups bring to the advancement of glaucoma care⁴.

In the second phase, an electronic survey helped refine and rank the initial priorities identified by both patients and clinicians, revealing several shared concerns. Both groups highlighted the need for better ways to stop sight loss, improve detection of worsening glaucoma, and enhance surgical options or find alternatives to surgery⁴.

A key finding of the research process was the distinct differences in priorities between patients and clinicians. Patients placed high importance on treatments that reduce the need for eye drops and surgery, as well as interventions to help maintain their independence. In contrast, clinicians prioritized areas like wound healing modulation and the use of artificial intelligence in glaucoma management, which were not emphasized by patients. This divergence highlights the unique perspectives each group brings to glaucoma care and underscores the need for a balanced approach in research and treatment development⁴.

The consensus reached in Phase III identified the top ten research priorities for glaucoma, grouped into three main areas: treatment, diagnosis and follow-up, and pathophysiology. In treatment, key priorities include finding better ways to stop sight loss, developing treatments to restore vision, creating new or improved medical treatments, advancing surgical or laser options like MIGS, and ensuring treatments with fewer side effects. Under diagnosis and follow-up, priorities focused on detecting disease progression more effectively, enhancing diagnostic tests such as visual field and imaging, and improving early screening to prevent late diagnosis. In understanding pathophysiology, the priorities emphasized uncovering the underlying causes of glaucoma, including genetic risk factors, and exploring treatments beyond IOP reduction, such as neuroprotection. This prioritized roadmap reflects a balanced approach to advancing glaucoma research across key dimensions⁴.

Conclusion

In conclusion, the findings from both the EGS and AGS-ASCRS studies provide a valuable framework for shaping future glaucoma

research efforts, highlighting critical areas that need attention to improve patient care. By systematically identifying unmet needs and establishing shared priorities among clinicians and patients, these studies offer a strategic guide for funding bodies and the wider research community. Focusing on these priorities can accelerate advancements in diagnostic tools, treatment options, and understanding of glaucoma's underlying mechanisms, ultimately paving the way for more effective, patient-centered care. This collaborative approach to setting research priorities is essential to driving innovations that can significantly impact the lives of individuals affected by glaucoma.

References

- Weinreb RN, Leung CK, Crowston JG *et al*. Primary open-angle glaucoma. *Nat Rev Dis Primers* 2016; 2: 16067. doi:10.1038/nrdp.2016.67.
- Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014; 121(11): 2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
- Gallo Afflitto G, Aiello F, Cesareo M, Nucci C. Primary open angle glaucoma prevalence in Europe: a systematic review and meta-analysis. *J Glaucoma* 2022; 31(10): 783-788. doi:10.1097/IJG.0000000000002083.
- Azuara-Blanco A, McCorry N, Tatham AJ *et al*. European Glaucoma Society research priorities for glaucoma care. *Br J Ophthalmol* 2024; 108(8): 1088-1093. doi:10.1136/bjo-2023-323648.
- Downs JC, Fleischman D, 2020-2022 Research Committee of the American Glaucoma Society and the 2020-2022 Glaucoma Clinical Committee of the American Society of Cataract and Refractive Surgery. Unmet needs in the detection, diagnosis, monitoring, treatment, and understanding of primary open-angle glaucoma: a position statement of the American Glaucoma Society and the American Society of Cataract and Refractive Surgery. *Ophthalmol Glaucoma* 2022; 5(5): 465-467. doi:10.1016/j.ogla.2022.02.008.
- Chua J, Baskaran M, Ong PG *et al*. Prevalence, risk factors, and visual features of undiagnosed glaucoma: the Singapore Epidemiology of Eye Diseases Study. *JAMA Ophthalmol* 2015; 133(8): 938-946. doi:10.1001/jamaophthalmol.2015.1478.
- Iwase A, Sawaguchi S, Araie M. Differentiating diagnosed and undiagnosed primary angle-closure glaucoma and open-angle glaucoma: a population-based study. *Ophthalmol Glaucoma* 2022; 5(2): 160-169. doi:10.1016/j.ogla.2021.07.010.
- Hennis A, Wu SY, Nemesure B, Honkanen R, Leske MC; Barbados Eye Studies Group. Awareness of incident open-angle glaucoma in a population study: the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology* 2007; 114(10): 1816-1821. doi:10.1016/j.ophtha.2007.06.013.
- Shaikh Y, Yu F, Coleman AL. Burden of undetected and untreated glaucoma in the United States. *Am J Ophthalmol* 2014; 158(6): 1121-1129.e1. doi:10.1016/j.ajo.2014.08.023.
- Shaikh Y, Yu F, Coleman AL. Burden of undetected and untreated glaucoma in the United States. *Am J Ophthalmol* 2014; 158(6): 1121-1129.e1. doi:10.1016/j.ajo.2014.08.023.
- Topouzis F, Coleman AL, Harris A *et al*. Factors associated with undiagnosed open-angle glaucoma: the Thessaloniki Eye Study. *Am J Ophthalmol* 2008; 145(2): 327-335. doi:10.1016/j.ajo.2007.09.013.
- Founti P, Coleman AL, Wilson MR *et al*. Overdiagnosis of open-angle glaucoma in the general population: the Thessaloniki Eye Study. *Acta Ophthalmol* 2018; 96(7): e859-e864. doi:10.1111/aos.13758.

Medicina regenerativa y celular en oftalmología: 25 años de historia desde el Litoral argentino

Alejo Vercesi

Cátedra de Oftalmología de la Universidad Nacional de Rosario, Rosario (Santa Fe) Argentina.

Recibido: 9 de abril de 2025.

Aprobado: 20 de mayo de 2025.

Contacto

Prof. Dr. Alejo Vercesi
Entre Ríos 286 PB
(2000) Rosario, Santa Fe
Argentina
+54 9341 502-7210
vercesialejo@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e136-e142.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.417>

Resumen

En la Argentina se realiza investigación y desarrollo en oftalmología de relevancia, que ha sido y resulta fundamental para el crecimiento de diferentes áreas a nivel internacional. En general son hechos que en nuestro país se diluyen ante otras problemáticas y necesidades coyunturales. Pero con la función de estimular y también dejar registro para el presente y las futuras generaciones se ha desarrollado este trabajo. Se trata de un breve recorrido bajo el formato de una revisión narrativa donde se describen los desarrollos de investigación en medicina regenerativa y celular en oftalmología y su aplicación en la clínica y en la cirugía ocular realizados desde Rosario, Argentina, durante el primer cuarto del siglo 21. Se pasó desde los modelos animales —donde se evaluaron los alcances regenerativos de los hemoderivados en las alteraciones de la superficie ocular para poder utilizarse como bioadhesivos en reemplazo de las suturas convencionales y para sellar úlceras perforadas de córnea— hasta las validaciones de su aplicación clínica. También, el desarrollo de mallas de fibrina para el tratamiento de agujeros recidivados de mácula y una breve descripción del cultivo de células madre a partir de un segmento de anillo esclerocorneal de material procedente de un banco de córneas.

Palabras clave: medicina regenerativa, ojos, hemoderivados, membrana amniótica, suero autólogo, malla de fibrina.

A 25-year journey in regenerative and cellular ophthalmology from the Argentine Litoral

Abstract

In Argentina, relevant research and development in ophthalmology is conducted, which has been and is fundamental for the growth of different areas at an international levels. In general, these are activities that in our country are diluted in the face of other problems and circumstantial needs. But with the function of stimulating and also to leave a record for present and future generations, the present work has been developed. It is a brief tour under the format of a narrative review, which describes the developments made from Rosario, Argentina, during the first quarter of the 21st century, research in regenerative and cellular medicine in ophthalmology and its application in clinical and ocular surgery. From animal models —where the regenerative reach of hemoderivatives in ocular surface alterations was evaluated, to their use as bioadhesives to replace conventional sutures and to seal perforated corneal ulcers— to the validation of their clinical application. Also the development of fibrin meshes for the treatment of recurrent macular holes and a brief description of the culture of stem cells from a segment of sclero-corneal ring material from a corneal bank.

Keywords: regenerative medicine, eyes, hemoderivatives, amniotic membrane, autologous serum, fibrin meshwork.

Medicina regenerativa e celular em oftalmologia: 25 anos de história desde a região do Litoral argentino

Resumo

Na Argentina, são realizadas importantes pesquisas e desenvolvimentos em oftalmologia, que foram e continuam sendo essenciais para o crescimento de diversas áreas em nível internacional. Em geral, são fatos que em nosso país estão diluídos em outros problemas e necessidades atuais. Mas este trabalho foi desenvolvido com o propósito de estimular

e também deixar um registro para as gerações presentes e futuras. Esta é uma breve revisão narrativa que descreve os desenvolvimentos na pesquisa em medicina regenerativa e celular em oftalmologia e suas aplicações clínicas e cirúrgicas conduzidos em Rosário, Argentina, durante o primeiro quarto do século XXI. O estudo progrediu de modelos animais —onde o potencial regenerativo de derivados do sangue em distúrbios da superfície ocular foi avaliado para uso como bioadesivos para substituir suturas convencionais e selar úlceras de córnea perforadas— para a validação de sua aplicação clínica. Também o desenvolvimento de malhas de fibrina para o tratamento de buracos maculares recorrentes e uma breve descrição da cultura de células-tronco a partir de um segmento de anel esclerocorneano de material de um banco de córneas.

Palavras-chave: medicina regenerativa, olhos, hemoderivados, membrana amniótica, soro autólogo, malha de fibrina.

Introducción

La medicina regenerativa y celular es la que utiliza los tejidos del propio paciente u otro para tratar diferentes patologías, ya sea reparando o reemplazando células dañadas, tejidos u órganos¹⁻⁴. La medicina regenerativa estimula la propia reparación a través de los distintos tejidos del organismo¹⁻², mientras que la medicina celular utiliza células vivas, especialmente “células madre” que pueden cultivarse en el laboratorio y luego trasplantarse a los pacientes que padecen de patologías por deficiencia de ellas³⁻⁴. Es un campo de la medicina que puede aportar novedosas terapias para enfermedades que aún no tienen un tratamiento favorable.

De allí se desprende la importancia de conocer cuál es el recorrido de la medicina regenerativa y el objetivo de la presente revisión es describir el trayecto recorrido desde una ciudad del Litoral de la Argentina desde hace 25 años, compartiendo los aportes que se han hecho desde nuestro lugar, a través del campo de la investigación básica, traslacional y su posterior traslado a la terapéutica oftalmológica de nuestros pacientes.

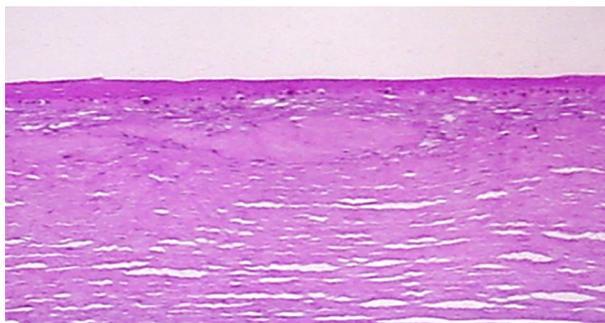


Figura 1. Lesión no tratada de córnea de conejo. Se observa cicatriz alterada con grumos de colágeno entre el epitelio y el estroma.

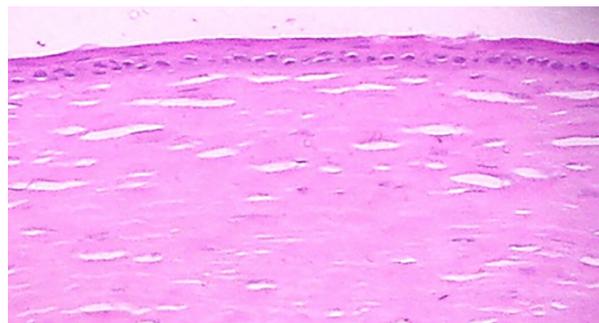


Figura 2. Lesión de córnea de conejo tratada con plasma rico en plaquetas autólogo tópico. La cicatriz corneal es armónica con la interfase epitelio y estroma normal.

Desarrollo del tema

La primera cirugía relacionada con la medicina regenerativa que realizamos en nuestra región fue la de una paciente con pannus fibrovascular que cubría la mayor parte de la córnea luego de varias cirugías de un pterigión recidivante. La membrana amniótica se obtuvo de una parturienta que fue intervenida con una cesárea en el Hospital Provincial del Centenario de la ciudad de Rosario (Argentina) el 27 de mayo de 2000. Todo el procedimiento fue realizado luego de contar con las respectivas autorizaciones de la entidad hospitalaria, incluyendo la información y la obtención del consentimiento informado de la paciente. La membrana fue procesada y conservada en líquidos nutrientes y almacenada a -80 grados de temperatura. Las diferentes cirugías realizadas y los resultados obtenidos en las distintas cirugías de la superficie ocular las publicó nuestro grupo en 2018 en un trabajo retrospectivo donde se describieron resultados en 18 pacientes¹. Nuestro grupo estuvo en el momento de la innovación, marcando las primeras evidencias del tema desde nuestra región con su primera experiencia en el año 2000, un año donde —por ejemplo— en PubMed sólo se habían publicado 4 trabajos relacionados con el tema⁶⁻⁹. Así comenzó nuestro camino, en sintonía con los avances globales en una época donde se comenzaba a explorar la utilidad de la membrana amniótica para problemas de superficie ocular en general y se discutían sus diferentes formas de uso

y procesado, algo que la evidencia fue validando constantemente y que resulta irrefutable hasta la actualidad¹⁰⁻¹².

En 2006 realizamos un trabajo experimental en animales para ver el efecto regenerativo del plasma rico en plaquetas en la reparación de úlceras corneales. Éste se llevó a cabo en la Facultad de Veterinaria de la ciudad de Esperanza (Santa Fe, Argentina). Ese estudio también resultó pionero no sólo en la región sino a nivel global, demostrando el efecto regenerativo del plasma rico en plaquetas en un modelo animal de úlceras corneales (figs. 1 y 2), logrando que nuestros resultados fueran validados por pares y publicados tres años más tarde para Iberoamérica en la revista *Oftalmología Clínica y Experimental* (OCE) del Consejo Argentino de Oftalmología¹³. Es interesante destacar que en 2006 no había ninguna publicación en PubMed al respecto, aunque diferentes grupos ya estaban investigando; sólo encontramos tres artículos entre 2007 y 2009 sobre el uso de plasma rico en plaquetas y úlceras corneales¹⁴⁻¹⁶ y recién aparecieron cuatro trabajos más en 2010 relacionados al tema¹⁷⁻²⁰, incluyendo uno de nuestro país —de Luengo y colaboradores—, pero que evaluaba su aplicación como bioadhesivo para trasplantes lamelares²⁰. Las primeras dos publicaciones sobre el tema en 2007 fueron trabajos liderados por el Dr. Alió y colaboradores¹⁴⁻¹⁵, por lo que fue una satisfacción conocer que el artículo que realizamos en 2006 y que se publicó en OCE en 2009 fue citado como antecedente del tema en un trabajo también del



Figura 3. Toma de la mucosa oral.

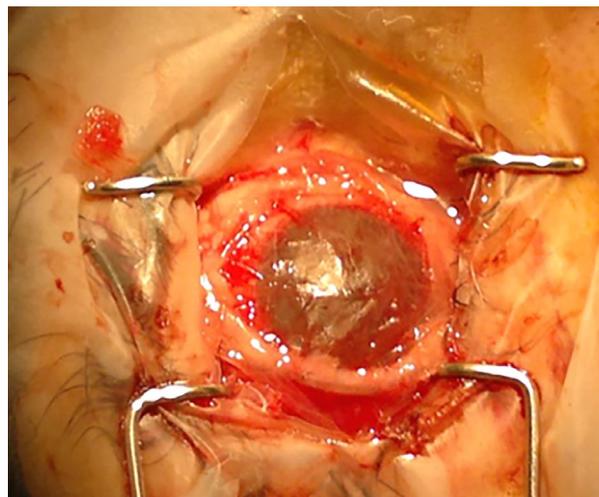


Figura 4. Mucosa bucal alrededor del limbo. La membrana amniótica cubre la superficie ocular.

grupo del Dr. Alió en 2022 en una de las revistas de la prestigiosa Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO)²¹.

Continuando nuestro camino, a partir de nuestro trabajo de experimentación empezamos a utilizar los hemoderivados como el plasma rico en plaquetas en colirio para evaluar su eficacia en el tratamiento de las erosiones y úlcera de la córnea. También desarrollamos un “gel plaquetario” y la “malla de fibrina autóloga” como bioadhesivos en reemplazo de las suturas en oftalmología. Publicamos en 2015 el tratamiento de la deficiencia limbar total con un autotransplante de mucosa bucal en un paciente con quemadura grave de superficie ocular para que actuara como una especie de “limbo sustituto” y membrana amniótica criopreservada para tratar la inflamación y normalizar la superficie ocular, junto con gel plaquetario autólogo en lugar de las suturas conjuntivales (figs. 3 y 4)²². Se trataba de un paciente con glaucoma absoluto y ojo ciego pero con excelente superficie ocular. Se tomaron dos lenticúlos del limbo esclero-corneal y se implantaron en el limbo del ojo contralateral, que tenía una deficiencia limbar total sin otra patología. Allí usamos gel plaquetario autólogo en reemplazo de las suturas convencionales. El caso tuvo una buena recuperación y se generó una evidencia más de

este tipo de opciones terapéuticas para casos graves y especiales. Esto fue parte de lo resumido en el editorial de la Asociación Latinoamericana de Cirujanos de Cataratas, Segmento Anterior y Cirugía Refractiva en 2022, donde también se comentaron las utilidades terapéuticas para el fondo del ojo, algo que mencionaremos más adelante²³.

A mediados de la primera década del siglo XXI difundimos la aplicación de los hemoderivados autólogos en sus distintas variantes para tratar las diferentes alteraciones de la superficie ocular y en 2021 utilizamos por primera vez la malla de fibrina autóloga para obturar una úlcera perforada de córnea en una paciente con síndrome de Sjögren y para el penfigoide ocular cicatricial²⁴. Observamos muy buenos resultados anatómicos y funcionales (figs. 5 y 6). Considerando lo que veníamos obteniendo y dadas las características bioadhesivas y la consistencia del magna de malla de fibrina, decidimos utilizarla para obturar un agujero de mácula recidivado de más de 500 micras luego de la obtención por consentimiento informado del paciente. Ante la falta de membrana limitante interna —porque había sido utilizada en la primera cirugía— usamos un segmento de malla de fibrina autóloga que fue colocado como un “tapón” intrarretinal (figs. 7

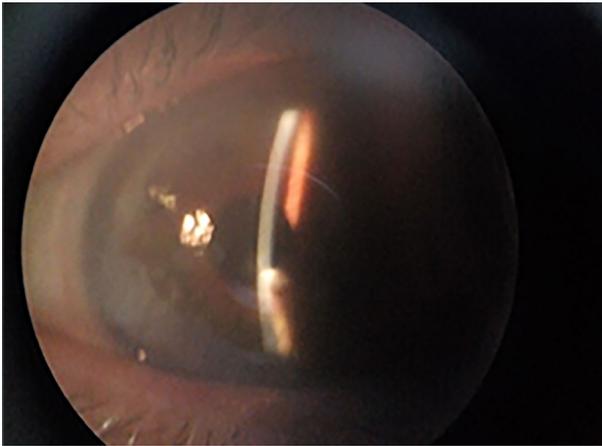


Figura 5. Úlcera de córnea sellada con malla de fibrina autóloga a las 72 horas de la cirugía.

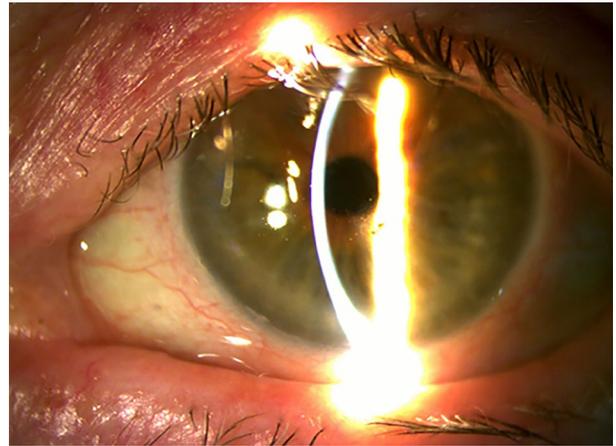


Figura 6. No se ve la malla de fibrina autóloga a los dos meses de la cirugía.

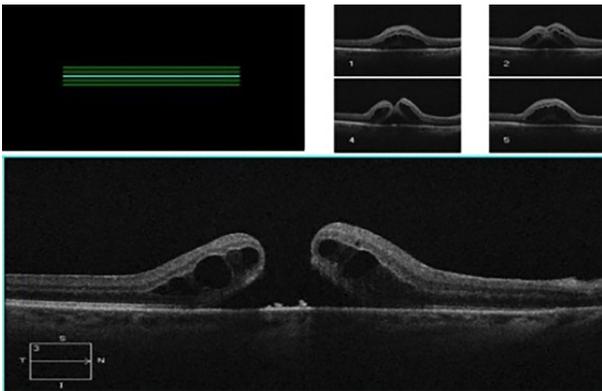


Figura 7. OCT: agujero macular previo a la cirugía AV=1/10 s/c

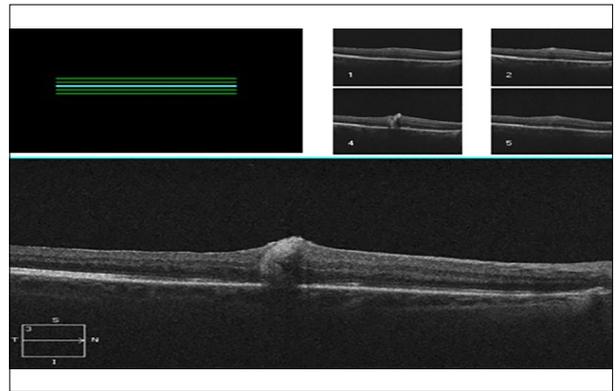


Figura 8. Agujero macular cerrado a los 5 días de la cirugía.

a 9). El agujero se cerró y la paciente mejoró su visión a 8/10 (previo a la cirugía era de 1/10). En ambas operaciones el cirujano fue el doctor Fernando Ariel García. Este caso fue presentado en el espacio de “30 minutos de retina”, ciclo organizado por la Sociedad Argentina de Retina y Vítreo en conjunto con el Consejo Argentino de Oftalmología²⁵. A partir de ese primer caso ya contamos con 16 pacientes tratados con este método y es parte de un estudio en progreso.

En cuanto a la medicina celular, hemos realizado un ensayo de cultivo de células madre a partir de un segmento de anillo esclero-corneal obtenido de una córnea del Banco de Ojos de la Provincia de Santa Fe con la intervención de la bióloga molecular del Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario, doctora Claudia

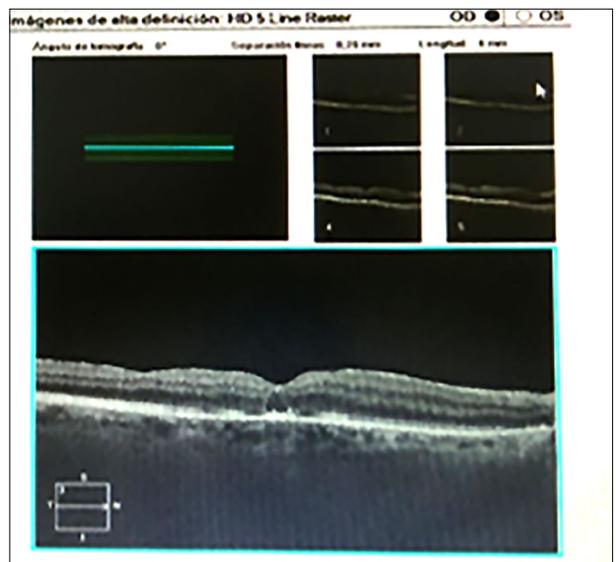


Figura 9. Agujero totalmente cerrado al año de la cirugía con AV=9/10 s/c.

Banchio, en un camino que estamos recorriendo en la actualidad.

A continuación describimos el procedimiento que estamos realizando y parte de nuestros resultados preliminares. Tras recibir las muestras en medio de transporte enriquecido se lavaron con solución de buffer PBS estéril. Luego se disgregaron en piezas pequeñas con bisturí estéril y se trataron con tripsina durante 15 min a 37°C. La suspensión de células resultantes y las piezas se sembraron en placas de cultivo conteniendo medio DMEM:F12 (GIBCO) suplementado con B27 (GIBCO) y factores de crecimiento FGF y EGF (SIGMA). Todo el procedimiento se realizó en flujo laminar BSL2. Los cultivos se incubaron en estufas gaseadas CO₂ (5%) y a 37°C por 20 días. Cada tres días el medio se suplementó con factores de crecimiento. Diariamente se observaron en microscopio óptico invertido para visualizar las células, su morfología y la ausencia de contaminaciones bacterianas. Se observaron células que se adhirieron a la placa con diferentes morfologías y células que formaron masas celulares tipo esferas. De las piezas se observaron hilos y células que crecieron formando un halo. Al momento de esta revisión, lo que podemos concluir sobre esta línea de investigación es que se necesita realizar un mayor número de ensayos para ajustar las condiciones óptimas de crecimiento de las células madre y anticuerpos específicos para realizar inmunocitoquímica para identificar los tipos celulares presentes y determinar si son células madre u otros tipos celulares primarios derivados del cultivo.

Conclusión

La investigación básica y clínica en oftalmología ha permitido avances concretos en el tratamiento de las diferentes alteraciones de la superficie ocular. Los hemoderivados, como el suero autólogo y el plasma rico en plaquetas autólogo, son efectivos en el tratamiento de erosiones corneales persistentes y úlceras tróficas de la córnea; también pueden utilizarse como bioadhesivos en reemplazo de las suturas convencionales con el gel plaquetario o para sellar úlceras de córnea.

Su uso también está siendo validado científicamente en la actualidad para poder sellar agujeros retinales recidivados mediante la malla de fibrina autóloga.

En estos últimos 25 años, desde el Litoral de Argentina, seguimos estando a la vanguardia de los últimos avances médicos oftalmológicos y esperamos poder seguir haciéndolo, intentando estimular para que estas acciones se repliquen y puedan crecer en todo nuestro país.

Referencias

1. Sahle FF, Kim S, Niloy KK *et al.* Nanotechnology in regenerative ophthalmology. *Adv Drug Deliv Rev* 2019; 148: 290-307. doi:10.1016/j.addr.2019.10.006.
2. Van Gelder RN, Chiang MF, Dyer MA *et al.* Regenerative and restorative medicine for eye disease. *Nat Med* 2022; 28(6): 1149-1156. doi:10.1038/s41591-022-01862-8. [errata corregida en *Nat Med* 2022; 28(10): 2218. doi:10.1038/s41591-022-01996-9].
3. Tian Z, Yu T, Liu J, Wang T, Higuichi A. Introduction to stem cells. *Prog Mol Biol Transl Sci* 2023; 199: 3-32. doi:10.1016/bs.pmbts.2023.02.012.
4. Tan F, Li X, Wang Z, Li J, Shahzad K, Zheng J. Clinical applications of stem cell-derived exosomes. *Signal Transduct Target Ther* 2024; 9(1): 17. doi:10.1038/s41392-023-01704-0.
5. Vercesi A. El injerto de membrana amniótica en la reconstrucción de la superficie ocular anterior: experiencia personal. *Arch Argent Oftalmol* 2018; 12: 38-41.
6. Ma DH, See LC, Liao SB, Tsai RJ. Amniotic membrane graft for primary pterygium: comparison with conjunctival autograft and topical mitomycin C treatment. *Br J Ophthalmol* 2000; 84(9): 973-978. doi:10.1136/bjo.84.9.973.
7. Lee SB, Li DQ, Tan DT, Meller DC, Tseng SC. Suppression of TGF-beta signaling in both normal conjunctival fibroblasts and pterygial body fibroblasts by amniotic membrane. *Curr Eye Res* 2000; 20(4): 325-334.
8. Basti S, Rao SK. Current status of limbal conjunctival autograft. *Curr Opin Ophthalmol*

- 2000; 11(4): 224-232. doi:10.1097/00055735-200008000-00003.
9. Tsai RJ, Li LM, Chen JK. Reconstruction of damaged corneas by transplantation of autologous limbal epithelial cells. *N Engl J Med* 2000; 343(2): 86-93. doi:10.1056/NEJM200007133430202.
 10. Jirsova K, Jones GLA. Amniotic membrane in ophthalmology: properties, preparation, storage and indications for grafting-a review. *Cell Tissue Bank* 2017; 18(2): 193-204. doi:10.1007/s10561-017-9618-5.
 11. Ti SE, Tseng SC. Management of primary and recurrent pterygium using amniotic membrane transplantation. *Curr Opin Ophthalmol* 2002; 13(4): 204-212. doi:10.1097/00055735-200208000-00003.
 12. Paganelli B, Sahyoun M, Gabison E. Conjunctival and limbal conjunctival autograft vs. amniotic membrane graft in primary pterygium surgery: a 30-year comprehensive review. *Ophthalmol Ther* 2023; 12(3): 1501-1517. doi:10.1007/s40123-023-00689-x.
 13. Vercesi A, Atilio Grande G, Echevarría G, Naves A, Décima M *et al.* Evaluación del uso tópico de factores de crecimiento derivados de plaquetas en el tratamiento de úlcera de córnea en conejos. *Oftalmol Clin Exp* 2009; 3(1): 23-28.
 14. Alio JL, Abad M, Artola A, Rodríguez-Prats JL, Pastor S, Ruiz-Colecha J. Use of autologous platelet-rich plasma in the treatment of dormant corneal ulcers. *Ophthalmology* 2007; 114(7): 1286-1293.e1. doi:10.1016/j.ophtha.2006.10.044.
 15. Alio JL, Pastor S, Ruiz-Colecha J, Rodríguez A, Artola A. Treatment of ocular surface syndrome after LASIK with autologous platelet-rich plasma. *J Refract Surg* 2007; 23(6): 617-619. doi:10.3928/1081-597X-20070601-13.
 16. Marquez de Aracena del Cid R, Montero de Espinosa Escoriaza I. Subconjunctival application of regenerative factor-rich plasma for the treatment of ocular alkali burns. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19(6): 909-915. doi:10.1177/112067210901900603.
 17. Tanidir ST, Yuksel N, Altintas O, Yildiz DK, Sener E, Caglar Y. The effect of subconjunctival platelet-rich plasma on corneal epithelial wound healing. *Cornea* 2010; 29(6): 664-669. doi:10.1097/ICO.0b013e3181c29633.
 18. Geremicca W, Fonte C, Vecchio S. Blood components for topical use in tissue regeneration: evaluation of corneal lesions treated with platelet lysate and considerations on repair mechanisms. *Blood Transfus* 2010; 8(2): 107-112. doi:10.2450/2009.0091-09.
 19. López-Plandolit S, Morales MC, Freire V, Etxebarria J, Durán JA. Plasma rich in growth factors as a therapeutic agent for persistent corneal epithelial defects. *Cornea* 2010; 29(8): 843-848. doi:10.1097/ICO.0b013e3181a81820.
 20. Luengo Gimeno F, Gatto SC, Croxatto JO, Ferro JI, Gallo JE. In vivo lamellar keratoplasty using platelet-rich plasma as a bioadhesive. *Eye (Lond)* 2010; 24(2): 368-375. doi:10.1038/eye.2009.49.
 21. Rodríguez AE, Gisbert S, Palazón A, Alio JL. Quantification of growth factors and fibronectin in diverse preparations of platelet-rich plasma for the treatment of ocular surface disorders (E-PRP). *Transl Vis Sci Technol* 2020; 9(6): 22. doi:10.1167/tvst.9.6.22.
 22. Vercesi A, de Pedro JC, Zampierin M, Dalmau A, Ladeveze E *et al.* Autoinjerto de mucosa bucal, membrana amniótica, bioadhesivos autólogos y cirugía palpebral en deficiencia limbar total. *Oftalmol Clin Exp* 2015; 8(4): 141-145.
 23. Vercesi A. Actualización en el uso de bioadhesivos. *Noticiero ALACCSA-R* 2022; 50. Disponible en: <https://alacsa.com/editorial-catarata-actualizacion-uso-bioadhesivos-edicion50-2022/>
 24. Vercesi A, García F, Bianchini C. Malla de fibrina en úlcera perforada. *Oftalmol Clin Exp* 2022; 15: e223-e227. doi:10.70313/2718.7446.v15.n2.153
 25. Vercesi A, García FA. Ciclo 30 minutos de retina. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=ONw_xBSJgks&t=11s.

Regeneración corneal mediante tratamiento con vesículas extracelulares derivadas de células madre mesenquimales en un modelo murino de injuria alcalina

Diego Mario Santa Cruz^a, María José Cantero^b, Esteban Fiore^b, Natalia Alejandra Pacienza^a

^a Laboratorio de Regulación Génica y Células Madre, Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante y Bioingeniería, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-Universidad Favaloro, Buenos Aires, Argentina.

^b Laboratorio de Hematología Experimental y Terapia Génica, Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante (IIIMT)-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-Universidad Austral, Pilar (Buenos Aires), Argentina.

Recibido: 12 de marzo de 2025.

Aprobado: 30 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Prof. Dra. Natalia Alejandra Pacienza
Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante y Bioingeniería (IMETTyB)
Solís 453
(1078) Buenos Aires, Argentina
Universidad Favaloro
npacienza@favaloro.edu.ar

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e143-e152.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.421>

Resumen

Objetivo: En los últimos años estudiamos las propiedades regenerativas, anti-inflamatorias e in-muno-moduladoras de las vesículas extracelulares (EVs) secretadas por células madre mesenquimales (MSCs). Debido a que los procesos que conllevan a la opacidad corneal se deben básicamente a una desregulación de mecanismos regenerativos e inflamatorios, en el presente trabajo nos propusimos evaluar el potencial terapéutico de las EVs derivadas de MSCs en un modelo experimental de injuria corneal.

Métodos: Previamente desarrollamos un sistema de aislamiento de vesículas extracelulares y posterior análisis de su potencial antiinflamatorio (*in vitro*). Este sistema de producción y aislamiento de EVs está comprendido por cultivo controlado de MSCs (de cordón umbilical humano), recolección de medio condicionado y purificación de EVs mediante cromatografía de intercambio iónico. En este estudio pusimos a punto un modelo murino de regeneración corneal mediante aplicación tópica de 10 µl de NaOH (0,125 M) y posterior tratamiento con igual volumen de EVs (1x10⁹ partículas/ml) por 5 días consecutivos. La acción terapéutica de las EVs se evaluó mediante tinción tisular (hematoxilina-eosina) y determinación de los niveles de

expresión de citoquinas inflamatorias por real-time RT-PCR.

Resultados: Tanto en la observación clínica, como en la tisular, se observa que el NaOH indujo injuria moderada del tejido corneal con un claro restablecimiento del tejido luego del tratamiento con vesículas (vs vehículo). Respecto a las citoquinas evaluadas, estas aumentaron significativamente su expresión luego de la injuria química y descendieron fuertemente tras el tratamiento con EVs (n=5, p<0,05).

Conclusión: De los resultados obtenidos se desprende que logramos establecer un modelo sencillo de injuria del epitelio corneal en el que testear diversas estrategias terapéuticas y, a su vez, demostramos el enorme potencial regenerativo de las EVs en patologías oculares de orden inflamatorio.

Palabras clave: células madre mesenquimales estromales, vesículas extracelulares, regeneración corneal.

Mesenchymal stromal cells-derived extracellular vesicles for corneal regeneration in an experimental model of corneal injury

Abstract

Objective: In recent years, our research has focused on the regenerative, anti-inflammatory, and immunomodulatory properties of extracellular vesicles (EVs) secreted by mesenchymal stem cells (MSCs). Given that corneal opacity is primarily driven by dysregulation of regenerative and inflammatory pathways, the aim of this study was to evaluate the therapeutic potential of MSC-derived EVs in an experimental model of corneal injury.

Methods: We previously established a protocol for the isolation of EVs and the assessment of their anti-inflammatory effects *in vitro*. This protocol includes the controlled culture of MSCs derived from human umbilical cord tissue, collection of conditioned medium, and EV purification through ion-exchange chromatography. In this study, a murine model of corneal injury was developed by topical application of 10 µL of NaOH (0.125 M), followed by daily topical treatment with 10 µL of EVs (1×10⁹ particles/mL) for five consecutive

days. Therapeutic efficacy was evaluated by histological staining (hematoxylin-eosin) and quantitative real-time RT-PCR analysis of inflammatory cytokines.

Results: Clinical and histological analyses revealed that NaOH application induced moderate corneal injury, which was significantly ameliorated following EV treatment compared to vehicle controls. Expression levels of inflammatory cytokines were markedly upregulated after chemical injury and significantly downregulated after EV administration (n=5, p<0.05).

Conclusion: Our findings demonstrate the successful establishment of a simple and reproducible model of corneal epithelial injury, suitable for evaluating new therapeutic approaches. Furthermore, the results underscore the potent regenerative and anti-inflammatory properties of MSC-derived EVs, highlighting their promising potential for the treatment of inflammatory ocular diseases.

Keywords: stromal mesenchymal stem cells, extracellular vesicles, corneal regeneration.

Regeneração da córnea por tratamento com vesículas extracelulares derivadas de células-tronco mesenquimais em modelo murino de lesão alcalina

Resumo

Objetivo: Nos últimos anos, estudamos as propriedades regenerativas, anti-inflamatórias e imunomoduladoras das vesículas extracelulares (VEs) secretadas por células-tronco mesenquimais (MSCs). Como os processos que levam à opacidade da córnea são principalmente devidos a uma desregulação dos mecanismos regenerativos e inflamatórios, neste estudo, objetivamos avaliar o potencial terapêutico das VEs derivadas de MSCs em um modelo experimental de lesão da córnea.

Métodos: Desenvolvemos previamente um sistema para o isolamento de vesículas extracelulares e posterior análise de seu potencial anti-inflamatório (*in vitro*). Este sistema de produção e isolamento de VEs consiste em cultura controlada de MSCs (de sangue de cordão umbilical humano), coleta de meio condicionado e purificação das VEs por cromatografia de troca iônica. Neste estudo,

desenvolvemos um modelo murino de regeneração corneana por aplicação tópica de 10 µl de NaOH (0,125 M) e subseqüente tratamento com o mesmo volume de VEs (1x10⁹ partículas/ml) por 5 dias consecutivos. A ação terapêutica das VEs foi avaliada por coloração tecidual (hematoxilina-eosina) e determinação dos níveis de expressão de citocinas inflamatórias por RT-PCR em tempo real.

Resultados: As observações clínicas e teciduais demonstraram que o NaOH induziu lesão moderada do tecido corneano, com restauração tecidual evidente após o tratamento com vesículas (vs. veículo). Em relação às citocinas avaliadas, sua expressão aumentou significativamente após a lesão química e diminuiu acentuadamente após o tratamento com EVs (n = 5, p < 0,05).

Conclusão: Os resultados obtidos indicam que fomos capazes de estabelecer um modelo simples de lesão epitelial da córnea para testar diversas estratégias terapêuticas. Também demonstramos o enorme potencial regenerativo das EVs em patologias oculares inflamatórias.

Palavras-chave: células-tronco estromais mesenquimais, vesículas extracelulares, regeneração da córnea.

Introducción

Se ha demostrado que la córnea debe ser transparente a fin de cumplir de manera óptima con sus propiedades refractivas. La cicatrización corneal posterior a diversas causas de etiología infecciosa, inflamatoria, traumática o degenerativa, interfiere con el pasaje normal de la luz y conlleva a la pérdida de la visión. A nivel mundial se estima que aproximadamente 700.000 pacientes al año han sufrido claro deterioro de su visión debido a este tipo de alteraciones¹. El estroma corneal está formado principalmente por los queratocitos, células responsables del mantenimiento de la matriz corneal mediante síntesis y remodelación de fibras de colágeno (predominantemente del tipo I). Esta macromolécula constituye aproximadamente el 71% del peso seco de la córnea y es responsable tanto de la transparencia tisular como de la resistencia mecánica. Los queratocitos se activan en caso de trauma o

inflamación e interactúan a través de mediadores químicos (factores de crecimiento, citoquinas, metaloproteasas, entre otros) con las células del epitelio, modulando el proceso de cicatrización. Además, las células madre presentes en la unión esclero-corneal contribuyen al proceso de reepitelización. La transformación de queratocitos a miofibroblastos es un proceso normal de cicatrización en acción a una lesión, pero una respuesta exagerada puede llevar a fibrosis y opacidad por deposición de matriz extracelular desorganizada y consecuente formación de cicatrices. Los miofibroblastos liberan citoquinas proinflamatorias, como la interleucina IL-6, IL-8 y TNF-α, que actúan como quimioatrayentes para neutrófilos y linfocitos². Por otro lado, en la capa estromal los macrófagos residentes pueden generar una respuesta rápida en donde, dependiendo de las señales bioquímicas, logran polarizarse hacia el fenotipo M1 (proinflamatorios) o bien M2 (reparadores)³⁻⁴. La regeneración de la córnea estará mediada, entonces, por la diferenciación celular, la activación de las células madre residentes en el sitio de la lesión y la secreción de citoquinas regenerativas o factores de crecimiento que pueden reducir la inflamación, remodelar los depósitos de colágeno y estimular la regeneración mediante la activación de diversas vías de señalización. En síntesis, la cicatrización y reparación tisular efectiva será el producto de la correcta concertación de los diferentes eventos moleculares y fenotípicos que cambian constantemente con el tiempo tras la lesión. En tejidos adultos, estos eventos suelen culminar en la formación de una cicatriz. Por lo tanto, un abordaje farmacológico temprano resulta de fundamental importancia para la reparación de la lesión con cicatrización sin cicatrices, así como en la regeneración de los tejidos nativos⁵.

Las células madre mesenquimales estromales (MSCs) son células multipotentes, no-hematopoyéticas, capaces de diferenciarse a distintos linajes y poseen actividad antiinflamatoria y antiapoptótica mediada por efectos parácrinos⁶. En la actualidad, se reconoce al efecto paracrino de las MSCs como el principal aportante en la regeneración tisular y es objeto actual de investigación el rol de las vesículas extracelulares (EVs) en este

proceso. Son de particular interés las vesículas extracelulares pequeñas (sEVs), anteriormente denominadas exosomas, las que poseen un diámetro entre 50 a 130 nm y son liberadas por una amplia variedad de tipos celulares, incluyendo a las MSCs⁷. Las sEVs se forman por la gemación de vesículas intraluminales de los cuerpos multivesiculares endosomales y se liberan de las células tras su fusión con la membrana plasmática⁸. Las sEVs participan fisiológicamente en la comunicación intercelular, la reparación tisular y la respuesta inmunitaria, entre otras funciones. Se ha demostrado, que el contenido cuali y cuantitativo de proteínas de las sEVs refleja el de la célula parental transportando citoquinas, quimioquinas, moléculas de adhesión, proteínas de choque térmico, enzimas citoplasmáticas y proteínas involucradas en transducción de señales⁹. En los últimos años, las sEVs han cobrado gran relevancia clínica por considerarse biomarcadores de distintas patologías y constituir una novedosa herramienta terapéutica. En comparación con las terapias tradicionales de administración de MSCs, los tratamientos con sEVs tienen varias ventajas. Por ejemplo, exhiben menor inmunogenicidad y disminuyen el riesgo de diferenciación de las células donantes a otros linajes celulares¹⁰. Además, son fácilmente utilizables por sus cualidades de almacenamiento, administración e incorporación en la célula blanco y su aplicación sería similar a un producto farmacéutico *off-the-shelf*¹¹⁻¹². Esto ha impulsado a la comunidad científica a investigar su posible uso también como vehículos de distribución de una amplia variedad de agentes terapéuticos¹³⁻¹⁵.

En un modelo murino de desbridamiento epitelial se demostró que las EVs derivadas de MSCs corneales humanas son internalizadas por las células epiteliales, lo que a su vez aumenta su migración y proliferación *in vitro* y acelera la cicatrización de heridas *in vivo*¹⁶. Resultados similares se observaron en ensayos de herida por raspado en monocapa¹⁷. Las EVs presentan un papel inmunomodulador con polarización del pool de macrófagos hacia el fenotipo antiinflamatorio, reducción de moléculas proinflamatorias (IL-1 β , IL-8 y TNF- α) y aumento de IL-10 (antiinflamatoria)¹⁸.

En los últimos años se estudian las propiedades regenerativas, antiinflamatorias e inmunomoduladoras de las sEVs secretadas por MSCs¹⁹⁻²¹. Las sEVs representan un enfoque terapéutico novedoso en el tratamiento de los trastornos de cicatrización de heridas corneales a través de la modulación de la comunicación intercelular y modificación del entorno inflamatorio y oxidativo del tejido dañado²². Debido a que los procesos que conllevan a la opacidad corneal se deben básicamente a una disregulación de mecanismos regenerativos e inflamatorios, en este trabajo nos propusimos poner a punto un modelo murino experimental de lesión corneal a fin de evaluar diferentes estrategias terapéuticas mediante aplicación tópica de sEVs derivadas de MSCs.

Materiales y métodos

Cultivo celular

Las MSCs derivadas de cordón umbilical humano se aislaron de acuerdo con procedimientos descritos previamente²³. Se cultivaron en medio DMEM conteniendo 10% de suero fetal bovino (FBS) y crecieron hasta un 70%-90% de confluencia antes de realizar los pasajes. Se utilizaron células en pasaje 4 a 6 para todos los experimentos ya que se ha demostrado que conservan mejor su funcionalidad y producen grandes cantidades de EVs. Determinamos la presencia de marcadores de superficie positivos y negativos mediante citometría de flujo así como la capacidad de diferenciación a adipocitos, osteocitos y condrocitos para confirmar que las células cumplan con los criterios de definición de MSCs²⁴.

Cultivo en medio libre de proteínas, purificación y caracterización sEVs

Una vez que el cultivo de MSCs se encontró al 70% de confluencia, se procedió a cambiar el medio de cultivo a una formulación químicamente definida y libre de proteínas: medio mínimo esencial alfa (α -MEM) sin FBS. Finalmente, se colectó el medio condicionado a las 48 horas de cultivo. El medio condicionado colectado se trató según Malvicini *et al.*²⁰⁻²¹. Las

distintas preparaciones de EVs se conservaron a -80°C hasta su uso. La caracterización se llevó a cabo mediante la identificación de su tamaño por tecnología de seguimiento individual de nanopartículas en tiempo-real (NanoSight, Malvern Panalytical) y presencia de marcadores específicos (CD9, CD63, CD81, CD82) por ELISA, Western blot y/o citometría de flujo.

Ensayo de polarización de macrófagos

Para la valoración *in vitro* de las características antiinflamatorias e inmunomoduladoras se analizó el efecto de las sEVs sobre el fenotipo de los macrófagos realizándose según el protocolo desarrollado por nuestro laboratorio (Universidad de Texas, Estados Unidos)¹⁹⁻²⁰.

Modelo animal de opacidad corneal

Se empleó un modelo murino de injuria alcalina mejorado por Shadmani *et al.*, en donde se reemplazó el papel de filtro por un trépano de biopsia modificado y se aplicó solución estéril de NaOH con ventajas significativas en reproducibilidad y estandarización de la injuria inicial²⁵. Se utilizaron ratones machos 129S2 libres de patógenos y mantenidos en condiciones de asepsia en racks ventilados. Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con la *Guía para el uso y cuidado de animales de laboratorio* (NIH publication No. 85-23, revised 1996).

Determinación de expresión génica por real-time RT-PCR

Se colectaron 5 córneas por grupo. El tejido se congeló inmediatamente en nitrógeno líquido y se aisló el ARN total utilizando el reactivo TRIzol (Gibco-Life Technologies, Grand Island, NY). Antes de su uso posterior, el ARN total fue tratado con ADNasa I (1 U de ADNasa/1 μg de ARN total). Se diseñaron cebadores específicos de especie y se empleó la técnica de reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR) en tiempo real para comparar los niveles de expresión de ARNm de citoquinas

inflamatorias murinas, incluido el TNF- α , IL-6 e interleuquina IL-1 β .

Análisis estadístico

Los datos se expresaron como media \pm DS. Se utilizó ANOVA con pos-test de Tukey para determinar diferencias significativas entre grupos. Se consideraron como estadísticamente significativos aquellos valores de $p < 0,05$.

Resultados

En los últimos años nuestro grupo realizó avances significativos en el estudio y caracterización de las sEVs derivadas de MSCs. Desarrollamos un sistema de cultivo en un medio químicamente definido y libre de proteínas (α -MEM sin SFB) (fig. 1A) que nos permitió coleccionar las EVs secretadas por las MSCs en un período de 48 horas y luego purificarlas del medio condicionado mediante un proceso de cromatografía de intercambio aniónico (fig. 1B). El análisis de distribución de tamaño de las EVs se realizó por tecnología de seguimiento individual de nanopartículas en tiempo-real. La fracción eluida de la columna presentó un tamaño homogéneo de partículas de entre 80-150 nm lo que indica la presencia de sEVs en ausencia de microvesículas. Las sEVs que purificamos también presentaron un elevado porcentaje de expresión de los marcadores CD63 y CD81 (considerados marcadores específicos). Estos resultados demuestran la alta pureza de las sEVs aisladas mediante nuestra tecnología. El poder inflamatorio de estas nanopartículas se evaluó en un ensayo *in vitro* mediante análisis de la inhibición de la activación de macrófagos murinos estimulados por LPS en presencia de las vesículas producidas.

En este trabajo presentamos un estudio piloto en donde pusimos a punto el procedimiento de lesión o injuria corneal descrito por Shadmani *et al.*²⁵. Realizamos nuestros ensayos preliminares empleando la técnica de quemadura corneal alcalina, mediante aplicación tópica de solución estéril de NaOH. Para realizar el procedimiento

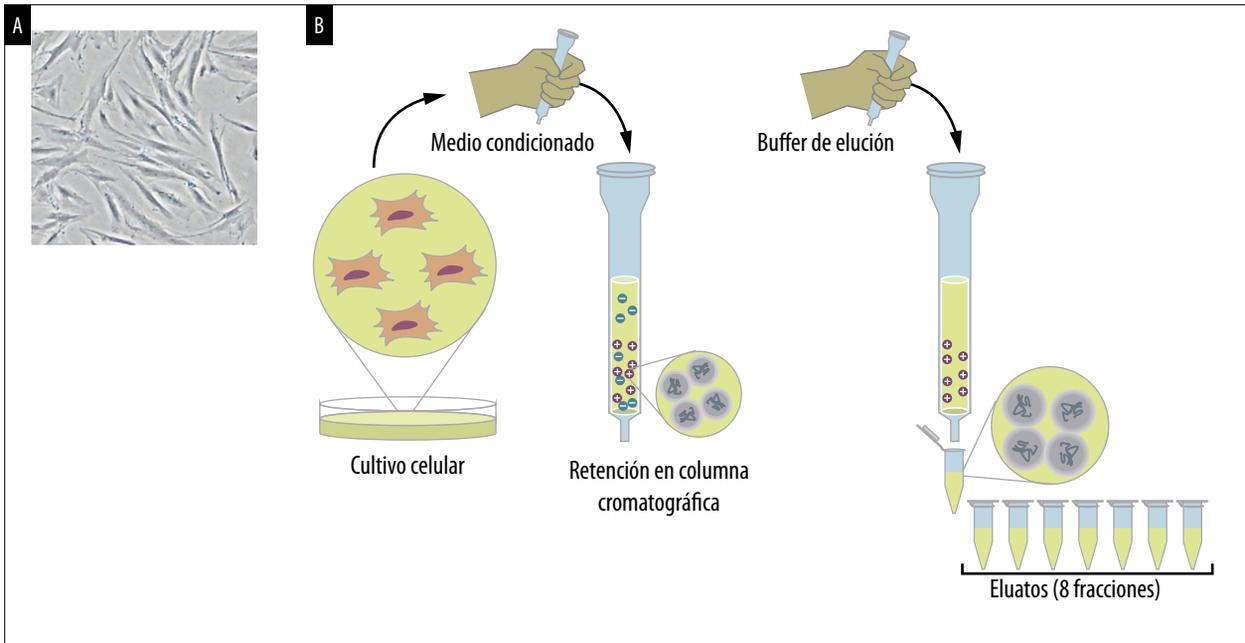


Figura 1. (A) Microfotografía de cultivo celular de MSCs. (B) Esquema representativo del proceso de aislamiento y purificación de EVs del medio condicionado. Tras la elución del Sistema cromatográfico se obtienen 8 fracciones de 1 ml cada una encontrándose enriquecida en sEVs en la fracción 4 y 5 (adaptado de Domínguez²⁶).

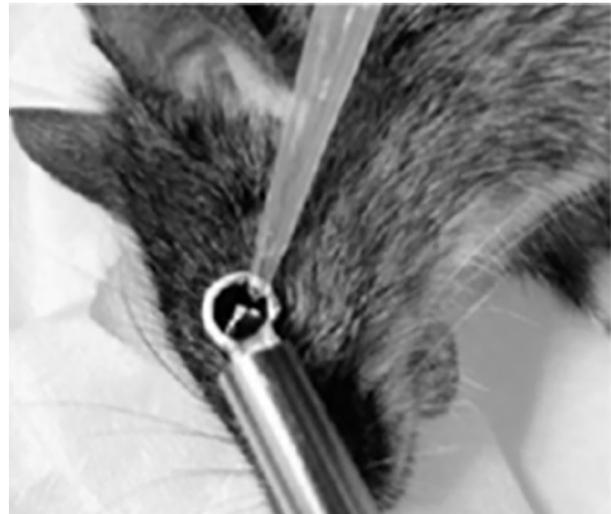


Figura 2. Trépano de biopsia modificado. Presenta un corte y un doblez a 90 grados en el extremo distal, y aplicación de solución con micropipeta automática en el modelo animal.

modificamos un trépano de biopsia (3,5 mm diámetro interno) que se empleó para administrar 10 μ l de una solución estéril de NaOH 0,125 M sobre la superficie corneal manteniendo el contacto con el tejido durante 30 segundos (fig. 2). Se realizó el mismo procedimiento utilizando solución fisiológica estéril en el ojo contralate-

ral. Una vez realizada la injuria se lavó profusamente la zona con 5 ml de solución fisiológica y se corroboró pH neutro mediante papel indicador de pH. El tratamiento se inició 4 horas poscirugía mediante administración tópica de 1×10^9 sEVs en solución estéril de solución fisiológica. Se aplicó un volumen de 10 μ l sobre la superficie

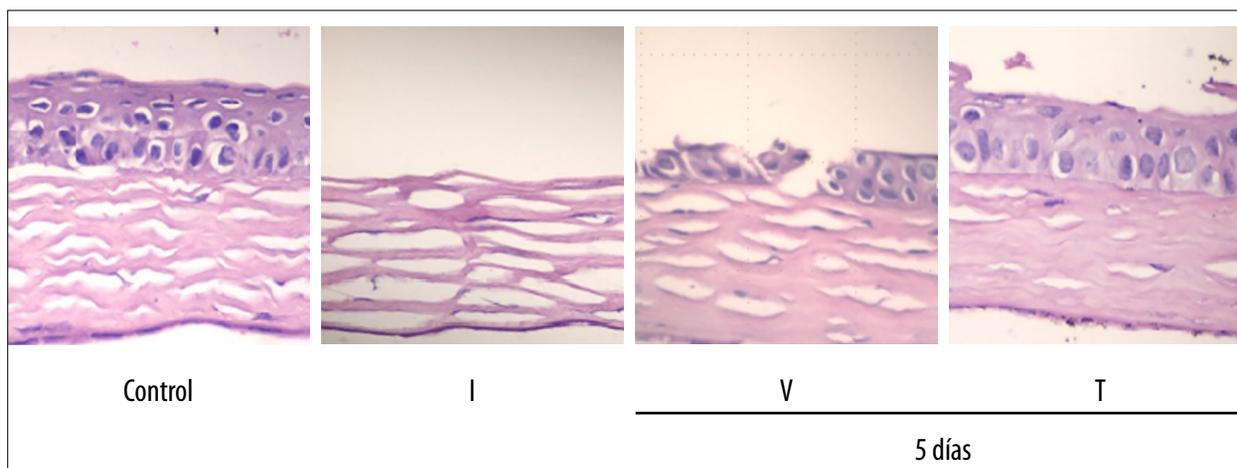


Figura 3. Secciones corneales de 5 micras de espesor, teñidas con hematoxilina-eosina. Se examinaron con un aumento de $\times 200$. I: Injuria con NaOH 0.125 M. V: Vehículo (solución fisiológica). T: Tratado (1×10^9 sEVs en vehículo).

corneal lesionada una vez al día durante 5 días. Se administró el mismo volumen de solución fisiológica a las córneas no lesionadas del mismo animal (ojo contralateral).

Transcurrido el tiempo de análisis, los animales se sometieron a eutanasia mediante administración de dióxido de carbono gaseoso. Ambos ojos fueron enucleados en los días 0 (4 horas posteriores a la lesión) y 5, y se tomaron muestras para análisis histológico (tinción hematoxilina/eosina). Se conservaron todos los contenidos internos de la esclera y una porción del nervio óptico. Se fijó en formaldehído taponado neutro al 10% durante 48 horas, se incluyó en parafina y se cortó en secciones de 5 μm de espesor. Las secciones se tiñeron con hematoxilina-eosina y se examinaron con un aumento de $\times 200$. Se observó que la aplicación tópica de NaOH 0,125 M produce una injuria moderada que genera una lesión con pérdida total del epitelio como así también de la membrana de Bowman. Nótese en este último caso un engrosamiento de la capa estromal debido a la abundante formación de edema. Sin embargo, luego de cinco días de tratamiento con sEVs se observó una disminución significativa de la lesión y también signos de reepitelización (fig. 3).

El análisis de nivel de expresión de transcritos para las citoquinas inflamatorias TNF- α , IL-6 e IL-1 β mostró un aumento de ellas tras la lesión, efecto que se revierte significativamente luego de

cinco días de tratamiento con sEVs (fig. 4). La reducción de su sobreexpresión indicaría que las sEVs estarían modulando el proceso inflamatorio a nivel tisular.

Discusión

El desarrollo de nuevas estrategias para preservar, reparar y mejorar la calidad de la córnea tendría un gran impacto no solo en la disminución del número de trasplantes realizados, sino también en la mejora de la calidad de vida de los pacientes afectados. En este sentido, la terapia acelular, es decir mediante aplicación tópica de sEVs, representa una estrategia novedosa y promisoriosa, ya que su administración resultaría altamente beneficiosa debido a sus características inmunomoduladoras y antiinflamatorias. En el presente trabajo pudimos establecer un modelo sencillo murino de lesión del epitelio corneal en el que se testea en forma preliminar un tratamiento basado en administración de sEVs derivadas de MSCs de cordón umbilical humano. Tal modelo induce una quemadura química, precisa y reproducible en toda la córnea, adecuada para estudiar la inflamación del tejido y sus eventos fibróticos. Este método también es apropiado para investigar la eficacia preclínica y clínica de agentes terapéuticos oftalmológicos de aplicación tópica.

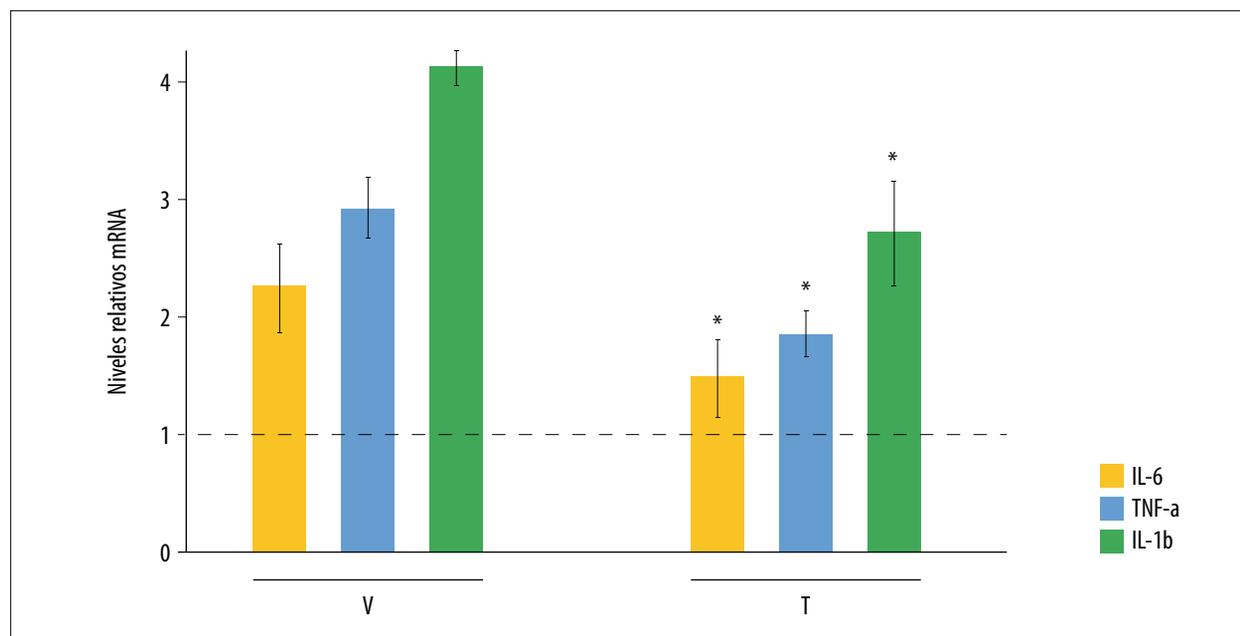


Figura 4. Análisis del nivel de expresión de transcritos para las citoquinas inflamatorias TNF- α , IL-6 e IL-1 β medidas por técnica de RT-PCR en tiempo real. V: Vehículo (solución fisiológica). T: Tratado (1×10^9 sEVs en vehículo); (n=5, $p < 0.05$).

En lo que respecta a la producción de las sEVs empleadas en este estudio podemos discutir que son de alta calidad y conservan la actividad biológica luego del procedimiento de aislamiento, en comparación con otros métodos de uso corriente (ultracentrifugación diferencial). Por otro lado, la metodología de aislamiento por cromatografía de intercambio iónico presenta características de escalado que los otros métodos tradicionales carecen. Esto es de vital importancia a la hora de tener en cuenta esta tecnología para la producción a gran escala como la requerida para abordar un estudio preclínico o clínico.

Conclusión

Pudimos establecer un modelo sencillo de injuria del epitelio corneal donde testear diversas estrategias terapéuticas y demostrar el potencial uso de las sEVs en patologías de orden inflamatorio y regenerativo. En este trabajo presentamos resultados preliminares que nos permitirán avanzar hacia un estudio detallado de los mecanismos moleculares

implicados en los beneficios terapéuticos observados, lo que contribuirá a establecer una futura terapia acelular para regeneración corneal mediante administración tópica de sEVs antiinflamatorias.

Referencias

1. Saccu G, Menchise V, Giordano C *et al.* Regenerative approaches and future trends for the treatment of corneal burn injuries. *J Clin Med* 2021; 10(2): 317. doi:10.3390/jcm10020317.
2. Liu Y, Kimura K, Yanai R, Chikama T, Nishida T. Cytokine, chemokine, and adhesion molecule expression mediated by MAPKs in human corneal fibroblasts exposed to poly(I:C). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49(8): 3336-3344. doi:10.1167/iovs.07-0972.
3. Liu J, Xue Y, Dong D *et al.* CCR2⁻ and CCR2⁺ corneal macrophages exhibit distinct characteristics and balance inflammatory responses after epithelial abrasion. *Mucosal Immunol* 2017; 10(5): 1145-1159. doi:10.1038/mi.2016.139.
4. Liu J, Li Z. Resident innate immune cells in

- the cornea. *Front Immunol* 2021; 12: 620284. doi:10.3389/fimmu.2021.620284.
5. Jhanji V, Billig I, Yam GH. Cell-free biological approach for corneal stromal wound healing. *Front Pharmacol* 2021; 12: 671405. doi:10.3389/fphar.2021.671405.
 6. Wu X, Jiang J, Gu Z, Zhang J, Chen Y, Liu X. Mesenchymal stromal cell therapies: immunomodulatory properties and clinical progress. *Stem Cell Res Ther* 2020; 11(1): 345. doi:10.1186/s13287-020-01855-9.
 7. Kou M, Huang L, Yang J *et al.* Mesenchymal stem cell-derived extracellular vesicles for immunomodulation and regeneration: a next generation therapeutic tool? *Cell Death Dis* 2022; 13(7): 580. doi:10.1038/s41419-022-05034-x.
 8. Klumperman J, Raposo G. The complex ultrastructure of the endolysosomal system. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2014; 6(10): a016857. doi:10.1101/cshperspect.a016857.
 9. Murphy DE, de Jong OG, Brouwer M *et al.* Extracellular vesicle-based therapeutics: natural versus engineered targeting and trafficking. *Exp Mol Med* 2019; 51(3): 1-12. doi:10.1038/s12276-019-0223-5.
 10. Koh HB, Kim HJ, Kang SW, Yoo TH. Exosome-based drug delivery: translation from bench to clinic. *Pharmaceutics* 2023; 15(8): 2042. doi:10.3390/pharmaceutics15082042.
 11. Ghosh S, Ghosh S. Exosome: The “Off-the-shelf” cellular nanocomponent as a potential pathogenic agent, a disease biomarker, and neurotherapeutics. *Front Pharmacol* 2022; 13: 878058. doi:10.3389/fphar.2022.878058.
 12. Gong L, Tian L, Cui K *et al.* An off-the-shelf small extracellular vesicle nanomedicine for tumor targeting therapy. *J Control Release* 2023; 364: 672-686. doi:10.1016/j.jconrel.2023.11.013.
 13. Herrmann IK, Wood MJA, Fuhrmann G. Extracellular vesicles as a next-generation drug delivery platform. *Nat Nanotechnol* 2021; 16(7): 748-759. doi:10.1038/s41565-021-00931-2.
 14. Kar R, Dhar R, Mukherjee S *et al.* Exosome-based smart drug delivery tool for cancer theranostics. *ACS Biomater Sci Eng* 2023; 9(2): 577-594. doi:10.1021/acsbomaterials.2c01329.
 15. Sharma V, Mukhopadhyay CD. Exosome as drug delivery system: current advancements. *Extracellular Vesicle* 2024; 3:100032. doi:10.1016/j.vesic.2023.100032.
 16. Samaeekia R, Rabiee B, Putra I *et al.* Effect of human corneal mesenchymal stromal cell-derived exosomes on corneal epithelial wound healing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(12): 5194-5200. doi:10.1167/iovs.18-24803.
 17. Desjardins P, Berthiaume R, Couture C *et al.* Impact of exosomes released by different corneal cell types on the wound healing properties of human corneal epithelial cells. *Int J Mol Sci* 2022; 23(20): 12201. doi:10.3390/ijms232012201.
 18. Ong HS, Riau AK, Yam GH *et al.* Mesenchymal stem cell exosomes as immunomodulatory therapy for corneal scarring. *Int J Mol Sci* 2023; 24(8): 7456. doi:10.3390/ijms24087456.
 19. Pacienza N, Lee RH, Bae EH *et al.* *In vitro* macrophage assay predicts the *in vivo* anti-inflammatory potential of exosomes from human mesenchymal stromal cells. *Mol Ther Methods Clin Dev* 2018; 13: 67-76. doi:10.1016/j.omtm.2018.12.003.
 20. Malvicini R, Santa-Cruz D, De Lazzari G *et al.* Macrophage bioassay standardization to assess the anti-inflammatory activity of mesenchymal stromal cell-derived small extracellular vesicles. *Cytotherapy* 2022; 24(10): 999-1012. doi:10.1016/j.jcyt.2022.05.011.
 21. Malvicini R, Santa-Cruz D, Tolomeo AM, Muraca M, Yannarelli G, Pacienza N. Ion exchange chromatography as a simple and scalable method to isolate biologically active small extracellular vesicles from conditioned media. *PLoS One* 2023; 18(9): e0291589. doi:10.1371/journal.pone.0291589.
 22. Su Y, Chen M, Xu W, Gu P, Fan X. Advances in extracellular-vesicles-based diagnostic and therapeutic approaches for ocular diseases. *ACS Nano* 2024; 18(34): 22793-22828. doi:10.1021/acsnano.4c08486.
 23. Yannarelli G, Pacienza N, Cuniberti L, Medin J, Davies J, Keating A. Brief report: the potential role of epigenetics on multipotent cell differentiation capacity of mesenchymal stromal cells. *Stem Cells* 2013; 31(1): 215-220. doi:10.1002/stem.1262.
 24. Dominici M, Le Blanc K, Mueller I *et*

- al.* Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells: the International Society for Cellular Therapy position statement. *Cytotherapy* 2006; 8(4): 315-317. doi:10.1080/14653240600855905.
25. Shadmani A, Dhowre HS, Ercal O, Meng XQ, Wu AY. Corneal and limbal alkali injury induction using a punch-trephine technique in a mouse model. *J Vis Exp* 2023; (198): 10.3791/65609. doi:10.3791/65609.
26. Domínguez LM, Bueloni B, Cantero MJ *et al.* Chromatographic scalable method to isolate engineered extracellular vesicles derived from mesenchymal stem cells for the treatment of liver fibrosis in mice. *Int J Mol Sci* 2023; 24(11): 9586. doi:10.3390/ijms24119586.

Valores normales de los parámetros de tomografía de coherencia óptica en niños y adolescentes sanos

Jhoanna Paredes Rivero, María de la Cruz Rojas, Andrea C. Díaz Cabrera, Oscar F. Díaz, Martha E. Cabrera de Díaz, Carla I. Rojas Segovia

Servicio de Oftalmología del Hospital Central Universitario Antonio María Pineda y Unidad Oftalmológica Díaz Cabrera, Barquisimeto, Venezuela.

Recibido: 17 de marzo de 2025.

Aprobado: 19 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dra. Andrea C. Díaz Cabrera

Servicio de Oftalmología del Hospital Central Universitario

Antonio María Pineda

Unidad Oftalmológica Díaz Cabrera

Final Av. Vargas, Barquisimeto, Estado Lara

Venezuela.

dra.acdc@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e153-e161.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.416>

Resumen

Objetivo: Determinar los valores de normalidad de los parámetros de la tomografía de coherencia óptica (OCT) en población pediátrica en Venezuela.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio descriptivo, transversal que incluyó 100 participantes sanos (200 ojos) de entre 7 a 17 años de edad que asistieron al Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda” entre marzo a julio de 2024. Se utilizó un OCT de dominio espectral para evaluar el grosor de la capa de fibras nerviosas (CFN), el complejo de células ganglionares (CCG) y el grosor macular. Se realizó la descripción de los datos y la comparación entre sexos y ojos derechos e izquierdos.

Resultados: La edad media fue $11,07 \pm 2,60$ años; el 70% tenía entre 7-12 años y 52% era de sexo femenino. El grosor de la CFN no presentó diferencias estadísticas entre ojo derecho e izquierdo, pero para el grosor temporal sí hubo diferencias ($p < 0,05$). El grosor macular para ambos ojos fueron similares, lo mismo que para el CCG. El grosor de la CFN, grosor macular y el grosor del CCG por ojo y por sexo no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Sí hubo diferencias en el volumen macular donde era mayor en los varones y en ambos ojos ($p < 0,05$). Los tres parámetros fueron similares para los grupos de 7-12 años y de 13-17 años.

Conclusiones: Se describieron los datos de normalidad para nuestra población de 7 y 17 años de edad de ambos sexos utilizando un equipo OCT de dominio espectral, esperando que pueda ser de utilidad como referencia para la futura determinación de patologías.

Palabras clave: tomografía de coherencia óptica, OCT, valores de normalidad, parámetros oculares, niños, adolescentes.

Normal values of optical coherence tomography parameters in healthy children and adolescents

Abstract

Objective: To determine the normality values of optical coherence tomography (OCT) parameters in pediatric population in Venezuela.

Materials and methods: A descriptive, cross-sectional study was performed, including 100 healthy participants (200 eyes) between 7 and 17 years of age, who attended the Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”, between March and July 2024. Spectral domain OCT was used, evaluating nerve fiber layer thickness (NLC), ganglion cell complex (GCC) and macular thickness. Data description and comparison between sexes and right and left eyes were performed.

Results: Mean age was 11.07 ± 2.60 years, 70% were between 7-12 years old and 52% were female. The thickness of the CFN did not show statistical differences between right and left eyes, but for temporal thickness there were differences ($p < 0.05$). Macular thickness for both eyes were similar, as well as for GCC. NFC thickness, macular thickness and GCC thickness by eye and sex did not show statistically significant differences. There were differences in macular volume being higher in males and in both eyes ($p < 0.05$). The three parameters were similar for the 7-12 years and 13-17 years groups.

Conclusions: Normality data were described for our population of 7 and 17 year olds, of both sexes, using spectral domain OCT, hoping that it may be useful as a reference for future pathology determination.

Keywords: optical coherence tomography, OCT, normal values, ocular parameters, children, adolescents.

Valores normais dos parâmetros da tomografia de coerência óptica em crianças e adolescentes saudáveis

Resumo

Objetivo: Determinar os valores normais dos parâmetros da tomografia de coerência óptica (OCT) na população pediátrica na Venezuela.

Materiais e métodos: Foi realizado um estudo descritivo transversal incluindo 100 participantes saudáveis (200 olhos) com idades entre 7 e 17 anos que frequentaram o Hospital Universitário Central “Dr. Antonio María Pineda” entre março e julho de 2024. OCT de domínio espectral foi usado para avaliar a camada de fibras nervosas (CFN), a espessura do complexo de células ganglionares (GCC) e a espessura macular. Os dados foram descritos e foram feitas comparações entre sexos e olhos direito e esquerdo.

Resultados: La edad media fue $11,07 \pm 2,60$ años; el 70% tenía entre 7-12 años y 52% era de sexo femenino. El grosor de la CFN no presentó diferencias estadísticas entre ojo derecho e izquierdo, pero para el grosor temporal sí hubo diferencias ($p < 0,05$). El grosor macular para ambos ojos fueron similares, lo mismo que para el CCG. El grosor de la CFN, grosor macular y el grosor del CCG por ojo y por sexo no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Sí hubo diferencias en el volumen macular donde era mayor en los varones y en ambos ojos ($p < 0,05$). Los tres parámetros fueron similares para los grupos de 7-12 años y de 13-17 años.

Resultados: A média de idade foi de $11,07 \pm 2,60$ anos; 70% tinham entre 7 e 12 anos e 52% eram do sexo feminino. A espessura da CFN não apresentou diferenças estatísticas entre os olhos direito e esquerdo, mas houve diferenças para a espessura temporal ($p < 0,05$). A espessura macular para ambos os olhos foi semelhante, assim como no caso do CCG. A espessura da CFN, a espessura macular e a espessura do GCC por olho e por sexo não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Houve diferenças no volume macular, onde foi maior nos homens e em ambos os olhos ($p < 0,05$). Todos os três parâmetros foram semelhantes para os grupos de 7 a 12 anos e de 13 a 17 anos.

Conclusões: Foram descritos dados normais para nossa população de 7 e 17 anos de ambos os sexos utilizando equipamento de OCT de domínio espectral, esperando que possa ser útil como referência para futura determinação de patologias.

Palavras-chave: tomografia de coerência óptica, OCT, valores normais, parâmetros oculares, crianças, adolescentes.

Introducción

El desarrollo de la tomografía de coherencia óptica (OCT), un método para adquirir imágenes de alta resolución de la retina y disco óptico, ha significado un gran avance para la oftalmología. Sus principales ventajas son: no es invasivo, es objetivo, confiable, con buena repetición y reproducción¹. Además de proporcionar una evaluación morfológica y estructural, también proporciona mediciones cuantitativas precisas que ayudan a diagnosticar y monitorear la progresión de patologías retinales y del disco óptico, así como también se está utilizando como método complementario en neurología².

Estos equipos llevan incorporada una base de datos normativa, determinada por edad, sexo y raza solo para adultos (≥ 18 años). Dicho esto, es importante mencionar que los valores obtenidos en adultos no se pueden usar en niños³. A pesar de las dificultades esperadas a la hora de realizar OCT en niños —donde se requiere cierto grado de cooperación y de atención— la OCT ha demostrado que es bien tolerada⁴⁻⁵.

Por lo tanto, debemos remarcar que el hecho de conocer las bases de datos normativas en población pediátrica es fundamental para poder realizar una correcta interpretación de los datos⁵.

Al establecer un valor de normalidad según la edad y el sexo del grosor de capa de fibras nerviosas (CFN), el complejo de células ganglionares (CCG) y el grosor macular podemos estudiar mejor algunas entidades clínicas como las excavaciones sospechosas para evaluar con precisión el tamaño y la profundidad de la excavación, así como otros cambios estructurales en el nervio óptico. Esto nos ayudará a diferenciar otras causas como el glaucoma y la atrofia óptica. En el

caso de las enfermedades retinales, para detectar cambios sutiles en la estructura de la retina y para el diagnóstico diferencial de ambliopía con otras condiciones retinales que pueden presentar síntomas similares.

Más allá de lo mencionado, se debe subrayar que existen potenciales diferencias morfológicas en las estructuras retinales en relación con diferentes regiones geográficas y étnicas⁶⁻¹⁰ y no se han encontrado estudios que evaluaran este aspecto en la población venezolana. Por lo tanto, el propósito de este trabajo ha sido determinar los valores de normalidad de los parámetros de OCT de las capas de fibras nerviosas, el complejo de células ganglionares y del grosor macular en niños y adolescentes sanos en Venezuela.

Materiales y métodos

Para efectos de la presente investigación se realizó un estudio observacional de tipo descriptivo y transversal. La población de referencia estuvo conformada por todos los niños y adolescentes sanos que asistieron a la Consulta de Salud Escolar del Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda” seleccionados durante el período marzo-julio de 2024.

Como criterios de inclusión, el grupo de estudio abarcó niños y adolescentes entre 7 y 17 años sanos y de ambos sexos, cuya agudeza visual mejor corregida era mayor a 0,2 según escala logarítmica (20/40 según Snellen a 20 pies). Se excluyeron participantes prematuros o que tuvieran alguna enfermedad sistémica, ambliopes, con estrabismo o alteración de la motilidad ocular, casos con alteraciones en fondo de ojo, con antecedentes de cirugías oculares previas, con astigmatismo mayor a 3D, hipermetropía mayor de +3D, miopía mayor de -3D, antecedentes familiares de enfermedad neurooftalmológica o de retina, incapacidad para colaborar o en quienes se obtuvo una mala calidad de la medición con la OCT por cualquier causa.

Para desarrollar el presente estudio —que está de acuerdo con la declaración de Helsinki—, se solicitó la autorización del Servicio de Oftalmología del Hospital Central Universitario

Tabla 1. Características demográficas de niños y adolescentes sanos.

Características demográficas	N°	%
<i>Grupos de edad (años)</i>		
7-12	70	70,0
13-17	30	30,0
<i>Sexo</i>		
Masculino	48	48,0
Femenino	52	52,0
n=100		

“Dr. Antonio María Pineda”. Una vez obtenido el permiso respectivo, se seleccionaron los niños y adolescentes que cumplieron con los criterios establecidos; seguidamente a todos los padres o representantes legales de los participantes se les solicitó permiso para ser incluidos en el estudio mediante un consentimiento informado.

En la etapa de evaluación se realizó la evaluación oftalmológica que incluyó: refracción, agudeza visual con y sin corrección, visión de colores, balance muscular, inspección de anexos, biomicroscopía, presión intraocular y fondo de ojo. Para la realización de la OCT no fue necesaria la dilatación de la pupila. Las pruebas se realizaron en la Unidad Oftalmológica Díaz Cabrera utilizando un equipo OCT Spectralis, de dominio espectral (Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Alemania). Todas las tomografías fueron hechas por el mismo explorador de forma estandarizada con el fin de reducir el sesgo de observador. Los datos evaluados fueron: el grosor de capa de fibras nerviosas (CFN), el complejo de células ganglionares (CCG) y el grosor macular. Las mediciones se realizaron en diferentes sectores anatómicos para cada uno de los parámetros mencionados, siempre de manera estandarizada.

Los datos obtenidos se tabularon en una hoja de cálculo electrónica por el programa Microsoft®

Office Excel 2021™ for Mac para luego construir y analizar resultados mediante tablas que permitieron representar las variables estudiadas. Por tratarse de un estudio descriptivo, la información se resumió mediante distribución de frecuencia relativa utilizando los porcentajes; además de medidas de tendencia central y dispersión como el promedio y la desviación estándar. Para determinar si existen diferencias entre ambos ojos, así como la edad y el sexo, se realizó la prueba “t de Student” para comparación de medias, asumiendo una $p < 0,05$ como significativa y $p > 0,05$ no significativa.

Resultados

Durante el lapso de estudio se valoró un total de 100 niños y adolescentes sanos, de los cuales el 70% tenía entre 7 y 12 años y 30%, entre 13-17 años, con un promedio de edad de $11,07 \pm 2,60$ años; mientras que se observó un ligero predominio del sexo femenino con 52% (tabla 1).

De acuerdo con el grupo de niños y adolescentes sanos estudiados se reportan los valores promedio \pm desviación estándar para el grosor de la capa de fibras nerviosas, donde se observa que presentan valores similares al comparar el ojo derecho con el izquierdo ($p > 0,05$); sin embargo, para el grosor temporal $73,74 \pm 7,06 \mu\text{m}$ de ojo derecho versus $70,69 \pm 9,61 \mu\text{m}$ del ojo izquierdo, mostró diferencias estadísticamente significantes ($p: 0,0113$). Para los valores promedio del grosor de la capa de fibras nerviosas en relación con el sexo y la lateralidad, no se encontraron diferencias ($p > 0,05$) (tabla 2).

Para el complejo de células ganglionares se hallaron valores promedio similares entre ambos sexos y lateralidad, siendo estadísticamente no significativo para todos los sectores estudiados ($p > 0,05$) (tabla 3).

En cuanto a los valores promedio del grosor macular de acuerdo con el sexo en el ojo derecho, se evidencia que los valores fueron similares ($p > 0,05$), excepto para el volumen macular que fue $8,62 \pm 0,41 \text{ mm}^3$ versus $8,09 \pm 0,37 \text{ mm}^3$, resultando estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). Para el ojo izquierdo los valores promedio del

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar del grosor de capa de fibras nerviosas según sexo y lateralidad utilizando OCT de dominio espectral.

Grosor de capa de fibras nerviosas (μm)	Ojo derecho				Ojo izquierdo			
	Masculino		Femenino		Masculino		Femenino	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Superior	131,56	14,36	132,38	14,12	137,35	17,73	132,46	16,37
Inferior	139,33	16	143,63	18,06	142	15,29	144,88	12,97
Nasal	82,02	11,44	83,76	14,01	80,66	10,28	83,19	13,18
Temporal	73,72	8,94	73,75	9,26	70,68	9,54	70,69	9,83
	n=48		n=52		n=48		n=52	

Tabla 3. Valores promedio y desviación estándar de grosor del complejo de células ganglionares según sexo y lateralidad utilizando OCT de dominio espectral.

Células ganglionares (μm)	Ojo derecho				Ojo izquierdo			
	Masculino		Femenino		Masculino		Femenino	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Superior	340,12	17,33	340,58	15,12	341,1	17,74	340,48	15,63
Superior nasal	341,45	14,01	339,11	14,73	342,51	14,11	340,25	13,7
Superior temporal	327,87	12,99	325,46	13,58	325,11	13,81	324,33	13,39
Inferior	340,13	14,17	338,74	13,87	339,22	14,05	337,64	13,01
Inferior nasal	340,45	14,46	339,45	14,88	340,14	14,69	339,21	15,1
Inferior temporal	330,78	14,01	329,85	13,99	329,54	13,99	328,56	14,87
	n=48		n=52		n=48		n=52	

grosor macular según el sexo mostró que existen diferencias estadísticamente significativas para el volumen macular que fue $8,44 \pm 0,39 \text{ mm}^3$ versus $8,12 \pm 0,40 \text{ mm}^3$ ($p < 0,0001$); el resto de los parámetros fueron similares ($p > 0,05$) (tabla 4).

Por último se establecen los valores de normalidad del grosor de CFN, CCG y macular de ojo derecho e izquierdo utilizando OCT de dominio espectral (tablas 5 y 6).

Discusión

Conocer las características anatómicas de la población es una información relevante ya que

pueden existir diferencias regionales y que estas tengan alguna implicancia fisiopatológica, de lo cual hay evidencia publicada en relación con la retina y las evaluaciones mediante OCT⁶⁻¹⁰. Es relevante mencionar que en el diseño de equipos como la OCT, el *software* que determina niveles de normalidad hace una estimación en base a los datos iniciales con los que el sistema fue desarrollado utilizando información de una población limitada. En el caso de la población latinoamericana, por la gran diversidad étnica y los cambios migratorios del siglo pasado, desconocemos si nuestros datos son realmente equivalentes. Por eso la realización de estudios como el presente se vuelven importantes a modo de revalidar la infor-

Tabla 4. Valores promedio y desviación estándar del grosor macular según sexo y lateralidad utilizando OCT de dominio espectral.

Grosor macular (µm)	Ojo derecho				Ojo izquierdo			
	Masculino		Femenino		Masculino		Femenino	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Grosor central	260,25	19,22	259,33	20,23	261,25	20,15	258,31	19,54
Volumen macular	8,62	0,41	8,09	0,37	8,44	0,39	8,12	0,4
Superior interno	340,33	17,35	334,57	17,33	341,31	18,52	338,07	18,3
Temporal interno	329,01	15,98	325,98	14,55	325,15	16,04	324,18	14,55
Inferior interno	335,12	16,04	336,7	15,01	336,43	17,61	335,65	16,98
Nasal interno	339,5	16,99	339,66	16,21	340,22	18,59	339,13	16,32
Superior externo	302,44	11,69	298,23	12,65	302,44	11,69	301,52	12,87
Temporal externo	299,07	15,13	295,03	15,99	301,89	16,01	299,87	15,69
Inferior externo	303,74	15,36	298,11	16,02	299,12	20,32	298,33	17,89
Nasal externo	320,25	16,87	315,96	15,45	319,66	13,41	318,47	14,75
	n=48		n=52		n=48		n=52	

Tabla 5. Valores de normalidad del grosor de capa de fibras nerviosas y complejo de células ganglionares de ojo derecho e izquierdo utilizando OCT de dominio espectral.

Grosor capa Fibras nerviosas (µm)	Ojo derecho		Ojo izquierdo	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Superior	106	163	104	167
Inferior	114	195	110	176
Nasal	54	117	63	123
Temporal	51	100	47	99

Complejo de células ganglionares (µm)	Ojo derecho		Ojo izquierdo	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Superior	238	385	303	382
Superior nasal	306	379	309	381
Superior temporal	294	373	285	369
Inferior	304	376	304	372
Inferior nasal	304	375	275	381
Inferior temporal	291	372	274	371

Tabla 6. Valores de normalidad del grosor macular de ojo derecho e izquierdo utilizando OCT de dominio espectral.

Grosor macular (μm)	Ojo derecho		Ojo izquierdo	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Grosor central	213	353	214	316
Volumen macular	7,09	9,67	7,81	9,6
Superior interno	245	391	241	384
Temporal interno	288	377	245	376
Inferior interno	294	376	228	375
Nasal interno	257	377	239	392
Superior externo	265	339	265	383
Temporal externo	255	369	254	390
Inferior externo	260	396	263	331
Nasal externo	270	349	280	353

mación y más aún en un segmento de la población que puede tener más diferencias de cambios, como la infanto-juvenil, donde el entorno, los aspectos culturales e incluso las condiciones de nutrición podrían determinar una diferencia en el desarrollo de estructuras oculares, incluyendo a la retina.

En nuestro estudio nos centramos en conocer datos morfológicos de la retina evaluados mediante OCT y encontramos que los niños y adolescentes evaluados estaban distribuidos en grupos de edades similares a otros estudios, como los resultados reportados por Wolf, Larsson y Åkerblom en Suecia, quienes estudiaron 55 niños de los que el 56,36% eran niñas y la edad media fue de 8,9 años¹¹. Luego, Muñoz y colaboradores en España evaluaron a 126 niños sanos con una edad media de $10,26 \pm 3,37$ años, la mayoría de los cuales eran de origen europeo (82,5%) y 48,4% eran varones¹². También en España, Del Prado y colaboradores publicaron un estudio donde valoraron 198 ojos de 121 sujetos cuya edad media fue de 9,22 años y el 61,1% eran mujeres¹³.

Las mediciones realizadas mediante la OCT son confiables y fáciles de realizar para la mayoría

de los niños y adolescentes. Esto muestra que se puede utilizar la información obtenida del grosor de las fibras nerviosas, de la mácula y del complejo ganglionar en el diagnóstico y seguimiento de diferentes enfermedades oculares partiendo de los valores de normalidad obtenidos en este estudio.

En este orden de ideas, Al-Haddad y colaboradores establecieron los valores promedio del grosor de la capa de fibras nerviosas, del grosor macular y del complejo de células ganglionares según sexo y edad, resultando que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los tres parámetros y sectores estudiados para el sexo ni la edad ($p > 0,05$)¹⁴; no obstante, sí hubo diferencias en cuanto al volumen macular donde era mayor en el sexo masculino ($p < 0,05$) tanto para el ojo derecho como para el izquierdo.

Por su parte, Jammal y colaboradores refieren que los niños tuvieron un grosor macular central significativamente mayor que las niñas ($p = 0,008$)¹⁵. Por consiguiente, Wolf, Larsson y Åkerblom afirman que el grosor de la capa de células ganglionares y los demás parámetros estudiados difieren según el dispositivo OCT que se utilice y la población examinada¹¹.

Conclusiones

El grosor de la CFN en la población infanto-juvenil evaluada no mostró diferencias entre el ojo derecho e izquierdo ($p > 0,05$), a excepción del cuadrante temporal que fue mayor en ojos derechos. Para los valores promedio del grosor macular tanto en el ojo derecho como izquierdo fueron similares y se obtuvieron resultados semejantes entre ambos ojos para el CCG.

Los valores promedio del grosor de la CFN, grosor macular y grosor del CCG por ojo y por sexo no evidenciaron diferencias estadísticamente significantes ($p > 0,05$). Aunque llama la atención que sí hubo diferencias en el volumen macular resultando mayor en los niños en ambos ojos ($p < 0,05$).

Finalmente, a partir de los datos evaluados, consideramos que es importante recomendar la incorporación de los rangos de normalidad de CFN, CCG y grosor macular de pacientes pediátricos al *software* del OCT de dominio espectral marca Heidelberg que fue evaluado en el presente estudio, además de realizar nuevas investigaciones en donde se tome a consideración otras variables aparte de la edad y sexo; y por último ampliar la línea de investigación incluyendo pacientes con patologías de retina y nervio óptico.

Referencias

- Huang D, Swanson EA, Lin CP *et al*. Optical coherence tomography. *Science* 1991; 254(5035): 1178-1181. doi:10.1126/science.1957169.
- Yang L, Chen P, Wen X, Zhao Q. Optical coherence tomography (OCT) and OCT angiography: technological development and applications in brain science. *Theranostics* 2025; 15(1): 122-140. doi:10.7150/thno.97192.
- Banc A, Ungureanu MI. Normative data for optical coherence tomography in children: a systematic review. *Eye (Lond)* 2021; 35(3): 714-738. doi:10.1038/s41433-020-01177-3.
- Nemeş-Drăgan IA, Drăgan AM, Hapca MC, Oaida M. Retinal nerve fiber layer imaging with two different spectral domain optical coherence tomographs: normative data for Romanian children. *Diagnostics (Basel)* 2023; 13(8): 1377. doi:10.3390/diagnostics13081377.
- Pua TS, Hairiol MI. Evaluating retinal thickness classification in children: a comparison between pediatric and adult optical coherence tomography databases. *PLoS One* 2024; 19(12): e0314395. doi:10.1371/journal.pone.0314395.
- Asefzadeh B, Cavallerano AA, Fisch BM. Racial differences in macular thickness in healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2007; 84(10): 941-945. doi:10.1097/OPX.0b013e318157a6a0.
- Verkharla PK, Suheimat M, Schmid KL, Atchison DA. Differences in retinal shape between East Asian and Caucasian eyes. *Ophthalmic Physiol Opt* 2017; 37(3): 275-283. doi:10.1111/opo.12359.
- Bowd C, Zangwill LM, Weinreb RN *et al*. Racial differences in rate of change of spectral-domain optical coherence tomography-measured minimum rim width and retinal nerve fiber layer thickness. *Am J Ophthalmol* 2018; 196: 154-164. doi:10.1016/j.ajo.2018.08.050.
- KhalafAllah MT, Zangwill LM, Proudfoot J *et al*. Racial differences in diagnostic accuracy of retinal nerve fiber layer thickness in primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2024; 259: 7-14. doi:10.1016/j.ajo.2023.10.012.
- Laotaweerungsawat S, Psaras C, Haq Z, Liu X, Stewart JM. Racial and ethnic differences in foveal avascular zone in diabetic and nondiabetic eyes revealed by optical coherence tomography angiography. *PLoS One* 2021; 16(10): e0258848. doi:10.1371/journal.pone.0258848.
- Wolf P, Larsson E, Åkerblom H. Normative data and repeatability for macular ganglion cell layer thickness in healthy Swedish children using swept source optical coherence tomography. *BMC Ophthalmol* 2022; 22(1): 109. doi:10.1186/s12886-022-02321-1.
- Muñoz-Gallego A, De la Cruz J, Rodríguez-Salgado M *et al*. Interobserver reproducibility and interocular symmetry of the macular ganglion cell complex: assessment in healthy children using optical coherence tomography. *BMC Ophthalmol* 2020; 20(1): 197. doi:10.1186/s12886-020-01379-z.
- Del-Prado-Sánchez C, Seijas-Leal O, Gili-Manzanaro P, Ferreiro-López J, Yangüela-Ro-

dilla J, Arias-Puente A. Choroidal, macular and ganglion cell layer thickness assessment in Caucasian children measured with spectral domain optical coherence tomography. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(6): 3372-3378. doi:10.1177/1120672120965486.

14. Al-Haddad C, Barikian A, Jaroudi M, Massoud V, Tamim H, Nouredin B. Spectral domain optical coherence tomography in children:

normative data and biometric correlations. *BMC Ophthalmol* 2014; 14: 53. doi:10.1186/1471-2415-14-53.

15. Jammal HM, Al-Omari R, Khader Y. Normative data of macular thickness using spectral domain optical coherence tomography for healthy Jordanian children. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 3571-3580. doi:10.2147/OPTH.S386946.

Visión de conductores de trenes: revisión sistemática sobre requerimientos en los últimos 25 años

Carola Sánchez Rinaldi

Colegio de Médicos Distrito V. Luján (Buenos Aires), Argentina.

Recibido: 19 de marzo de 2025.

Aprobado: 24 de abril de 2025.

Autor corresponsal

Dra. Carola Sánchez Rinaldi

Departamento del Curso Superior de Medicina Laboral

Colegio de Médicos Distrito V

Adolfo Alsina 1250

(B6700) Luján, prov. de Buenos Aires

Argentina

+54 (02323) 42-2899

carolasanchezrinaldi@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e162-e177.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.418>

Resumen

Objetivo: Realizar una revisión sistemática para evaluar la evidencia científica disponible sobre cómo se evalúa el sistema visual de los operadores ferroviarios y si han existido cambios en los últimos 25 años, tanto en la Argentina como a nivel internacional.

Materiales y métodos: Se siguieron las recomendaciones de la guía PRISMA para realizar la revisión sistemática. La búsqueda se realizó en febrero de 2025 e incluyó publicaciones desde el año 2000 en adelante en inglés o español. Se utilizaron diferentes combinaciones de palabras clave para identificar estudios que evaluaran los siguientes aspectos visuales en conductores ferroviarios: (1) agudeza visual, (2) campo visual y (3) visión cromática. También se compararon los requisitos establecidos por la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) de Argentina con los estándares internacionales. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva.

Resultados: De un total de 27 estudios identificados, 12 cumplieron con los criterios de inclusión. Se observó una escasa cantidad de publicaciones con alto nivel de evidencia y ningún trabajo basado en consenso de expertos. No se identificaron cambios significativos en los métodos de evaluación visual en los últimos 25 años. Tampoco existe un criterio internacional unificado sobre los requerimientos visuales mínimos, aunque se destaca la importancia de la visión cromática binocular.

Conclusión: Pese a la relevancia de la visión cromática en esta profesión no se evidencian actualizaciones sustanciales en las evaluaciones visuales.

Las nuevas tecnologías y condiciones de trabajo actuales justifican revisar y actualizar los estándares visuales para operadores ferroviarios.

Palabras clave: funciones visuales, requerimientos visuales, trenes, conductores de trenes, oftalmología laboral, prevención de accidentes, visión de colores, agudeza visual, campo visual.

Railway drivers' vision: systematic review of requirements over the past 25 years.

Abstract

Objective: To conduct a systematic review assessing the scientific evidence on how the visual system of railway operators is evaluated, and whether changes have occurred over the past 25 years, both in Argentina and internationally.

Materials and methods: This systematic review followed PRISMA guidelines. A comprehensive search was conducted in February 2025, covering publications from 2000 to the present in English and Spanish. All relevant keyword combinations were used to identify studies addressing visual assessments in railway drivers, specifically evaluating: (1) visual acuity, (2) visual field, and (3) color vision. Information from Argentina's CNRT was also compared with international data. All findings were analyzed using descriptive statistics.

Results: Twelve of 27 identified studies met inclusion criteria. Few studies with high levels of evidence were found, and none followed expert consensus methodology. No significant changes were observed in the visual evaluation of train drivers over the past 25 years. Globally, no unified standard exists regarding train operators' minimum visual function requirements, although binocular color vision is generally emphasized.

Conclusion: While color vision remains a key assessment aspect in this profession, major changes in visual screening protocols for railway operators have not been documented in the last 25 years. In light of evolving technology, urban planning, lighting systems, and train cabin design, updated and standardized visual requirements are needed to ensure safety and performance among modern railway personnel.

Keywords: visual functions, visual requirements, trains, railway drivers, occupational ophthalmology,

accident prevention, color vision, visual acuity, visual field.

Visão dos maquinistas: uma revisão sistemática dos requisitos nos últimos 25 anos

Resumo

Objetivo: Realizar uma revisão sistemática para avaliar as evidências científicas disponíveis sobre como o sistema visual dos operadores ferroviários é avaliado e se houve alguma mudança nos últimos 25 anos, tanto na Argentina quanto internacionalmente.

Materiais e métodos: as recomendações das diretrizes PRISMA foram seguidas para conduzir a revisão sistemática. A busca foi realizada em fevereiro de 2025 e incluiu publicações de 2000 em diante em inglês ou espanhol. Diferentes combinações de palavras-chave foram utilizadas para identificar estudos que avaliaram os seguintes aspectos visuais em maquinistas: (1) acuidade visual, (2) campo visual e (3) visão de cores. Os requisitos estabelecidos pela Comissão Nacional de Regulação do Transporte (CNRT) da Argentina também foram comparados com os padrões internacionais. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva.

Resultados: De um total de 27 estudos identificados, 12 atenderam aos critérios de inclusão. Observou-se um pequeno número de publicações com alto nível de evidência e nenhum trabalho baseado em consenso de especialistas. Nenhuma mudança significativa nos métodos de avaliação visual foi identificada nos últimos 25 anos. Também não há um critério internacional unificado sobre requisitos visuais mínimos, embora a importância da visão binocular de cores seja enfatizada.

Conclusão: Apesar da importância da visão de cores nesta profissão, não há atualizações substanciais evidentes nas avaliações visuais. Novas tecnologias e condições de trabalho atuais justificam a revisão e atualização de padrões visuais para operadores ferroviários.

Palavras-chave: funções visuais, requisitos visuais, trens, maquinistas, oftalmologia ocupacional,

prevenção de acidentes, visão de cores, acuidade visual, campo visual.

Introducción

A diferencia de otros medios de transporte, los trenes se desplazan a altas velocidades sobre trayectos fijos, lo que limita la capacidad de maniobra del conductor ante eventos inesperados. En la ocurrencia de accidentes, el error humano puede estar presente de diversas formas. Una percepción alterada del entorno proporciona información errónea que puede precipitar una inadecuada toma de decisiones. La visión es el sentido principal que le permite a una persona detectar objetos a su alrededor y movilizar su cuerpo en el entorno para dirigirse hacia diferentes destinos¹. El sistema visual de una persona está integrado por los ojos y sus conexiones a diferentes áreas cerebrales, lo que es facilitado por los nervios ópticos, pero el proceso visual incluye a la percepción junto con la interpretación de los estímulos observados a partir de los cuales se desarrollará una acción². Por lo tanto, es comprensible entender que la función visual sea una de las principales evaluaciones que deben considerarse a la hora de evaluar las aptitudes psicofísicas de los conductores ferroviarios, algo que ya ha sido considerado históricamente, como encontramos en una publicación que data del 1898³. Las exigencias visuales incluyen no solo una buena agudeza visual, sino también tener un campo visual suficientemente amplio para detectar objetos periféricos y una correcta percepción cromática que evite la confusión de colores y, por ende, la interpretación errónea del contenido de la información presente en diversas señales de tránsito o en el propio instrumental del tren⁴⁻⁷.

En la Argentina, la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) determina en el acta número 4/2017 que a nivel ocular se deben evaluar la agudeza visual, el campo visual y la visión cromática mencionando para esto específicamente al test de Farnsworth (pero sin especificar el tipo de test de Farnsworth, del que se conocen al menos dos versiones diferentes). Es de destacar que en el control oftalmológico, además de poder detectar alteraciones o patologías que

puedan afectar al sistema visual, se pueden descubrir otras alteraciones o enfermedades generales, donde a veces los ojos son el primer lugar donde tienen expresión clínica y que en ocasiones pueden ser silenciosas⁸⁻⁹. Considerando todo este contexto, el objetivo de este trabajo ha sido revisar exhaustivamente cómo se está evaluando el sistema visual de los operadores ferroviarios en la actualidad, en el mundo en general y en la Argentina en particular, mediante la realización de una revisión sistemática del tema.

Materiales y métodos

Diseño de estudio

Para poder abordar el tema se emplearon las recomendaciones metodológicas descritas en las guías PRISMA¹¹ al considerar los lineamientos que debe tener una revisión sistemática. Teniendo en cuenta este diseño de estudio, no fue necesaria la evaluación de un comité de ética, ya que este trabajo no incluye tareas de investigación activa con seres humanos o aspectos que puedan afectar la confidencialidad de datos de participantes. A continuación se comentarán aspectos del procedimiento de forma tal de otorgar reproducción de la presente investigación.

Procedimiento de búsqueda

Para encontrar publicaciones científicas relacionadas con el tema (como se describe más adelante), se realizó exclusivamente una búsqueda bibliográfica en la biblioteca electrónica de PubMed relacionando diferentes términos presentados en la tabla 1.

La búsqueda se realizó durante el mes de febrero de 2025 y se filtraron sólo los documentos publicados desde el año 2000 hasta el presente, de forma tal de conocer las evidencias publicadas en los últimos 25 años. Se incluyeron sólo los trabajos publicados en inglés o español. En la tabla 1 se observan las palabras clave utilizadas en esta búsqueda. Se realizaron todas las diferentes combinaciones con la finalidad de aumentar las posibilidades de encontrar información, mitigando las posibles pérdidas de datos. Al ejecutar

Tabla 1. Términos utilizados para realizar la búsqueda bibliográfica. Se describen los ítems redactados en el motor de búsqueda de Pubmed.

COMBINACIONES DE PALABRAS CLAVE UTILIZADAS EN LA BIBLIOGRAFÍA		
Ítems para identificar al operador ferroviario y su actividad laboral	Ítems para identificar el área o función general	Ítems para identificar el área o función específica
1. railway	a. vision	I. visual acuity
2. railway driver	b. eyes	II. visual field
3. train	c. sight	III. color vision
4. train driver	d. ocular	IV. contrast sensitivity
5. wheel-train		V. glare
6. wheel-train driver		

*Todas las combinaciones de palabras también se asociaron con los términos: "requirements, evaluation OR standards".

la búsqueda de las diferentes combinaciones de los ítems presentados en la tabla 1, se registraron qué trabajos quedarían incluidos, considerando los diferentes tipos de diseño de estudio (caso clínico, revisión narrativa, revisión sistemática/meta-análisis, estudio epidemiológico, estudio clínico, etc.) y sus resultados principales. También se realizó la identificación de aquellos que fueron excluidos por no estar directamente asociados con el tema de estudio. Con esta información se realizó el flujograma recomendado por las guías PRISMA para poder conocer el total de la información que se analizó finalmente.

También se revisó la información en la regulación actual de la CNRT y se comparó la evidencia encontrada a nivel internacional con respecto de las recomendaciones solicitadas por la CNRT en Argentina. Finalmente, se realizó el análisis sobre cuáles son las recomendaciones para evaluar en la actualidad los siguientes aspectos en la población de conductores ferroviarios: agudeza visual, campo visual y visión cromática. De manera complementaria, se evaluó la existencia de otros trabajos relacionados con aspectos visuales de operarios ferroviarios y nuevas propuestas sobre qué otros aspectos podrían ser relevantes para analizar en el futuro. Todos los datos fueron estudiados mediante un procesado estadístico descriptivo y los resultados se presentan mediante tablas y figuras con cuadros sinópticos, además del desarrollo textual de cada aspecto.

Resultados

Evidencias publicadas

En la figura 1 se presenta el flujograma de la búsqueda realizada donde se observa que finalmente se incluyeron 12 de un total de 27 trabajos relacionados con el tema de la visión y los operadores ferroviarios, luego de haber hecho las diferentes combinaciones de búsquedas con las palabras clave de la tabla 1.

En la tabla 2 se enumeran los 12 trabajos incluidos en esta evaluación, identificados por su primer autor, el número con el que figuran en el listado de referencias, su año de publicación y la región de origen. En la tabla se ha separado a los trabajos principalmente relacionados con la evaluación visual de los operarios ferroviarios y aquellos que tienen una relación indirecta con el sistema visual.

Conceptos principales de cada publicación

Trabajo 1

Considerando que esta revisión sistemática incluyó trabajos publicados sólo a partir del año 2000 hasta la actualidad, el primer trabajo que debemos analizar es el de Hovis y colaboradores¹¹. Es interesante el contexto que motivó este estudio y que fue comentado por los autores. Se trata de un accidente de trenes ocurrido el 9 de

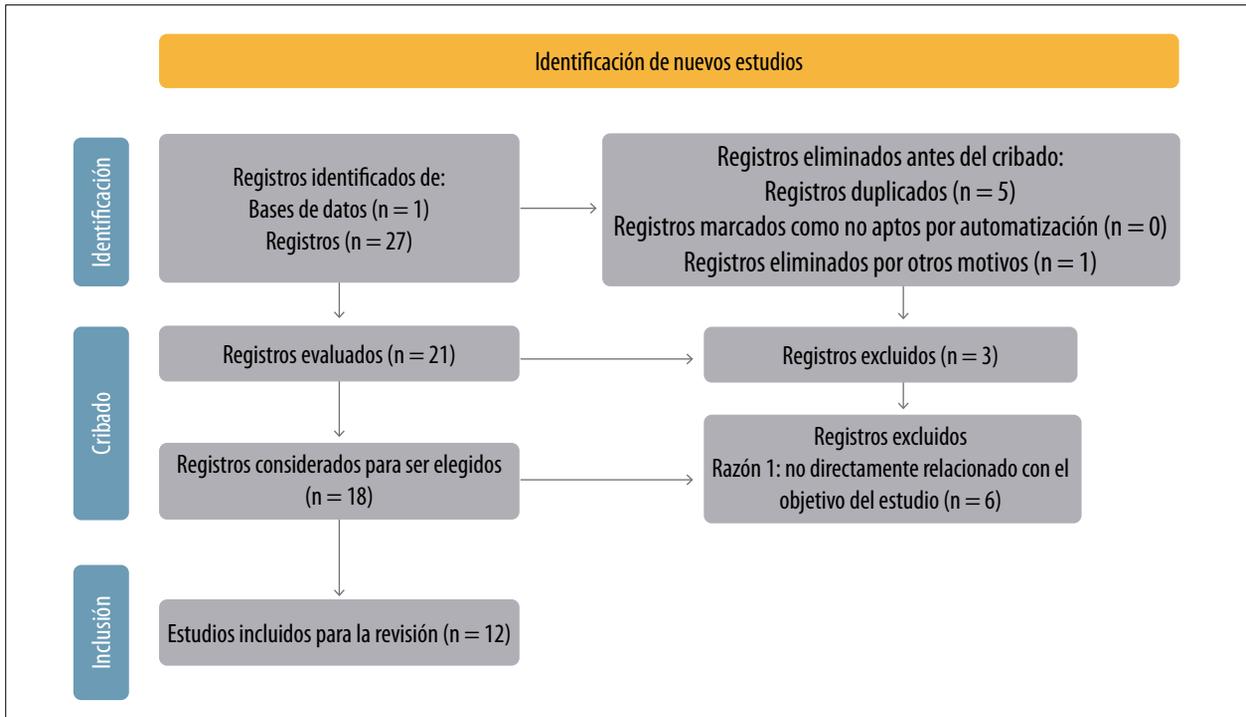


Figura 1. Flujograma PRISMA con la descripción de los estudios evaluados e incluidos para el presente trabajo.

Tabla 2. Enumeración de los trabajos incluidos.

Primer autor; año de publicación	Nº de identificación en listado de referencia	Año y origen del trabajo o región del mundo donde se realizó
DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL TEMA DE ESTUDIO		
1: Hovis <i>et al.</i>	11	2000. Estados Unidos y Canadá
2: Hovis <i>et al.</i>	12	2006. Canadá
3: Casolin <i>et al.</i>	13	2011. Australia
4 a 6: Dain <i>et al.</i>	5, 14 y 15	2015. Australia
7 y 8: Almustanyir <i>et al.</i>	16 y 17	2020. Canadá y Arabia Saudita
INDIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL TEMA DE ESTUDIO		
9: Jenkins <i>et al.</i>	18	2015. Reino Unido
10: Verstappen <i>et al.</i>	26	2022. Países Bajos
11: Dong <i>et al.</i>	27	2024. China
12: Hovis <i>et al.</i>	28	2011. Canadá

febrero de 1996, donde dos formaciones ferroviarias colisionaron en New Jersey (Estados Unidos), donde fallecieron 69 personas y se especuló que el motivo fue porque uno de los maquinistas falló en reconocer una señal de detención al tener un déficit de la visión de colores secundaria a una retinopatía diabética y el tratamiento de fotocoagulación que afecta el campo visual. Aquí tenemos un caso donde probablemente la agudeza visual estaba conservada pero las otras dos funciones —campo visual y visión de colores— estaban alteradas. Esto pone de manifiesto la importancia del examen ocular como evaluación para detectar patologías generales como la diabetes, que a veces sus signos principales pueden aparecer de manera temprana y asintomática mientras se realiza el control del fondo del ojo por parte de un médico oftalmólogo.

El accidente mencionado motivó la revisión del aspecto regulatorio y la forma en la que se debe evaluar la visión de colores de los operarios ferroviarios. Pone énfasis en que el test utilizado hasta el momento (test de Ishihara de 38 láminas) es de utilidad para la detección de personas con discromatopsias genéticas, pero no resulta suficiente para evaluar diferencias o cambios en la percepción de los colores que pueden suceder con el desgaste del sistema visual a lo largo de los años o ante la ocurrencia de patologías que afecten la retina o los nervios ópticos.

Teniendo en cuenta entonces que identificar correctamente los colores de las señales ferroviarias es esencial para la seguridad operativa, en este estudio se validó una nueva prueba funcional de discriminación cromática denominada “Lantern Color Vision Test for the Rail Industry” o directamente “CNLAN test”, diseñada específicamente para el sector ferroviario. Se comparó con una simulación experimental y mostró que el 97% de las personas con deficiencias rojo-verde fallaron ambas pruebas, mientras que el test de Ishihara, aunque más estricto, también falló en algunos individuos con visión normal. Por lo tanto, este nuevo test de linterna demostró ser más específico, ya que no excluyó a personas con visión normal, y ofrece así una evaluación más funcional y relevante para el trabajo ferroviario. A modo de concepto final, este trabajo del año

2000 demostró la importancia del campo visual en asociación a la visión de colores y la necesidad de tener un test específico para los operarios ferroviarios.

Trabajo 2

El mismo autor publicó en 2006 otro trabajo diseñado específicamente para la industria ferroviaria —realizado para la organización canadiense de trenes— donde consideró el aspecto de la agudeza visual, la distancias y la visión de colores utilizando el CNLAN test¹². Para esto consideró a participantes que alcanzaran el mínimo requisito de agudeza visual, que existe una visión de 6/9 del mejor ojo y de 6/12 del peor ojo (siempre considerando operarios con visión binocular). En este estudio se evaluó a 67 personas observando el test CNLAN desde 4,6 metros y desde 2,3 metros. Se encontró que al reducir la distancia los errores disminuyeron significativamente (de un promedio de 7,6 a 4,3) y el porcentaje de aprobados aumentó del 9% al 20,9%. Ningún participante que aprobó a 4,6 m falló a 2,3 m. Estos resultados sugieren que una menor distancia de observación mejora el rendimiento en la prueba de visión de colores, permitiendo que algunos individuos con defectos de visión cromática superen el test. El concepto principal de este trabajo establece que cuando se evalúa la visión de colores, la distancia es importante y esto tiene una relación con la agudeza visual.

Trabajo 3

Casolin y colaboradores publicaron en 2011 en Australia un trabajo donde evaluaron de forma extensa el resultado que obtuvieron con otro test para verificar la visión cromática de los operarios ferroviarios¹³. Ellos emplearon el “RailCorp Lantern” (RL), que simula señales ferroviarias con luces LED y fue desarrollada como una prueba práctica. Realizaron un estudio retrospectivo donde se analizaron 207 pruebas realizadas entre 2006 y 2008 comparando los resultados de la RL a 3 y 6 metros con los de otras pruebas estándar como el test estándar “Farnsworth–Munsell D 15” (D15) y el “Farnsworth Lantern” (FL). Los índices de aprobación fueron significativamente diferentes: 57% en la D15, 14% en la FL, 26% en

la RL a 6 m y 47% en la RL a 3 m. Los protanopes presentaron más errores al identificar luces rojas y blancas. Por lo tanto, en este estudio se comprobó que la RL es una herramienta útil para identificar a quienes pueden interpretar señales ferroviarias de forma segura, incluso si fallan otras pruebas más estrictas como los test D15 o el FL. Por lo tanto, sugieren considerar su adopción en otros entornos ferroviarios a nivel internacional.

Trabajo 4

En 2015, Dain y colaboradores realizaron un extenso informe dividido en tres publicaciones sobre la visión de colores en los operarios ferroviarios centrados en Australia^{5, 14-15}. En su primer informe consideraron que las pruebas prácticas actuales (mencionadas anteriormente), si bien son comunes para evaluar la visión cromática en aspirantes a trabajar en el sector ferroviario, presentan limitaciones, como el uso de colores no reales o falta de uniformidad a nivel internacional. Por lo tanto, desarrollaron y validaron el “Railway LED Lantern Test” (RLLT) utilizando los mismos LED que las señales ferroviarias modernas, que fue probado en sujetos con visión normal y con deficiencias. Encontraron que a 3 metros todos los participantes con visión normal y algunos con deficiencias leves pasaron la prueba. Pero a 6 metros, todos los sujetos con deficiencias fallaron y solo uno con visión normal cometió un error. Con estos resultados concluyeron que el RLLT demostró ser una prueba sencilla y aplicable, que refleja fielmente la tarea visual real del trabajador ferroviario. Por ello, fue adoptada oficialmente en Australia como sustituto de las pruebas prácticas tradicionales para la evaluación de visión cromática en trabajadores ferroviarios.

Trabajo 5

En su segundo estudio, compararon dos pruebas diseñadas específicamente para la industria ferroviaria: la CNLAN de Canadá previamente mencionada y la RLLT¹⁴. Estas pruebas difieren en su diseño debido a las distintas prácticas ferroviarias en sus regiones. En los tests realizados a personas con visión normal y con deficiencias, el RLLT generó más errores. Aun así, ambas pruebas coincidieron en el 88% de

las clasificaciones (73 de 83 sujetos). El RLLT mostró una tasa de fallos ligeramente mayor en personas con visión cromática normal, lo que se corrigió ajustando la intensidad de las luces rojas más tenues. En conclusión, ambas linternas ofrecen resultados comparables al estándar histórico —el “Holmes-Wright Tipo B”—, hoy en desuso comercial.

Trabajo 6

En el tercer y último informe, se compararon tres pruebas: la Farnsworth Lantern (FL), el OPTEC 900 y la RLLT¹⁵. Aunque cada una utiliza principios distintos y diferentes combinaciones de colores, sus resultados fueron similares: coincidieron en el 73% de los casos al clasificar a sujetos con deficiencias cromáticas. El RLLT, basado en las señales reales del sistema ferroviario australiano, tuvo una tasa de aprobación ligeramente más alta que las otras dos pruebas. A pesar de sus diferencias, se concluye que las tres pruebas tienen niveles de exigencia comparables.

Como concepto, los tres informes del grupo de Dain subrayan la importancia de desarrollar herramientas de evaluación adaptadas a las condiciones ferroviarias de cada país o región y la necesidad de comparar y validarlas a nivel internacional con otras ya existentes.

Trabajo 7

Ya en publicaciones más actuales encontramos el estudio de Almustanyir y colaboradores, publicado en 2020, que vuelve sobre el tema visión de colores, agudeza visual y distancia¹⁶. Demuestra que algunas personas con deficiencia en la visión de colores rojo-verde pueden identificar correctamente las señales ferroviarias cuando trabajan a distancias cortas, como en los patios ferroviarios. Al evaluar el rendimiento con el test CNLAN a distintas distancias de visualización se observó que la tasa de aprobación de los participantes con visión cromática defectuosa aumentó significativamente al reducir la distancia, alcanzando un 62% a solo 0,57 m. La implicancia de este estudio sugiere que, en contextos donde la distancia de avistamiento es corta, algunas personas con deficiencia cromática podrían desempeñarse de forma segura.

Trabajo 8

El mismo autor publicó otro estudio, también en 2020, con la finalidad de ayudar a los profesionales de la salud visual a la hora de orientar a pacientes con deficiencia en la visión de color sobre sus opciones laborales en el sector ferroviario canadiense¹⁷. Se encontró que quienes fallan las pruebas clínicas como el D15 (Farnsworth Munsell o ColorDx) casi con certeza también fallaron en la prueba CNLAN a una distancia de 4,6 metros, lo que resulta relevante para puestos como conductor de tren. En cambio, para otras tareas ferroviarias (a menor distancia de visualización), los pacientes con deficiencia leve a moderada podrían aprobar. Se recomienda a los médicos oftalmólogos utilizar pruebas específicas como el “ColorDx de placas pseudoisocromáticas” junto con una prueba D15 para asesorar a estos pacientes.

En relación con estudios indirectamente relacionados con nuestras palabras clave, se han incluido los siguientes tres por su potencial implicancia con medidas de seguridad ferroviaria y su relación con la visión.

Trabajo 9

En 2015 se publicó un trabajo donde se consideró que la evaluación del deslumbramiento es importante a la hora de diseñar cabinas para conductores de trenes aunque no existen métodos estandarizados para ello¹⁸. En este estudio sus autores propusieron un enfoque práctico usando una maqueta a escala real de la cabina, en la que se evaluaron fuentes de luz (como luces de control) y se simularon también luces externas (como el sol o faros de otros trenes) en distintas posiciones. Así se pudo obtener una visión general del rendimiento de la visión de un conductor dentro de una cabina simulada frente al deslumbramiento. Como concepto este trabajo vuelve a poner énfasis en la relevancia del entorno visual de los operarios ferroviarios y deja sentado el precedente de que el “glare” o deslumbramiento es un aspecto más a evaluar, ya que hay personas que pueden tener más sensibilidad a este fenómeno que también se conoce por ser una disfotopsia, que puede ocurrir de manera secundaria a ciertas patologías muy frecuentes como el ojo seco¹⁹⁻²¹,

donde según el último reporte epidemiológico argentino 4 de cada 10 personas puede padecerlo¹⁹. El glare también puede ocurrir en otra patología frecuente y silente como el glaucoma²² y también puede presentarse en el postoperatorio de pacientes operados de cirugía implanto-refractiva²³⁻²⁵; por lo tanto, se trata de una situación a la que podrían estar expuestos con frecuencia los operarios ferroviarios y principalmente en un ambiente cerrado con ventilación artificial en un entorno que posiblemente sea desfavorable para la superficie ocular, mucho más para mayores de 50 años¹⁹.

Trabajo 10

El trabajo de Verstappen y colaboradores se publicó en 2022 y, si bien no se relaciona directamente con las evaluaciones visuales de los operadores ferroviarios, se ha incluido como información complementaria, ya que desarrolla una interesante exploración del entorno visual que tiene el conductor dentro de la cabina de comando y cómo este entorno y la información visual principal interactúa con la información visual externa²⁶. En este estudio se ha evaluado el sistema DAS (Driver Advisory System), desarrollado por los ferrocarriles de los Países Bajos, que proporciona al conductor información visual contextual de la ruta y recomendaciones de rodaje y tránsito en un panel de control dispuesto dentro de la cabina.

Este estudio evaluó la forma como influye el sistema DAS y su contenido en la carga mental, la atención visual y la seguridad mediante simuladores, con seguimiento ocular y escalas subjetivas de distracción, considerando la atención visual del operario hacia el *display* (visión hacia el interior de la cabina) y hacia las vías y los alrededores (visión hacia el exterior). Los resultados indican que el sistema DAS puede mejorar el rendimiento visual y esto repercute en seguridad y además puede reducir la carga de fatiga mental. Este trabajo fue considerado en este estudio sólo a modo de expresar la relevancia que tiene todo el diseño de la cabina en la cual está el conductor y las condiciones visuales que ésta posea, incluyendo la información esencial que repercute en mejorar su rendimiento psicofísico.

Trabajo 11

Otro artículo interesante es el que fue publicado en 2024 por Dong y colaboradores²⁷. Estos autores consideraron la importancia de analizar entornos críticos para la seguridad, como sucede con la conducción de trenes de alta velocidad y la pérdida de conciencia situacional (SA, por sus siglas en inglés), ya que es una causa frecuente de errores humanos y accidentes. Este estudio desarrolló un modelo específico para medir la SA en conductores de trenes de alta velocidad, utilizando señales fisiológicas como un electroencefalograma (EEG), visión y movimientos oculares. Realizaron un estudio experimental donde participaron 19 conductores. Los resultados mostraron que las variaciones en SA se relacionan significativamente con patrones fisiológicos medibles. La implicancia de este estudio se orienta a incluir el uso de señales fisiológicas multimodales de los operarios ferroviarios, que pueden ser medidas en tiempo real, algo que puede ofrecer una base teórica de información de gran utilidad para mejorar el monitoreo continuo del estado cognitivo del conductor y por ende incrementar la seguridad operativa ferroviaria.

Trabajo 12

Por último, Hovis y colaboradores publicaron en 2011 un curioso trabajo también relacionado indirectamente con la visión de los operarios ferroviarios²⁸. En este estudio, una empresa ferroviaria canadiense adquirió gafas de sol de seguridad que supuestamente tenían un tinte gris neutro y cumplían con las normativas de transmisión de luz para señales de tránsito. Sin embargo, los empleados informaron que las señales amarillas se veían rojas al usarlas. El análisis reveló que las lentes tenían un tinte marrón verdoso y alteraban la percepción del color de las señales ferroviarias desplazando el color amarillo hacia el rojo. Aunque cumplían con las normas norteamericanas y europeas para señales viales no eran adecuadas para el entorno ferroviario. Por lo tanto, como concepto principal, este trabajo sugiere tener precaución y realizar una exhaustiva evaluación de cualquier tiempo de protección protésica o implemento visual a ser utilizado por operarios ferroviarios.

Requerimientos actuales en la Argentina

Al analizar lo que solicita la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) en la Argentina encontramos que en teoría está bien especificado mediante un marco regulatorio concreto. El control psicofísico está regulado por la Resolución N° 256/2014 de la Agencia Nacional de Seguridad Operacional Ferroviaria (ANSF), junto con normativas complementarias de la CNRT y el Ministerio de Transporte. La evaluación visual se debe realizar de forma obligatoria, donde es un requisito para el ingreso y luego de forma anual, aunque se deja abierta la solicitud de evaluaciones extraordinarias en caso de incidentes o informes clínicos que lo ameriten. A continuación se describen los aspectos generales que se incluyen en la evaluación y la descripción pormenorizada se observa en las figuras 2 y 3.

- Agudeza visual: igual o superior a 7/10 en el mejor ojo y al menos 5/10 en el otro, con corrección si fuese necesario.
- Campo visual: mínimo de 120 grados en sentido horizontal.
- Visión cromática: pruebas como Ishihara o Farnsworth D-15 para garantizar la identificación de señales luminosas.
- Adaptación a la oscuridad y visión nocturna: pueden requerirse pruebas complementarias.
- Patologías oculares: detección de afecciones como glaucoma, retinopatías, cataratas, entre otras.

Como se observa en las figuras 2 y 3 tomadas de la regulación actual (CNRT, acta 4/2017), para poder evaluar los 33 ítems enumerados será necesario un control médico ocular completo. En el punto 1, cuando se estimulan los contenidos del examen psicofísico anual y de los aspirantes en relación con la visión, se expresa la necesidad de hacer constar la agudeza visual, el campo visual (no se especifican más detalles) y la visión de colores (se especifica Farnsworth, pero no se aclara si la variante de 15 o la versión completa de 100 piezas). En el punto 4 de esa acta se estipulan los criterios de aptitud médica y psicológica. Las referencias significan lo siguiente:

CODIGO	C-CRITERIOS DE APTITUD SENSORIAL	E	NA	NAD
VISIÓN				
SO01	Lesiones del II par		NA	
SO02	Ptosis palpebral		NA	
SO03	Tics, blefaroespasma	E		
SO04	Nistagmus		NA	
SO05	Enoftalmia	E		
SO06	Exoftalmia con oclusión perfecta de párpados	E		
SO07	Exoftalmia sin oclusión de párpados		NA	
SO08	Triquiásis		NA	
SO09	Entropión		NA	
SO10	Ectropión		NA	
SO11	Blefarochalasi3n	E		
SO12	Epifora	E		
SO13	Conjuntivitis en evoluci3n	E		
SO14	Queratoconjuntivitis "sicca"	E		
SO15	Pterigion invasor en zona pupilar		NA	
SO16	Microc3rnea y megaloc3rnea	E		
SO17	Estafiloma	E		
SO18	Distrofia de c3rnea, leucoma	E		
SO19	Degeneraci3n de c3rneas	E		
SO20	Catarata (evaluar en funci3n de exigencias visuales acorde a los requerimientos de la presente normativa)	E		
SO21	Luxaci3n y subluxaci3n de cristalino		NA	
SO22	Afaquia uni o bilateral		NA	
SO23	Iridociclitis, hasta su curaci3n.		NA	
SO24	Coroiditis, hasta su curaci3n		NA	
SO25	Alteraciones del fondo de ojo	E		
SO26	Glaucoma	E		
SO27	Estafilomas de escler3tica	E		
SO28	Alteraciones del Campo Visual	E		

Figura 2. Criterios a evaluar en la visi3n y ojos de operarios ferroviarios en Argentina, parte A.

EXAMENES DE EFICIENCIA VISUAL*
 Los interesados deber3n tener visi3n binocular conservada. Se autoriza el uso de lentes de contacto y /o anteojos para corregir la Agudeza Visual, siempre y cuando hayan aprobado el examen con los mismos, debiendo llevar en su poder un par de reserva.
 *ACTA 01/2009

SO29	Agudeza visual ambos ojos menor de catorce (14) d3cima, d/c		NA	
SO30	Anisometropia	E		

*2017 - AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

CNRT | CONTROL DEL TRANSPORTE

SO31	Discromatopsias: protanopes y deuteranopes		NA	
SO32	Discromatopsias para gamas	E		
SO33	Estrabismo		NA	

Figura 3. Criterios a evaluar en la visi3n y ojos de operarios ferroviarios en Argentina, parte B.

E = EVALUAR: conduce mientras se realiza la evaluación correspondiente.

NA = NO APTO: no conduce. Se deberán realizar los estudios correspondientes que definirán su aptitud o no para la conducción.

NAD = NO APTO DEFINITIVO: no puede desempeñarse en la conducción en forma permanente. Se deberán respetar las condiciones comprendidas en el convenio colectivo de trabajo.

Requerimientos actuales en algunas regiones del mundo

Unión Europea

La Agencia Ferroviaria de la Unión Europea (ERA) establece estándares armonizados en los Estados miembro donde se exige una agudeza visual mínima equivalente a la normativa argentina, con énfasis en visión cromática adecuada. Se establecen controles periódicos cada 3 años hasta los 55, luego cada 1-2 años.

Estados Unidos

Aquí es la Federal Railroad Administration (FRA) quien exige una agudeza visual mínima de 20/40 (con corrección) en cada ojo, con evaluación funcional del campo visual y una visión cromática suficiente, con posibilidad de ayudas ópticas bajo aprobación.

Japón

El Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte aplica criterios más estrictos, donde la agudeza visual mínima es de 1,0 (20/20) con corrección en cada ojo y se incluye una evaluación obligatoria del campo visual y percepción de profundidad (estereopsis). También se realizan pruebas de reacción visual integradas con evaluación psicológica.

Discusión

Resulta muy interesante destacar que en la actualidad la visión de los conductores de trenes es una de las evaluaciones más relevantes que se deben realizar, pero aparentemente no hemos

encontrado grandes cambios sobre qué es lo que se evalúa. A su vez, ha sido llamativamente complejo encontrar publicaciones con un alto nivel de evidencia y directamente no hay trabajos que hayan sido desarrollados en el formato de consenso de expertos o guías prácticas. Por otro lado, no hay un criterio unificado a nivel global respecto de cuáles son los requerimientos mínimos relacionados con las funciones visuales que debe tener un conductor de tren a nivel internacional. Esto en parte puede justificarse por diferencias regionales.

El conductor de trenes debe interpretar con precisión señales de colores (rojo, amarillo, verde) que regulan el tráfico ferroviario. Una alteración en la percepción cromática —especialmente en el eje rojo-verde— puede comprometer gravemente la capacidad para diferenciar señales vitales, aumentando el riesgo de errores operativos que deriven en un accidente¹¹. Asimismo, la agudeza visual, el campo visual y la sensibilidad al contraste son esenciales para mantener un nivel adecuado de atención y respuesta ante cambios en el entorno, sobre todo en condiciones adversas de iluminación o clima. Los errores visuales, tales como la identificación incorrecta de una señal o la omisión de un aviso luminoso, pueden tener consecuencias críticas en la seguridad ferroviaria.

Por lo mencionado anteriormente y por lo encontrado en las publicaciones del período incluido en este estudio que abarca los últimos 25 años, es interesante destacar el valor que sigue teniendo la visión de colores en el contexto de la aptitud psicofísica de un operario ferroviario. Pero la relevancia de la evaluación de los colores no es nueva. En 1904, la prueba del Dr. Williams fue adoptada por la Conferencia Interestatal de Comisarios de Ferrocarriles como prueba del sentido del color²⁹. Más recientemente, el test de Farnsworth (FL) es una de las pruebas más conocidas que fue diseñada en la década de 1940 por el Comandante Dean Farnsworth de la División de Submarinos de la Marina de los Estados Unidos con el fin de identificar a aquellos con deficiencias leves en la visión de los colores que se consideran para diferentes ocupaciones laborales³⁰.

El accidente ferroviario de Waterfall, ocurrido en enero de 2003, dio lugar a la publicación de la norma “National Standard for Health Assessment of Rail Safety Workers” y a un cambio a escala nacional resaltando la importancia de la evaluación médica y la certificación de los trabajadores ferroviarios³¹. El acontecimiento crítico que provocó el accidente fue la repentina incapacitación del maquinista tras sufrir una parada cardíaca³¹. Por lo tanto, se introdujo la puntuación de riesgo cardíaco para ayudar en la evaluación y gestión de los trabajadores con factores de riesgo de cardiopatía isquémica; también actualizó el enfoque de otras afecciones médicas, incluida la de la visión y en particular la percepción del color.

Pero la relevancia de los ojos y la visión en los operarios ferroviarios también puede valorarse al considerar que su afectación es una importante causa de ausentismo³² y también como un motivo que determina la jubilación anticipada por discapacidad en personas que tienen alteraciones visuales secundarias al desgaste normal de la edad o en aquellas que padecen enfermedades generales con repercusión ocular, además de las enfermedades que afectan directamente a los ojos como las cataratas, el glaucoma o la degeneración macular³³.

En relación con los parámetros que se evalúan en la Argentina, entendemos que el examen lo debe realizar un médico oftalmólogo, ya que se trata de aspectos de su incumbencia médico legal. Sin embargo, no está del todo claro o específicamente reglamentado quién debe firmar y ser responsable de realizar esta evaluación. Los 33 ítems que se observan en las figuras 2 y 3, correspondientes a lo solicitado en el acta 04/2017 de la CNRT, pueden detectarse mediante un control oftalmológico completo, que deberá contar con diversos dispositivos médicos: desde equipos para tomar la agudeza visual con condiciones estandarizadas de distancia y luminosidad³⁴, una lámpara de hendidura para la observación del segmento anterior³⁵, hasta un tonómetro u otro dispositivo equivalente que permita evaluar la presión intraocular para la detección de hipertensión ocular (principal factor de riesgo del glaucoma)³⁶⁻³⁷. También

se deberá dilatar la pupila y realizar una correcta evaluación del fondo del ojo, tanto del polo central como de la periferia (donde, por ejemplo, se podrá evaluar la presencia de signos silenciosos de retinopatía diabética)³⁸.

Pero en la actualidad sería muy importante contar tanto para el diagnóstico como para el seguimiento de nuevas herramientas como lo son los tomógrafos de coherencia óptica de alta resolución, donde se podrán objetivar las características de las capas de la retina con énfasis en la mácula y en el nervio óptico³⁹⁻⁴¹. También es interesante plantear los desafíos que se aproximan con los controles continuos que se podrán realizar a los pacientes con nuevas tecnologías y los sistemas de monitoreo que podrán implementarse en la propia cabina del tren, donde se evalúen las características de los ojos en relación con otras variables para detectar, por ejemplo, la fatiga y disminuir así posibles situaciones de riesgo. Todos estos avances a su vez generan nuevos paradigmas en aspectos bioéticos sobre los derechos del trabajador, pero que finalmente apuntan a promover mayor seguridad para los pasajeros y para él mismo, quien se podría beneficiar de diagnósticos tempranos que permitan también implementar una terapéutica oportuna.

Otro aspecto que no hemos encontrado expresamente detallado es lo referido a si existe algún tipo de restricción al tiempo de reposo o descanso laboral que debería tener un operario ferroviario que se exponga a una cirugía ocular. Asimismo, otro tema crucial por su frecuencia es el tipo de lente intraocular que se implanta en operarios ferroviarios y conocer si hay alguna restricción particular, como sí existe por ejemplo en la aviación, donde algunas lentes intraoculares como las multifocales pueden no estar recomendadas por la producción de halos, deslumbramientos y disminución en la visión de contrastes⁴².

Así como existen evidencias sobre la importancia que ha tenido la visión de colores en las pruebas de aptitud física de los operarios ferroviarios, llama la atención de que no se encuentren estudios publicados sobre otras aptitudes visuales importantes en la conducción de un tren o para el personal ferroviario en general. Por ejemplo, ni en la reglamentación argentina ni tampoco en la extran-

jera se especifica cómo evaluar el campo visual. En la actualidad se utilizan equipos que lo hacen de manera computarizada, pudiendo hacerlo de forma monocular o binocular con una especie de cascos de realidad virtual⁴³⁻⁴⁵. La estandarización de las pruebas a desarrollar para valorar el campo visual de los operarios ferroviarios es un aspecto a evaluar en el futuro, sobre todo considerando que hay patologías como el glaucoma, donde hasta ciertos estadios se conserva la agudeza visual y la visión de colores pero se afecta la visión periférica, algo sumamente riesgoso para un conductor de trenes. Otro elemento que también llama la atención es que en ningún artículo hemos encontrado información sobre visión de contrastes o la evaluación de estereopsis en operarios ferroviarios, algo que sí se evalúa en estudios laborales de otras profesiones como la aviación⁴⁶.

Para finalizar, es interesante destacar que se acercan tendencias emergentes y nuevos desafíos relacionados con el uso creciente de tecnologías como la realidad virtual y los simuladores para evaluar visión funcional. Hay también aspectos controvertidos, como la consideración de la visión monocular bajo criterios funcionales en algunos países o la adaptación de controles más específicos a una población laboral en envejecimiento. En un mundo que cada vez tiene más pantallas digitales resulta interesante agregar el concepto de la necesidad de evaluar la fatiga visual en condiciones de trabajo prolongadas o turnos nocturnos, todo esto asociado a la calidad de vida de los trabajadores ferroviarios⁴³. Estamos en una etapa de cambios, donde el transporte ferroviario sigue evolucionando y por ende también sus trabajadores. La medicina laboral de este sector deberá ser dinámica para revisar con frecuencias cada vez más cercanas los aspectos destinados al cuidado de la salud de los trabajadores.

Conclusión

Al revisar las evidencias publicadas en relación a los controles visuales que son necesarios para los operarios ferroviarios se destaca la relevancia de la utilización de test específicos para esta profesión —en particular para la visión de colores—

que deberá a su vez realizarse a una distancia estandarizada, que sea homóloga al modo que tienen otras regiones del mundo.

Se encontró que no hay mayores cambios en los últimos años; sin embargo, considerando la nueva era de vehículos autónomos y los cambios que se están produciendo en materia de diseño de ciudades, iluminación exterior y de las cabinas, junto con los avances existentes en los medios de diagnóstico y tratamiento de patologías visuales, posiblemente sea necesario revisar y actualizar en forma mucho más frecuente los requisitos mínimos para los futuros operarios ferroviarios. Estos deberán adaptarse a las características de cada región, pero manteniendo un criterio universal.

Referencias

1. Land MF. Vision, eye movements, and natural behavior. *Vis Neurosci* 2009; 26(1): 51-62. doi:10.1017/S0952523808080899.
2. Purves D. Understanding visual perception. *J Cogn Neurosci* 2025; 37(4): 791-801. doi:10.1162/jocn_a_02292.
3. Taylor SJ. The vision of railway officials. *Br Med J* 1898; 1(1943): 815-816. doi:10.1136/bmj.1.1943.815-a.
4. Casolin A, Katalinic PL, Yuen GS, Dain SJ. The RailCorp Lantern test. *Occup Med (Lond)* 2011; 61(3): 171-177. doi:10.1093/occmed/kqr009.
5. Dain SJ, Casolin A, Long J, Hilmi MR. Color vision and the railways: part 1. The railway LED lantern test. *Optom Vis Sci* 2015; 92(2): 138-146. doi:10.1097/OPX.0000000000000460.
6. Skrickij V, Šabanovič E, Shi D, Ricci S, Rizzetto L, Bureika G. Visual measurement system for wheel-rail lateral position evaluation. *Sensors (Basel)* 2021; 21(4): 1297. doi:10.3390/s21041297.
7. Aine E. Minimum visual requirements in different occupations in Finland. *Acta Ophthalmol Suppl* 1984; 161: 104-110. doi:10.1111/j.1755-3768.1984.tb06790.x.
8. Iao WC, Zhang W, Wang X, Wu Y, Lin D, Lin H. Deep learning algorithms for screening and

diagnosis of systemic diseases based on ophthalmic manifestations: a systematic review. *Diagnostics (Basel)* 2023; 13(5): 900. doi:10.3390/diagnostics13050900.

9. Li H, Cao J, Grzybowski A, Jin K, Lou L, Ye J. Diagnosing systemic disorders with AI algorithms based on ocular images. *Healthcare (Basel)* 2023; 11(12): 1739. doi:10.3390/healthcare11121739.

10. Haddaway NR, Page MJ, Pritchard CC, McGuinness LA. *PRISMA2020*: an R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Syst Rev* 2022; 18(2): e1230. doi:10.1002/cl2.1230.

11. Hovis JK, Oliphant D. A lantern color vision test for the rail industry. *Am J Ind Med* 2000; 38(6): 681-696. doi:10.1002/1097-0274(200012)38:6<681::aid-ajim8>3.0.co;2-4.

12. Hovis JK, Ramaswamy S. The effect of test distance on the CN lantern results. *Vis Neurosci* 2006; 23(3-4): 675-679. doi:10.1017/S0952523806233212.

13. Casolin A, Katalinic PL, Yuen GS, Dain SJ. The RailCorp Lantern test. *Occup Med (Lond)* 2011; 61(3): 171-177. doi:10.1093/occmed/kqr009.

14. Dain SJ, Casolin A, Long J. Color vision and the railways: part 2. Comparison of the CN Lantern used on the Canadian Railways and Railway LED lantern tests. *Optom Vis Sci* 2015; 92(2): 147-151. doi:10.1097/OPX.0000000000000461.

15. Dain SJ, Casolin A, Long J. Color vision and the railways: part 3. Comparison of FaLant, OPTEC 900, and Railway LED Lantern tests. *Optom Vis Sci* 2015; 92(2): 152-156. doi:10.1097/OPX.0000000000000462.

16. Almustanyir A, Hovis JK. The CN Lantern test and different viewing distances. *Optom Vis Sci* 2020; 97(5): 340-345. doi:10.1097/OPX.0000000000001509.

17. Almustanyir A, Hovis JK. Predicting the CN Lantern test for railways with clinical color-vision tests. *Optom Vis Sci* 2020; 97(5): 332-339. doi:10.1097/OPX.0000000000001510.

18. Jenkins DP, Baker LM, Harvey C. A practical approach to glare assessment for train cabs.

Appl Ergon 2015;47:170-180. doi:10.1016/j.apergo.2014.09.010.

19. Marini MC, Liviero B, Torres RM *et al.* Epidemiology of dry eye disease in Argentina. *Discov Public Health* 2024; 21: art. 59. doi:10.1186/s12982-024-00185-y.

20. Puell MC, Benítez-del-Castillo JM, Martínez-de-la-Casa J *et al.* Contrast sensitivity and disability glare in patients with dry eye. *Acta Ophthalmol Scand* 2006; 84(4): 527-531. doi:10.1111/j.1600-0420.2006.00671.x.

21. Wolffsohn JS, Lingham G, Downie LE *et al.* TFOS Lifestyle: Impact of the digital environment on the ocular surface. *Ocul Surf* 2023; 28: 213-252. doi:10.1016/j.jtos.2023.04.004.

22. Hamedani M, Dullely B, Murdoch I. Glaucoma and glare. *Eye (Lond)* 2021; 35(6): 1741-1747. doi:10.1038/s41433-020-01164-8.

23. van Bree MC, van Verre HP, Devreese MT, Larminier F, van den Berg TJ. Straylight values after refractive surgery: screening for ocular fitness in demanding professions. *Ophthalmology* 2011; 118(5): 945-953. doi:10.1016/j.ophtha.2010.09.014.

24. Cho JY, Won YK, Park J *et al.* Visual outcomes and optical quality of accommodative, multifocal, extended depth-of-focus, and monofocal intraocular lenses in presbyopia-correcting cataract surgery: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *JAMA Ophthalmol* 2022; 140(11): 1045-1053. doi:10.1001/jamaophthalmol.2022.3667.

25. Li BW, Huang H, Huang MS *et al.* Changes in visual performance after implantation of different intraocular lenses. *Int J Ophthalmol* 2024; 17(7): 1273-1282. doi:10.18240/ijo.2024.07.12

26. Verstappen VJ, Pikaar EN, Zon RG. Assessing the impact of driver advisory systems on train driver workload, attention allocation and safety performance. *Appl Ergon* 2022; 100: 103645. doi:10.1016/j.apergo.2021.103645.

27. Dong W, Fang W, Qiu H, Bao H. Impact of situation awareness variations on multimodal physiological responses in high-speed train driving. *Brain Sci* 2024; 14(11): 1156. doi:10.3390/brainsci14111156.

28. Hovis JK. When yellow lights look red: tinted sunglasses on the railroads. *Optom Vis*

- Sci 2011; 88(2): 327-333. doi:10.1097/OPX.0b013e31820847f1.
29. Kaur K, Gurnani B. Revisiting color vision standards and testing methods in various occupational groups. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70(1): 329-331. doi:10.4103/ijo.IJO_1222_21.
30. Fanlo Zarazaga A, Gutiérrez Vásquez J, Puyo Royo V. Revisión de los principales test clínicos para evaluar la visión del color. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2019; 94(1): 25-32. doi:10.1016/j.oftal.2018.08.006.
31. Hocking B. The Inquiry into the Waterfall train crash: implications for medical examinations of safety-critical workers. *Med J Aust* 2006; 184(3): 126-128. doi:10.5694/j.1326-5377.2006.tb00151.x.
32. Awaad AE, El-Bestar S, El-Gilany AH, Al-Wehedy A, El-Hadidy SS. Presenteeism and associated factors among railway train drivers. *F1000Res* 2022; 11: 470. doi:10.12688/f1000research.111999.2.
33. Nylén P, Favero F, Glimne S, Teär Fahnehjelm K, Eklund J. Vision, light and aging: a literature overview on older-age workers. *Work* 2014; 47(3): 399-412. doi:10.3233/WOR-141832.
34. Patel H, Congdon N, Strauss G, Lansingh C. A need for standardization in visual acuity measurement. *Arq Bras Oftalmol* 2017; 80(5): 332-337. doi:10.5935/0004-2749.20170082.
35. Clover J. Slit-lamp biomicroscopy. *Cornea* 2018; 37 Suppl 1: S5-S6. doi:10.1097/ICO.0000000000001641.
36. Angmo D, Ramesh P, Mahalingam K *et al*. Comparative evaluation of rebound and perkins tonometers in pediatric glaucoma with varied corneal characteristics. *J Glaucoma* 2021; 30(4): 312-316. doi:10.1097/IJG.0000000000001765.
37. Stein JD, Khawaja AP, Weizer JS. Glaucoma in adults-screening, diagnosis, and management: a review. *JAMA* 2021; 325(2): 164-174. doi:10.1001/jama.2020.21899.
38. Emmert R, Thompson M, Smith D *et al*. Prevalence of diabetic retinopathy and dilated fundus examinations by metropolitan status from 2017-2021: an assessment of the behavioral risk factor surveillance system. *Ophthalmic Epidemiol*. Published online December 18, 2024. doi:10.1080/09286586.2024.2434247.
39. Sanborn GE, Wroblewski JJ. Evaluation of a combination digital retinal camera with spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT) that might be used for the screening of diabetic retinopathy with telemedicine: a pilot study. *J Diabetes Complications* 2018; 32(11): 1046-1050. doi:10.1016/j.jdiacomp.2018.08.010.
40. Oliveira S, Guimarães P, Campos EJ *et al*. Retinal OCT-derived texture features as potential biomarkers for early diagnosis and progression of diabetic retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2025; 66(1): 7. doi:10.1167/iovs.66.1.7.
41. Ramachandran R, Joiner DB, Patel V *et al*. Comparison between the recommendations of glaucoma specialists and OCT report specialists for further ophthalmic evaluation in a community-based screening study. *Ophthalmol Glaucoma* 2022; 5(6): 602-613. doi:10.1016/j.ogla.2022.06.001.
42. Mendes J, Ribeiro FJ. Cataract surgery and intraocular lens implantation in aviation pilots. *J Cataract Refract Surg* Published online December 10, 2024. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001594.
43. McKendrick AM, Turpin A. Understanding and identifying visual field progression. *Clin Exp Optom* 2024; 107(2): 122-129. doi:10.1080/08164622.2024.2316002.
44. Kang J, De Arrigunaga S, Freeman SE *et al*. Comparison of perimetric outcomes from a tablet perimeter, smart visual function analyzer, and Humphrey Field Analyzer. *Ophthalmol Glaucoma* 2023; 6(5): 509-520. doi:10.1016/j.ogla.2023.03.001.
45. Phu J, Wang H, Kalloniatis M. Comparing a head-mounted virtual reality perimeter and the Humphrey Field Analyzer for visual field testing in healthy and glaucoma patients. *Ophthalmic Physiol Opt* 2024; 44(1): 83-95. doi:10.1111/opo.13229.
46. Liu F, Zhao J, Han T *et al*. Screening for stereopsis using an eye-tracking glasses-free display in adults: a pilot study. *Front Med (Lausanne)* 2022; 8: 814908. doi:10.3389/fmed.2021.814908.
47. Posselt BN, Winterbottom M. Are new vision standards and tests needed for military aircrew using 3D stereo helmet-mounted dis-

plays? *BMJ Mil Health* 2021; 167(6): 442-445. doi:10.1136/bmjilitary-2020-001493.

48. Sterkin A, Levy Y, Pokroy R *et al.* Vision improvement in pilots with presbyopia following perceptual learning. *Vision Res* 2018; 152: 61-73. doi:10.1016/j.visres.2017.09.003.

49. Zhang X, Chen G, Xu F, Zhou K, Zhuang G. Health-related quality of life and associated factors of frontline railway workers: a cross-sectional survey in the Ankang area, Shaanxi province, China. *Int J Environ Res Public Health* 2016; 13(12): 1192. doi:10.3390/ijerph13121192.

Innovaciones en oftalmología: estudio piloto sobre la percepción de los oftalmólogos argentinos

Daniel Sabella^{a,b}, Leonardo Ferlini^{a,c}

^a Comisión de Innovación, Desarrollo e Investigación del Consejo Argentino de Oftalmología, Buenos Aires, Argentina.

^b Instituto Oftalmológico Mar del Plata (Buenos Aires), Argentina.

^c CEMIR (Centro de Microcirugía), Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 10 de marzo de 2025.

Aprobado: 17 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dr. Daniel Sabella

Comisión de Innovación, Desarrollo e Investigación del Consejo Argentino de Oftalmología

Tte. Gral. Juan Domingo Perón 1479, planta baja (C1037 ACA) Buenos Aires.

dhsabella@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e178-e184.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.419>

Agradecimiento

Al Dr. Rodrigo M. Torres, parte del equipo.

Resumen

Objetivo: Conocer la opinión de oftalmólogos de diferentes regiones de la Argentina sobre cuáles consideran que han sido las innovaciones oftalmológicas más importantes en los últimos 50 años y cuáles vendrán en los próximos 10 a 20 años.

Materiales y métodos: Estudio transversal basado en una breve encuesta anónima que indagó sobre la elección de las 3 innovaciones más importantes de los últimos 50 años, sobre el uso de inteligencia artificial (IA) y si cree que ésta podría reemplazar al médico oftalmólogo.

Resultados: Respondieron 67 médicos, la mayoría con más de 20 años de ejercicio ($22,5 \pm 12,7$ años; rango de 2 a 54). Las lentes intraoculares, la facoemulsificación, la OCT y el excímer láser fueron las innovaciones más mencionadas; otras muy citadas fueron el microscopio quirúrgico, la cirugía 3D, el láser femtosegundo, el SLT, los biómetros, las LIO multifocales, los antiangiogénicos, las imágenes multimodales, la vitrectomía, entre otros. Ante la consulta sobre innovaciones futuras, la IA y la cirugía robótica acapararon la mayoría de respuestas. El 58,2% utiliza la IA y el resto no. El 64,2% considera que la IA no reemplazará al oftalmólogo (será una herramienta de apoyo).

Conclusión: La facoemulsificación, las LIO, la OCT y el excímer láser resultaron las innovaciones más mencionadas. Más de la mitad de los oftalmólogos argentinos utilizan la IA de alguna forma y se percibe un futuro liderado por robots e IA.

Palabras clave: innovación en oftalmología, inteligencia artificial, cirugía robótica, dispositivos médicos, medicina de precisión, medicina genética.

Innovations in ophthalmology: pilot study on the perception of Argentine ophthalmologists

Abstract

Objective: To assess the opinion of ophthalmologists from different regions of Argentina on what they consider to have been the most important ophthalmologic innovations in the last 50 years and which will be the most important in the next 10 to 20 years.

Material and methods: Cross-sectional study based on a brief anonymous survey, which inquired about the choice of the 3 most important innovations of the last 50 years, about which could be the most important innovations in the next 10 to 20 years, about the use of artificial intelligence (AI) and whether AI will replace the ophthalmologist.

Results: Sixty-seven physicians responded, most with more than 20 years of practice (22.5 ± 12.7 years; range 2 to 54). Intraocular lenses, phacoemulsification, OCT and excimer laser were the most mentioned innovations; others highly cited were surgical microscopy, 3D surgery, femtosecond laser, SLT, biometers, multifocal IOLs, anti-angiogenics, multimodality imaging, vitrectomy, among others. When asked what are the innovations for the next few years, AI and robotic surgery monopolized the majority of responses. A total of 58.2% use AI and the rest do not. 64.2% consider that AI will not replace the ophthalmologist (it will be a support tool).

Conclusion: Phacoemulsification, intraocular lenses, OCT and excimer laser were the most mentioned innovations. More than half of Argentine ophthalmologists use AI in some way and a future led by robots and AI is perceived.

Keywords: innovation in Ophthalmology, artificial intelligence, robotic surgery, medical devices, precision medicine, genetic medicine.

Inovações em oftalmologia: um estudo piloto sobre a percepção dos oftalmologistas argentinos

Resumo

Objetivo: Conhecer a opinião de oftalmologistas de diferentes regiões da Argentina sobre o que eles consideram ter sido as inovações oftalmológicas mais importantes dos últimos 50 anos e o que virá nos próximos 10 a 20 anos.

Materiais e métodos: Estudo transversal baseado em uma breve pesquisa anônima que indagou as três inovações mais importantes dos últimos 50 anos, o uso da inteligência artificial (IA) e se eles acreditam que ela poderia substituir o oftalmologista.

Resultados: 67 médicos responderam, a maioria com mais de 20 anos de prática ($22,5 \pm 12,7$ anos; intervalo, 2 a 54). Lentes intraoculares, facoemulsificação, OCT e laser excimer foram as inovações mais frequentemente mencionadas; outras inovações citadas várias vezes incluíram microscópios cirúrgicos, cirurgia 3D, lasers de femtossegundo, SLTs, biômetros, LIOs multifocais, agentes antiangiogênicos, imagem multimodal e vitrectomia, entre outros. Quando questionados sobre inovações futuras, IA e cirurgia robótica obtiveram a maioria das respostas. 58,2% usam IA, enquanto o restante não. 64,2% acreditam que a IA não substituirá o oftalmologista (será uma ferramenta de suporte).

Conclusão: Facoemulsificação, LIOs, OCT e laser excimer foram as inovações mais mencionadas. Mais da metade dos oftalmologistas argentinos utilizam IA de alguma forma, e vislumbra-se um futuro liderado por robôs e IA.

Palavras-chave: inovação em oftalmologia, inteligência artificial, cirurgia robótica, dispositivos médicos, medicina de precisão, medicina genética.

Introducción

Según el *Diccionario de la Real Academia Española*, el término “innovación” expresa la

creación o modificación de un producto y su introducción en un mercado; mientras que la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual afirma que la innovación médica constituye nuevas maneras de prevenir, diagnosticar y supervisar los problemas de salud, así como también los nuevos medicamentos y los dispositivos para abordar el tratamiento de las enfermedades y curarlas. La innovación médica también supone el enriquecimiento de los conocimientos y la transformación del proceso y los modelos de negocio existentes para atender mejor las necesidades y las expectativas cambiantes¹.

En la oftalmología, desde el inicio del actual siglo hasta el presente, nos encontramos con una gran cantidad de inventos y desarrollos relacionados con las ciencias de la visión²⁻⁵. Las innovaciones buscan impactar en la calidad de vida de las personas. En un momento donde la inteligencia artificial parece estar colonizando todos los ámbitos y sectores de la medicina, donde la imaginación se pone a disposición de las necesidades de los usuarios, los médicos y los pacientes, y desafían límites que en el pasado claramente estaban dentro del marco de la ficción, pero que cada vez más pronto que tarde se vuelven realidad.

Ante esta situación, nos motivó realizar este estudio con la finalidad de conocer la opinión de oftalmólogos de diferentes regiones de la Argentina acerca de cuáles consideran que han sido las innovaciones oftalmológicas más importantes en los últimos 50 años y cuáles consideran que vendrán en los próximos 10 a 20 años. Complementariamente, se exploró si el tiempo que duró su ejercicio profesional impactó en relación con el uso y la percepción del rol de la IA en la oftalmología.

Materiales y métodos

Se diseñó un estudio transversal para conocer la opinión de una muestra de oftalmólogos argentinos sobre la innovación en la oftalmología. El estudio se desarrolló adhiriendo a los principios establecidos en la declaración de Helsinki. Para desarrollar el estudio se armó una encuesta donde se indagó sobre la elección de las tres innova-

ciones más importante de los últimos 50 años: cuáles podrían ser las innovaciones más importantes en los próximos 10 a 20 años, cuál es el uso de la inteligencia artificial (IA) y si cree que la IA reemplazará al oftalmólogo. En la figura 1 se observa el detalle de las preguntas que contenía la encuesta realizada.

La población de participantes fueron médicos oftalmólogos residentes en Argentina, a quienes se invitó mediante “chats de WhatsApp” para que pudieran responder de forma anónima durante la primera o la tercera semana del mes de febrero de 2025. Los datos se analizaron inicialmente de forma descriptiva para posteriormente realizar un subanálisis comparativo de quienes expresaron que utilizaban o no la IA y sus años de ejercicio profesional, como también los que creían que la IA los reemplazaría. El procesado estadístico fue mediante un test t de student asumiendo varianzas desiguales.

Resultados

Respondió un total de 60 médicos, la mayoría con más de 20 años de ejercicio (23 ± 13 años, rango de 3 a 54). Las lentes intraoculares, la facoemulsificación, la OCT y el excímer láser fueron las innovaciones más mencionadas; otras muy citadas fueron el microscopio quirúrgico, la cirugía 3D, el láser femtosegundo, el SLT, los biómetros, las LIO multifocales, los antiangiogénicos, las imágenes multimodales, la vitrectomía, entre otros.

Ante la pregunta de cuáles cree que serán innovaciones más relevantes para los próximos años, la IA y la cirugía robótica acapararon la mayoría de respuestas. El 58,2% de los participantes respondió que utiliza la IA y el resto no. El 64,2% (43 médicos) considera que la IA no reemplazará al oftalmólogo (será una herramienta de apoyo: 42; no tendrá un impacto significativo: 1). En la figura 2 podemos observar las respuestas en base a las cuatro opciones a esta pregunta.

Al comparar los años de ejercicio profesional entre quienes utilizaban la IA y quienes no, como también entre los que creían que la IA podría reemplazar al oftalmólogo y los que no, la dife-

1. Años de ejercicio profesional.
2. Subespecialidad.
3. Mencione 3 innovaciones en oftalmología que considere como las más importantes en los últimos 50 años.
4. ¿Cómo impactan estas innovaciones en la práctica clínica y en los pacientes?
5. Para usted, ¿cuáles serán las innovaciones más importantes en los próximos 10 a 20 años?
6. ¿Utiliza inteligencia artificial en su práctica profesional?
7. Si la respuesta de la pregunta 6 es afirmativa, ¿cuál herramienta utiliza y para qué?
8. ¿Cree que la IA reemplazará al oftalmólogo en el futuro?
 - Sí, en gran medida.
 - No, será solo una herramienta de apoyo.
 - No, no tendrá un impacto significativo.
9. ¿Qué desafíos éticos y profesionales ve en el aspecto tecnológico en oftalmología?
10. Daría algún consejo para los nuevos oftalmólogos sobre adaptación tecnológica?

Figura 1. Preguntas utilizadas en la encuesta sobre innovaciones en oftalmología.

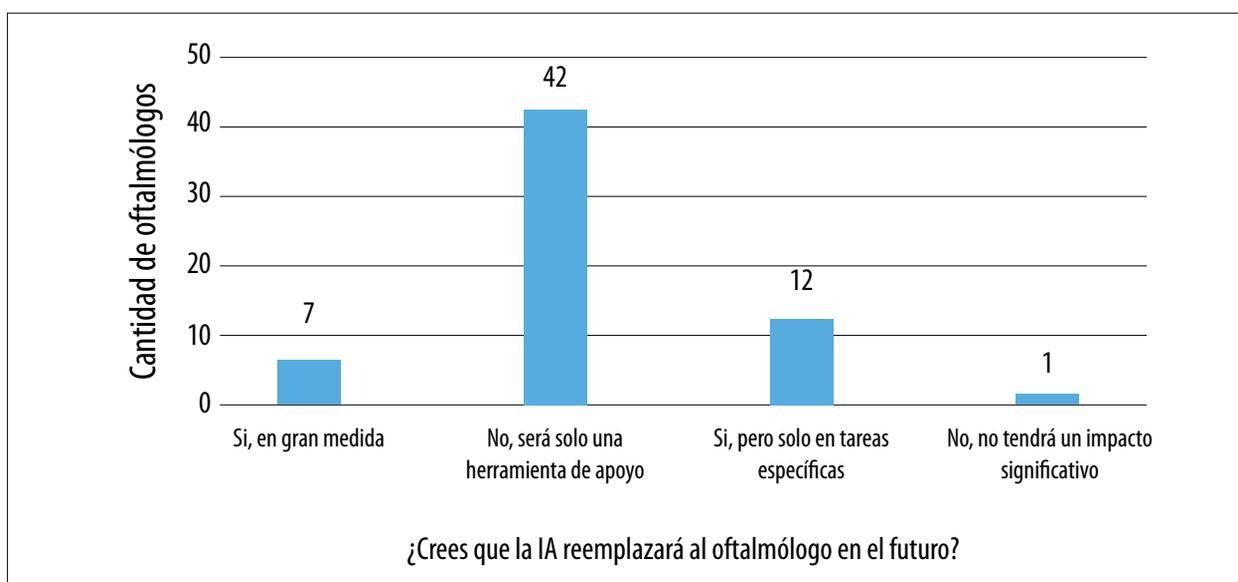


Figura 2. Opinión de los oftalmólogos acerca de si la inteligencia artificial (IA) los reemplazará en el futuro.

Tabla 1. Años de ejercicio de los médicos participantes, uso de inteligencia artificial (IA) y su percepción a futuros sobre la IA.

	SI	NO	p
Utiliza IA	22,6 ± 11,5 (2-50)	22,1 ± 14,3 (3-54)	0,43
¿Crees que la IA reemplazará al oftalmólogo en el futuro?	20,4 ± 12,3 (3-45)	23,0 ± 12,7 (2-54)	0,21

rencia encontrada no fue estadísticamente significativa (tabla 1).

Discusión

Los resultados de este estudio piloto ofrecen una mirada valiosa sobre la percepción que tiene una muestra de los oftalmólogos argentinos respecto de la innovación en su especialidad. La elección mayoritaria de tecnologías como las lentes intraoculares, la facoemulsificación, la OCT y el excímer láser como que son las innovaciones más relevantes de los últimos 50 años es coherente con la literatura científica, tal como indicaron Redd y colaboradores, quienes destacan estos avances como transformadores en la práctica clínica oftalmológica². Estas tecnologías no solo han elevado los estándares quirúrgicos y diagnósticos sino que también han contribuido significativamente a mejorar la calidad visual y la independencia del paciente.

En cuanto al futuro, el predominio de respuestas que señalan a la IA y a la cirugía robótica como las innovaciones más relevantes refleja una tendencia global hacia la automatización, la personalización del tratamiento y el análisis de grandes volúmenes de datos. En los trabajos de Sonmez y colaboradores y en el de Olawade y colaboradores se remarca cómo la IA generativa del presente está revolucionando la oftalmología en aspectos de diagnóstico de manera transversal, introduciéndose en los diferentes equipos a la hora de analizar datos y devolviendo a los usuarios información de utilidad para tomar decisiones³⁻⁴. Cuando se traslada esto al ámbito quirúrgico es algo fundamental para que realmente los sistemas robóticos “cobren vida” vol-

viéndose inteligentes. En realidad se trata de sistemas que pueden percibir cada vez mejor una situación quirúrgica y responder con actos de gran precisión en los momentos indicados⁵⁻⁶.

Al analizar las respuestas a una de las preguntas de nuestro breve cuestionario —“¿cree usted que la IA lo reemplazará en el futuro?”— encontramos que casi el 36% de los participantes opina que sí, de forma total (7 médicos) y sí sólo en tareas específicas (17 médicos). Confeccionamos un cuestionario breve para un estudio piloto con el objetivo de que se considere su profundización a futuro con el fin de evaluar cómo podrá evolucionar la opinión de los oftalmólogos sobre las innovaciones en oftalmología y la inteligencia artificial en los próximos años.

En nuestro estudio se evaluó una pequeña muestra de la población de oftalmólogos que ejercen en la Argentina, que estimamos serán alrededor de 7.500 y esto es una limitación para extrapolar resultados, pero el presente estudio nos permite comenzar a explorar el tema y la implicancia que podría tener en nuestra profesión. Asimismo, un potencial sesgo o prejuicio podría ser el de la edad o los años de ejercicio en relación con sus respuestas relacionadas con la tecnología. En nuestro estudio decidimos plantear los años de ejercicio como dato indirecto de etapa generacional del médico y no la edad, ya que podría coincidir la edad con el tiempo de ejercicio en la profesión. Nos interesaba el tiempo de ejercicio en ella para conocer la historia del médico en relación con la historia de la innovación en la oftalmología en los últimos 50 años y cómo esto podría haber o no impactado en la propia percepción del profesional. Sin embargo, encontramos que los años de ejercicio no fueron un motivo de diferen-

cia a la hora de opinar sobre la IA, siendo éste otro dato más de cómo en el presente la IA está avanzando y revolucionando nuestro ámbito de manera transgeneracional.

Haciendo otra interpretación de nuestros resultados —aunque encontramos que más de la mitad de los participantes ya utiliza herramientas basadas en IA—, la mayoría considera que esta tecnología no reemplazará al profesional humano sino que funcionará como una herramienta de apoyo. Este hallazgo es relevante, ya que refuerza la visión de que la inteligencia artificial, aunque poderosa, aún necesita del juicio clínico para su implementación segura y ética, al menos hasta el momento en el que se terminó de redactar el estudio.

Respecto de más limitaciones de esta investigación, no se indagó en muchos detalles en relación con los participantes, habiendo aceptado respuestas de una población potencialmente heterogénea que sólo compartía el hecho de ser oftalmólogo y ejercer en la Argentina. Conocer más datos de los participantes podría permitir en futuros estudios un análisis estadístico multivariado, aportando mucha más información para interpretar. Asimismo, se debería indagar acerca del conocimiento que tiene la población de oftalmólogos de otros grandes avances como la medicina de precisión⁷⁻⁸, las terapias genéticas⁹⁻¹⁰, ya que son también innovaciones que por la simplicidad del presente cuestionario son términos que no fueron mencionados directamente y también son áreas que están revolucionando el presente y futuro de nuestra especialidad.

Conclusiones

La facoemulsificación, las LIO, el OCT y el excímer láser resultaron las innovaciones mencionadas como más relevantes en los últimos 50 años por una muestra de oftalmólogos argentinos. Más de la mitad de ellos utilizan la IA de alguna forma y se percibe un futuro liderado por robots e IA, donde casi el 36% de los participantes cree que serán reemplazados total o parcialmente.

Referencias

1. Kelly S, De Icaza M. *La innovación y la salud: cómo los macrodatos, la inteligencia artificial y otras tecnologías están cambiando la atención sanitaria* [en línea]. 12ª. ed. [Ginebra]: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO), 2019. Disponible en: https://www.wipo.int/global_innovation_index/es/2019/health_ai_bigdata.html.
2. Redd TK, Al-Khaled T, Paul Chan RV, Campbell JP; American Academy of Ophthalmology Task Force on Academic Global Ophthalmology; American Academy of Ophthalmology Task Force on Academic Global Ophthalmology. Technology and innovation in global ophthalmology: the past, the potential, and a path forward. *Int Ophthalmol Clin* 2023; 63(1): 25-32. doi:10.1097/IIO.0000000000000450.
3. Sonmez SC, Sevgi M, Antaki F, Huemer J, Keane PA. Generative artificial intelligence in ophthalmology: current innovations, future applications and challenges. *Br J Ophthalmol* 2024; 108(10): 1335-1340. doi:10.1136/bjo-2024-325458.
4. Olawade DB, Weerasinghe K, Mathugamage MDDE *et al.* Enhancing ophthalmic diagnosis and treatment with artificial intelligence. *Medicina (Kaunas)* 2025; 61(3): 433. doi:10.3390/medicina61030433.
5. Foust J, McCloud M, Narawane A *et al.* New directions for ophthalmic OCT: handhelds, surgery, and robotics. *Transl Vis Sci Technol* 2025; 14(1): 14. doi:10.1167/tvst.14.1.14.
6. Mi H, MacLaren RE, Cehajic-Kapetanovic J. Robotising vitreoretinal surgeries. *Eye (Lond)* 2025; 39(4): 673-682. doi:10.1038/s41433-024-03149-3.
7. Straatsma BR. Precision medicine and clinical ophthalmology. *Indian J Ophthalmol* 2018; 66(10): 1389-1390. doi:10.4103/ijo.IJO_1459_18.
8. Zhang P, Xu Z. The advancements in precision medicine for Leber congenital amaurosis: breakthroughs from genetic diagnosis

to therapy. *Surv Ophthalmol*. Published online April 29, 2025. doi:10.1016/j.survophthal.2025.04.005.

9. Murphy R, Martin KR. Genetic engineering and the eye. *Eye (Lond)* 2025; 39(1): 57-68. doi:10.1038/s41433-024-03441-2.

10. Biber J, Gandor C, Becirovic E, Michalakis S. Retina-directed gene therapy: achievements and remaining challenges. *Pharmacol Ther* 2025; 271: 108862. doi:10.1016/j.pharmthera.2025.108862.

TRATAS 1 AMEBA: desarrollo de un sistema de puntaje para el diagnóstico de queratitis amebiana

Alejo Martínez Peterlin, Virginia Mascazzini, Elsa Ferella, Joaquín Rodríguez, María Cecilia Defeo, Liliana Abuin, Andrea Valeiras

Departamento de Córnea y Superficie Ocular, HIGA Prof. Dr. Rodolfo Rossi, La Plata (Buenos Aires), Argentina.

Recibido: 2 de mayo de 2025.

Aprobado: 29 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dr. Alejo Martínez Peterlin

Departamento de Córnea y Superficie Ocular

HIGA Prof. Dr. Rodolfo Rossi

(B1902 AVG) La Plata, Buenos Aires

Argentina.

alejo.martinezp@hotmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e185-e194.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.422>

Resumen

Objetivo: Desarrollar una herramienta que establezca un puntaje que permita establecer el diagnóstico presuntivo de queratitis amebiana, considerando los factores de riesgo identificados por publicaciones científicas hasta el presente.

Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre queratitis amebianas y factores de riesgo que incluyó revisiones sistemáticas y narrativas de los años 2024 y 2025. También se incluyeron estudios clínicos epidemiológicos no mencionados en las revisiones publicados desde el año 2000. Se identificaron todos los principales factores de riesgo y se utilizó un sistema para otorgar puntaje en base a la cantidad de trabajos que menciona cada factor de riesgo considerando también las potenciales prevalencias informadas.

Resultados: Se incluyeron cinco estudios de 2024 y 2025 (revisiones sistemáticas y narrativas) y once estudios publicados entre 2006 y 2023. Se identificaron en 32 factores de riesgo diferentes, donde 18 estaban relacionados con antecedentes o características epidemiológicas y 14 eran factores de riesgo asociados a características clínicas. El puntaje total contabilizando los 32 factores de riesgo fue de 72. El segmento de antecedentes representó la mayoría del puntaje (61,1%), liderados por el uso de lentes de contacto.

Conclusión: Se desarrolló un sistema de puntaje clínico para establecer un diagnóstico presuntivo de queratitis amebianas que surge de las evidencias clínicas publicadas hasta el presente. El antecedente clínico del uso de lentes de contacto es uno de los principales y de su aspecto clínico, el infiltrado en anillo, es el que mayor puntaje otorga para sospechar esta patología.

Palabras clave: queratitis amebiana, *Acanthamoeba*, queratitis infecciosas.

TRATAS 1 AMEBA: development of a scoring system for the diagnosis of amoebic keratitis

Abstract

Objective: To develop a scoring system to establish a presumptive diagnosis of amoebic keratitis, considering the risk factors identified by scientific publications to date.

Methods: A literature search on amoebic keratitis and risk factors was performed, including systematic reviews and narratives from the years 2024 and 2025. Clinical, epidemiologic studies not mentioned in the reviews, published since 2000, were also included. All major risk factors were identified and a scoring system was used, based on the number of papers mentioning each risk factor, also considering the potential prevalences reported.

Results: Five studies from 2024 and 2025 (systematic reviews and narrative) and eleven studies published between 2006 and 2023 were included. Thirty-two different risk factors were identified, where 18 were related to history or epidemiological characteristics and 14 were risk factors associated with clinical characteristics. The total score accounting for the 32 risk factors was 72. The history segment accounted for the majority of the score (61.1%), led by the use of contact lenses.

Conclusion: A clinical scoring system was developed to establish a presumptive diagnosis of amoebic keratitis, based on the clinical evidence published to date. The clinical history of contact lens use is one of the main factors and from its clinical aspect, the ring infiltrate is the one that gives the highest score to suspect this pathology.

Keywords: amoebic keratitis, *Acanthamoeba*, infectious keratitis.

TRATAS 1 AMEBA: desenvolvimento de um sistema de pontuação para o diagnóstico de ceratite amebiana

Resumo

Objetivo: Desenvolver um instrumento de pontuação que permita o diagnóstico presuntivo de ceratite ame-

biana, considerando os fatores de risco identificados pelas publicações científicas até o momento.

Materiais e métodos: Foi realizada uma busca bibliográfica sobre ceratite amebiana e fatores de risco, incluindo revisões sistemáticas e narrativas dos anos de 2024 e 2025. Também foram incluídos estudos clínicos e epidemiológicos não mencionados nas revisões publicadas desde 2000. Todos os principais fatores de risco foram identificados e um sistema foi utilizado para atribuir pontuações com base no número de artigos que mencionam cada fator de risco, considerando também as potenciais prevalências relatadas.

Resultados: Foram incluídos cinco estudos de 2024 e 2025 (revisões sistemáticas e narrativas) e onze estudos publicados entre 2006 e 2023. Trinta e dois fatores de risco diferentes foram identificados, dos quais 18 estavam relacionados ao histórico médico ou características epidemiológicas, e 14 eram fatores de risco associados a características clínicas. A pontuação total para todos os 32 fatores de risco foi de 72. O segmento de histórico médico foi responsável pela maior parte da pontuação (61,1%), liderado pelo uso de lentes de contato.

Conclusão: Foi desenvolvido um sistema de pontuação clínica para estabelecer um diagnóstico presuntivo de ceratite amebiana com base nas evidências clínicas publicadas até o momento. A história clínica de uso de lentes de contato é um dos principais fatores e, de sua aparência clínica, o infiltrado em anel é o que fornece a pontuação mais alta para a suspeita dessa patologia.

Palavras-chave: ceratite amebiana, *Acanthamoeba*, ceratite infecciosa.

Introducción

La queratitis amebiana es una infección corneal causada por el protozoo de vida libre *Acanthamoeba* sp. que puede llevar a una severa afectación de la visión¹⁻². En sus factores predisponentes encontramos que el uso de lentes de contacto (LC) —principalmente las blandas, ante malas condiciones de higiene— es uno de los más importantes¹, aunque también hay otros contextos y situaciones como aguas estancadas que puedan tener al patógeno, como las que se pueden encontrar en lagunas, piscinas o incluso reservorios de agua domiciliaria³.

La principal dificultad que se encuentra al momento del diagnóstico se debe a que presenta similitudes con otros tipos de queratitis como lo son las herpéticas, bacterianas y fúngicas, lo que en ocasiones lleva a un diagnóstico tardío donde la evolución de la patología deriva en un pronóstico reservado, que a veces termina en un trasplante de córnea⁴⁻⁶.

Ante esta situación, nuestro objetivo ha sido desarrollar una herramienta que establezca un puntaje o *score* clínico que permita establecer un diagnóstico presuntivo de queratitis amebiana para comenzar un tratamiento empírico antiparasitario oportuno que tienda a mitigar mayores complicaciones futuras.

Materiales y métodos

Se diseñó un estudio destinado a evaluar la evidencia científica disponible (publicaciones científicas publicadas en PubMed) que permitiera identificar todos los factores de riesgo conocidos hasta mayo 2025 sobre queratitis amebiana. Este estudio fue evaluado por el servicio de docencia e investigación, Servicio de Oftalmología del HIGA Prof. Dr. Rodolfo Rossi (La Plata, Buenos Aires, Argentina). Por su característica no fue necesaria la evaluación por un comité de bioética. Los médicos participantes igualmente se comprometieron en desarrollarlo acorde con la normativa establecida en la declaración de Helsinki.

Se realizó en primer término una búsqueda bibliográfica donde se incluyeron sólo publicaciones que fueran revisiones sistemáticas/meta-análisis y revisiones narrativas de los años 2024 y 2025, en inglés o español, relacionadas con el tema queratitis amebianas y factores de riesgo. Se incluyeron de forma secundaria estudios clínicos prospectivos que analizaron factores de riesgo de queratitis amebianas que no estuvieran ingresados en las revisiones de 2024 y 2025, publicados a partir del año 2000. Se excluyeron trabajos con cualquier otro tipo de diseño de estudio (reportes de casos, estudios de casos y series, estudios experimentales) y aquellos que estuvieran en otros idiomas.

Se eliminaron artículos repetidos y posteriormente cada trabajo fue revisado con la finalidad de

identificar y enumerar todos los potenciales factores de riesgo de queratitis amebiana que hubieran sido mencionados. Se dividieron en los dos siguientes grupos: A) factores de riesgo epidemiológico-demográficos y B) factores de riesgo clínicos.

Para analizar el potencial “peso” de cada factor de riesgo encontrado en las publicaciones se evaluó por un lado cuántos del total de los estudios evaluados los nombraban. Para otorgar un puntaje a esto, se le asignó 1, 2 o 3 puntos como se explica a continuación. Por ejemplo, 1 punto ante 7 a 10 apariciones, 2 puntos ante 1 a 13 apariciones, 3 puntos ante 14 a 16 apariciones. Pero si en el trabajo, además de mencionar el factor de riesgo se expresaba su prevalencia, se sumaba de 1 a 4 puntos según el siguiente rango de valores informados en el trabajo: de 0 a 25% = 1 punto; de 26% a 50% 2 puntos; de 51% a 75% 3 puntos y de 76% a 100% = 4 puntos. En la tabla 1 se resume la metodología utilizada para la asignación del puntaje total.

En base a información revisada, los factores de riesgo identificados para queratitis amebiana se dispusieron en una hoja de cálculos, enumerándolos en la primera columna y ordenándolos en filas secuenciales. En las columnas consecutivas se identificaron a los diferentes estudios y se fueron procesando los datos para identificar la cantidad de estudios que nombraban al factor de riesgo y sus potenciales prevalencias. En las últimas tres columnas se agregaron los resultados de los puntajes parciales y totales para cada factor de riesgo, para finalmente realizar la sumatoria de los puntajes para los factores de riesgo relacionados con los antecedentes y aspectos epidemiológicos, como para los factores de riesgo de las características clínicas. Finalmente, se realizó la suma puntaje total. Consideramos que a partir de un tercio (33,3%) del puntaje total obtenido se alcanza el puntaje mínimo para poder sopesar el diagnóstico presuntivo de queratitis amebiana. Asimismo, se realizó un análisis descriptivo para identificar los factores de riesgo que mayor puntaje obtenían.

Resultados

Se identificaron tres revisiones sistemáticas publicadas recientemente en 2025⁷⁻⁹ y dos revi-

Tabla 1. Método para asignar puntaje de relevancia a los factores de riesgo de queratitis amebianas (trabajos evaluados n=16).

Cantidad de trabajos que lo mencionan	Puntos asignados	Puntos asignados	Porcentaje de prevalencia informado
1 a 6 trabajos	0	—	—
7 a 10 trabajos	1	1	0 a 25%
11 a 13 trabajos	2	2	26 a 50%
14 a 16 trabajos	3	3	51 a 75%
—	—	4	76 a 100%

siones narrativas publicadas en 2024¹⁰⁻¹¹. Además, se incluyeron y revisaron 11 estudios publicados entre 2006 y 2023^{2, 4, 6, 12-19} cuyos datos no estaban incluidos en alguna de las cinco revisiones de 2024 y 2025. Finalmente, los 16 artículos se procesaron para identificar factores de riesgo de queratitis amebianas.

En total se identificaron 32 factores de riesgo diferentes, donde 18 (56,5%) estaban relacionados con antecedentes o características epidemiológicas de la población y 14 (43,5%) eran factores de riesgo asociados a las características clínicas de las queratitis amebianas. En la tabla 2 se presentan todos los factores de riesgo y los puntajes obtenidos de acuerdo con la cantidad de trabajos que los mencionaron y con las prevalencias mencionadas. Se observa también que el puntaje total contabilizando los 32 factores de riesgo fue de 72 puntos, donde el segmento A de información correspondiente a los antecedentes o características epidemiológicas representaron la mayoría del puntaje (44 puntos: 61,1% del total).

En la figura 1 se observan sólo los factores de riesgo relacionados con los antecedentes y características epidemiológicas; en la figura 2, los factores de riesgo relacionados con las características clínicas; y en la figura 3 se presentan todos los factores de riesgo mezclados, pero ordenados de acuerdo con el puntaje correspondiente a cada uno. Se observa allí que el uso de lente de contacto en general resultó con el puntaje más alto (7 puntos) representando casi el 9,7% del valor del puntaje total (72), seguido en segundo lugar por el antecedente de diagnóstico presuntivo de queratitis bacteriana (6). A continuación aparecen fac-

tores de riesgo relacionados con el aspecto clínico (infiltrado en anillo, perineuritis radial) seguidos del uso previo de corticoides, uso de LC blandas, lesiones multifocales, afectación unilateral, todos con valores mayores a 5 puntos. Esto se aprecia con mayor detalle en la figura 4, donde se seleccionaron sólo los 10 antecedentes y características clínicas que superaban los 5 puntos, encontrando que en total contabilizan 55 puntos, lo que representa casi el 76,4% del total del puntaje.

Ante estos datos, considerando un puntaje total de 72 puntos, estimamos que 25 es el valor mínimo (un tercio del total del puntaje) para establecer que un caso tiene factores de riesgo suficientes como para realizar el diagnóstico presuntivo basado en evidencias y justificar el comienzo del tratamiento.

Discusión

Las queratitis amebianas son una infección grave y crónica de la córnea que puede llevar no solo al compromiso de esta última sino la afección de otras estructuras oculares y perioculares (uveítis, escleritis, dacrioadenitis) dejando secuelas como catarata y glaucoma secundario²⁰. Los usuarios de lente de contacto —en particular aquellos de lentes blandas y los que carecen de pautas estrictas de higiene— se presentan como la población más afectada por la queratitis amebiana⁶⁻⁸.

El cuadro clínico es no solamente muy variado sino que además es sumamente desafiante la distinción entre otros tipos de queratitis como la herpética (en sus formas epitelial, estromal y endotelial), bacteriana, fúngica y adenovírica^{5,9-10}.

Tabla 2. Listado de factores de riesgo de queratitis amebianas encontrados en las revisiones sistemáticas y revisiones narrativas publicadas entre 2024 y 2025.

Antecedentes y aspectos epidemiológicos	Cantidad de trabajos que lo mencionan	PP	Porcentajes de prevalencias reportados	PP	PT
A. Antecedentes y aspectos epidemiológicos					
Edad	5	0			0
Sexo	5	0			0
Trauma ocular previo	11	2	17,5%-50%	2	4
Uso de lente de contacto en general	15	3	68,2%-90%	4	7
Uso de lente de contacto blanda	8	1	63,5%-90%	4	5
Uso de lente de contacto RGP	5	0	7%-19%	0	0
Dormir con lente de contacto; ortoqueratología	3	0	23,8%	1	1
Bañarse, nadar, lavar con agua lente de contacto (mala higiene de lente de contacto)	18	3	39,7%	2	5
Cirugía corneal previa	2	0	6,34%	1	1
Ectasia	1	0	4,76%	1	1
Ojo seco	21	0	3,17%	1	1
Inmunocompromiso sistémico o local	3	0	9,5%	1	1
Antecedente de diagnóstico previo de queratitis herpética	14	3	41,3%-72,2%	3	6
Antecedente de diagnóstico previo de queratitis bacteriana	13	2	4%-85,2%	4	6
Uso previo de corticoides	8	1	46,9%-85,2%	4	5
Antecedente de cultivo negativo para bacteria	2	0			0
Tiempo hasta sospecha de diagnóstico*	7	1			1
Antecedentes de no mejora con antivirales y/o antibióticos tópicos	2	0			0
<i>Suma de puntaje parcial</i>					44
B. Características clínicas					
Unilateral	7	1	89%-96%	4	5
Disminución de agudeza visual	7	1			1
Dolor desproporcionado	9	1			1
Anestesia	4	0			0
Ojo rojo	35	0			0
Queratitis central	1	0			0
Perineuritis radial	12	2	2,5%-63%	3	5

Infiltrado en anillo	13	2	15%-82%	4	6
Opacidad (haze) corneal	1	0			0
Lesiones multifocales	7	1	90%-100%	4	5
Edema palpebral	1	0			0
Progreso lento	2	0			0
Pseudodendritas	11	2			2
Epiteliopatía difusa (epitelio grisáceo, infiltrados subepiteliales)	8	1	50%	2	3
<i>Suma de puntaje parcial</i>					28
Suma de puntaje total					72

PP: puntaje parcial. PT puntaje total. RGP: rígidas gas permeable.

* Para el factor "tiempo", el resultado encontrado fue de entre 21 días a 6,8 meses.

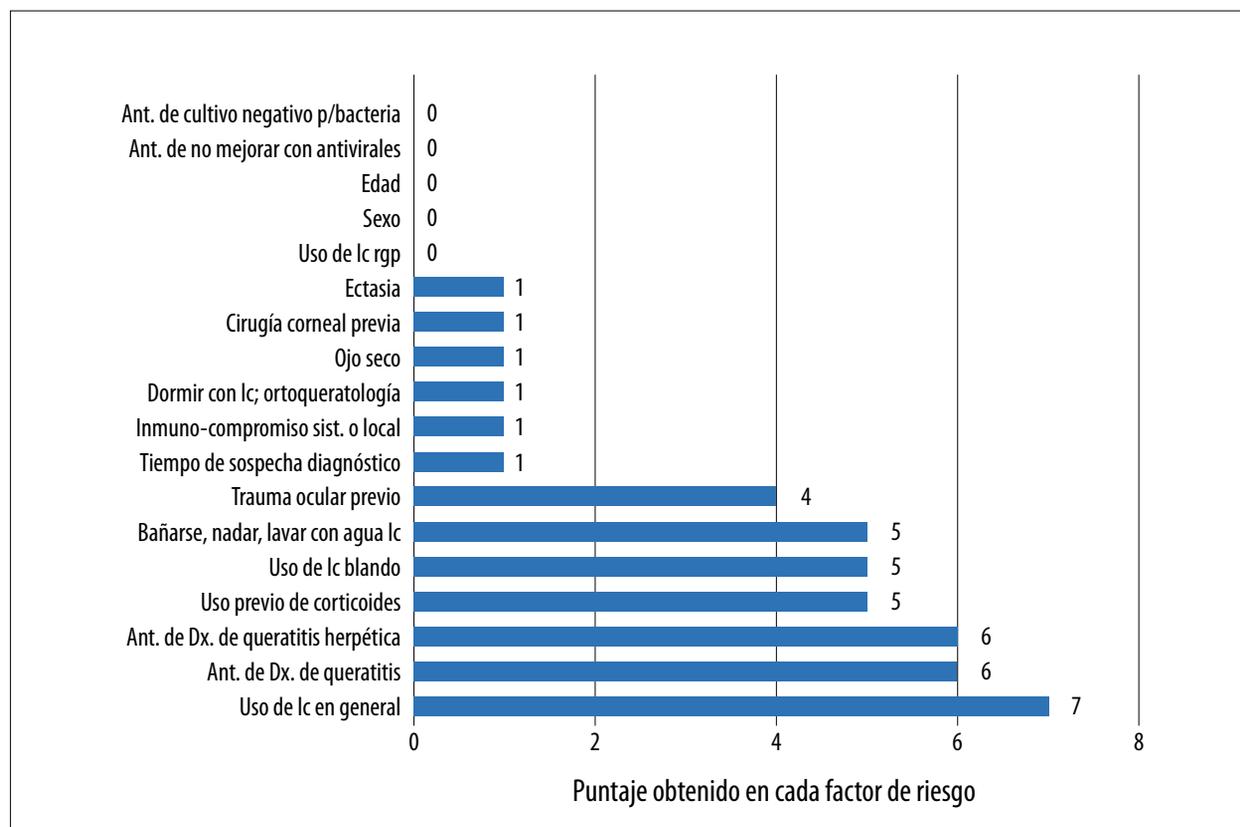


Figura 1. Puntajes obtenidos en los factores de riesgo de queratitis amebiana identificados en las publicaciones, relacionados con antecedentes y aspectos epidemiológicos de la población.

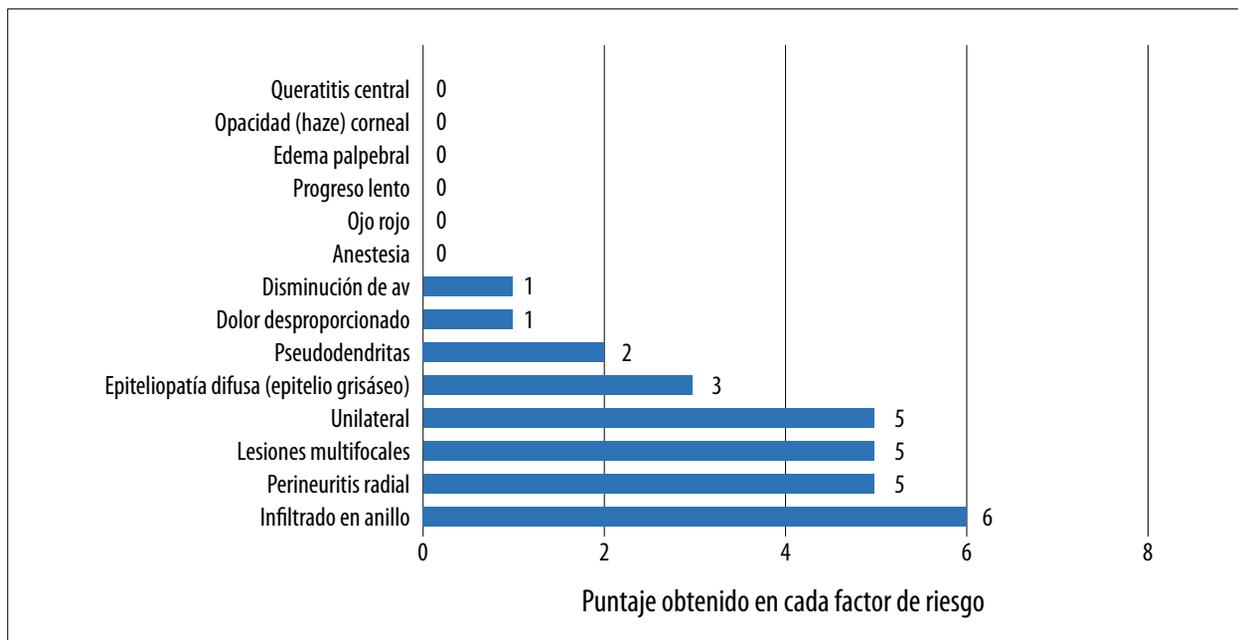


Figura 2. Puntajes obtenidos en los factores de riesgo de queratitis amebiana identificados en las publicaciones, relacionados con características clínicas oculares.

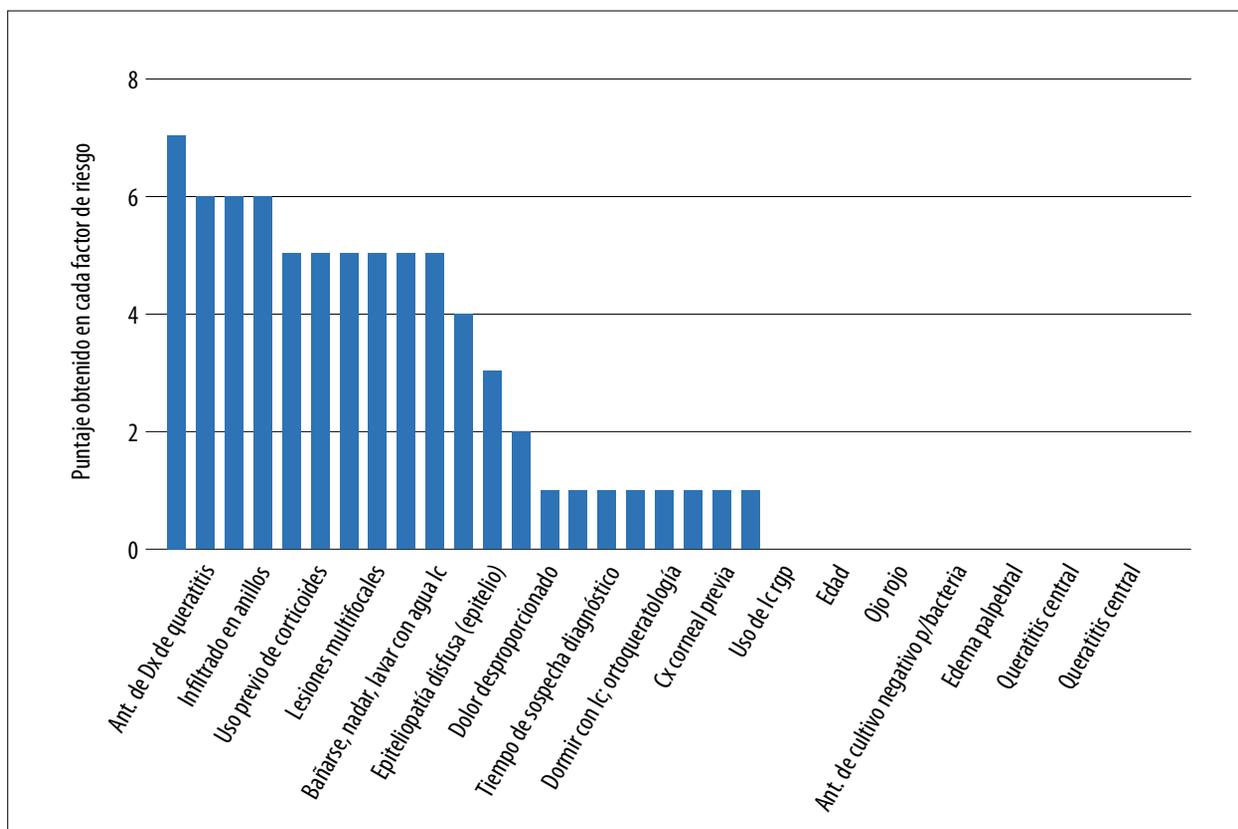


Figura 3. Puntajes obtenidos considerando la totalidad de los factores de riesgo de queratitis amebiana identificados en las publicaciones científicas.

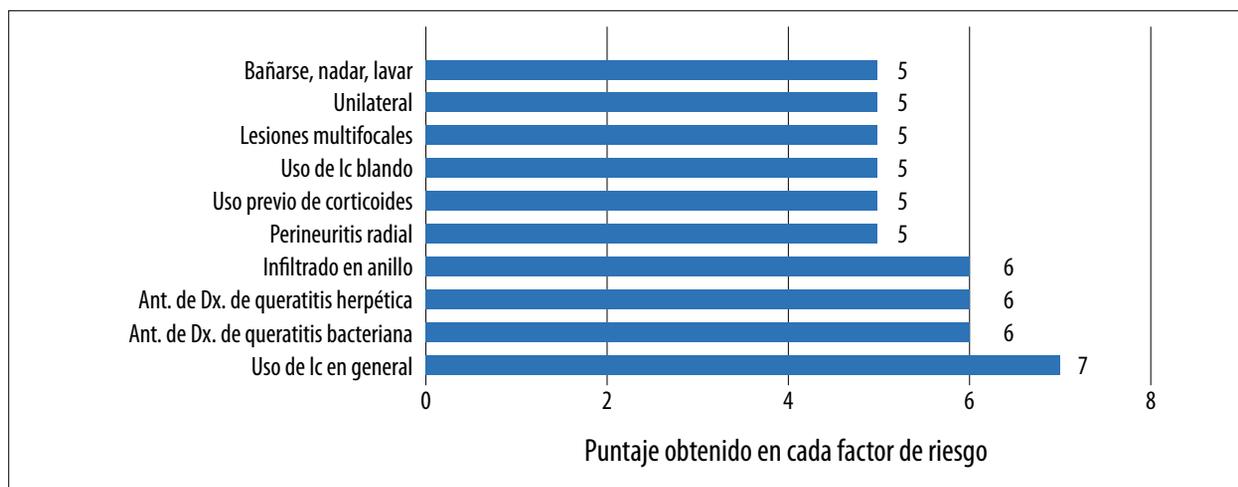


Figura 4. Puntajes obtenidos en los factores de riesgo de queratitis amebiana relacionados con características clínicas oftalmológicas que tenían un puntaje mayor de 5.

Dentro de los aspectos clínicos más frecuentes en la primera consulta se encuentra la disminución de agudeza visual, dolor desproporcionado a los signos clínicos, inyección periquerática, queratitis puntiforme, epitelopatía sucia (caracterizada por epitelio grisáceo, pseudodendritas, infiltrados subepiteliales) y la característica perineuritis radial. En etapas avanzadas se puede encontrar además la forma de anillo inmunitario de Weiss¹¹.

Existen distintas clasificaciones clínicas en base a la evolución del cuadro. La más utilizada es la acuñada por Tu *et al.* que la distingue en 5 grupos: epitelitis, epitelitis con queratoneuritis, queratitis estromal anterior, queratitis estromal profunda y formación de anillo inmunitario¹⁴. Otra clasificación es la de Carnt, que la distingue en tres estadios: epitelopatía, epitelopatía más infiltrados perineurales o estromales más 1 o más defectos epiteliales, y anillo inmunitario asociado a uno o más hallazgos del estadio 2¹⁷.

Para el diagnóstico fehaciente de la queratitis amebiana, los distintos trabajos indican el cultivo, la microscopia confocal y la reacción en cadena de polimerasa (PCR) como métodos útiles¹⁰. En la Argentina, y sobre todo en población hospitalaria, la realización de las últimas dos se torna dificultoso no solo por el costo sino también por carecer de los equipos y especialistas necesarios para su utilización correcta. El cultivo, que es la herramienta más utilizada, también depende de microbiólogos

avezados y aun así no cuenta con positividad del 100%, y la demora hasta su resultado también se puede extender por semanas, retrasando también el comienzo del tratamiento antiamebiano^{3, 13-15}.

Muchos autores coinciden que el peor pronóstico en la queratitis amebiana proviene del diagnóstico erróneo, que conlleva a dos factores clave en la evolución: el tiempo de evolución y el uso previo de corticoides tópicos. Ambos factores contribuyen a que el especialista que arriba al diagnóstico lo haga en estadios más tardíos y que, de ser tratados aun correctamente, lleva a un pronóstico visual malo^{4, 9, 16}. De Argentina, más allá de dos revisiones muy interesantes que tratan al tema desde un aspecto teórico y no con evidencias clínicas²¹⁻²² no contamos con mucha información epidemiológica sobre queratitis amebianas y factores de riesgo, salvo por el estudio publicado por Desio *et al.* donde realizaron un estudio retrospectivo²³. Si bien ese estudio no fue específico de queratitis amebianas, realizaron un análisis de los principales factores de riesgo de queratitis infecciosas, donde el único identificado en relación a 6 casos fue el uso de lentes de contacto, algo que en la actualidad con los datos del presente estudio deseamos poner énfasis. Es interesante mencionar que si observamos la figura 1 y sumamos el puntaje total relacionado con lentes de contacto encontramos que representa el 30,5% del presente sistema de score (23 puntos de 72 puntos, incluyendo los 7 puntos del uso de LC en general,

los 5 puntos del uso de LC blandas, más 5 puntos por mala higiene en LC al lavar las lentes con agua o bañarse o nadar con LC y 1 punto por dormir con LC. Por lo tanto, podríamos interpretar que el antecedente de ser usuario de LC más cualquier otro factor de riesgo ya está casi en el score mínimo para justificar la sospecha clínica e iniciar un abordaje terapéutico para amebas.

En nuestro estudio se definió un valor >25 para el comienzo de tratamiento empírico antiparasitario, considerando que si un caso reúne al menos el 33,3% del puntaje total presenta un mínimo de indicios, tanto sea por antecedentes, epidemiología y características clínicas, como para justificar el comienzo de un tratamiento específico para queratitis amebiana aunque no se tenga la certeza diagnóstica. Se subraya que el inicio terapéutico oportuno, ponderando riesgos/beneficios, resultará ampliamente beneficioso para el paciente. Dicho valor de 25 se estableció según el cuadro típico temprano más leve, tratándose por los factores de riesgo encontrados un potencial “usuario de LC”, de “LC blandas”, con afectación “unilateral”, con “disminución de agudeza visual”, con una lesión corneal que presenta “multifocalidad”, de aspecto “epiteliopatía sucia o *dirty epithelium*). Ante este escenario, a modo de establecer una regla nemotécnica, se denominó al presente método de puntaje o *score* clínico como “TRATAS 1 AMEBA” teniendo en cuenta los principales factores de riesgo citados e involucrados: Todas las LC, Radial perineuritis, Agua para lavar LC, Trauma, Aparenta herpes o bacteria, Superficie alterada, 1 ojo-unilateral, Antes usaron corticoide, Multifocalidad, Epiteliopatía, visión Borrosa, Anillo inmunitario.

TRATAS 1 AMEBA se propone como una herramienta que permita mejorar el diagnóstico basado en evidencias de las queratitis bacterianas y que se pueda iniciar el tratamiento en momentos tempranos para evitar mayores complicaciones. Del mismo modo, a pesar de obtener un resultado positivo con el presente sistema de puntaje, se deben tomar todas las medidas diagnósticas al alcance de cada profesional a fin de buscar la confirmación microbiológica pero también considerando los distintos diagnósticos diferenciales previamente mencionados y el riesgo de coinfección que existe en estos cuadros¹⁷⁻¹⁸.

Conclusión

Se desarrolló un sistema de puntaje clínico para establecer un diagnóstico presuntivo de queratitis amebiana que surge de las evidencias clínicas publicadas hasta el presente. El antecedente clínico del uso de lentes de contacto es uno de los principales. De su aspecto clínico, el infiltrado en anillo, la perineuritis radial con una afectación multifocal y unilateral son las características que mayor puntaje otorgan para sospechar esta patología.

Si bien se plantea la utilidad de este sistema para iniciar un tratamiento empírico, también se podría tomar como un puntaje para evitar o no iniciar tratamiento con corticoides, considerando que es uno de los factores principales que llevan a un peor pronóstico en caso de tratarse de una ameba. El sistema propuesto en este trabajo deberá validarse mediante su utilización clínica y podrá mejorarse a futuro junto con el avance de nuevos métodos de diagnóstico, con la finalidad de obtener una mejoría en el manejo de los pacientes con queratitis amebianas.

Referencias

1. Zhang Y, Xu X, Wei Z, Cao K, Zhang Z, Liang Q. The global epidemiology and clinical diagnosis of *Acanthamoeba* keratitis. *J Infect Public Health* 2023; 16(6): 841-852. doi:10.1016/j.jiph.2023.03.020.
2. Stapleton F. The epidemiology of infectious keratitis. *Ocul Surf* 2023; 28: 351-363. doi:10.1016/j.jtos.2021.08.007.
3. Ren K, Xue Y, Rønn R *et al.* Dynamics and determinants of amoeba community, occurrence and abundance in subtropical reservoirs and rivers. *Water Res* 2018; 146: 177-186. doi:10.1016/j.watres.2018.09.011.
4. Maycock NJ, Jayaswal R. Update on *Acanthamoeba* keratitis: diagnosis, treatment, and outcomes. *Cornea* 2016; 35(5): 713-720. doi:10.1097/ICO.0000000000000804.
5. Przybek-Skrzypecka J, Skrzypecki J, Suh L, Szaflik JP. Corneal ring infiltrate: far more than *Acanthamoeba* keratitis: review of pathophysiology, morphology, differential diagnosis and mana-

- gement. *J Ophthalmic Inflamm Infect* 2023; 13(1): 55. doi:10.1186/s12348-023-00379-6.
6. Szentmáry N, Daas L, Shi L *et al*. Acanthamoeba keratitis: clinical signs, differential diagnosis and treatment. *J Curr Ophthalmol* 2018; 31(1): 16-23. doi:10.1016/j.joco.2018.09.008.
 7. Aiello F, Gallo Afflitto G, Ceccarelli F *et al*. Perspectives on the incidence of Acanthamoeba keratitis: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2025; 132(2): 206-218. doi:10.1016/j.ophtha.2024.08.003.
 8. Marques-Couto P, Monteiro M, Ferreira AM, Pinheiro-Costa J, Vilares-Morgado R. Acanthamoeba keratitis management and prognostic factors: a systematic review. *J Clin Med* 2025; 14(7): 2528. doi:10.3390/jcm14072528.
 9. Papa V, Bodicoat DH, Duarte AA, Dart JKG, De Francesco M. The natural history of acanthamoeba keratitis: a systematic literature review. *Ophthalmol Ther*. Published online May 5, 2025. doi:10.1007/s40123-025-01152-9.
 10. Petrillo F, Tortori A, Vallino V *et al*. Understanding Acanthamoeba keratitis: an in-depth review of a sight-threatening eye infection. *Microorganisms* 2024; 12(4): 758. doi:10.3390/microorganisms12040758.
 11. Raghavan A, Rammohan R. Acanthamoeba keratitis: a review. *Indian J Ophthalmol* 2024; 72(4): 473-482. doi:10.4103/IJO.IJO_2627_23.
 12. Parmar DN, Awwad ST, Petroll WM, Bowman RW, McCulley JP, Cavanagh HD. Tandem scanning confocal corneal microscopy in the diagnosis of suspected acanthamoeba keratitis. *Ophthalmology* 2006; 113(4): 538-547. doi:10.1016/j.ophtha.2005.12.022.
 13. Awwad ST, Petroll WM, McCulley JP, Cavanagh HD. Updates in Acanthamoeba keratitis. *Eye Contact Lens* 2007; 33(1): 1-8. doi:10.1097/ICL.0b013e31802b64c1.
 14. Tu EY, Joslin CE, Sugar J, Shoff ME, Booton GC. Prognostic factors affecting visual outcome in Acanthamoeba keratitis. *Ophthalmology* 2008; 115(11): 1998-2003. doi:10.1016/j.ophtha.2008.04.038.
 15. Boggild AK, Martin DS, Lee TY, Yu B, Low DE. Laboratory diagnosis of amoebic keratitis: comparison of four diagnostic methods for different types of clinical specimens. *J Clin Microbiol* 2009; 47(5): 1314-1318. doi:10.1128/JCM.00173-09.
 16. Lorenzo-Morales J, Khan NA, Walochnik J. An update on Acanthamoeba keratitis: diagnosis, pathogenesis and treatment. *Parasite* 2015; 22: 10. doi:10.1051/parasite/2015010.
 17. Carnt N, Robaei D, Minassian DC, Dart JKG. Acanthamoeba keratitis in 194 patients: risk factors for bad outcomes and severe inflammatory complications. *Br J Ophthalmol* 2018; 102(10): 1431-1435. doi:10.1136/bjophthalmol-2017-310806.
 18. Fanselow N, Sirajuddin N, Yin XT, Huang AJW, Stuart PM. Acanthamoeba keratitis, pathology, diagnosis and treatment. *Pathogens* 2021; 10(3): 323. doi:10.3390/pathogens10030323.
 19. Shareef O, Shareef S, Saeed HN. New frontiers in Acanthamoeba keratitis diagnosis and management. *Biology (Basel)* 2023; 12(12): 1489. doi:10.3390/biology12121489.
 20. Posarelli M, Passaro ML, Avolio FC, Costagliola C, Semeraro F, Romano V. The incidence of severe complications in acanthamoeba keratitis: qualitative and quantitative systematic assessment. *Surv Ophthalmol* 2024; 69(5): 769-778. doi:10.1016/j.survophthal.2024.06.001.
 21. Nicola F. Queratitis infecciosa no viral: factores predisponentes, agentes etiológicos y diagnóstico de laboratorio. *Rev Argent Microbiol* 2005; 37(4): 229-239.
 22. Juárez MM, Tártara LI, Cid AG *et al*. Acanthamoeba in the eye, can the parasite hide even more? Latest developments on the disease. *Cont Lens Anterior Eye* 2018; 41(3): 245-251. doi:10.1016/j.clae.2017.12.017.
 23. Desio D, Banegas J, Albera P, Nashiro C, Minervini P, Hope S, Apestey N, Pellegrino F. Estudio retrospectivo de queratitis infecciosas durante la pandemia del coronavirus. *Oftalmol Clin Exp* 2022; 15(4): e442-e454. doi:10.70313/2718.7446.v15.n04.193

Development of a frame adaptation for myopia control spectacles

Guillermo Saracco^a, Matías Acerbi^b, Martín de Tomás^c, Gabriel Martín^c, Rafael Iribarren^{c-e}

^a Saracco Optical Center, Buenos Aires, Argentina.

^b Foucault Optical Center, Buenos Aires, Argentina.

^c Novar, Miami, Estados Unidos.

^d Drs. Iribarren Eye Consultants, Buenos Aires, Argentina.

^e Retina Foundation, Buenos Aires, Argentina.

Received: April 4th, 2025.

Approved: May 20th, 2025.

Corresponsal author

Dr. Guillermo Saracco
Juncal 821
Buenos Aires, Argentina.
+54 (911) 5001-3054.
gsaracco19@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e195-e201.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.423>

Acknowledgments

Novar (Miami, USA) company provided de Myofix™ lenses and Usual (Buenos Aires, Argentina) provided the frames.

Financial disclosures

Martín de Tomás, Gabriel Martín and Rafael Iribarren work in Novar company. The devices tested in this work are not currently under any patent.

Abstract

Purpose: To develop a specific frame adaptation device for myopia control spectacles and conduct its first experimental test.

Methods: Two plastic devices were created, each with a central opening to align with the eye. These are used in front of spectacle frames to verify that the optical treatment zone is correctly positioned. One device adheres directly to the frame and can be easily removed; the other one is handheld and used to test the centering of the 33 mm annular treatment zone. Both devices were tested on a voluntary myopic female subject to evaluate alignment and positioning of optical treatment areas using Myofix™ peripheral plus defocus lenses (developed by Novar, Argentina), which feature a 9 mm central distance vision zone and a peripheral full-diameter treatment zone.

Results: Five different frames were evaluated. The pupil's position was determined for each frame. With the devices centered on the pupil, the four frame edges (nasal, superior, temporal, and inferior) were assessed for inclusion of the treatment area. Proper centering ensured accurate evaluation of lens alignment. Only two of the five frames allowed full inclusion of the treatment zone within the frame boundaries. For optimal calibration during lens

blocking, the devices must be centered as precisely as possible.

Conclusion: Two simple and practical devices were developed to aid in the centering of defocus myopia control spectacles. These tools may be easily implemented in clinical practice in the future.

Keywords: Optical frame adaptation, spectacles centering, myopia control spectacles, myopia.

Desarrollo de una montura de adaptación para las gafas de control de la miopía

Resumen

Objetivo: Desarrollar un dispositivo de adaptación de montura específico para gafas de control de la miopía y realizar su primera prueba experimental.

Materiales y métodos: Se diseñaron dos dispositivos plásticos con una abertura central para alinear con el ojo, utilizados frente a las monturas para verificar que la zona óptica de tratamiento esté bien posicionada. Uno se adhiere directamente a la montura y es removible; el otro se sostiene manualmente para comprobar el centrado de la zona anular de tratamiento de 33 mm. Ambos se probaron en una paciente miope voluntaria para evaluar la alineación de zonas ópticas usando lentes Myofix® (Novar, Argentina), que poseen una zona central de 9 mm para visión lejana y una zona periférica completa de tratamiento.

Resultados: Se evaluaron cinco monturas diferentes. Se determinó la posición pupilar en cada una. Con los dispositivos centrados en la pupila se evaluaron los bordes nasal, superior, temporal e inferior para verificar la inclusión de la zona de tratamiento. El centrado adecuado permitió una evaluación precisa. Solo dos de las cinco monturas aseguraron la inclusión completa de la zona óptica dentro de los límites del armazón. Para una calibración precisa en el bloqueo de la lente, los dispositivos deben centrarse lo más exactamente posible.

Conclusiones: Se desarrollaron dos dispositivos simples y útiles para facilitar el centrado de lentes desenfocadas para control de miopía. Podrían incorporarse fácilmente en la práctica clínica en el futuro.

Palabras clave: adaptación de montura óptica, centrado de gafas, gafas de control de miopía, miopía.

Desenvolvimento de uma armadura adaptável para óculos de controle de miopia

Resumo

Objetivo: Desenvolver um dispositivo específico de adaptação de armação para óculos de controle de miopia e realizar seu primeiro teste experimental.

Materiais e métodos: Dois dispositivos plásticos com abertura central foram projetados para alinhamento com o olho e usados na frente das armações para verificar se a zona de tratamento óptico estava corretamente posicionada. Um adere diretamente à armação e é removível; o outro é segurado manualmente para verificar a centralização da zona de tratamento anular de 33 mm. Ambos foram testados em um paciente míope voluntário para avaliar o alinhamento da zona óptica usando lentes Myofix® (Novar, Argentina), que possuem uma zona central de 9 mm para visão à distância e uma zona de tratamento periférica completa.

Resultados: cinco armações diferentes foram avaliadas. A posição pupilar foi determinada em cada uma delas. Com os dispositivos centralizados na pupila, as bordas nasal, superior, temporal e inferior foram avaliadas para verificar a inclusão da zona de tratamento. A centralização adequada permitiu uma avaliação precisa. Apenas duas das cinco armações garantiram a inclusão completa da zona óptica dentro dos limites da armação. Para uma calibração precisa do bloco de lentes, os dispositivos devem ser centralizados com a maior precisão possível.

Conclusões: Dois dispositivos simples e úteis foram desenvolvidos para facilitar a centralização de lentes desfocadas para o controle da miopia. Eles poderão ser facilmente incorporados à prática clínica no futuro.

Palavras-chave: adaptação de armações ópticas, centralização de óculos, óculos para controle da miopia, miopia.

Introduction

In recent years the industry has developed many spectacles designed to arrest myopia pro-

gression¹⁻⁴. The first one to be presented as early as 2019 (published in 2020), involves a distance central area 9 mm diameter wide and a treatment area 33 mm diameter wide¹. When this design was developed, it was known that annular rings with positive add leaving a central 3 mm diameter for distance correction in contact lenses were adequate for controlling myopia progression⁵. A 9 mm diameter central hole for distance vision at the spectacle plane also resulted in arresting myopia progression in the first clinical trial of spectacles for myopia control¹. At later time it came to be known that the parafoveal zone around 6° to 12° from the ocular axis is the zone responsible for detecting growth signals in the eye⁶⁻⁷. This zone is the same that in genetic high myopia (probably involving metabolic inherited defects in the signal that governs eye growth) produces a posterior staphyloma involving the 20° diameter around the fovea, showing that it is the zone affected by excessive ocular growth⁸.

With OCT fundus photographs, our group has shown that the retinal area covered by the small lenslets in the original design falls approximately in this same annular ring around the fovea⁹⁻¹⁰ which is responsible for detecting ocular growth signals. Our team has also shown that vertex distance, which depends on the anthropometric parameters of the face and the correct election of frames, has crucial importance for making the treatment zone reach this sector of the retina¹¹.

Considering the relevance that these spectacles must be accurately centered so the treatment area falls inside the elected frame and is projected to the retinal plane, our purpose was to develop a frame adaptation specific for the Myofix™ spectacle¹², to ensure these treatment zones are correctly centered for effective myopia control.

Material and methods

An experimental set up study was developed. Two plastic devices were designed to aid in the selection, adaptation, and calibration of myopia control spectacles. These devices, used to align and verify the positioning of the optical treatment zones, were tested with the Myofix peripheral

plus add defocus lenses developed in Argentina by Novar laboratory¹². This spectacle has a central circular zone for distance correction 9 mm wide and a full peripheral defocus area with plus add. It is conceived from studies with DIMS¹ and HAL¹³ spectacles in which the treatment area involves a greater circular zone 33 mm diameter wide around the central 9 mm zone for distance vision. The plastic devices developed for this study feature a central clear area to allow visualization of the centered eye, ensuring that at least a 33 mm diameter for the treatment zone aligns properly within the frame.

These two devices were developed to help in maintaining this area in the frames with the eyes centered. The two devices are plastic made and have central zones free for looking at the centered eye and must be applied in front of the frames to check that the treatment area falls inside the frames (Fig. 1). The first device is adherent to the frame and can be easily removed. The second device can be sustained by hand to test the centering of the 33 mm annular zone for treatment area (Fig. 2).

To perform the experimental tests on a real user a young myopic female was volunteer for this study. The subject and both parents filled informed consent for the publication of her photographs. Several frames (Usual, Buenos Aires, Argentina) were tested for adaptation with these two devices until the correct one which would be aesthetical for the subject was elected for Myofix spectacles prescription and adaptation. Refractive error was measured in Drs. Iribarren Eye Consultants office (Buenos Aires, Argentina). Both subjective and objective refractions after cycloplegia with cyclopentolate were measured (two drops 5 minutes apart and after 45 minutes). The refractive examination included visual acuity assessment with full correction, intraocular pressure with Goldman tonometer, inspection of the outer eye with slit lamp and fundus observation under Schepens when the pupil was dilated. The auto-refractometry unit used for the objective refraction was a Huvitz HRK 6000 autokeratometer (Huvitz, South Korea). Frame election took place one week after the refractive examination and was

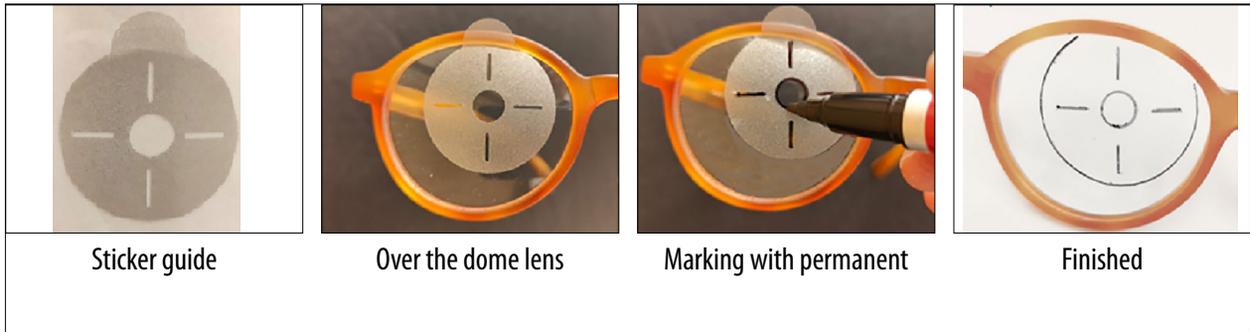


Figure 1. Device of adherent plastic attached alone to the left and attached to the frames middle, and drawn for centering to the right.

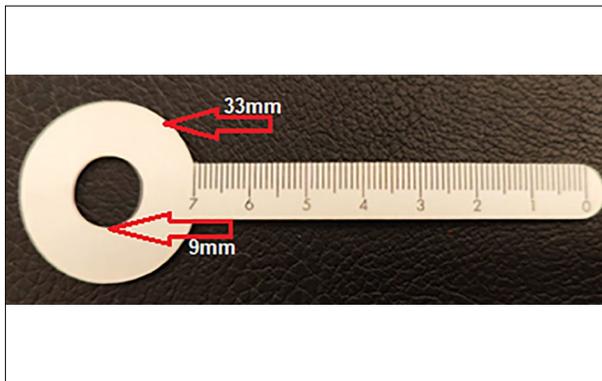


Figure 2. Second device, plastic ruler with same dimensions as device 1.

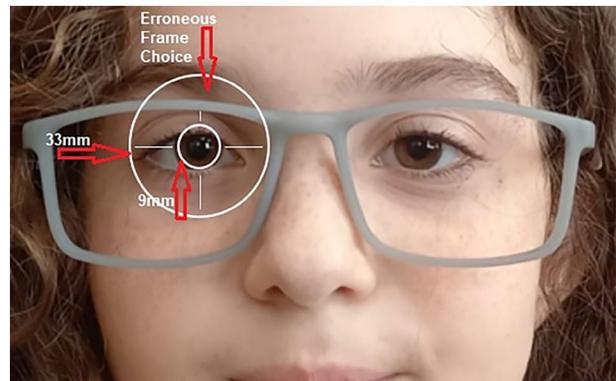


Figure 3. Projection of device placed at the center of the pupil to verify that the treatment area fits within the frame when centered.

done in Saracco Optical Lab (Buenos Aires, Argentina).

Results

The subject was an eleven year old girl with family history of high myopia in the mother line who has been under treatment with atropine 0.01% and lifestyle changing habits for 5 years. With age of onset at 6 years old, she had a first prescription -1.50 diopters in both eyes. After 5 years of treatment with atropine her refraction was both eyes -3.50 diopters. During the last year she has had bad compliance with the drops when changing from mother putting the drops to put them on her own and has progressed to -4.25 sphere both eyes. The patient uses spectacles full day so it was suggested to use myopia

control spectacles¹² (Myofix™, Novar, Miami, USA), and continue the drop treatment with good compliance.

At the optical store five different frames were tested (Figs. 3 & 4). The position of the patient's pupil was established for each frame. With the two type of devices centered in the pupil, the 4 edges of the frame (nasal, superior, temporal and inferior) could be checked for inclusion of treatment area inside the frame. By centering the pupil using the developed devices, the inclusion of the treatment area within each frame was assessed. The most appropriate frame was determined according to the image of the devices falling as much as possible in the center of the frame for accurate calibration of the block of the lens. Out of the five frames, only two ensured that the entire optical treatment zone was enclosed within the frame.

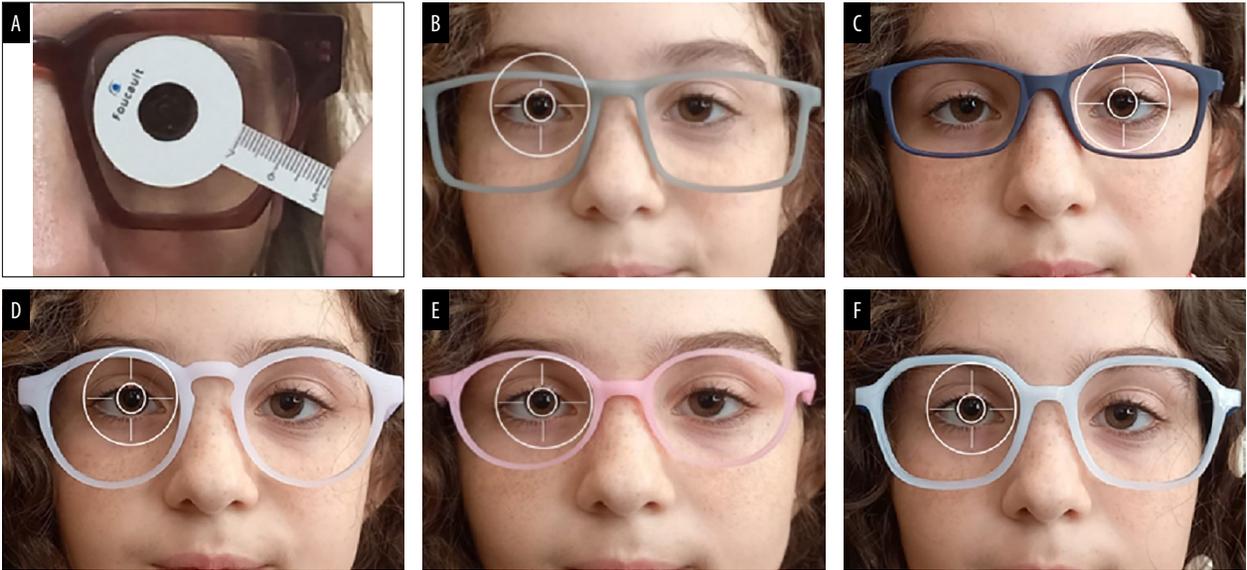


Figure 4. (A) Device II located over the frames fit in the face to check correct centering. (B-F) Different frames fit in the young girl face to test centering and aesthetics balancing for the most suitable.

Discussion

Considering myopia control spectacles designs, in order for the 33 mm optical treatment zone to be completely inside the elected frame, the distance from center of the pupil to each of the edges of the frame must be at least 16.5 mm⁷. This can be simply checked with any of the two devices developed by our research team. For effective myopia control, the 33 mm optical treatment zone must fit entirely within the selected frame¹⁴⁻¹⁵. This method ensures the lenses are accurately centered, optimizing the effectiveness of myopia control. In this study, the importance of selecting the correct frame for myopia control spectacles was highlighted, as these spectacles need precise centration to ensure their efficacy. Proper alignment of the treatment and distance zones within the frame is crucial to achieve effective myopia control. By carefully selecting frames and utilizing these calibration devices, practitioners can enhance the efficacy of myopia control spectacles, ensuring patients receive the full therapeutic benefit of the treatment.

If an inappropriate frame is selected, the 33.0 mm treatment area may not be completely encl-

sed within the frame. This misalignment can lead to uneven distribution of the optical treatment, possibly reducing its effectiveness in controlling myopia progression. This misalignment compromises the therapeutic benefit, potentially resulting in suboptimal control of myopia progression. An incorrect frame choice can also cause visual discomfort and strain. If the distance zones are not correctly centered, it may lead to issues such as blurred vision, double vision, or difficulty in focusing, which can cause discomfort for the wearer.

A poor fit in the frames and the resulting ineffective treatment can lead to dissatisfaction among patients, who may not see the expected arresting in their condition. This dissatisfaction could affect compliance with wearing the spectacles, further diminishing the benefits of the treatment. To avoid these negative outcomes, the study emphasizes the necessity of choosing frames that allow the entire 33 mm treatment zone to be correctly centered within the frame. The developed devices assist in ensuring the frame choice provides at least 16.5 mm distance from the center of the pupil to each edge of the frame, thereby optimizing the positioning of the myo-

pia control lenses. In our practice we have noticed that both devices have some application. The first handheld device helps in electing the correct frame that when centered includes the peripheral treatment zone. The second (stick-on device) is important once the lenses have been calibrated in the frames to check for correct centering when the patient comes to fetch up the spectacles. Once delivered, the stick-on device is retired from the lenses.

Conclusion

The facts addressed in the present study have seldom been considered in clinical trials with this type of spectacles, and surely may be important in real life experiences when these devices become the standard of treatment for myopia control. The development of better tools for centering should be a topic of research.

References

1. Lam CSY, Tang WC, Tse DY, Lee RPK, Chun RKM, Hasegawa K, Qi H, Hatanaka T, To CH. Defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2020; 104: 363-368. doi:10.1136/bjophthalmol-2018-313739.
2. Lupon M, Nolla C, Cardona G. New designs of spectacle lenses for the control of myopia progression: a scoping review. *J Clin Med* 2024; 13(4): 1157. doi:10.3390/jcm13041157.
3. Zhang XJ, Zaabaar E, French AN *et al.* Advances in myopia control strategies for children. *Br J Ophthalmol* 2025; 109(2): 165-176. doi:10.1136/bjo-2023-323887.
4. Li X, Huang Y, Liu C, Chang X, Cui Z, Yang Q, Drobe B, Bullimore MA, Chen H, Bao J. Myopia control efficacy of spectacle lenses with highly aspherical lenslets: results of a 5-year follow-up study. *Eye Vis (Lond)* 2025; 12: 10. doi:10.1186/s40662-025-00427-3.
5. Anstice NS, Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology* 2011; 118(6):1152-1161. doi:10.1016/j.optha.2010.10.035.
6. Panorgias A, Aigbe S, Jeong E, Otero C, Bex PJ, Vera-Diaz FA. Retinal responses to simulated optical blur using a novel dead leaves ERG stimulus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2021;62(10):1. doi:10.1167/iovs.62.10.1
7. Swiatczak B, Scholl HPN, Schaeffel F. Retinal „sweet spot“ for myopia treatment. *Sci Rep* 2024; 14(1): 26773. doi:10.1038/s41598-024-78300-x
8. Ohno-Matsui K, Wu PC, Yamashiro K, *et al.* IMI pathologic myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62(5): 5. doi:10.1167/iovs.62.5.5 [errata corrected in: *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021 Jun 1; 62(7): 17. doi: 10.1167/iovs.62.7.17].
9. de Tomas M, Szeps A, Martín G, Suarez JM, Atchison DA, Rozema JJ, Iribarren R. Retinal shadows produced by myopia control spectacles. *Ophthalmic Physiol Opt* 2024; 44(1): 214-218. doi:10.1111/opo.13228.
10. Ho A, Feng L, Rozema JJ, Atchison DA. Retinal shadows of multisegment lenses in fundus imaging. *Ophthalmic Physiol Opt* Published online May 14, 2025. doi:10.1111/opo.13524.
11. de Tomas M, Szeps A, Martín G, Saracco G, Lanca C, Iribarren R. Effect of vertex distance in the treatment area of myopia control spectacles. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(4): e547-e553. doi:10.70313/2718.7446.v17.n04.367.
12. de Tomas M, Kotklik C, Szeps A, Impagliazzo R, Iribarren R. New spectacles for myopia control. *Oftalmol Clin Exp* 2022; 15(2): 244-247. doi:10.70313/2718.7446.v15.n2.159.
13. Sankaridurg P, Weng R, Tran H *et al.* Spectacle lenses with highly aspherical lenslets for slowing myopia: a randomized, double-blind, cross-over clinical trial: parts of these data were presented as a poster at the Annual Research in Vision and Ophthalmology meeting, 2022. *Am J Ophthalmol* 2023; 247: 18-24. doi:10.1016/j.ajo.2022.10.021.
14. Schmidt DC, Hvid-Hansen A, Jacobsen N, Jakobsen TM, Larsen PM, Lindblad KK, Møller F, Slynborg A, Subhi Y, Kessel L. Efficacy of interventions for myopia control in children:

a systematic review with network meta-analyses. *Acta Ophthalmol* Published online April 11, 2025. doi:10.1111/aos.17496.

15. Sarkar S, Khuu S, Kang P. A systematic review and meta-analysis of the efficacy of diffe-

rent optical interventions on the control of myopia in children. *Acta Ophthalmol*. 2024; 102(3): e229-e244. doi:10.1111/aos.15746.

Imagen multimodal en un caso de cavitación coroidea y coloboma macular

Alejandra Belén Miranda

Centro de Especialidades Médicas Dr. Véliz, San Pedro de Jujuy, Argentina.

Recibido: 11 de abril de 2025.

Aprobado: 3 de mayo de 2025.

Contacto

Dra. Alejandra Belén Miranda

Rogelio Leach 72,

4500 San Pedro de Jujuy,

Jujuy, Argentina

+54 (0388) 842-5868

Alejandrina_010@hotmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e202-e206.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.411>

Resumen

Objetivo: Presentar el caso de un paciente con una lesión del polo posterior poco frecuente de encontrar en la práctica clínica: coloboma macular asociado a cavitación intracoroidea, cuyo diagnóstico diferencial se realiza a través de la imagen multimodal.

Caso clínico: Mujer de 51 años sana que acude a la consulta por control; se le encuentra en el fondo de ojos de su ojo izquierdo una lesión de aproximadamente 6 diámetros papilares rodeando la papila y comprometiendo la mácula; es de color amarillento que en la tomografía de coherencia óptica corresponde a una zona de retina neurosensorial atrófica y ausencia del epitelio pigmentario con un imagen hiporreflectiva a nivel de la coroides subyacente, compatible con coloboma macular y cavitación intracoroidea.

Conclusión: La tomografía de coherencia óptica es una herramienta clave en el análisis estructural de la retina y de la coroides, permitiendo de esta forma el diagnóstico de las lesiones del fondo de ojos.

Palabras clave: coloboma macular, cavitación intracoroidea, tomografía de coherencia óptica.

Multimodal imaging in a case of choroidal cavitation and macular coloboma

Abstract

Objective: To present the case of a patient with a lesion of the posterior pole that is rare to find in clinical practice: macular coloboma associated with intrachoroid cavitation, whose differential diagnosis is made through multimodal imaging.

Clinical case: A 51-year-old healthy woman who came to the clinic for check-up, found a lesion of

El autor no posee conflicto de interés y no contó con fondos promotores para la financiación de este estudio.

approximately 6 papillary diameters surrounding the papilla and compromising the macula, yellowish in color that in the optical coherence tomography corresponds to an area of atrophic sensorineural retina and absence of pigmented epithelium, with an hyporeflective image at the level of the underlying choroid, compatible with macular coloboma and intrachoroidal cavitation.

Conclusion: The optical coherence tomography is a key tool in the structural analysis of the retina and choroid, thus allowing us the diagnosis of fundus lesions.

Keywords: macular coloboma, intrachoroidal cavitation, optical coherence tomography.

Imagem multimodal em um caso de cavitação coroidal e coloboma macular

Resumo

Objetivo: Apresentar o caso de um paciente com lesão no polo posterior raramente encontrada na prática clínica: coloboma macular associado à cavitação intracoroidea, cujo diagnóstico diferencial é feito por meio de imagens multimodais.

Caso clínico: Uma mulher saudável de 51 anos comparece à clínica para um controle; foi encontrada lesão de aproximadamente 6 diâmetros papilares no fundo do olho esquerdo, circundando a papila e comprometendo a mácula; apresenta coloração amarelada e na tomografia de coerência óptica corresponde a área de retina neurosensorial atrófica e ausência do epitélio pigmentar com imagem hiporrefletiva ao nível da coroide subjacente, compatível com coloboma macular e cavitação intracoroidea.

Conclusão: A tomografia de coerência óptica é uma ferramenta fundamental na análise estrutural da retina e da coroide, permitindo assim o diagnóstico de lesões de fundo.

Palavras-chave: coloboma macular, cavitação intracoroidea, tomografia de coerência óptica.

Introducción

Existen diferentes tipos de desórdenes coroides cavitarios, entre ellos la cavitación intracoroidea se presenta en el fondo de ojos como

una zona de elevación o engrosamiento lobular, de localización peripapilar, de color amarillento anaranjado y de bordes circunscritos. También puede presentarse en la región macular adyacente a zonas de atrofia retinal y se asocia normalmente a ojos con alta miopía. Es menos frecuente encontrarla en ojos con miopía leve o hipermetropía¹.

La tomografía de coherencia óptica (OCT) revela a la cavitación intracoroidea como un engrosamiento coroidal hiporreflectivo con o sin deformación del plano de la membrana de Bruch suprayacente².

Por otro lado, el coloboma macular tiene la forma de una excavación macular de 3 a 6 diámetros papilares en forma de cráter donde la retina y la coroides están ausentes o son rudimentarias, con una esclerótica ectásica³. Sharma y colaboradores demostraron histológicamente en un caso de coloboma macular que estas áreas carecían de epitelio pigmentario retinal y coriocapilaris⁴. En algunos casos existe una fina membrana de retina neurosensorial atrófica llamada membrana intercalar que delinea la esclera desnuda³.

La cavitación intracoroidea macular asociada a coloboma macular es un hallazgo poco frecuente. Schoenberger y Agarwal publicaron dos casos de distrofia macular de Carolina del Norte grado 3 con cavitación intracoroidea macular⁵. Otro reporte de caso de Marken y colaboradores describe la presencia de una cavitación coroidal como consecuencia del desprendimiento de la membrana intercalar de un coloboma uterino irido-retino-coroideo⁶. Ruiz del Río y colaboradores informaron un caso de coloboma macular asociado a cavitación coroidal aislado⁷.

El objetivo de este trabajo es presentar el caso de un paciente con coloboma macular y cavitación intracoroidea no asociado a otras distrofias maculares y representar la utilidad de la imagen multimodal para el diagnóstico de tales lesiones.

Caso clínico

Se presenta el caso de una mujer de 51 años que asiste a la consulta para control. A la anamnesis no refería antecedentes personales patológicos ni oftalmológicos. Al examen ocular se constata en

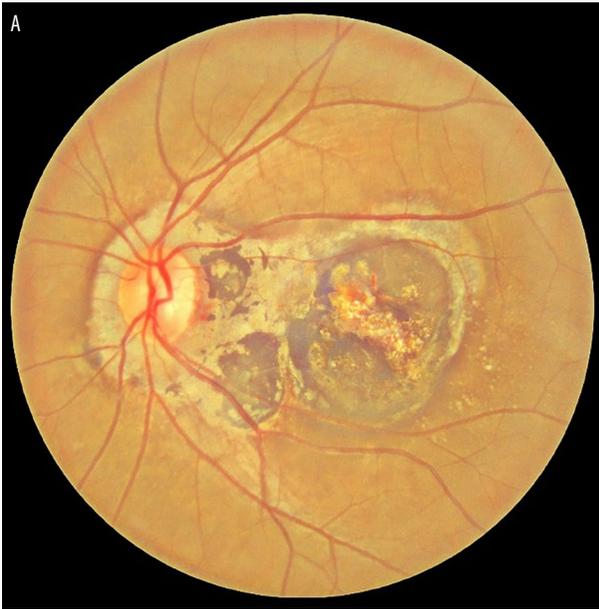


Figura 1 A. Retinografía color del ojo izquierdo: presencia de una lesión multilobular heterogénea de color amarillento que rodea la papila y compromete la mácula de aproximadamente 6 DP.



Figura 1 B. Retinografía en escala de grises del ojo izquierdo que muestra la misma lesión descrita en 1A de límites bien definidos.

su ojo derecho (OD) una visión de 10/10 mejor corregida (+2,25-1,75 a 100) y en el ojo izquierdo (OI) una visión de movimiento de manos a 50 cm mejor corregida (-1,50 a 65), su visión de cerca era normal en el ojo derecho (J1) y menos de J7 en el OI corregida. La presión ocular era de 15 mmHg en ambos ojos; la biomicroscopía del segmento anterior era normal. Al fondo de ojos el OD presentaba una mácula y papila de aspecto normal y retina periférica sin lesiones. El fondo de ojos del OI en cambio mostró una lesión lobular de aproximadamente 6 diámetros papilares (DP) de color amarillento, de aspecto heterogéneo que rodeaba la papila y con proyección hacia la mácula. Se realizaron imágenes multimodales, la retinografía a color (fig. 1a) y en escala de grises (fig. 1b) confirma la presencia de una lesión bien delimitada y heterogénea en su pigmentación que rodea a la papila y compromete la mácula. La OCT de dicha lesión (fig. 2) mostró una imagen hiporreflectiva a nivel coroideo de gran espesor y una ausencia de las capas externas de la retina macular suprayacente con la presencia de una fina membrana intercalar, concluyéndose en un caso de cavitación coroidea asociada a coloboma

macular unilateral. La paciente fue luego remitida para controles semestrales.

Discusión

El presente caso clínico describe una asociación poco frecuente de encontrar en la práctica oftalmológica: cavitación coroidea y coloboma macular. El coloboma macular es una alteración congénita del desarrollo de la fovea caracterizado por una excavación localizada que puede simular otras enfermedades maculares, como ciertas distrofias hereditarias o cicatrices de procesos inflamatorios infecciosos. Se clasifica como un coloboma atípico ya que no resulta de una falla de cierre de la hendidura embrionaria⁸. Por su parte, la cavitación coroidea se presenta como un engrosamiento de las capas coroideas con cavitación y se ha asociado normalmente a miopía elevada¹, por lo que las manifestaciones clínicas y síntomas podrían ser a causa de la miopía y no la misma cavitación coroidea. Forte y colaboradores sugirieron que la cavitación coroidea es consecuencia del arqueamiento posterior y la excavación pro-

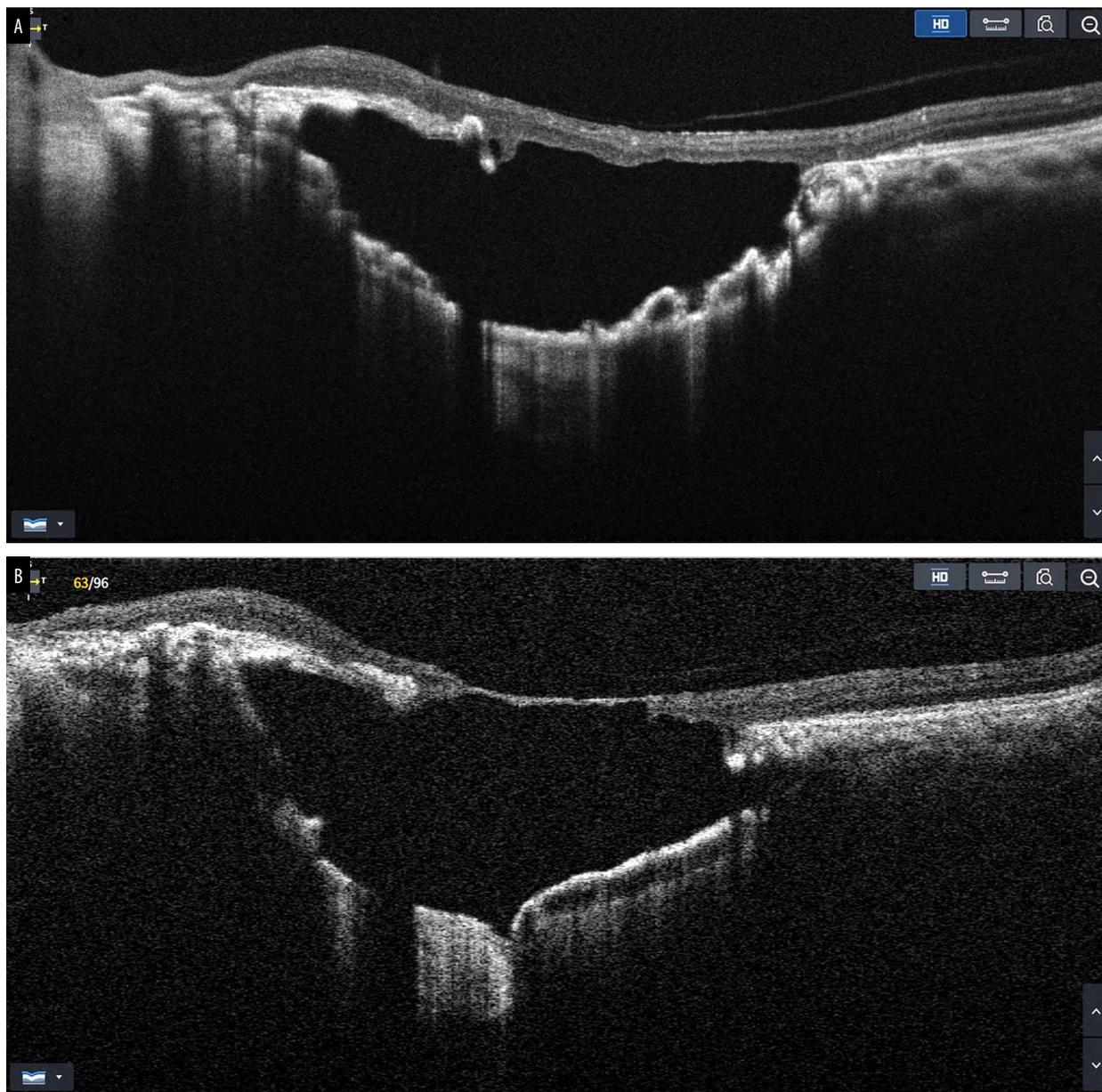


Figura 2. Tomografía de coherencia óptica del ojo izquierdo a nivel de la mácula que evidencia la presencia de una fina capa de retina neurosensorial atrófica (membrana intercalar) y una imagen hiporreflexiva subyacente en el plano coroideo de gran espesor.

funda que sufre la esclera en el cono miópico, ya que estas crearían la consiguiente imposibilidad de que la retina y su epitelio pigmentario retinal sigan esta caída pronunciada, desprendiéndose así de la coroides y volviendo a un nivel anatómico más natural creando el área de cavitación⁹. Esta fisiopatogenia podría entenderse en los casos de cavitación coroidea y presencia de miopía; sin embargo, en los casos donde existe un coloboma

macular (independientemente del largo axial), algunos autores sostienen que la rotura de la fina membrana intercalar que cubre el coloboma sería la responsable de un ingreso de fluido a la región coroidea infrayacente produciendo la formación de una cavidad en el plano coroideo¹⁰.

En la literatura médica se han reportado pocos casos de coloboma macular aislado y aún menos asociados a cavitación coroidea. Una de las enti-

dades con la que se debe hacer diagnóstico diferencial es la distrofia macular de Carolina del Norte, dado que puede presentar hallazgos clínicos e imagenológicos similares⁵. Sin embargo, Schoenberger y colaboradores también informaron casos donde una distrofia macular de Carolina del Norte grado 3 se asociaba a cavitación intracoroidea⁵.

En el presente caso, el paciente no presentaba antecedentes familiares ni signos progresivos compatibles con distrofia hereditaria; sin embargo no se realizaron otros estudios diagnósticos para diferenciar a esta patología tales como la angiografía, la autofluorescencia o test genéticos.

A pesar de esto último, este caso resalta la importancia de la OCT en el diagnóstico diferencial de lesiones maculares congénitas. La alta resolución de esta técnica permite caracterizar con precisión las alteraciones estructurales de la retina y la coroides².

En conclusión, el presente caso clínico destaca una rara asociación entre coloboma macular y cavitación coroidea unilateral, evidenciada gracias al examen ocular y las imágenes multimodales, donde la OCT tuvo un papel fundamental para la evaluación detallada de las alteraciones estructurales de la retina y de la coroides, permitiendo identificar características específicas que orientan el diagnóstico correcto.

Referencias

1. Nassar S, Tarbett AK, Browning DJ. Choroidal cavity disorders. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 2609-2623. doi:10.2147/OPTH.S264731.
2. Spaide RF, Akiba M, Ohno-Matsui K. Evaluation of peripapillary intrachoroidal cavi-

tation with swept source and enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Retina* 2012; 32(6): 1037-1044. doi:10.1097/IAE.0b013e318242b9c0.

3. Altintas AGK. Choriorretinal coloboma: clinical presentation complications and treatment alternatives. *Adv Ophthalmol Vis Syst* 2019; 9(4): 106-108.

4. Sharma S, Naqvi A, Cruess AF. Bilateral macular colobomas. *Can J Ophthalmol* 1996; 31(1): 27-28.

5. Schoenberger SD, Agarwal A. Intrachoroidal cavitation in North Carolina macular dystrophy. *JAMA Ophthalmol* 2013; 131(8): 1073-1076. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.1598.

6. Markan A, Jain M, Singh R. Secondary intrachoroidal cavitation in a case of iridofundal coloboma. *Med Hypotheses* 2020; 143: 110085. doi:10.1016/j.mehy.2020.110085.

7. Ruiz del Río N, García Ibor F, Hernández Pérez D, Duch Samper AM. Choroid cavitation associated with macular coloboma: Multimodal study. Image en face. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed)* 2024; 99(4): 165-168. doi:10.1016/j.oftale.2024.01.011.

8. Duke-Elder S, Cook C. Congenital deformities. En: Duke-Elder S, Cook C (eds). *System of ophthalmology*. St. Louis: Mosby, 1963; v. 6. chap. 14.

9. Forte R, Pascotto F, Cennamo G, de Crecchio G. Evaluation of peripapillary detachment in pathologic myopia with en face optical coherence tomography. *Eye (Lond)* 2008; 22(1): 158-161. doi:10.1038/sj.eye.6702666.

10. Venkatesh R, Agrawal R, Reddy NG, Gupta A, Yadav NK, Chhablani J. Intercalary membrane break and detachment causes intrachoroidal cavitation in macular coloboma. *Int Ophthalmol* 2022; 42(8): 2581-2589. doi:10.1007/s10792-022-02306-5.

Mucositis y *rash* inducidos por micoplasma: caso clínico

Agustina Pérez Zurovesky, Carlos Miguel Ortega, Franco Daponte, Marianela A. Cocca Gioco, Alejandro Signorelli, Ricardo Zaldúa

Centro Médico Oftalmológico (IOFA), Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 31 de marzo de 2025.

Aprobado: 2 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dra. Agustina Pérez Zurovesky
Instituto Oftalmológico Argentino (IOFA)
Bartolomé Mitre 1248
Buenos Aires, Argentina
+54 (11) 4382-1298
agustinaperezurovesky@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e207-e215.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.413>

Resumen

Objetivo: El *Mycoplasma pneumoniae* ha sido informado como agente causal de enfermedad respiratoria con afectación de mucosas —incluyendo las oculares— que se denominó “mucositis y *rash* inducidos por micoplasma (MIRM)”. Si bien tiene una presentación y manifestaciones similares, se debe diferenciar de cuadros como el síndrome de Stevens-Johnson, la necrólisis epidérmica tóxica o el eritema multiforme, ya que el tratamiento y la evolución son diferentes. Nuestro objetivo es presentar el caso de un paciente masculino con esta patología.

Caso clínico: Se presenta a la guardia un varón de 21 años con compromiso sistémico mucocutáneo y síntomas respiratorios que fue derivado a oftalmología por dolor ocular bilateral. En la anamnesis refirió fiebre, odinofagia, lesiones orales y oculares, disnea y hemoptisis. El examen físico reveló úlceras extensas en mucosa oral y conjuntivitis con escleritis anterior. Estudios por imágenes mostraron infiltrados pulmonares compatibles con proceso infeccioso y se descartaron múltiples etiologías infecciosas comunes. Ante la sospecha de mucositis y *rash* inducidos por micoplasma (MIRM, por su sigla en inglés), se solicitaron anticuerpos específicos con resultado altamente positivo para *Mycoplasma pneumoniae*. Se instauró tratamiento con ceftriaxona, claritromicina y metilprednisolona intravenosa además de terapia tópica ocular. El paciente evolucionó favorablemente sin secuelas respiratorias, orales ni oculares al control de 7 días y fue dado de alta con seguimiento ambulatorio.

Conclusión: Este caso ejemplifica la manifestación clínica del MIRM, señalando las claves para

establecer el diagnóstico oportuno y una intervención terapéutica adecuada mediante un abordaje multidisciplinario.

Palabras clave: MIRM, mucositis y *rash* inducidos por micoplasma, síndrome de Stevens-Johnson, necrólisis epidérmica tóxica, conjuntivitis bilateral, antibióticos, corticoides.

Mycoplasma induced mucositis and rash (MIRM): case report

Abstract

Objective: *Mycoplasma pneumoniae* has been reported as a causative agent of respiratory disease with mucosal involvement, including ocular mucosa, which has been termed “mycoplasma-induced mucositis and rash (MIRM)”. Although it has a similar presentation and manifestations, it should be differentiated from conditions such as Stevens-Johnson syndrome, toxic epidermal necrolysis or erythema multiforme, since the treatment and evolution will be different. Our aim is to present the case of a male patient with MIRM.

Case report: A 21-year-old male with mucocutaneous systemic involvement and respiratory symptoms was referred to ophthalmology for bilateral ocular pain. In the anamnesis he reported fever, odynophagia, oral and ocular lesions, dyspnea and hemoptysis. Physical examination revealed extensive ulcers in oral mucosa and conjunctivitis with anterior scleritis. Imaging studies showed pulmonary infiltrates compatible with infectious process, and multiple common infectious etiologies were ruled out. Suspected MIRM, specific antibodies were requested, with highly positive results for *Mycoplasma pneumoniae*. Treatment was started with ceftriaxone, clarithromycin and intravenous methylprednisolone, in addition to topical ocular therapy. The patient evolved favorably with no respiratory, oral or ophthalmologic sequelae after 7 days, and was discharged with outpatient follow-up.

Conclusion: This case exemplifies the clinical manifestation of MIRM, pointing out the keys to establish a timely diagnosis and an adequate therapeutic intervention, as it happened with our patient through a multidisciplinary approach.

Keywords: MIRM, mycoplasma-induced rash and mucositis, Stevens-Johnson syndrome, toxic epidermal necrolysis, bilateral conjunctivitis, mucositis, antibiotic therapy, corticotherapy.

Mucosite e erupção cutânea induzidas por micoplasma: um caso clínico

Resumo

Objetivo: *Mycoplasma pneumoniae* foi relatado como agente causador de doença respiratória com envolvimento da mucosa, incluindo mucosa ocular, denominada “mucosite e *rash* cutânea induzidas por micoplasma (MIRM)”. Embora tenha apresentação e manifestações semelhantes, deve ser diferenciada de condições como síndrome de Stevens-Johnson, necrólise epidérmica tóxica ou eritema multiforme, pois o tratamento e a evolução são diferentes. Nosso objetivo é apresentar o caso de um paciente do sexo masculino com esta patologia.

Caso clínico: Paciente masculino, 21 anos, deu entrada no pronto-socorro com quadro de acometimento mucocutâneo sistêmico e sintomas respiratórios, sendo encaminhado à oftalmologia por dor ocular bilateral. A anamnese relatou febre, odinofagia, lesões orais e oculares, dispnéia e hemoptise. O exame físico revelou úlceras extensas na mucosa oral e conjuntivite com esclerite anterior. Estudos de imagem mostraram infiltrados pulmonares consistentes com um processo infeccioso, e múltiplas etiologias infecciosas comuns foram descartadas. Devido à suspeita de mucosite e erupção cutânea induzidas por micoplasma (MIRM), foram solicitados anticorpos específicos com resultado altamente positivo para *Mycoplasma pneumoniae*. O tratamento foi iniciado com ceftriaxona intravenosa, claritromicina e metilprednisolona, além de terapia ocular tópica. O paciente evoluiu favoravelmente, sem sequelas respiratórias, orais ou oculares no seguimento de 7 dias e recebeu alta com acompanhamento ambulatorial.

Conclusão: Este caso exemplifica a manifestação clínica do MIRM, destacando as chaves para estabelecer um diagnóstico oportuno e uma intervenção terapêutica adequada por meio de uma abordagem multidisciplinar.



Figura 1. Mucosa bucal ulcerada con exudado y sangrante.



Figura 2. Toma de otro ángulo de la misma mucosa bucal.

Palabras-chave: MIRM, mucosite e erupção cutânea induzidas por micoplasma, síndrome de Stevens-Johnson, necrólise epidérmica tóxica, conjuntivite bilateral, antibióticos, corticosteroides.

Introducción

En los últimos años, con el estudio de las manifestaciones extrapulmonares del *Mycoplasma pneumoniae*, se han llegado a descubrir nuevas manifestaciones clínicas como el cuadro de *mucositis y rash inducido por micoplasma* (denominada por sus siglas en inglés: MIRM) y la erupción mucocutánea infecciosa reactiva (denominada por sus siglas en inglés: RIME). Estas condiciones, caracterizadas por la afectación de las mucosas con escasa o nula presencia de lesiones cutáneas, comparten varias características clínicas con el síndrome de Stevens-Johnson (SJS) y la necrólisis epidérmica tóxica (TEN)¹. Sin embargo, se diferencian de estos últimos en cuanto a etiología, pronóstico y respuesta al tratamiento¹⁻³.

La distinción entre MIRM/RIME y SJS/TEN es de gran relevancia clínica debido a que el

diagnóstico correcto puede evitar el etiquetado erróneo de alergias a medicamentos, lo que tendría implicancias a largo plazo en el manejo de los pacientes⁴⁻⁶. En nuestro trabajo tenemos como objetivo presentar el caso de un paciente masculino con mucositis y rash inducidos por *Mycoplasma pneumoniae* o MIRM.

Caso clínico

Se presenta a un adulto joven de 21 años de edad que se encontraba cursando internación por compromiso sistémico de las mucosas quien fue derivado a la guardia oftalmológica por dolor en ambos ojos. En la anamnesis dirigida refirió que comenzó con malestar general, odinofagia, intolerancia oral, hematemesis, lesiones en labios y mucosa bucal, registros febriles de 39,5°, tos con expectoración, disnea y ojo rojo.

Al examen físico se presentaba lúcido, febril, sin foco motor ni sensitivo, úlceras en labios y en toda la extensión de la mucosa bucal, que se encontraba denudada, sangrante con exudado y con un dolor que le impedía una apertura bucal adecuada (figs. 1 y 2).

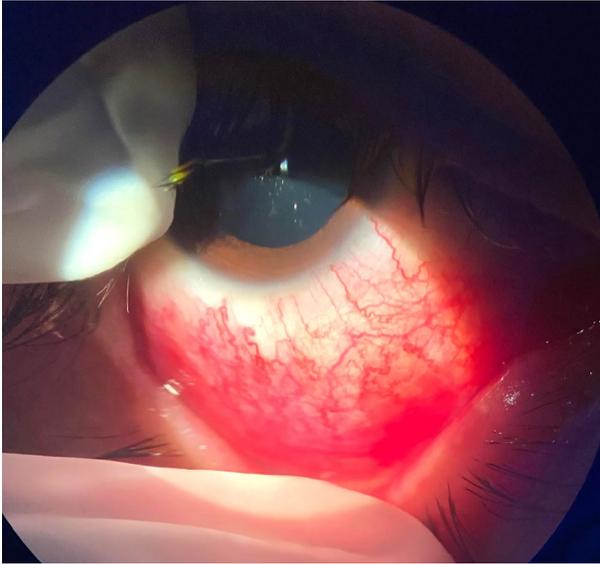


Figura 3. Fotografía de la superficie ocular donde se observa persistencia de inyección del plexo episcleral profundo luego de instilar fenilefrina al 10%.

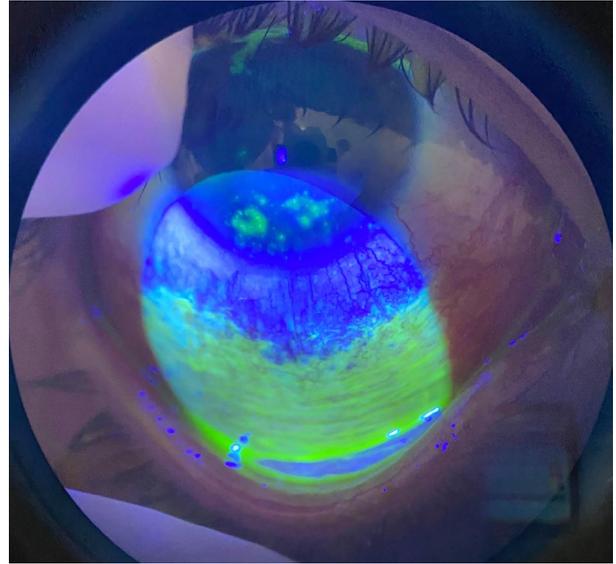


Figura 4. Fotografía de la superficie ocular donde se observa erosión conjuntival inferior con tinción positiva bajo prueba de la fluoresceína.

Acudió con resultados de un laboratorio realizado mientras cursaba su internación en el que no se aprecia leucocitosis y con un hemograma dentro de los parámetros de normalidad. Se realizó una tomografía computada (TC) de tórax donde se evidenciaba un área con densidad en vidrio esmerilado asociada a lesiones nodulares peribroncovasculares en el lóbulo inferior del pulmón izquierdo que podrían corresponder a un proceso infeccioso-inflamatorio.

Debido al hallazgo y la clínica del paciente se le solicitaron serologías para HIV, VDRL, PPD, hemocultivos x2, esputo: no BAAR, estreptococo grupo A y serologías para herpes I y II, pero se obtuvieron resultados negativos. Por otro lado, ante la sospecha de RIME por micoplasma se solicitaron IgM-IgG para *Mycoplasma pneumoniae* y *Chlamydia*.

Se le indicó ceftriaxona y claritromicina (ambas 1 gramo cada 24 horas) por 10 días + nistatina 5 ml (en buches bucales) cada 6 horas.

A la espera del resultado se continuó con el examen ocular; se obtuvo una agudeza visual sin corrección de 20/20 en ambos ojos. Al examen biomicroscópico con lámpara de hendidura se observó una inyección conjuntival inferior, ero-

sión conjuntival nasal e inferior con tinción positiva bajo prueba de la fluoresceína y reacción folicular (figs. 3 y 4). Se realizó test de la fenilefrina 10% en el que se visualizó persistencia de inyección del plexo episcleral profundo sin otros signos positivos.

Se constató una presión intraocular de 15 mmHg en ambos ojos bajo tonometría de Goldman y un fondo de ojos sin hallazgos patológicos junto con una ecografía de ambos ojos dentro de parámetros de normalidad.

Desde el examen oftalmológico se sospechó escleritis anterior asociada a conjuntivitis en estudio; se tomó muestra conjuntival para estudio directo, cultivo, antibiograma y PCR.

Se solicitó valoración por el servicio de infectología con resultados de los estudios detallados anteriormente (hemograma completo con reactivantes de fase aguda, serologías, hemocultivos, neuroimagen y radiografía de tórax).

Como tratamiento desde el marco oftalmológico se le indicó lubricantes cada 3 horas, loteprednol tópico cada 6 horas y se lo citó a controles estrictos para seguimiento.

Finalmente el paciente acudió a un nuevo control luego de 7 días con resultados donde

se obtuvieron títulos altamente positivos para *Mycoplasma pneumoniae* (IgM: 25, IgG: 50).

Se decidió continuar con el tratamiento antibiótico indicado e iniciar con metilprednisolona 40 mg IV dos veces al día para la mucositis grave y la afectación cutánea.

Luego de 5 días del tratamiento indicado, el paciente mejoró significativamente sin secuelas asociadas tanto a nivel respiratorio, bucal y ocular (figs. 5 a 9).

Recibió el alta con un tratamiento de dos semanas de prednisona oral para disminuir gradualmente la dosis y se le indicó que acudiera a un dermatólogo y un oftalmólogo para recibir tratamiento ambulatorio.

Discusión

Tras la definición y caracterización de la MIRM, numerosos médicos comenzaron a notar que este síndrome no solo se manifestaba en pacientes con infección por *Mycoplasma pneumoniae* sino también en el contexto de otras enfermedades respiratorias. Este hallazgo llevó a Alawad y colaboradores a proponer el término “erupción mucocutánea infecciosa reactiva” (RIME)¹, una denominación que refleja de manera más precisa el amplio espectro de esta afección. La erupción RIME es una condición poco frecuente en adultos, sin embargo representa una complicación relevante de la infección por *Mycoplasma pneumoniae*. Se caracteriza por una combinación de lesiones cutáneas y mucositis que afecta las mucosas oral, ocular y genital¹.

Anteriormente conocida como exantema y mucositis inducidos por micoplasma (MIRM), su denominación ha sido modificada para diferenciarla del síndrome de Stevens-Johnson (SSJ) y la necrosis epidérmica tóxica (TEN), ya que comparten manifestaciones mucocutáneas similares¹⁻³. La principal diferencia del RIME radica en su origen infeccioso. Aunque el *M. pneumoniae* es el patógeno más comúnmente asociado, otros microorganismos tales como la *Chlamydia pneumoniae*, el metapneumovirus humano y el rinovirus también han sido implicados en su patogénesis¹.



Figura 5. Mucosa bucal indemne, sin ulceración ni exudados luego del tratamiento indicado.

Por el contrario, el SSJ y la TEN se asocian predominantemente con reacciones adversas a medicamentos³. Por lo tanto, cuando se habla de RIME, el diagnóstico diferencial incluye principalmente al síndrome de Steven-Johnson y la necrólisis epidérmica tóxica por fármacos, que presenta necrosis cutánea extensa y una afectación de mucosas más reducida⁷.

La sintomatología que se describe para esos cuadros incluye fiebre, malestar general y síntomas respiratorios en sus primeras etapas, seguidos de afectación severa en al menos dos mucosas, donde la más afectada es la mucosa bucal (96,3%), seguida de lesiones oculares (92,6%) y lesiones genitales (59,3%)⁴.

Si bien se ha observado que el MIRM es menos agresivo en cuanto a la afectación cutánea, su presentación ocular puede ser compleja con hasta un 82-97% de los casos de MIRM reportados con afectación ocular⁸ —como conjuntivitis severa



Figura 6. Superficie ocular derecha indemne, sin persistencia del plexo episcleral profundo luego del tratamiento indicado.

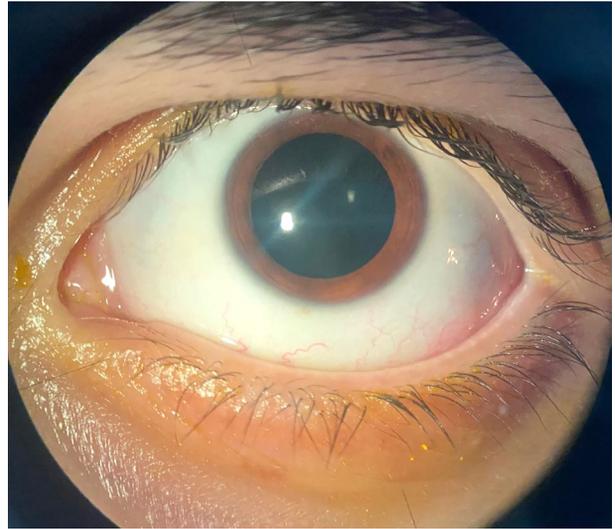


Figura 7. Superficie ocular izquierda indemne, sin persistencia del plexo episcleral profundo luego del tratamiento indicado.

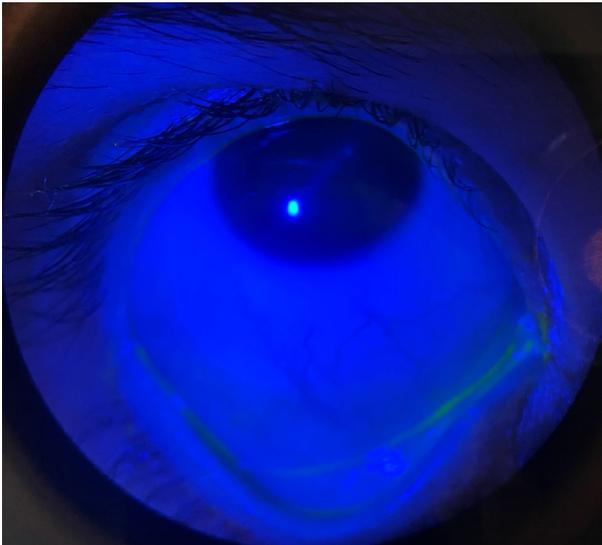


Figura 8. Superficie ocular derecha sin erosión conjuntival inferior y con tinción negativa bajo prueba de la fluoresceína.

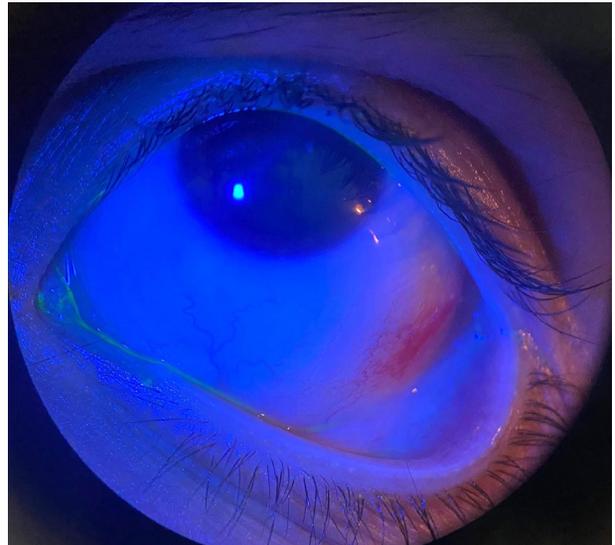


Figura 9. Superficie ocular izquierda sin erosión conjuntival inferior y con tinción negativa bajo prueba de la fluoresceína.

y pseudomembranas—, lo que plantea desafíos en el diagnóstico diferencial con SJS/TEN principalmente⁹⁻¹⁰.

El *Mycoplasma pneumoniae* es una bacteria atípica que resulta la principal causa de infecciones respiratorias, especialmente en niños y adultos jóvenes, y a menudo causa neumonía adquirida en la comunidad (NAC). Las infecciones por *M. pneumoniae* son responsables del 10%-30% de las NAC, especialmente en la población más

joven, donde los pacientes suelen presentar fiebre, malestar general y tos persistente¹⁻². Si bien los síntomas respiratorios son comunes, la infección por *M. pneumoniae* se asocia con numerosas complicaciones extrapulmonares en hasta el 40% de los casos infectados³. Las manifestaciones extrapulmonares, que incluyen el sistema nervioso central y el cardiovascular, pueden variar de leves a graves, y la afectación de la piel y las mucosas es poco frecuente³.

Los mecanismos fisiopatológicos que subyacen al desarrollo de las lesiones cutáneas también podrían justificar la diferencia. Se presume que en el MIRM existe una producción de anticuerpos frente a una proteína de adhesión del Mp llamada P1, que reaccionan con antígenos de los queratinocitos generando depósito de inmunocomplejos y posterior activación del complemento. Esto contrasta con los mecanismos descritos para SSJ que involucran fenómenos de hipersensibilidad tipo IV y citotoxicidad mediada por Fas ligando¹¹.

El MIRM y el RIME representan nuevas entidades en la medicina que han ampliado nuestra comprensión sobre las complicaciones extrapulmonares de infecciones respiratorias. Su diferenciación con el síndrome de Stevens-Johnson y la necrólisis epidérmica tóxica es crucial, no sólo para optimizar el tratamiento y el manejo de las complicaciones, sino también para evitar diagnósticos erróneos y posibles limitaciones futuras en el uso de medicamentos. Estos cuadros suelen tener un pronóstico favorable cuando son diagnosticados y tratados a tiempo, destacándose por una baja mortalidad y una tendencia a la recuperación completa sin secuelas en la mayoría de los casos^{1, 6, 12-13}.

El diagnóstico del MIRM es clínico ante un cuadro compatible desencadenado por un proceso infeccioso, aunque evidentemente se recomiendan las exploraciones complementarias pertinentes para determinar la etiología del cuadro^{1-4, 6}.

La afectación ocular en MIRM y RIME, documentada frecuentemente en niños y adultos jóvenes, incluye conjuntivitis bilateral, hemorragias subconjuntivales de 360 grados y defectos epiteliales en la córnea. En algunos casos descritos se presentan pseudomembranas y queratitis que requieren de un tratamiento agregado al habitual. Se destaca el uso de lubricación con lágrimas artificiales, corticosteroides tópicos y, en situaciones que se requieran, trasplantes de membranas amnióticas para la protección y recuperación del epitelio ocular, asegurando una mayor reducción del riesgo de secuelas visuales a largo plazo^{4, 10, 14-16}. De los casos reportados de MIRM en la literatura, la edad media de presentación fue de $11,9 \pm 8,8$ años, y en el 82% de los casos existe afectación ocular¹⁷.

No existen recomendaciones estandarizadas, pero sí las medidas de soporte y el tratamiento etiológico pertinente (que no mejorará la clínica cutánea pero sí la infección subyacente). La diferencia crucial entre el MIRM y otras afecciones mucocutáneas reside en una diferenciación en las modalidades de tratamiento. El tratamiento principal para el SSJ y LA TEN incluye la suspensión del fármaco causante junto con medidas de soporte. Sin embargo, en el MIRM O RIME, la terapia antibiótica dirigida a la infección debe combinarse con terapia antiinflamatoria sistémica para controlar la respuesta inmunitaria descontrolada⁸. Por lo tanto, se concluye que en caso de presentar afectación mucosa extensa, se debe iniciar corticoterapia sistémica a 1 mg/kg/día durante 5-7 días. La recuperación suele ser completa y sin secuelas en la mayor parte de los casos^{1, 7-8, 18}.

Desde la perspectiva oftalmológica, la aparición de manifestaciones oculares tales como conjuntivitis severa, pseudomembranas y, en casos graves, defectos epiteliales corneales, plantea la necesidad de un diagnóstico rápido y de una intervención terapéutica adecuada. El uso de lubricantes oculares, corticosteroides tópicos y en ocasiones trasplantes de membranas amnióticas, ha mostrado efectividad para aliviar los síntomas y prevenir secuelas graves, como cicatrices en los márgenes palpebrales y queratitis persistente, lo que resulta esencial para preservar la calidad visual del paciente.

La importancia de un abordaje multidisciplinario es evidente, ya que el manejo adecuado de estas enfermedades requiere de la colaboración entre especialistas en oftalmología, dermatología, inmunología e infectología. Este enfoque no solo optimiza los resultados clínicos y el pronóstico visual, sino que también evita diagnósticos erróneos. En última instancia, la identificación de MIRM y RIME como entidades clínicas independientes ha mejorado la capacidad de los médicos para ofrecer tratamientos específicos y evitar la progresión de la enfermedad^{4, 7}.

De cara al futuro, la investigación adicional sobre los mecanismos inmunológicos subyacentes de MIRM y RIME podría mejorar la comprensión de su patogénesis y con ello, refinar las

pautas de tratamiento. Además, estos estudios pueden fomentar la creación de protocolos más específicos para el tratamiento de complicaciones oculares y otras manifestaciones severas en pacientes pediátricos y adultos.

Conclusión

En conclusión, el reconocimiento temprano de condiciones como el MIRM y la RIME —realizando también su diagnóstico diferencial con el SJS y la TEN— permiten decidir la terapéutica adecuada de manera oportuna, lo que resulta fundamental para mejorar el pronóstico de los pacientes y prevenir secuelas a largo plazo en su calidad de vida, particularmente como se ha visto en este en el ámbito visual⁶.

Referencias

1. Alawad S, Alsaeed N, Burnette B, Colantonio M, Kasson L. Reactive infectious mucocutaneous eruption (RIME) in an adult male with *Mycoplasma pneumoniae*: a case report. *Cureus* 2025; 17(1): e78301. doi:10.7759/cureus.78301.
2. Miyashita N, Nakamori Y, Ogata M *et al*. Clinical differences between community-acquired *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia and COVID-19 pneumonia. *J Clin Med* 2022; 11(4): 964. doi:10.3390/jcm11040964.
3. Biagi C, Cavallo A, Rocca A *et al*. Pulmonary and extrapulmonary manifestations in hospitalized children with mycoplasma pneumoniae infection. *Microorganisms* 2021; 9(12): 2553. doi:10.3390/microorganisms9122553.
4. Lofgren D, Lenkeit C. *Mycoplasma pneumoniae*-induced rash and mucositis: a systematic review of the literature. *Spartan Med Res J* 2021; 6(2): 25284. doi:10.51894/001c.25284.
5. Villarroel J, Bustamante MC, Denegri M, Pérez L. Manifestaciones mucocutáneas de la infección por *Mycoplasma pneumoniae*: presentación de cuatro casos. *Rev Chilena Infectol* 2009; 26(5): 457-463.
6. Gise R, Elhusseiny AM, Scelfo C, Mantagos IS. *Mycoplasma pneumoniae*-induced rash and mucositis: a longitudinal perspective and proposed management criteria. *Am J Ophthalmol* 2020; 219: 351-356. doi:10.1016/j.ajo.2020.06.010.
7. Martínez-Pérez M, Imbernón-Moya A, Lobato-Berezo A, Churruca-Grijelmo M. Exantema mucocutáneo inducido por *Mycoplasma pneumoniae*: ¿un nuevo síndrome separado del eritema multiforme? Un nuevo caso y revisión de la literatura. *Actas Dermosifiliogr* 2016; 107(7): e47-e51. doi:10.1016/j.ad.2015.09.023.
8. Guzmán Tenaa P, Rodríguez Ramosa M, Lloret Ruizb C, Vázquez Álvarez ML. Erupción mucocutánea infecciosa reactiva (RIME): expandiendo el espectro de los exantemas mucocutáneos. *Actas Dermosifiliogr* 2024; 115(10): 1097-1099. doi: 10.1016/j.ad.2023.02.038.
9. Canavan TN, Mathes EF, Frieden I, Shinkai K. *Mycoplasma pneumoniae*-induced rash and mucositis as a syndrome distinct from Stevens-Johnson syndrome and erythema multiforme: a systematic review. *J Am Acad Dermatol* 2015; 72(2): 239-245. doi:10.1016/j.jaad.2014.06.026.
10. Haseeb A, Elhusseiny AM, ElSheikh RH, Tahboub MA, Kwan JT, Saeed HN. Ocular involvement in *Mycoplasma* induced rash and mucositis: a systematic review of the literature. *Ocul Surf* 2023; 28: 1-10. doi:10.1016/j.jtos.2022.11.007.
11. De Andrés B, Tejada V, Arrozpide L. Mucositis por *Mycoplasma*: un caso clínico que apoya su diferenciación del síndrome de Stevens Johnson. *Med Cutan Iber Lat Am* 2017; 45(3): 224-227.
12. De Luigi G, Meoli M, Zraggen L *et al*. Mucosal respiratory syndrome: a systematic literature review. *Dermatology* 2022; 238(1): 53-59. doi:10.1159/000514815.
13. Gandelman JS, Kim EY, Grzegorzczuk AM, Zejnullahu K, Edson RS. *Mycoplasma pneumoniae*-induced rash and mucositis in a previously healthy man: a case report and brief review of the literature. *Open Forum Infect Dis* 2020; 7(10): ofaa437. doi:10.1093/ofid/ofaa437.
14. Smilga AS, Fournier S, Veillette H, Légaré MÈ, Gilbert M. A rare case of *Mycoplasma*-induced rash and mucositis in a 44-year-old female

- patient. *JAAD Case Rep* 2020; 6(12): 1333-1335. doi:10.1016/j.jdc.2020.09.014 [Errata corregida en: *JAAD Case Rep*. 2021; 8:63. doi:10.1016/j.jdc.2021.01.003].
15. Gonçalves R, Gata L, Brett A. *Mycoplasma pneumoniae*-associated mucositis. *BMJ Case Rep* 2021; 14(4): e239086. doi:10.1136/bcr-2020-239086.
16. Zão I, Ribeiro F, Rocha V, Neto P, Matias C, Jesus G. *Mycoplasma pneumoniae*-associated mucositis: a recently described entity. *Eur J Case Rep Intern Med* 2018; 5(11): 000977. doi:10.12890/2018_000977.
17. Berzosa-López R, Carro-Rodríguez MA, de la Parte-Cancho M *et al*. Las mil y una caras del *Mycoplasma*. *Pediatría Atención Primaria* 2021; 23(91): 297-299.
18. Jin HD, Siatkowski RM, Siatkowski RL. Ocular manifestations of mycoplasma-induced rash and mucositis. *J AAPOS* 2020; 24(4): 249-251. doi:10.1016/j.jaapos.2020.04.006.

Neuropatía óptica por déficit de cobalamina: a propósito de un caso

Santiago Gallardo Bertuzzi y Lidia Sarotto

Hospital de Clínicas "Gral. José de San Martín," Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 26 de agosto de 2024.

Aprobado: 14 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dr. Santiago Gallardo Bertuzzi
Hospital de Clínicas José de San Martín
(C1120AAR) Buenos Aires, Argentina.
+54 11 5950-8500
santigallardo98@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e216-e221.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.415>

Resumen

Objetivo: Presentar un caso clínico de una neuropatía óptica bilateral asociada a un déficit nutricional de cobalamina.

Caso clínico: Se presenta un paciente masculino de 17 años de espectro autista con disminución progresiva de la agudeza visual y un déficit alimentario que determinó un cuadro de neuropatía óptica bilateral secundario a un déficit de cobalamina. El diagnóstico se llevó a cabo a través de un exhaustivo interrogatorio que detectó un déficit alimentario acompañado de estudios complementarios oculares y sistémicos. Tras determinar una anemia macrocítica y niveles de vitamina B12 menores a 50 pg/ml, se inició un tratamiento con suplementación intramuscular de complejo vitamínico B de forma semanal por 4 semanas. Luego se continuó vía oral, logrando la detención del deterioro de la agudeza visual del paciente sin mejoría de ésta.

Conclusión: El diagnóstico diferencial de neuropatía óptica nutricional debe ser investigado mediante un exhaustivo interrogatorio, considerando los antecedentes y los hábitos del paciente, además de la correcta exploración oftalmológica. Tras el diagnóstico, es un cuadro que, tratado oportunamente, puede controlarse pero no siempre revertirse, como ocurrió en este caso.

Palabras clave: neuropatía óptica, vitamina B12, cobalamina, neuropatía nutricional.

Optic neuropathy secondary to cobalamin deficiency: a case report

Abstract

Objective: To present a clinical case of a bilateral optic neuropathy associated with a nutritional deficit of cobalamin.

Case report: We present a 17-year-old male patient with autism spectrum, with progressive decrease of visual acuity and a nutritional deficit that determined a bilateral optic neuropathy secondary to a cobalamin deficiency. The diagnosis was made through an exhaustive interrogation that detected a nutritional deficit, accompanied by complementary, ophthalmologic and systemic studies. After determining a macrocytic anemia and vitamin B12 levels below 50 pg/ml, treatment was started with intramuscular supplementation of vitamin B complex weekly for 4 weeks, then continued orally, achieving a halt in the deterioration of the patient's visual acuity, without improvement.

Conclusion: The differential diagnosis of nutritional optic neuropathy should be investigated by means of an exhaustive interrogation, considering the patient's history and habits, in addition to a correct ophthalmologic examination. After diagnosis, these conditions can be controlled but not always reversed, as occurred in the present case.

Keywords: optic neuropathy, vitamin B12, cobalamin, nutritional neuropathy.

Neuropatia óptica por deficiência de cobalamina: relato de caso

Resumo

Objetivo: Apresentar um caso clínico de neuropatia óptica bilateral associada à deficiência nutricional de cobalamina.

Caso clínico: Apresenta-se um paciente masculino de 17 anos, pertencente ao espectro autista, com diminuição progressiva da acuidade visual e déficit alimentar que levou à neuropatia óptica bilateral secundária à deficiência de cobalamina. O diagnóstico foi feito através de anamnese minuciosa que revelou deficiência nutricional, acompanhada de exames oftalmológicos e sistêmicos complementares. Após constatação de anemia macrocítica e níveis de vitamina B12 inferiores a 50 pg/ml, foi iniciado tratamento com suplementação intramuscular de complexo vitamínico B semanalmente durante 4 semanas. Logo, continuou-se a administração oral e a interrupção da deterioração da acuidade visual do paciente foi alcançada, sem nenhuma melhora.

Conclusão: O diagnóstico diferencial da neuropatia óptica nutricional deve ser investigado por meio de

questionamento criterioso, considerando-se a história e os hábitos do paciente, além de um exame oftalmológico adequado. Uma vez diagnosticada, é uma condição que, se tratada prontamente, pode ser controlada, mas nem sempre revertida, como foi o caso aqui.

Palavras-chave: neuropatia óptica, vitamina B12, cobalamina, neuropatia nutricional.

Introducción

Es desde la década de 1960 que se asocian los niveles insuficientes de cobalamina o vitamina B12 con las neuropatías ópticas¹. Este nutriente está implicado en la síntesis de purinas y pirimidinas, fundamentales para la síntesis de ácidos nucleicos y como cofactor en la metilación de la homocisteína, entre otros procesos metabólicos².

El déficit de cobalamina se origina por alteraciones en sus vías de absorción (anemia perniciosa, cirugía bariátrica, entre otras) o por limitaciones dietarias de sus fuentes: carnes y lácteos³. Dentro de sus manifestaciones, las oculares comprenden menos del 1%⁴. Pueden ser un signo inicial del déficit o ser parte de un cuadro sistémico. Se suele presentar como una disminución de la agudeza visual progresiva, bilateral, indolora, asociada a alteraciones de la percepción de colores y escotomas cecocentrales³. El hallazgo fundoscópico más frecuente es la atrofia del nervio óptico.

El objetivo de este trabajo es presentar un caso clínico de una neuropatía óptica bilateral asociado a un déficit nutricional de cobalamina.

Caso clínico

Se presentó a la consulta un paciente masculino de 17 años acompañado por su madre, quien refirió haber notado una disminución progresiva de la visión en ambos ojos. Como único antecedente el paciente padecía un trastorno del espectro autista.

Al examen oftalmológico el paciente presentó una agudeza visual (AV) mejor corregida en ambos ojos de cuenta dedos a 3 metros. Al examen biomicroscópico se observó reacción papilar en conjun-

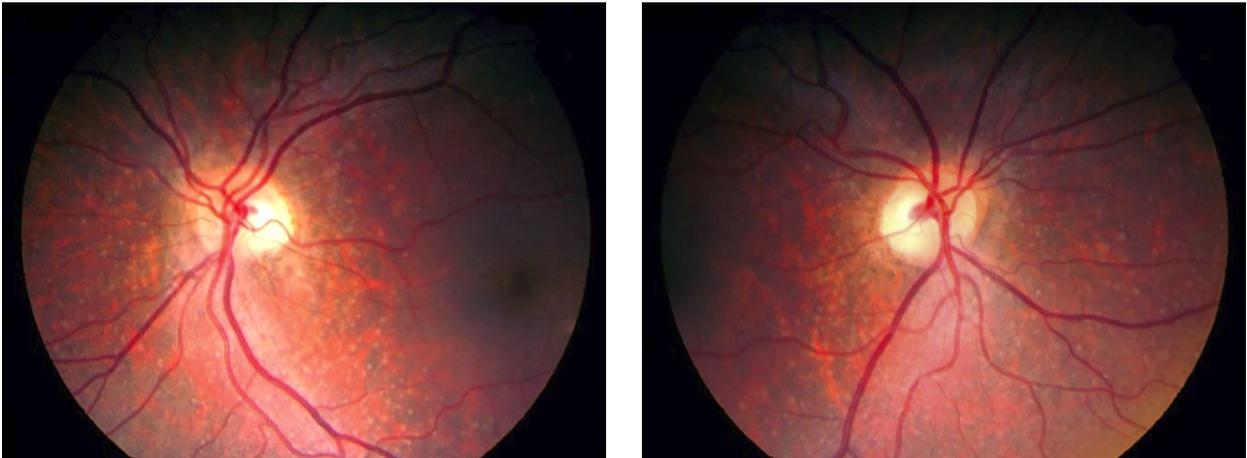


Figura 1. Retinografía de ambos ojos donde se observa palidez focal temporal de las papilas.

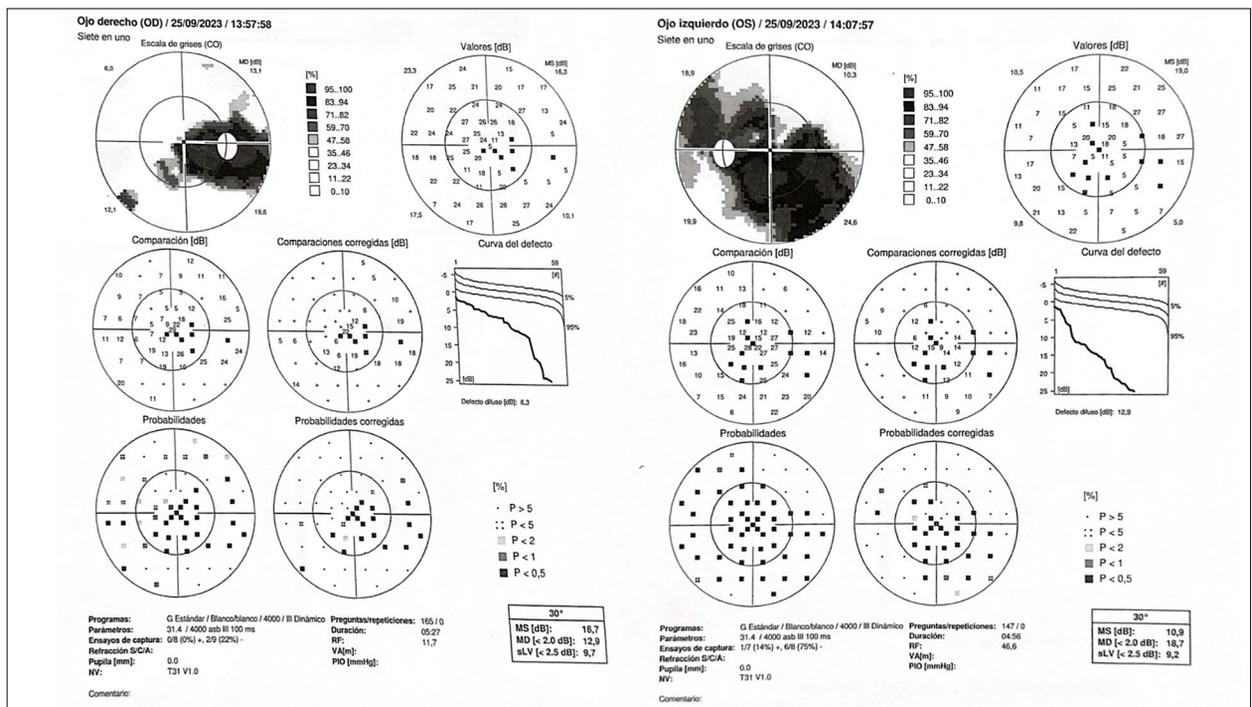


Figura 2. Campo visual computarizado. Se evidencian defectos de la sensibilidad cecocentrales en ambos ojos; en el izquierdo además presenta una extensión hacia nasal inferior.

tiva tarsal inferior y superior, queratitis punteada en toda la superficie corneal, resto de segmento anterior sin alteraciones. A nivel del fondo de ojo presentaba palidez temporal en ambos discos ópticos y en la retina se visualizaba un punteado blanquecino en toda su extensión (fig. 1).

Se realizaron inicialmente dos estudios complementarios: tomografía de coherencia óptica

(OCT) del segmento posterior y campo visual computarizado. En el campo visual se pudo observar de forma bilateral un profundo defecto cecocentral con extensión temporal (fig. 2). La OCT macular no presentaba alteraciones en su arquitectura, pero la modalidad de células ganglionares evidenció una disminución global del espesor de esta capa en ambos ojos (fig. 3).

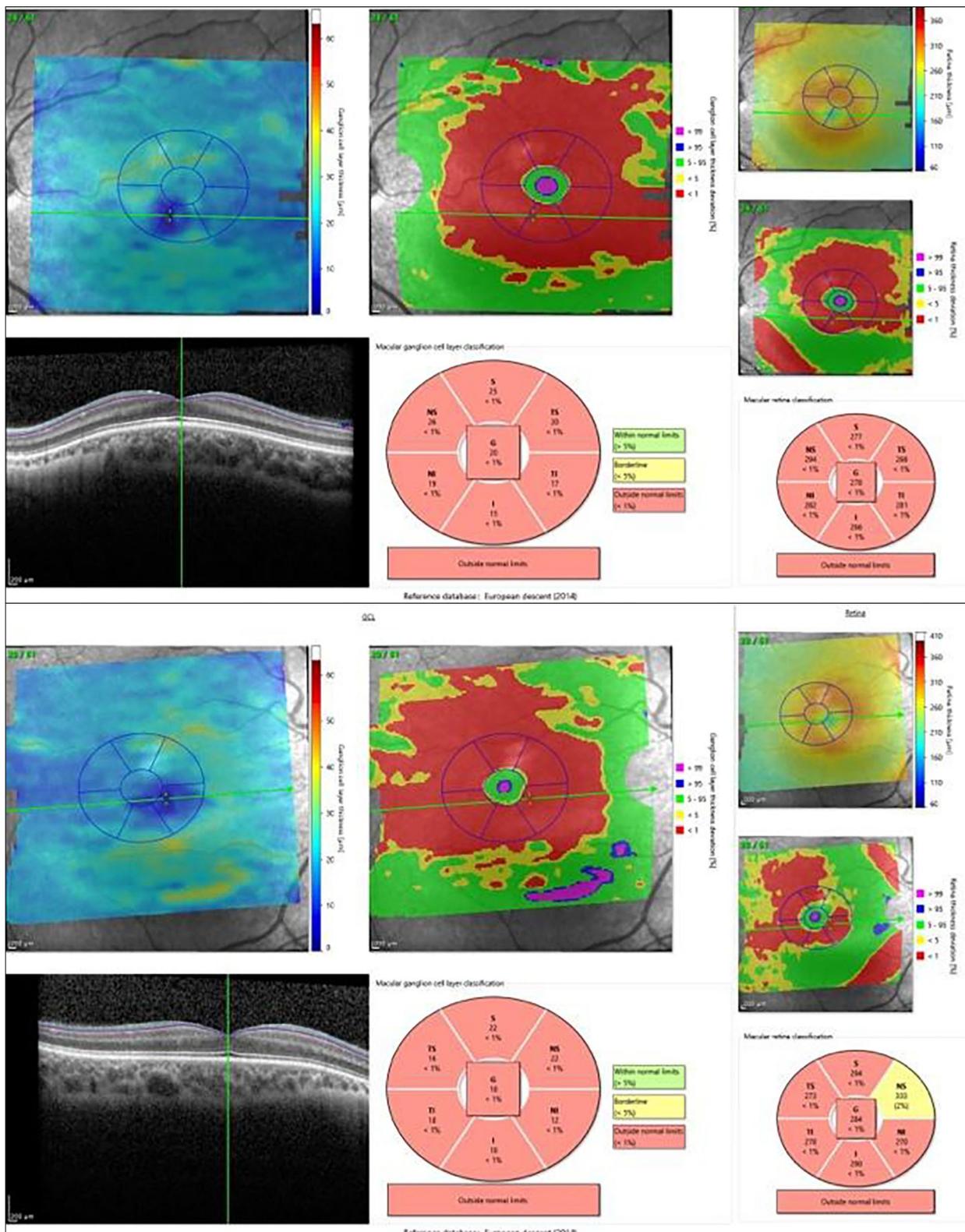


Figura 3. OCT de mácula con análisis del espesor de la capa de células ganglionares de ambos ojos. Se evidencia una disminución de esta capa en la región macular (AO).

Ante el cuadro clínico se plantearon entre los diagnósticos diferenciales neuropatías tóxico-nutricionales, hereditarias, compresivas e inflamatorias. En el interrogatorio se pudo recabar que la alimentación del paciente era altamente selectiva y se encontraba limitada a papas fritas, yogur y galletas.

Se solicitó una resonancia magnética de cerebro y órbita con angiografía de vasos de cuello que no evidenció hallazgos patológicos. La secuenciación del genoma mitocondrial tampoco mostró hallazgos compatibles con el fenotipo de patología hereditaria.

El laboratorio solicitado mostró la presencia de una anemia macrocítica, vitamina B12 menor a 50 pg/ml (valor normal entre 160 y 950 pg/ml) y homocisteína mayor a 50 $\mu\text{mol/L}$ (valores normales entre 5 y 13 $\mu\text{mol/L}$).

Ante los hallazgos clínicos y de laboratorio se realizó el diagnóstico de neuropatía óptica bilateral por deficiencia de vitamina B12 y se inició un tratamiento con suplementación intramuscular de complejo vitamínico B de forma semanal por 4 semanas para luego continuar vía oral. Una vez instaurado el tratamiento se evidenció una detención del deterioro de la agudeza visual del paciente, sin mejoría de ésta.

Discusión

Los cuadros de déficit de cobalamina pueden ser por elecciones dietarias —como en este caso—, por dietas restrictivas como el veganismo o por alteraciones del sistema digestivo, como los cuadros de anemia perniciosa o cirugía bariátrica⁵. El interrogatorio adecuado de los pacientes permite detectar estas situaciones particulares.

El mecanismo fisiopatológico propuesto para estas neuropatías implica un aumento de homocisteína sérica y consecuentemente, generación de estrés oxidativo y daño endotelial sobre los capilares de la vasa nervorum del nervio óptico⁵.

Si bien no hay estudios que comparen esquemas de tratamiento, el consenso en la bibliografía es de iniciar de forma precoz un tratamiento de suplementación vitamínica intramuscular en dosis de por lo menos 1000 $\mu\text{g/día}$ y luego de 1

mes de tratamiento rotar a la vía oral o nasal⁶. El pronóstico de estos pacientes es variable, dependiendo mucho del estado general y del tiempo de evolución del cuadro, pero cuando la atrofia del nervio óptico ya está presente el pronóstico es pobre, como en este caso.

El presente artículo pretende poner énfasis en que este tipo de alteraciones de la visión asociadas a problemas de la alimentación siguen vigentes y no siempre están presentes en la comunidad general de oftalmólogos. También es parte de la tarea del médico oftalmólogo educar a la comunidad sobre la importancia de la alimentación, los diferentes nutrientes relacionados con la visión y poder incorporar dentro de las opciones terapéuticas las diferentes formulaciones con complementos nutricionales, a la vez que el trabajo multidisciplinario con médicos clínicos, nutricionistas y el área de salud mental.

Conclusión

Las neuropatías de causa nutricional son cuadros que requieren de un exhaustivo interrogatorio y una correcta sospecha del médico, considerando los antecedentes y los hábitos del paciente. Cuando se considere dentro de los diagnósticos diferenciales a las neuropatías por déficits vitamínicos, las suplementaciones deben ser precoces y en dosis adecuadas para detener la progresión del cuadro, como se ha observado en el presente caso; entendiendo que en neuropatías de larga evolución el pronóstico de recuperación visual es reservado.

Referencias

1. Heaton JM. Vitamin B12 and the eye. *Proc Nutr Soc* 1960; 19: 100-105. doi:10.1079/pns19600024.
2. O'Leary F, Samman S. Vitamin B12 in health and disease. *Nutrients* 2010; 2(3): 299-316. doi:10.3390/nu2030299.
3. Ata F, Bint I Bilal A, Javed S *et al*. Optic neuropathy as a presenting feature of vitamin B-12 deficiency: a systematic review of literature and

a case report. *Ann Med Surg (Lond)* 2020; 60: 316-322. doi:10.1016/j.amsu.2020.11.010

4. Chavala SH, Kosmorsky GS, Lee MK, Lee MS. Optic neuropathy in vitamin B12 deficiency. *Eur J Intern Med* 2005; 16(6): 447-448. doi: 10.1016/j.ejim.2005.01.021

5. Roda M, di Geronimo N, Pellegrini M, Schiavi C. Nutritional optic neuropathies: sta-

te of the art and emerging evidences. *Nutrients* 2020; 12(9): 2653. doi:10.3390/nu12092653.

6. Jefferis JM, Hickman SJ. Treatment and outcomes in nutritional optic neuropathy. *Curr Treat Options Neurol* 2019; 21(1): 5. doi:10.1007/s11940-019-0542-9.

Amiloidosis vítrea y glaucoma secundario en paciente con polineuropatía amiloidótica familiar variante Ala36Pro: un reporte de caso y revisión

Camila Casas, Nicolás Frank, María Belén Buzzi, María Angélica Moussalli, Federico Fernández, Esteban Virguez

Hospital Bernardino Rivadavia, Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 19 de diciembre de 2024.

Aprobado: 14 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dra. Camila Casas

Servicio de Oftalmología

Hospital Bernardino Rivadavia

Av. Gral. Las Heras 2670

(C1425ASQ) Buenos Aires, Argentina.

+54 (011) 4809-2000

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e222-e228.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.429>

Resumen

Objetivo: Describir un caso de amiloidosis ocular con afectación vítrea y glaucoma secundario con polineuropatía amiloidótica familiar (FAP), variante Ala36Pro.

Caso clínico: Se trata de una paciente de 30 años con diagnóstico genético de polineuropatía amiloidótica familiar. Estaba en seguimiento neurológico por neuropatía y afectación de diversos órganos además de la amiloidosis ocular. Este caso se asoció a depósitos en humor vítreo y en trabeculado, resultando en disminución de agudeza visual por cataratas y glaucoma secundario además de la turbidez vítrea. Se realizó facoemulsificación con implante de lente intraocular más una vitrectomía completa en ojo izquierdo (OI). La paciente mejoró la visión y no volvió a los controles pautados. Ocho meses más tarde regresó con disminución de AV del OI evidenciándose nuevo depósito de amiloide retrolental y una PIO en ojo derecho (OD) de 34 mmHg y en OI de 22 mmHg. Se detectó ángulo abierto, goniodisgenesia y material amiloide en ambos ojos. En ultrabiomicroscopía se observó material hiperreflectivo en cara anterior y posterior del iris y material en la malla trabecular compatible con depósito de amiloide. Se indicó tratamiento hipotensor con latanoprost y dorzolamida/timolol pudiendo actualmente regular su PIO y mantener una conducta expectante de seguimiento.

Conclusión: La amiloidosis vítrea se puede asociar frecuentemente con glaucoma secundario,

como ocurrió en este caso. La afectación visual puede resolverse en parte mediante la vitrectomía, pero como enfermedad el material amiloide se sigue produciendo, el glaucoma podría recurrir y se deberá seguir de cerca el caso para manejar varias complicaciones asociadas.

Palabras clave: amiloidosis vítrea, glaucoma secundario, polineuropatía amiloidótica familiar.

Vitreous amyloidosis and secondary glaucoma in patient with familial amyloidotic polyneuropathy Ala36Pro variant: a case report and review

Abstract

Objective: To describe a case of ocular amyloidosis with vitreous involvement and secondary glaucoma, with Familial Amyloidotic Polyneuropathy (FAP), Ala36Pro variant.

Case report: This is a 30-year-old female patient with a genetic diagnosis of familial amyloidotic polyneuropathy. She was under neurological follow-up for neuropathy and involvement of various organs, in addition to ocular amyloidosis. Our case was associated with vitreous humor and trabecular deposits, resulting in decreased visual acuity (VA) due to cataracts and secondary glaucoma, in addition to vitreous turbidness. Phacoemulsification was performed with intraocular lens implantation plus a complete vitrectomy in the left eye (LE). The patient's vision improved and she did not return to the prescribed controls. Eight months later she returned with decreased VA of the LE, showing new retroental amyloid deposition and IOP in the right eye (RE) 34 mmHg and in the LE 22 mmHg. Open angle, goniodigeneses and amyloid material were detected in both eyes. Ultrabiomicroscopy (UBM) showed hyperreflective material in the anterior and posterior iris and material in the trabecular meshwork, compatible with amyloid deposit. Hypotensive treatment with latanoprost and dorzolamide/timolol is indicated, and the patient is currently able to regulate his IOP, maintaining a watchful waiting follow-up.

Conclusion: Vitreous amyloidosis can be frequently associated with secondary glaucoma, as in our case. The visual impairment could be partially resolved.

Keywords: vitreous amyloidosis, secondary glaucoma, familial amyloidotic polyneuropathy.

Amiloidose vítrea e glaucoma secundário em paciente com polineuropatia amiloidótica familiar variante Ala36Pro: relato de caso e revisão

Resumo

Objetivo: Descrever um caso de amiloidose ocular com envolvimento vítreo e glaucoma secundário à polineuropatia amiloidótica familiar (PAF), variante Ala36Pro.

Caso clínico: Trata-se de uma paciente de 30 anos com diagnóstico genético de polineuropatia amiloide familiar. Ela estava em acompanhamento neurológico por neuropatia e acometimento de vários órgãos além de amiloidose ocular. Este caso estava associado a depósitos no humor vítreo e trabecular, resultando em diminuição da acuidade visual por catarata e glaucoma secundário além de opacidade vítrea. Foi realizada facoemulsificação com implante de lente intraocular e vitrectomia completa em olho esquerdo (OE). A paciente apresentou melhora da visão e não retornou para as consultas de acompanhamento programadas.

Oito meses após, o paciente retornou com diminuição da AV do OE, revelando novo depósito de amiloide retroental e PIO de 34 mmHg no olho direito (OD) e 22 mmHg no OE. Ângulo aberto, goniodisgenesia e material amiloide foram detectados em ambos os olhos. A biomicroscopia ultrassonográfica revelou material hiperrefletivo nas superfícies anterior e posterior da íris e material na malha trabecular, compatível com depósito de amiloide. Foi indicado tratamento hipotensivo com latanoprost e dorzolamida/timolol, e a PIO do paciente pode ser regulada e ele está sendo monitorado expectantemente.

Conclusão: A amiloidose vítrea pode frequentemente estar associada ao glaucoma secundário, como aconteceu neste caso. A deficiência visual pode ser parcialmente resolvida com vitrectomia, mas, como a doença continua a produzir material amiloide, o glaucoma pode recorrer, e o caso requer monitoramento rigoroso para o manejo de diversas complicações associadas.

Palabras-chave: amiloidose vítrea, glaucoma secundario, polineuropatía amiloidótica familiar.

Introducción

La amiloidosis es un muy buen ejemplo de lo que se conoce como proteo-toxicidad, es decir, toxicidad mediada por proteínas. En este caso, la proteína implicada adquiere una conformación anormal, rígida, que se deposita en general en el espacio extracelular deteriorando la estructura parenquimatosa y determinando la insuficiencia de los órganos a los que afecta como pueden ser hígado¹, riñón, corazón, articulaciones y también los ojos².

La amiloidosis ocular se caracteriza por depósitos de amiloide en vítreo cuya clínica es un descenso marcado en la agudeza visual incapacitante. Por lo que se plantea la realización de vitrectomía, aunque en diversos artículos se sugiere la importancia de que sea incompleta para evitar un glaucoma secundario.

El glaucoma en la amiloidosis, a su vez, si bien puede ser secundario a la vitrectomía, también puede ser causado por depósitos de amiloide tanto en ambas caras del iris como en el trabeculado, resultando en un aumento de presión intraocular *per se*. Por lo que su tratamiento, cuando no responde a medicación tópica, debe ser alguna técnica filtrante y se debe considerar a la valvular como la más adecuada en este caso. Nuestro propósito es presentar un caso donde se combinan todas estas alteraciones.

Caso clínico

Se presenta a la consulta una paciente femenina de 30 años de edad con diagnóstico genético de polineuropatía amiloidótica familiar con mutación en la variante Ala36Pro, en seguimiento con los servicios de neurología por neuropatía autonómica asociada a constipación y síndrome de Raynaud, y neuropatía periférica con apalestesia de miembros superiores e inferiores asociado a trastornos sensitivos y motores de la marcha, en seguimiento además con el servicio de hepatología en plan de trasplante hepático, nefrología por

calcificaciones renales, cardiología por miocardiopatía dilatada con disfunción diastólica leve, y con el servicio de psiquiatría por trastorno esquizoafectivo. La consulta oftalmológica fue por disminución de agudeza visual (AV) de ambos ojos de forma progresiva.

Como antecedente ocular la paciente concurrió con una vitrectomía completa realizada 2 años previos. El examen ocular presentaba una AV con estenopeico en OD de visión cuenta dedos a 50 cm y en OI, visión bultos. A la biomicroscopía como único dato positivo presentaba catarata córtico-nuclear en AO. El fondo de ojos no era evaluable por presencia de material amiloide a nivel retrolental de ambos ojos, la presión intraocular (PIO) era de 12 mmHg en AO. Se realizó ecografía que evidenció material hiperreflectivo de mediana y alta intensidad a nivel retrolental en AO con retina aplicada. Por lo que se decidió efectuar en conjunto con el servicio de retina facoemulsificación con implante de lente intraocular más una vitrectomía completa en OI (fig. 1). Luego de eso la paciente consiguió una AV de OI de 8/10 al mes de efectuada la faco y no regresó a los controles médicos pautados.

Sin embargo, ocho meses después, la paciente consultó nuevamente por disminución de AV de OI con una AV mejor corregida de 5/10, y se evidenciaba nuevo depósito de amiloide retrolental en OI, una PIO en OD 34 mmHg y en OI de 22 mmhg, se hizo una gonioscopía evidenciándose ángulo abierto, goniodisgenesia y material amiloide en AO y una sinequia aislada en hora 10 en OI (probablemente secundario a procedimiento quirúrgico). Se decidió realizar una ultrabiomicroscopía donde se pudo valorar la presencia de material hiperreflectivo en cara anterior y posterior del iris y material en la malla trabecular, compatible con depósito de amiloide (fig. 2).

Se indicó tratamiento médico hipotensor con latanoprost y dorzolamida/timolol y se pudo regular su presión intraocular. El paciente se mantiene en seguimiento.

Discusión

El diagnóstico de los depósitos de amiloide se realiza a través de la anatomía patológica de

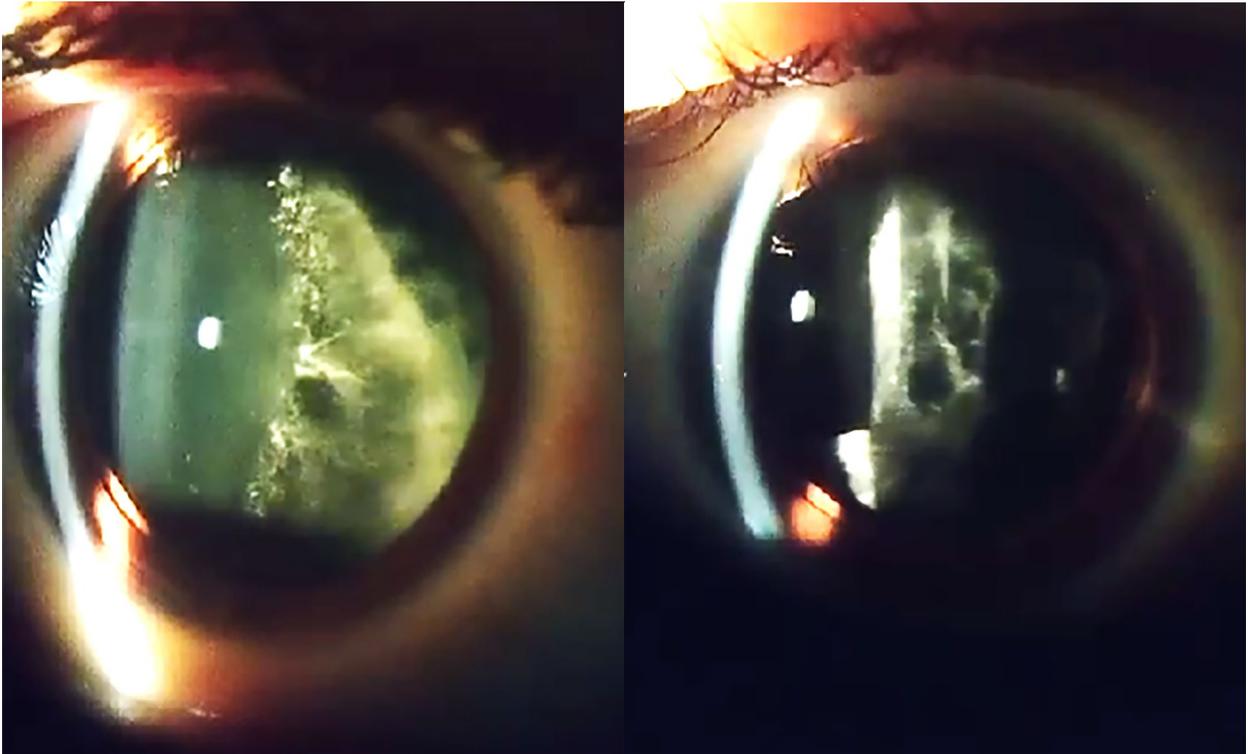


Figura 1. Depósitos de amiloide vítreos en OD vitrectomizado previamente y en OI con facovitrectomía realizada.

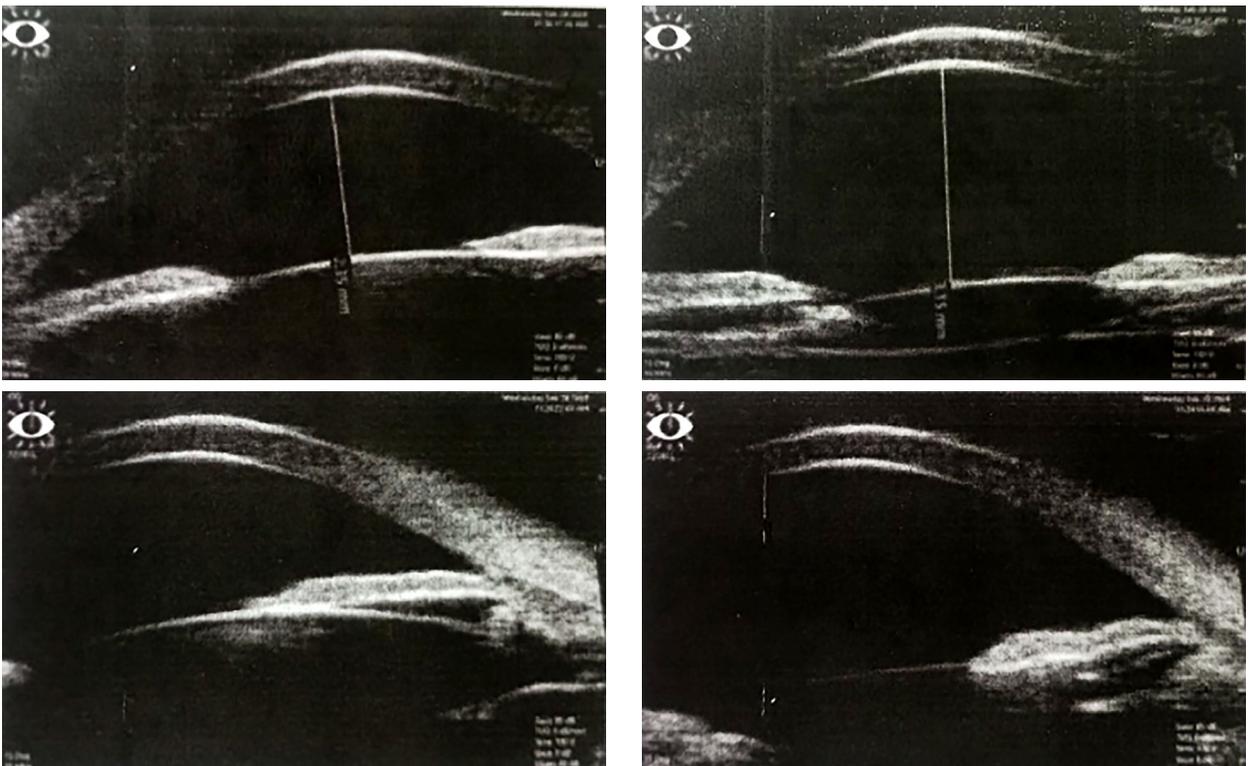


Figura 2. Hiperreflectividad en caras anterior y posterior del iris de ambos ojos compatible con amiloide. Puede evidenciarse en la imagen izquierda inferior depósito de placa amiloidótica en ángulo.

cualquier órgano/tejido involucrado y al descubrir la presencia de sustancia amorfa teñida con rojo Congo³. Sin embargo, esto nos confirma la presencia de proteínas pero no su tipificación. Debemos tener presente que la proteínas amiloidogénicas se clasifican en adquiridas y congénitas. Dentro de las adquiridas tenemos los ejemplos de las cadenas livianas de las discrasias plasmocelulares; y dentro de las formas congénitas, la proteína más importante en este grupo es la transtirretina (TTR). Se trata de una proteína transportadora de hormonas, particularmente de la hormona tiroidea. La TTR mutada y aún la no mutada son capaces de depositarse en forma de amiloide. Se conoce desde hace años la forma de polineuropatía familiar hereditaria (FAP) relacionada con la población portuguesa (Portugal y Brasil) cuya mutación es la Val30Met⁴. El diagnóstico se basa en la identificación de mutaciones presentes en el ADN codificante de la proteína. Si bien puede ser realizado por PCR (reacción en cadena de la polimerasa), la forma ideal es la secuenciación de los 4 exones del gen. Con esta tecnología no solo se pone en evidencia la mutación Val30Met sino que se han identificado muchas otras. Los cuadros clínicos relacionados con estas nuevas mutaciones son variados y pueden comprometer el corazón, el sistema nervioso autónomo, el riñón, la neuropatía periférica y compromiso del sistema nervioso central y las meninges. Frente a esta variedad clínica se impone el estudio cuidadoso de las mutaciones del gen TTR para evitar perder diagnóstico. En el caso de nuestra paciente, se investigaron variantes de secuencia en exones 2, 3 y 4 del gen de TTR, encontrándose como resultado la variante heterocigota p.Ala36Pro cuya clínica se asocia a síndrome de túnel carpiano, amiloidosis ocular y polineuropatía⁴⁻⁵. Tal mutación se encuentra dentro de las llamadas No-Val30Met, muy poco frecuente de hallar⁶⁻⁷.

Como mencionamos previamente, la amiloidosis puede estar asociada a glaucoma de manera secundaria. En una revisión retrospectiva de dos informes de caso de Nelson *et al.* se encontró que la causa del aumento de presión intraocular puede darse por aumento de presión venosa episcleral por amiloidosis orbitaria o por obs-

trucción del trabeculado por depósitos de amiloide en humor acuoso, vítreo y en la superficie tanto cristalina como iridiana⁸, como también reportan los autores Minnella *et al.* y Beirão *et al.*, quienes indican que la ATTR se encuentra ampliamente distribuida en los tejidos oculares de los pacientes afectados⁹⁻¹⁰ y se han identificado depósitos de amiloide en el endotelio corneal, la cápsula del cristalino, el epitelio del iris, el epitelio pigmentario de la retina, el epitelio pigmentario ciliar, el cuerpo vítreo, la conjuntiva, la malla trabecular, las glándulas lagrimales y en las capas de fibras nerviosas de la retina⁸⁻¹¹.

Una mención importante son las opacidades vítreas que resultan el cambio específico más común de la población ATTR Met30Val de aparición tardía¹², como es el caso de nuestra paciente, con la particularidad de que la mutación que ella presenta no es la más común asociada a esas opacidades (Ala36Pro). Existen cuatro tipos de opacidades vítreas amiloides: pseudópodos lenticulares, fibrillas, opacidades esféricas y opacidades prevasculares¹². Los pseudópodos lenticulares y las fibrillas típicas —por ser numerosas y densas— son patognomónicas, como en el caso de nuestra paciente. Se menciona también en el artículo de Ferreira *et al.* que el glaucoma relacionado con la polineuropatía amiloidótica familiar ATTR suele ser un glaucoma secundario agresivo de ángulo abierto¹². Con frecuencia requiere de cirugía, ya sea trabeculectomía o implantes de válvulas, y conduce a la ceguera si no se trata. Además describe casos de microangiopatía retinal amiloide con isquemia periférica de retina como una manifestación poco frecuente que puede observarse en la etapa avanzada de la enfermedad¹².

Como hemos mencionado, tanto la variante Met30Val como la Ala36Pro se asocian no sólo a opacidades vítreas sino también a glaucoma secundario¹³. Debemos tener en cuenta al momento de realizar una vitrectomía por pars plana (VPP), la posibilidad de que dicha intervención quirúrgica incremente los valores de presión intraocular, empeorando la evolución del glaucoma y acelerando la necesidad de cirugía filtrante y conduciendo en algunos casos a ceguera¹⁴. Se cree que la invasión quirúrgica cau-

sada por la VPP causa la difusión de fibrillas de amiloide —especialmente en la malla trabecular—, lo que podría ser la causa de la elevación de la PIO observada después de la VPP¹⁵⁻¹⁶.

Cuando se realiza una VPP incompleta, el cuerpo vítreo restante podría actuar potencialmente como un filtro para retener las fibrillas de amiloide, disminuyendo su depósito en la malla trabecular¹³. Por lo que se sugiere hacer no sólo una VPP incompleta, sino también un riguroso seguimiento de PIO con cirugía filtrante de ser necesario, para mantener una adecuada función visual.

Sin embargo, un estudio prospectivo realizado por You *et al.* explica que existe un alto riesgo de formación de roturas de retina iatrogénicas intraoperatoriamente debido a fuertes adherencias vitreo-retinales, especialmente en la proximidad de los vasos retinales¹⁷; así como también Doft e Irvine *et al.* informaron sobre el desarrollo de desprendimientos de retina y de recurrencia postoperatoria de opacidades vítreas¹⁸⁻¹⁹. Por lo tanto, consideran que el cirujano no solo debe eliminar el vítreo lo más completamente posible, sino también evitar la aparición de roturas de retina iatrogénicas intraoperatoriamente mediante la revisión de toda la retina antes de finalizar el procedimiento y, en caso de rotura iatrogénica, tratar con fotocoagulación o criopexia para evitar desprendimientos de retina.

A su vez, las dificultades de la cirugía también radican en la eliminación completa del vítreo y la recurrencia postoperatoria de opacidades vítreas, que se cree que podrían causarse principalmente por dos mecanismos: la dispersión de opacidades vítreas residuales y la producción intraocular de fibrillas amiloides después de la cirugía¹⁷.

En un estudio realizado por Sandgren en 1995, se informó que de 32 ojos a los que se les había realizado vitrectomía completa, 2 necesitaron de cirugía filtrante y 6 recurrieron con amiloidosis vítrea requiriendo de nueva vitrectomía²⁰. Sin embargo, Teruyoshi *et al.*, en 2 reportes de caso de pacientes con previa trabeculectomía hecha, realizaron 25 G VPP, dejando intencionalmente vítreo periférico por la teoría del efecto antiglaucomatoso del depósito de amiloide en él, evitando que se dirija a la malla trabecular²¹; sin embargo, no describieron que hubiese una mejoría en la PIO a largo plazo.

Para finalizar, es importante destacar el artículo publicado por Takahiro *et al.* donde se describe una técnica innovadora en el tratamiento de las recurrencias producto de la formación constante de material amiloide²². Debido a que la melanina en el EPR es la principal sustancia en la retina que absorbe la luz láser, ellos plantean la hipótesis de que la fotocoagulación láser conduciría a la destrucción del EPR y, debido a que el EPR sintetiza ATTR, se podría prevenir la formación de amiloide ocular. Los parámetros del tratamiento fueron: tiempos de exposición de 200 msec, diámetros de spot de 200 µm, lesiones de láser aplicadas en 4 o 5 sesiones cada 2 semanas de a 400-500 spots en 1 sesión, realizado en 2 pacientes, en lo que luego del seguimiento se observó en ambos casos que los ojos no tratados requirieron de cirugía filtrante y los ojos tratados disminuyeron drásticamente la producción de amiloide con el mantenimiento de agudeza visual.

Conclusión

El caso presentado nos permite subrayar la importancia de los controles oculares en los pacientes con amiloidosis, destacando la frecuente asociación entre la amiloidosis vítrea y el glaucoma. Debemos recordar que existe una continua producción de amiloide, lo que puede generar recurrencias, haciendo relevante los seguimientos cercanos para poder detectar potenciales cambios y tratarlos oportunamente.

Referencias

1. Barreiros AP, Post F, Hoppe-Lotichius M *et al.* Liver transplantation and combined liver-heart transplantation in patients with familial amyloid polyneuropathy: a single-center experience. *Liver Transpl* 2010; 16(3): 314-323. doi:10.1002/lt.21996.
2. Brailovsky Y, Rajapreyar I, Alvarez R. TTR amyloidosis: current state of affairs and promise for the future. *JACC Case Rep* 2023; 10: 101759. doi:10.1016/j.jaccas.2023.101759.

3. Pilotte J, Huang AS, Khoury S *et al.* Detection of TTR amyloid in the conjunctiva using a novel fluorescent ocular tracer. *Transl Vis Sci Technol* 2024; 13(2): 11. doi:10.1167/tvst.13.2.11.
4. Lachmann HJ, Goodman HJ, Gilbertson JA *et al.* Natural history and outcome in systemic AA amyloidosis. *N Engl J Med* 2007; 356(23): 2361-2371. doi:10.1056/NEJMoa070265.
5. Murrell JR, Schonher RG, Liepnieks JJ, Rosen HN, Moses AC, Benson MD. Production and functional analysis of normal and variant recombinant human transthyretin proteins. *J Biol Chem* 1992; 267(23): 16595-16600.
6. Jones LA, Skare JC, Harding JA, Cohen AS, Milunsky A, Skinner M. Proline at position 36: a new transthyretin mutation associated with familial amyloidotic polyneuropathy. *Am J Hum Genet* 1991; 48(5): 979-982.
7. Jacobson DR, Rosenthal CJ, Buxbaum JN. Transthyretin Pro 36 associated with familial amyloidotic polyneuropathy in an Ashkenazic Jewish kindred. *Hum Genet* 1992; 90(1-2): 158-160. doi:10.1007/BF00210764.
8. Nelson GA, Edward DP, Wilensky JT. Ocular amyloidosis and secondary glaucoma. *Ophthalmology* 1999; 106(7): 1363-1366. doi:10.1016/S0161-6420(99)00726-5.
9. Minnella AM, Rissotto R, Antoniazzi E *et al.* Ocular involvement in hereditary amyloidosis. *Genes (Basel)* 2021; 12(7): 955. doi:10.3390/genes12070955.
10. Beirão JM, Malheiro J, Lemos C, Beirão I, Costa P, Torres P. Ophthalmological manifestations in hereditary transthyretin (ATTR V30M) carriers: a review of 513 cases. *Amyloid* 2015; 22(2): 117-122. doi:10.3109/13506129.2015.1015678.
11. Ando E, Ando Y, Okamura R, Uchino M, Ando M, Negi A. Ocular manifestations of familial amyloidotic polyneuropathy type I: long-term follow up. *Br J Ophthalmol* 1997; 81(4): 295-298. doi:10.1136/bjo.81.4.295.
12. Ferreira, N. Ophthalmologic changes in transthyretin familial amyloid polyneuropathy (ATTR-FAP). *Orphanet J Rare Dis* 2015; 10 (Suppl 1): I9. doi:10.1186/1750-1172-10-S1-I9.
13. Pathak-Ray V, Pulpa V, Blyth C. Vitreous amyloidosis and secondary glaucoma-a case report. *Eye (Lond)* 2002; 16(4): 492-494. doi:10.1038/sj.eye.6700075.
14. Dunlop AA, Graham SL. Familial amyloidotic polyneuropathy presenting with rubeotic glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2002; 30(4): 300-302. doi:10.1046/j.1442-9071.2002.00539.x.
15. Kakhara S, Hirano T, Imai A, Miyahara T, Murata T. Small gauge vitrectomy for vitreous amyloidosis and subsequent management of secondary glaucoma in patients with hereditary transthyretin amyloidosis. *Sci Rep* 2020; 10(1): 5574. doi:10.1038/s41598-020-62559-x.
16. Beirão NM, Matos ME, Meneres MJ, Beirão IM, Costa PP, Torres PA. Vitreous surgery impact in glaucoma development in liver transplanted familial amyloidosis ATTR V30M Portuguese patients. *Amyloid* 2012; 19(3): 146-151. doi:10.3109/13506129.2012.710669.
17. You J. Vitrectomy for vitreous amyloidosis. *Int J Ophthalmol* 2011; 4(3): 307-310. doi:10.3980/j.issn.2222-3959.2011.03.20.
18. Doft BH, Machemer R, Skinner M *et al.* Pars plana vitrectomy for vitreous amyloidosis. *Ophthalmology* 1987; 94(6): 607-611. doi:10.1016/s0161-6420(87)33402-5.
19. Irvine AR, Char DH. Recurrent amyloid involvement in the vitreous body after vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 1976; 82(5): 705-708. doi:10.1016/0002-9394(76)90006-4.
20. Sandgren O. Ocular amyloidosis, with special reference to the hereditary forms with vitreous involvement. *Surv Ophthalmol* 1995; 40(3): 173-196. doi:10.1016/s0039-6257(95)80025-5.
21. Miyahara T, Ohta K, Yamamoto Y, Ueno A, Murata T. 25-gauge vitrectomy to treat ocular complications of familial amyloid polyneuropathy. *J Glaucoma* 2007; 16(1): 169-170. doi:10.1097/01.ijg.0000212291.85669.21.
22. Kawaji T, Ando Y, Hara R, Tanihara H. Novel therapy for transthyretin-related ocular amyloidosis: a pilot study of retinal laser photocoagulation. *Ophthalmology* 2010; 117(3): 552-555. doi:10.1016/j.ophtha.2009.07.042.

Eyes can remain healthy after 40 years of an anterior chamber intraocular lens

Christian Le Roy Marz^a, Miguel Ángel Ibáñez Hernández^a, Arturo Iván Pérez Pacheco^b

^a *Departamento de Investigación, Catarata y Cirugía Refractiva, Hospital Puerta de Hierro, Jalisco, México.*

^b *Departamento de Investigación, Catarata y Cirugía Refractiva, Hospital Star Médica, Querétaro, México.*

Received: April 3rd, 2025.

Approved: May 26th, 2025.

Corresponsal author

Dr. Arturo Iván Pérez Pacheco

Departamento de Investigación, Catarata y Cirugía Refractiva
Hospital Star Médica, Querétaro, México.

+52 (442) 356 65 81.

arturo.perez.pacheco473@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e229-e235.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.425>

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Abstract

Objective: To present the case of a patient with an anterior chamber intraocular lens (AC-IOL) for 40 years, with no complications, highlighting that when the patient's indication is appropriate, they are safe implants.

Case report: We present an 85-year-old woman who comes to ophthalmology department for an evaluation for a comprehensive visual health check and with the presence of hyposphagma in the right eye (RE). As a relevant data, we found that extracapsular cataract extraction was performed in the RE, with placement of a posterior chamber. In the contralateral eye left eye (LE), intracapsular cataract extraction was done, with an AC-IOL implanted, with more than 40 years ago. The physical examination assessed visual acuity of 20/100 RE and 20/80 LE. Best-corrected visual acuity 20/50 RE and 20/40 LE. Pachymetry of RE 526 microns and LE 538 microns, intraocular pressure of 15 mmHg RE, and 16 mmHg LE. RE refraction: -4.00 -3.75 177° and LE -6.50 -2.75 50°. Endothelial cell density was 1786 cells/mm² and 2552 cells/mm² (RE, LE respectively). Pleomorphism and polymegatism were both normal in each eye.

Conclusion: This case represents that if the patient is chosen correctly, the implantation of an anterior chamber IOL can give good anatomical and functional results without complications, even 40 years after surgery.

Keywords: anterior chamber intraocular lens, intracapsular cataract extraction, endothelial microscopy, refraction, visual quality.

Los ojos pueden permanecer sanos después de 40 años de una lente de cámara anterior

Resumen

Objetivo: Presentar el caso de un paciente con una lente intraocular de cámara anterior (LIO-CA) durante 40 años, sin complicaciones, destacando que cuando la indicación del paciente es adecuada, son implantes seguros.

Caso clínico: Presentamos el caso de una mujer de 85 años de edad que acudió al servicio de oftalmología para valoración de salud visual general y por presencia de hiposfagma en ojo derecho (OD). Como datos relevantes, encontramos que en el ojo derecho (OD) se había realizado una extracción de catarata extracapsular en el pasado, con colocación de una LIO de cámara posterior; en el ojo izquierdo (OI) se había realizado extracción de catarata intracapsular, con implante de una LIO-CA con más de 40 años de antigüedad. En la exploración física se encontró una agudeza visual de 20/100 OD y 20/80 OI. Agudeza visual mejor corregida de 20/50 RE y 20/40 LE. Paquimetría de 526 micras en OD y 538 micras en OI, presión intraocular de 15 mmHg en OD y 16 mmHg en OI. Refracción OD: -4,00 -3,75 177° y OI -6,50 -2,75 50°. La densidad de células endoteliales era en el OD de 1786 células/mm² y 2552 células/mm² en el OI. El pleomorfismo y el polimegatismo fueron normales en cada ojo.

Conclusiones: Este caso representa que si el paciente es elegido correctamente, el implante de una LIO de cámara anterior puede dar buenos resultados anatómicos y funcionales sin complicaciones, incluso 40 años después de la cirugía.

Palabras clave: lente intraocular de cámara anterior, extracción intracapsular de cataratas, microscopía endotelial, refracción, calidad visual.

Os olhos podem permanecer saudáveis 40 anos após a substituição da lente da câmara anterior

Resumo

Objetivo: Apresentar o caso de um paciente portador de lente intraocular de câmara anterior (LIO-

-CA) há 40 anos, sem complicações, ressaltando que quando a indicação do paciente é adequada, os implantes são seguros.

Caso clínico: Apresentamos o caso de uma mulher de 85 anos que se compareceu ao departamento de oftalmologia para avaliação geral da saúde visual e a presença de hiposfagma no olho direito (OD). Dados relevantes incluíram a extração prévia de catarata extracapsular no olho direito (OD), com colocação de uma LIO de câmara posterior; o olho esquerdo (OE), com o implante de uma LIO intracapsular de catarata com mais de 40 anos, havia sido realizado. O exame físico revelou acuidade visual de 20/100 OD e 20/80 OE. A acuidade visual melhor corrigida foi de 20/50 OD e 20/40 OE. A paquimetria foi de 526 microns no OD e 538 microns no OE, e a pressão intraocular foi de 15 mmHg no OD e 16 mmHg no OE. Refração OD: -4,00 -3,75 177° e OE: -6,50 -2,75 50°. A densidade de células endoteliais era de 1.786 células/mm² no olho direito e 2.552 células/mm² no OE. Pleomorfismo e polimegatismo eram normais em ambos os olhos.

Conclusões: Este caso demonstra que, se o paciente for adequadamente selecionado, o implante de uma LIO de câmara anterior pode produzir bons resultados anatómicos e funcionais sem complicações, mesmo 40 anos após a cirurgia.

Palavras-chave: lente intraocular de câmara anterior, extração de catarata intracapsular, microscopia endotelial, refração, qualidade visual.

Introduction

Many years ago, just before intraocular lenses were invented, patients had to get used to wearing thick and heavy crown glass spectacles or uncomfortable contact lenses, after cataract removal secondary to aphakic hypermetropia¹.

However, it wasn't until the 1950s that intraocular lenses became popular after Dr. Harold Rydley implanted the first polymethyl methacrylate (PMMA) posterior chamber (PC) bag intraocular lens (IOL), resembling the natural eye lens². By this time, the most important complication was IOLs dislocation, due to the overweight and poor anchor capacities, without ceasing to mention, of course, the refractive surprises over +18.0 diopters¹⁻².

With the passage of time and the advent of new technologies, different models started to emerge, including anterior chamber IOLs (AC-IOL), with physical conformations and designs with different optics and haptics³. Such is the case that many ophthalmologists preferred AC-IOLs over PC-IOLs, because they could be easily implanted after extracapsular cataract extraction (EECC) and intracapsular cataract extraction (IECC), and no capsular support was needed. Nevertheless, the complications with AC-IOLs started to emerge, including the most feared, endothelial cell loss, corneal decompensation, and any pupillary-associated difficulty³⁻⁵.

At first, there was no clear understanding of the reason or association of the complication, however complications were later associated with the lens vault, which first generations of AC-IOLs were not really calculated and therefore very close to the endothelium, bringing consequently an abnormal flow of the aqueous humor, inducing endothelial damage and corneal failure at the end³⁻⁴. On the other hand, iridocorneal synechiae and chronic inflammation due to angle-supported haptics were also reported, producing severe secondary glaucoma after a short period³⁻⁵.

Unfortunately for the above reasons, a lot of AC-IOLs had to be later explanted due to severe sight-threatening complications; so, it became necessary iridectomies, because of several reports of pupillary blocking⁵. Over time, the ophthalmological industry began the design and creation of new lenses, using new materials, with better efficiency of shape and sizes, which allowed the non-interaction with the endothelium and thus respecting the natural anatomy of the eye. In this context, our objective is to present a case where we found a patient with an AC-IOLs for the last 40 years, with no secondary alterations, in order to highlight that when the patient's indication is appropriate, these implants are effective and safe.

Case report

We present a 85-year-old woman who came to the ophthalmology department for an evaluation,

for a comprehensive visual health check with the presence of hyposphagma in the right eye (RE).

As a relevant personal pathological history we found that EECC surgery was performed in the RE, with placement of a PC-IOL. In the contralateral eye left eye (LE), IECC technique surgery was done, with an anterior chamber IOL implanted, with more than 40 years ago.

The physical examination assessed visual acuity (VA) of 20/100 RE and 20/80 LE. Best-corrected visual acuity (BSCVA) 20/50 RE and 20/40 LE. Pachymetry of RE 526 microns and LE 538 microns, intraocular pressure (IOP) of 15 RE AND 16 LE. RE refraction: SpH -4.00 CyL -3.75 x 177° and LE SpH -6.50 CyL -2.75 x 50°. Endothelial cell count was in the RE 1786 cells and 2552 cells respectively. Pleomorphism and Polymegatism were both normal in each eye (Figs. 1 & 2).

With biomicroscopy examination of the anterior segment LE, it was observed with adequate implantation of eyelashes, without eyelid alterations, without signs of infection, conjunctiva and sclera with hyposphagma in resolution, transparent cornea, formed anterior chamber, 5-piece AC-IOL, centered, without endothelial touch, superior iridectomy in the meridian of 12. On the other hand, the Adelphi eye was found unaltered. In both eyes, an attached retina with typical high myopia changes was found, and no further lesions were presented (Fig. 3). The optical quality of both eyes, despite the different characteristics of endothelial microscopy and the type of surgery and intraocular lens implantation, show stability and satisfaction in the patient (Fig. 4).

Discussion

It is not an everyday experience to examine a patient due to hyposphagma and realize the eye is in good health condition after 40 years of AC-IOL.

We want to focus special attention on the left eye because of the current health status despite 40 years of AC-IOL implantation. This case represents quite the opposite of many reports of failed implantation of AC-IOLs in particular those from first generations⁶⁻⁷.

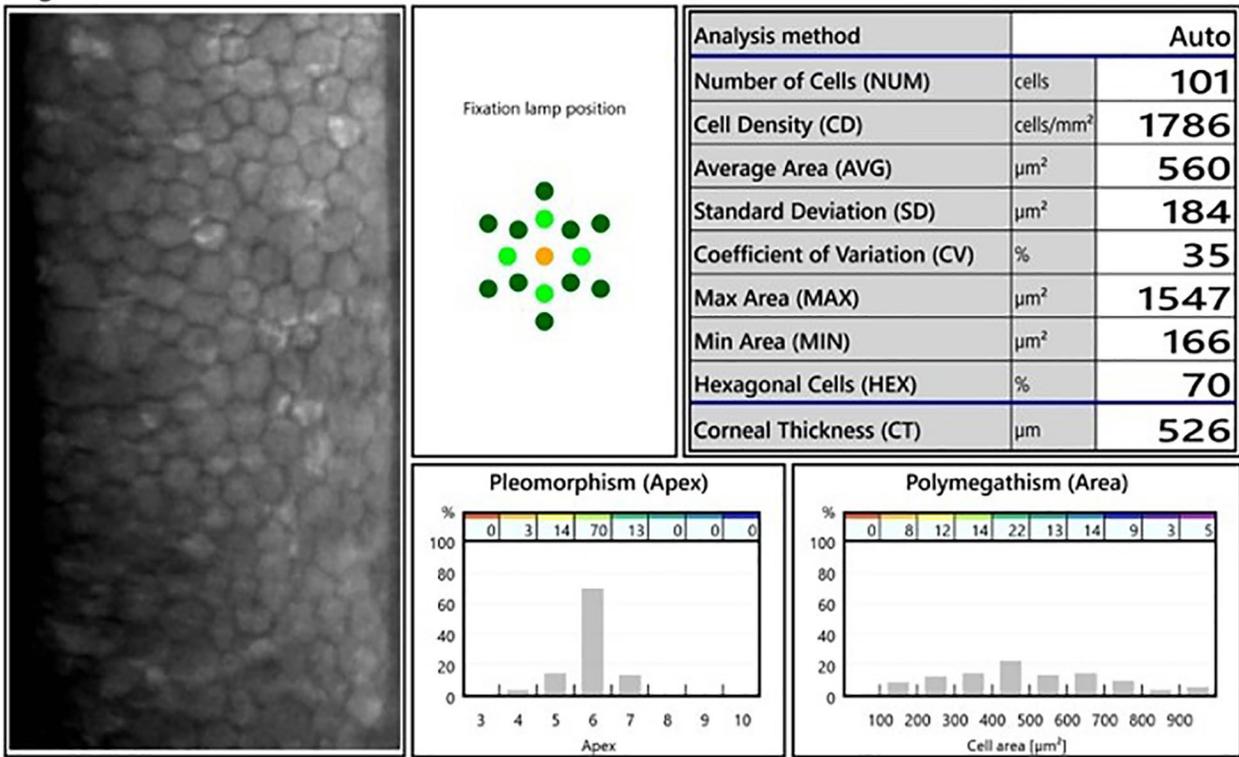


Figure 1. Endothelial microscopy of the right eye.

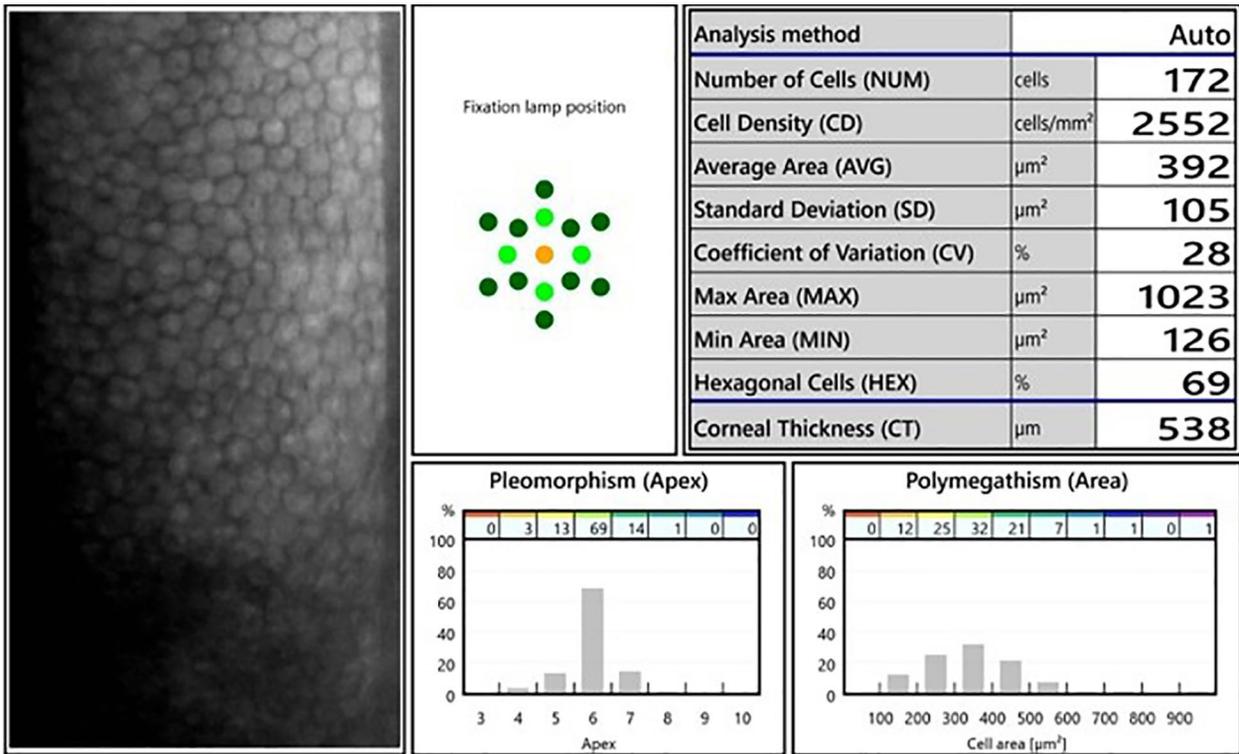


Figure 2. Endothelial microscopy of the left eye.

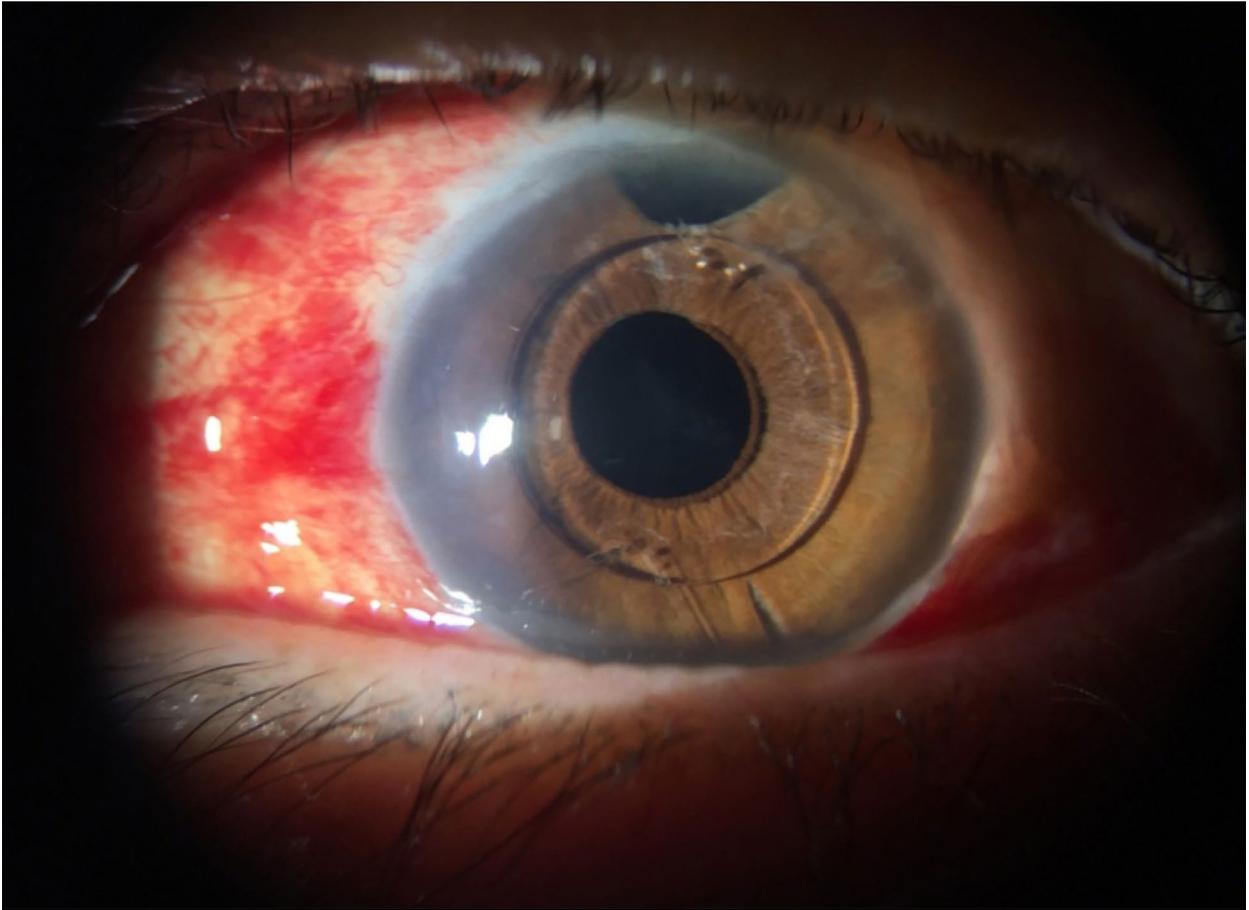


Figure 3. Anterior segment of the left eye is observed with hyposphagnum in resolution, with AC IOL and upper central iridotomy.

Although AC IOLs have been found to improve visual acuity, corneal endothelial cell loss is a common long-term complication³⁻⁵, these lenses have also been implicated in several other unwanted results, such as corneal decompensation, increase in IOP, pupillary distortion, cystoid macular edema and even retinal detachment⁹.

We have to consider that this kind of AC-IOLs (5-piece angle supported IOLs) was suspended in many 1st world countries due to poor quality results and several complications. These lenses were later exported to underdeveloped countries and implanted for many further years. This was probably the circumstance of this case. For many surgeons, these kinds of lenses were the only options available at that time.

This case represents long-term implantation of aphakic anterior chamber IOL with excellent

results, comparable to other studies such as a prospective studies by Drosalum in which 18 of 20 aphakic eyes had acceptable results after 6 to 8 years follow up⁸. This indicates that anterior chamber IOLs can be safe in selected patients. It may seem that the proximity of anterior chamber IOLs to the cornea represents a higher endothelial loss, mostly seen in first-generation models, such as the Leiske, which had a corneal decompensation rate of 8.4 after 12.9 years, seen by Pantou *et al.*⁹.

Although new aphakic AC-IOLs have emerged such as the Artisan Iris Claw, open loop AC IOL, Kellman multiflex IOL, and MTA3UO AC IOLs they are still related, in different degrees, to complications. Newer techniques like scleral fixated IOLs or posterior iris claw lenses have demonstrated good follow-up results regarding endo-

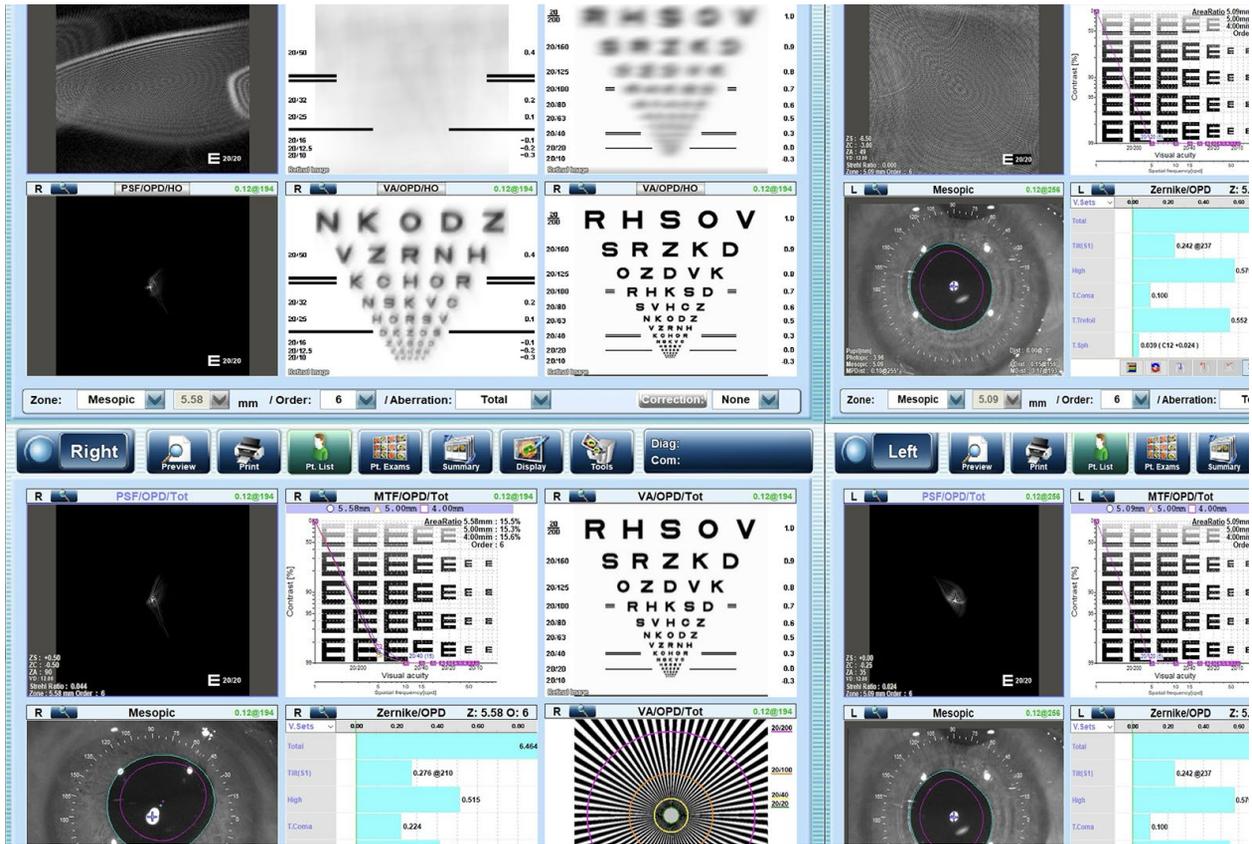


Figure 4. Optical quality represented in both eyes.

thelial cell loss¹⁰⁻¹¹, although the learning curve is higher in these techniques and vitrectomy is necessary in most cases. In a study driven by Ellerton *et al.*, only 1 of 81 cases of flexible, open-loop anterior chamber IOLs developed bullous keratopathy after 30 months¹². However, authors like Drosium conclude that anterior chamber IOLs can be well tolerated if there is a lack of pre-existing corneal pathology⁸, and the case we have presented could be an example of this.

Conclusion

In summary, this case represents that if the patient is chosen correctly, the implantation of an anterior chamber IOL can give good anatomical and functional results without complications, even 40 years after surgery.

References

1. Olson RJ. Cataract Surgery from 1918 to the present and future-just imagine! *Am J Ophthalmol* 2018; 185: 10-13. doi:10.1016/j.ajo.2017.08.020.
2. Ridley H. Intra-ocular acrylic lenses after cataract extraction 1952. *Bull World Health Organ* 2003; 81(10): 758-761.
3. Moschos MM, Nitoda E. The correction of aphakia using anterior chamber intraocular lens. *In Vivo* 2016; 30(6): 733-738. doi:10.21873/invi-10988.
4. Güell JL, Morral M, Kook D, Kohnen T. Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria, and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36(11): 1976-1993. doi:10.1016/j.jcrs.2010.08.014.
5. Ardjomand N, Kölli H, Vidic B, El-Shabrawi Y, Faulborn J. Pupillary block after phakic an-

- terior chamber intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28(6): 1080-1081. doi:10.1016/s0886-3350(01)01114-2.
6. Allemann N, Chamon W, Tanaka HM *et al.* Myopic angle-supported intraocular lenses: two-year follow-up. *Ophthalmology* 2000; 107(8): 1549-1554. doi:10.1016/s0161-6420(00)00221-9.
7. Oakley CL, Nigro MA, Vote BJ. Fifty-year follow-up and Strampelli anterior chamber intraocular lens. *GMS Ophthalmol Cases* 2015; 5: Doc06. doi:10.3205/oc000028.
8. Drolsum L. Long-term follow-up of secondary flexible, open-loop, anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29(3): 498-503. doi:10.1016/s0886-3350(02)01614-0.
9. Pantou RW, Viana MG, Pantou PJ, Pantou JH. Long-term follow-up of leiske closed-loop anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26(4): 590-596. doi:10.1016/s0886-3350(99)00398-3.
10. Zhao H, Wang W, Hu Z, Chen B. Long-term outcome of scleral-fixated intraocular lens implantation without conjunctival peritomies and sclerotomy in ocular trauma patients. *BMC Ophthalmol* 2019; 19(1): 164. doi:10.1186/s12886-019-1172-4.
11. Kandemir Beşek N, Alagoz N, Gumus G *et al.* Long-term results of aphakia management by scleral fixation intraocular lens placement with knotless transscleral Z-suture method. *Int Ophthalmol* 2020; 40(6): 1449-1454. doi:10.1007/s10792-020-01311-w.
12. Ellerton CR, Rattigan SM, Chapman FM, Chitkara DK, Smerdon DL. Secondary implantation of open-loop, flexible, anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22(7): 951-954. doi:10.1016/s0886-3350(96)80197-0.

Síndrome de Gorlin y afectación ocular

María del Valle Acuña, Mariela Ogusuku, Walter Briggiler

Hospital San Martín, Paraná (Entre Ríos), Argentina.

Recibido: 10 de diciembre de 2024.

Aprobado: 5 de mayo de 2025.

Autor corresponsal

Dra. María del Valle Acuña

Servicio de Oftalmología del Hospital San Martín

(3100) Paraná, Entre Ríos

Argentina.

+54 (0343) 423-4545

valle_a92@hotmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e236-e242.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.424>

Resumen

Objetivos: Describir las características clínicas y oculares del síndrome de Gorlin a propósito de un caso.

Caso clínico: Se recibió interconsulta por paciente masculino de 58 años con antecedente de melanoma facial. Presentaba miasis frontotemporal izquierda sobre lesión hiperpigmentada y afectación palpebral, además de malformación en piezas dentarias y múltiples lesiones hiperpigmentadas nodulares faciales. La visión estaba severamente comprometida. Tras realizar interconsulta con los servicios de cirugía de cabeza y cuello, oncología y odontología se arribó al diagnóstico presuntivo de síndrome de Gorlin en base a los signos multisistémicos observados. El paciente abandonó su atención regresando a los tres meses con empeoramiento del cuadro. En una tomografía computada se observó una masa ocupante en el vértice de la órbita izquierda. Se decidió su internación, por contexto clínico-social del paciente. Se realizó *toilette* quirúrgica, toma de biopsias y se evaluaron futuras pautas terapéuticas, incluyendo como opciones el uso de vismodegib, pero no se pudieron realizar ya que el paciente firmó su alta voluntaria y no ha vuelto a la institución.

Conclusión: En el caso presentado se lograron identificar mediante interconsultas entre diferentes especialidades las características principales del síndrome de Gorlin: carcinomas basocelulares en diversas regiones, tumores queratoquísticos mandibulares y anomalías esqueléticas junto con las manifestaciones oculares. Lamentablemente por condiciones sociales no se logró realizar el seguimiento del caso.

Palabras clave: síndrome de Gorlin.

Gorlin's syndrome and ocular manifestation

Abstract

Objective: To describe the clinical and ocular features of Gorlin's syndrome, based on a case report.

Case report: A 58-year-old male patient with a history of facial melanoma, who had left fronto-temporal myiasis on hyperpigmented lesion and palpebral involvement, in addition to malformation of teeth and multiple facial nodular hyperpigmented lesions was consulted. Vision was severely compromised. After consultation with the head and neck surgery, oncology and dentistry services, a presumptive diagnosis of Gorlin's syndrome was made, based on the multisystemic signs observed. The patient left the clinic and returned three months later with worsening of the fourth episode. A CT scan showed a mass occupying the vertex of the left orbit. It was decided to hospitalize him, due to the clinical and social context of the patient. Surgical toilette was performed, biopsies were taken and future therapeutic guidelines were evaluated, including the use of Vismodegib as an option, but they could not be performed since the patient signed his voluntary discharge and has not returned to the institution.

Conclusion: In the case presented, the main characteristics of Gorlin's syndrome were identified by means of interconsultations between different specialties: basal cell carcinomas in different regions, mandibular keratocystic tumors and skeletal anomalies, together with ocular manifestations. Unfortunately, due to social conditions it was not possible to follow up the case.

Keywords: Gorlin's syndrome.

Síndrome de Gorlin e envolvimento ocular

Resumo

Objetivos: Descrever as características clínicas e oculares da síndrome de Gorlin com base em um caso.

Caso clínico: Recebeu-se interconsulta médica de paciente masculino, 58 anos, com histórico de melanoma facial. Apresentava miíase frontotemporal esquerda sobre lesão hiperpigmentada e comprometimento palpebral, além de malformações den-

tárias e múltiplas lesões faciais hiperpigmentadas nodulares. Sua visão estava gravemente comprometida. Após consulta com os departamentos de cirurgia de cabeça e pescoço, oncologia e odontologia, foi feito o diagnóstico presuntivo de síndrome de Gorlin com base nos sintomas multissistêmicos observados. O paciente abandonou o tratamento e retornou três meses depois com piora dos sintomas. Uma tomografia computadorizada revelou uma massa ocupando o ápice da órbita esquerda. A decisão de interná-lo foi tomada com base no contexto clínico e social do paciente. Foi realizado *toilette* cirúrgico, biópsias foram realizadas e futuros regimes terapêuticos foram avaliados, incluindo o uso de vismodegib, mas estes não puderam ser implementados porque o paciente assinou um termo de alta voluntária e não retornou à instituição.

Conclusão: No caso apresentado, as principais características da síndrome de Gorlin foram identificadas por meio de consultas entre diferentes especialistas: carcinomas basocelulares em diversas regiões, tumores ceratocísticos da mandíbula e anormalidades esqueléticas, além de manifestações oculares. Infelizmente, devido a circunstâncias sociais, o acompanhamento do caso não foi possível.

Palavras-chave: síndrome de Gorlin.

Introducción

En 1960, Gorlin y colaboradores publicaron lo que potencialmente estimaban que se trataba de un nuevo síndrome en un paciente donde identificaron disostosis craneofacial, conducto arterial persistente, hipertricosis, hipoplasia de labios mayores, anomalías dentales y oculares¹. En las siguientes décadas siguieron apareciendo publicaciones donde se identificaban varias características de la apreciación inicial publicada en 1960, pero donde también se agregaban variantes hasta que en 1985 se sumó la afectación cutánea y su relación con el carcinoma basocelular múltiple, además de los tumores queratoquísticos ondonotogénicos². Finalmente a este síndrome se lo renombró como "síndrome de Gorlin-Goltz", que también es conocido como "síndrome de

carcinoma basocelular nevoide”, donde la más reciente revisión de este tema y la afectación ocular expresa que es una condición genética rara que predispone a las personas a varias anomalías del desarrollo y a tumores³. A nivel ocular se ha confirmado la presencia de hipertelorismo, cataratas congénitas y nistagmus, destacando la alta frecuencia de estrabismo, membranas epirretinales y mielinización del nervio óptico³.

Si bien han pasado casi seis décadas y media desde que se iniciaron los primeros informes de este síndrome, quedan muchos interrogantes y las evidencias publicadas son pocas. Se trata de una enfermedad rara con una prevalencia estimada que oscila entre 1/30.827 a 1/256.000¹⁻⁵, donde se afectan por igual hombres y mujeres⁴. Es una enfermedad de base genética autosómica dominante que tiene alta variación fenotípica intrafamiliar causada por mutaciones de la línea germinal del gen PTCH1⁵⁻⁶. Aproximadamente entre el 50% y el 85% de los casos se origina por variantes patogénicas del gen supresor de tumores PTCH1⁶, localizado en cromosoma 9 (9q22.3) pero entre el 15% y el 27% de los casos aún se desconoce la causa⁶⁻⁷.

Por tal motivo, el objetivo de nuestro trabajo ha sido realizar la descripción de los hallazgos encontrados en un paciente con diagnóstico presuntivo de síndrome de Gorlin y compartir las dificultades que nuestro grupo tuvo que enfrentar en el manejo del caso clínico.

Caso clínico

Se recibió interconsulta en el servicio oftalmológico del Hospital San Martín de la ciudad de Paraná (Entre Ríos, Argentina) por paciente masculino de 58 años con antecedente de melanoma facial (diagnosticado en 1998), que concurrió por guardia central del hospital con miasis fronto-temporal izquierda sobre lesión hiperpigmentada que comprometía párpados.

En la valoración inicial se observó la malformación de múltiples piezas dentarias y se constataron múltiples lesiones hiperpigmentadas nodulares faciales de las cuales emergían parásitos larvarios. En el examen ocular se constató

que la agudeza visual en ojo derecho (OD) era visión bulto y en ojo izquierdo (OI) no se pudo evaluar por edema bupalpebral a tensión (figs. 1 y 2). Se realizó laboratorio clínico, tomografía computada (TC) de cerebro y órbitas, además de una ecografía ocular de ambos ojos, que no arrojaron anormalidades inicialmente. Se decidió realizar interconsulta con los servicios de cirugía de cabeza y cuello, oncología y de odontología. Luego de debatir el caso, se arribó al diagnóstico presuntivo de síndrome de Gorlin en base a los signos multisistémicos observados.

Desafortunadamente el paciente abandonó su atención y regresó a los tres meses con empeoramiento del cuadro general, principalmente a nivel ocular (figs. 3 y 4), más allá de una mejoría parcial de la lesión dérmica temporal izquierda y la resolución del severo edema bupalpebral izquierdo del primer control.

Al repetir la TC se observó una masa ocupante en el vértice de la órbita izquierda. Se decidió su internación debido al contexto clínico-social del paciente. Se realizó *toilette* quirúrgica, toma de biopsias y se evaluaron futuras pautas terapéuticas, incluyendo otras opciones como la utilización de vismodegib y la intención de buscar la confirmación genética del diagnóstico. Nuevamente se perdió el seguimiento del paciente, quien firmó su alta voluntaria y no volvió a la institución.

Discusión

El presente caso resultó un gran desafío para el equipo hospitalario, tanto para establecer su diagnóstico como para su manejo y contención. En el ámbito hospitalario, el manejo de los pacientes incluye la consideración de los problemas socio-culturales y económicos de la población, pero para los médicos es muy complejo poder dar solución a esos aspectos que rodean a las enfermedades y a los propios pacientes. El caso presentado resume tanto las problemáticas de personas en situación de calle, alteraciones psíquicas y falta de contención social, situaciones para las que la salud pública hace lo que puede, comprendiendo que no siempre es suficiente, cuando además aparecen patologías raras o poco frecuentes.



Figura 1. Lesión dérmica en área temporal izquierda severa con áreas de necrosis tisular en contexto de paciente con miasis y edema bipalpebral.



Figura 2. Severa afectación de región periocular derecha con secreción purulenta y múltiples lesiones pigmentarias en piel circundante.



Figura 3. Empeoramiento de lesión ocular derecha; en la misma fotografía se observa que el edema bupalpebral izquierdo logró resolverse luego del tratamiento inicial.



Figura 4. Evolución favorable de lesión dérmica temporal izquierda.

Moramarco y colaboradores son quienes más han aportado en la literatura científica sobre las manifestaciones oculares del síndrome de Gorlin-Goltz en un estudio que evaluó a once pacientes en quienes se confirmó esta patología mediante test genéticos³. Ellos encontraron en su casuística alteraciones como hipertelorismo, cataratas congénitas, nistagmus, estrabismo, membranas epirretinales y mielinización del nervio óptico, concluyendo que las características oculares — que son frecuentes y distintivas— podrían ayudar en el proceso de diagnóstico de este síndrome, poniendo énfasis en el papel crucial del oftalmólogo en el manejo de estos pacientes. Esto fue en parte lo que nos motivó también a nuestro grupo al desarrollo del presente trabajo, pero en nuestro caso tuvimos limitaciones tanto a la hora de poder realizar la confirmación diagnóstica genética como en el momento del seguimiento del paciente por los aspectos previamente mencionados. En cuanto al tratamiento, en nuestro caso fue en todo momento orientado a resolver las complicaciones, el cuadro de miasis y el manejo de las lesiones dérmicas sin muchas más opciones para realizar debido al grado de afección que tenía el paciente en el momento de la primera consulta.

Se llegó a valorar la posibilidad de utilizar el vismodegib de acuerdo con lo que se recomienda en la revisión sistemática publicada en 2024 por Palmeiro y colaboradores⁸, algo que, si consideramos la falta de adhesión del paciente a la hora de realizar sus controles, posiblemente también nos hubiera llevado al fracaso. Esto no alcanzamos a realizarlo.

Encontramos un informe de alteración psiquiátrica en relación con el síndrome de Gorlin en un adulto de 34 años, pero no hay mayor información para realmente establecer una asociación, aunque al considerar el caso de nuestro paciente estimamos que también podría haber tenido una alteración que no pudo ser valorada: el potencial desorden mental del caso podría haber sido reactivo, influenciado por su historia de vida o incluso por una afectación intracraneal secundaria. Finalmente, en el contexto de la masa ocupante en el vértice de la órbita y que dentro de este síndrome se incluye la presencia de carcinomas basocelulares múltiples, el futuro y la expectativa

de vida de nuestro paciente pareciera ser limitado, más allá de las lesiones oculares.

Conclusión

Al coordinar las interconsultas entre especialidades en el caso presentado se lograron identificar las principales características clínicas del síndrome de Gorlin: carcinomas basocelulares en diversas regiones, tumores queratocísticos mandibulares y anomalías esqueléticas, junto con las manifestaciones oftalmológicas. Lamentablemente, a pesar de poder realizar un diagnóstico clínico presuntivo, no se ha logrado contener al paciente y continuar con su tratamiento por sus condiciones sociales.

Referencias

1. Gorlin RJ, Chaudhry AP, Moss ML. Craniofacial dysostosis, patent ductus arteriosus, hypertrichosis, hypoplasia of labia majora, dental and eye anomalies: a new syndrome? *J Pediatr* 1960; 56: 778-785. doi:10.1016/s0022-3476(60)80315-0.
2. MacSweeney JE, Forbes A, Manhire AR, Lees WR. Gorlin's syndrome. *J R Soc Med* 1985; 78(3): 253-255. doi:10.1177/014107688507800315.
3. Moramarco A, Himmelblau E, Miraglia E *et al.* Ocular manifestations in Gorlin-Goltz syndrome. *Orphanet J Rare Dis* 2019; 14(1): 218. doi:10.1186/s13023-019-1190-6.
4. Lo Muzio L, Nocini PF, Savoia A *et al.* Nevroid basal cell carcinoma syndrome: clinical findings in 37 Italian affected individuals. *Clin Genet* 1999; 55(1): 34-40. doi:10.1034/j.1399-0004.1999.550106.x.
5. Farndon PA, Del Mastro RG, Evans DG, Kilpatrick MW. Location of gene for Gorlin syndrome. *Lancet* 1992; 339(8793): 581-582. doi:10.1016/0140-6736(92)90868-4.
6. Bholah Z, Smith MJ, Byers HJ, Miles EK, Evans DG, Newman WG. Intronic splicing mutations in PTCH1 cause Gorlin syndrome. *Fam Cancer* 2014; 13(3): 477-480. doi:10.1007/s10689-014-9712-9.

7. Evans DG, Oudit D, Smith MJ *et al.* First evidence of genotype-phenotype correlations in Gorlin syndrome. *J Med Genet* 2017; 54(8): 530-536. doi:10.1136/jmedgenet-2017-104669.

8. Palmeiro AG, Carvalho M, Gonçalves Castro C, Pimentel B, Catorze G. Vismodegib in Gorlin-Goltz syndrome: a systematic review.

Australas J Dermatol 2024; 65(6): e123-e133. doi:10.1111/ajd.14326.

9. Mufaddel A, Alsabousi M, Salih B, Alhassani G, Osman OT. A case of Gorlin-Goltz syndrome presented with psychiatric features. *Behav Neurol* 2014; 2014: 830874. doi:10.1155/2014/830874.

Hyaloid pupillary seclusion: anterior hyaloidectomy in the retroiridian chamber. A novel technique for acute closed-angle glaucoma secondary to post-traumatic pupillary block due to herniation of the vitreous body with an intact hyaloid membrane

Andrés Germán Alza

Clínica Privada de Ojos Dr. Enrique Alza, La Plata (Buenos Aires), Argentina.

Received: March 13st, 2025.

Approved: May 10th, 2025.

Contact

Dr. Andrés Germán Alza
Clínica Privada de Ojos Dr. Enrique Alza
Calle 12, nro. 662
(1900) La Plata, provincia de Buenos Aires
Argentina
+ 54 9 221 4219682
andresalza@hotmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e243-e251.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.412>

Abstract

We present an unusual case of pupillary vitreous herniation with an intact hyaloid membrane, associated with anterior dislocation of the intraocular lens, an intact capsular bag, and a partially intact zonule. This case occurred in an 85-year-old patient with acute post-traumatic glaucoma immediately following cataract surgery. In the absence of similar reports, an innovative surgical technique was proposed: anterior hyaloidectomy in the retroiridian chamber. This minimally invasive procedure, performed by peripheral iridectomy, includes prelental anterior retroiridian vitrectomy, facilitating spontaneous repositioning of the intraocular prosthesis. The visual and anatomical results were favorable, demonstrating the potential efficacy of this technique for anterior segment surgeons.

Keywords: acute glaucoma, pupillary block, cataract, anterior lens luxation, hyaloid.

Introduction

We report a rare case of vitreous herniation with an intact hyaloid membrane into the anterior and retroiridian chambers, resulting in pupillary seclusion due to entrapment, and associated with anterior intraocular lens (IOL) dislocation within

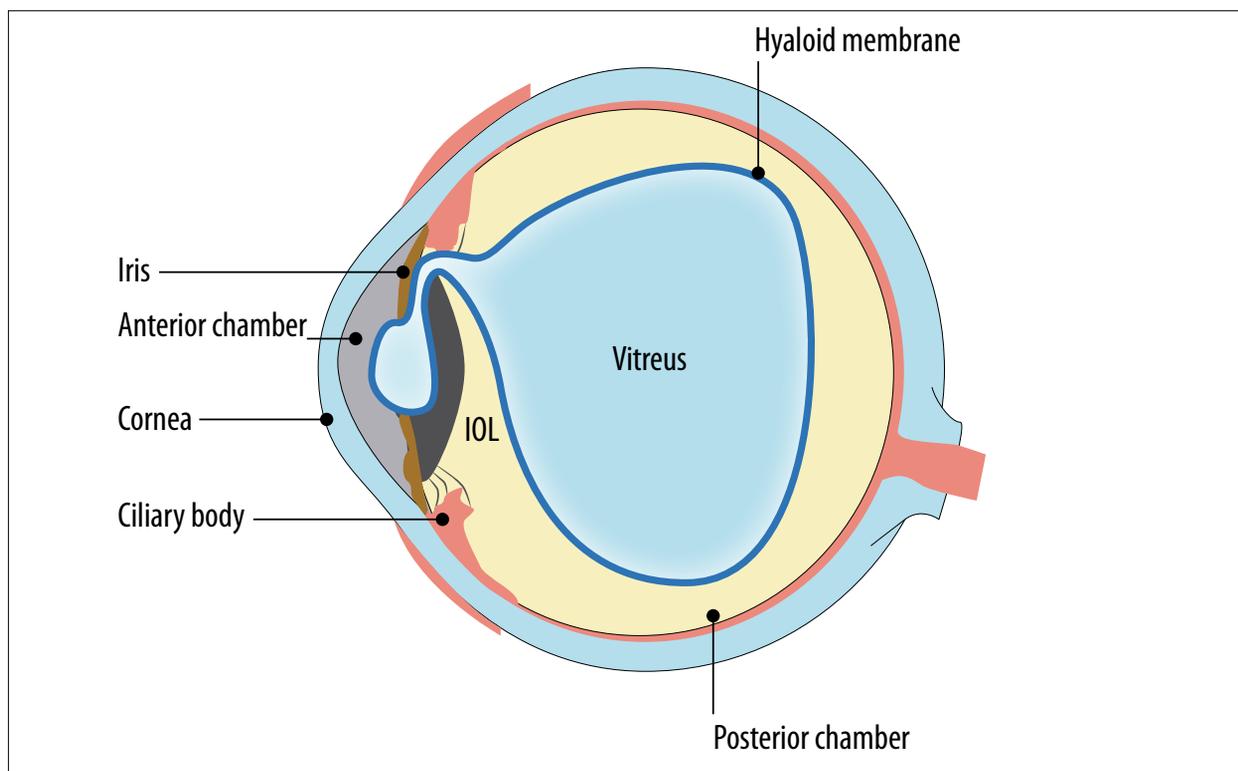


Figure 1. Vitreous herniation with an intact hyaloid membrane into the anterior and retroiridian chambers, resulting in pupillary seclusion due to entrapment, and associated with IOL dislocation within an intact capsular bag and a partial intact zonule.

an intact capsular bag and a partial intact zonule (Fig. 1). The goal of treatment is to restore normal aqueous flow and anterior segment anatomy. Although peripheral iridotomy with an Nd:YAG laser is the initial procedure of choice for similar cases, it is often difficult or insufficient, requiring a complementary vitrectomy. Therefore, we propose a novel technique: anterior hyaloidectomy in the retroiridian chamber. The procedure is performed through a minimal peripheral iridectomy within the retroiridian chamber associated with spontaneous repositioning of the IOL, taking advantage of the corneal incisions from the previous surgery and thus avoiding the need for a classic pars plana vitrectomy with its associated complications.

Case

We present the case of an 85-year-old man who underwent cataract surgery in the right eye (RO) in November 2024. A foldable, monofocal, hydrophilic acrylic IOL (S-Lens, Sidapharm) was implanted without apparent complications.

Seventy-two hours after the procedure, the patient presented to the emergency department complaining of sudden vision loss following ocular trauma due to scratching. Slit-lamp biomicroscopy (SLM) using the Van Herick technique revealed a narrowed anterior chamber with angle block (Fig. 2A). Direct illumination with the optical section detected pupillary seclusion associated with vitreous opacity in the form of

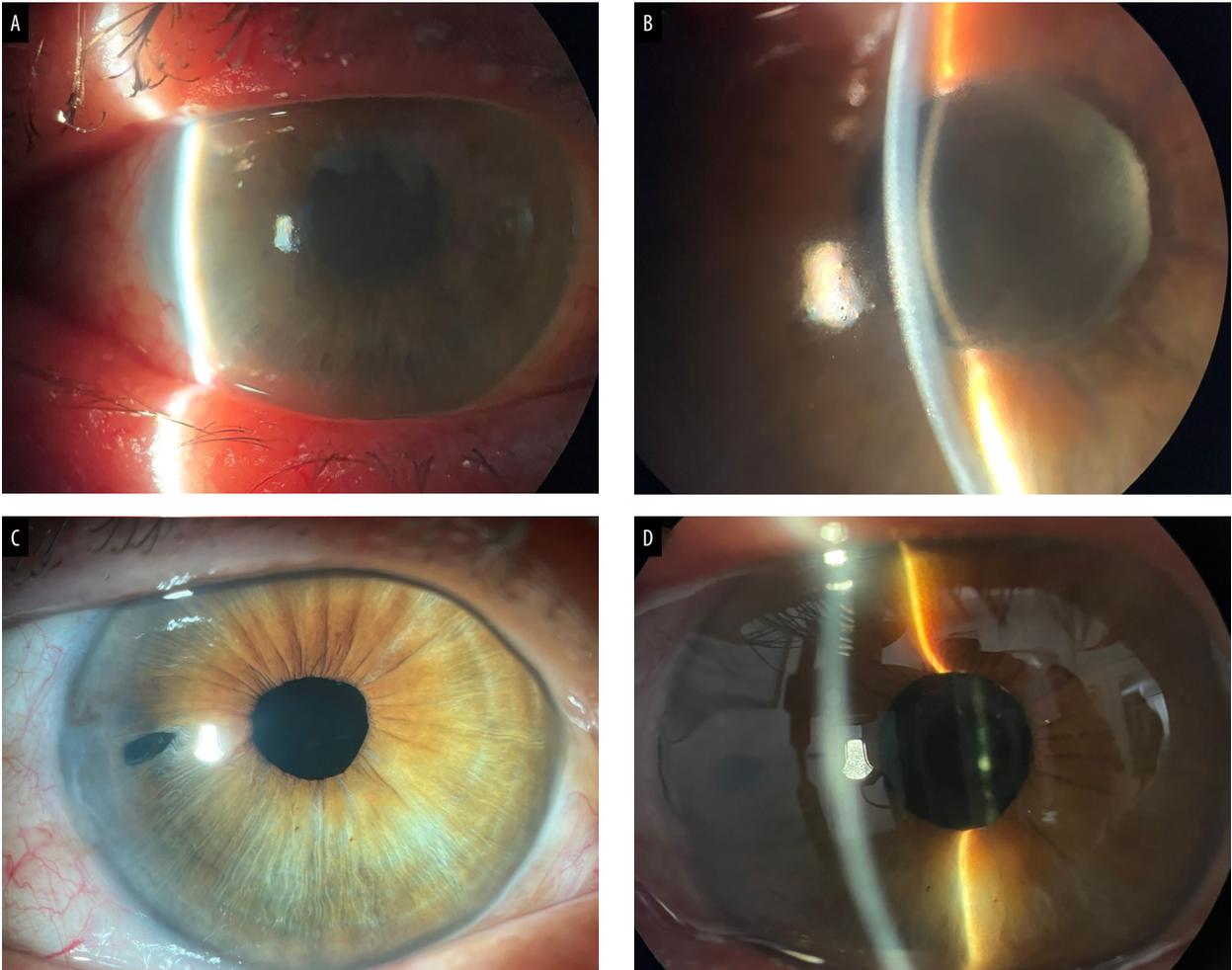


Figure 2. Images obtained using the OCUFY[®] WIDE device, illustrating the case's progression. (A) and (B) show findings of 72 hours post-ocular trauma, including decreased anterior chamber depth with angle closure and the presence of vitreous opacity in the form of a “recumbent parabola” reflex corresponding to the intact anterior hyaloid surface herniated into the anterior chamber. (C) and (D) show improvement 10 days postoperatively, with deepened anterior chamber, round pupil, released iris, and the presence of a temporal peripheral iridectomy.

a “recumbent parabola” reflex corresponding to the intact anterior hyaloid surface herniated into the anterior chamber (Fig. 2B). The vitreous acts as a magnifying glass, denoting false posterior displacement of the IOL. Ocular pressure monitoring with a Goldmann tonometer yielded values greater than 60 mmHg.

Additional studies were performed, and previous studies were analyzed for a detailed evaluation. A Scheimpflug (SC) camera revealed a preserved anterior segment prior to cataract surgery (Fig. 3A). Seventy-two hours after the trauma, narrowing of the anterior chamber and pupillary vitreous was observed (Fig. 3B), and

postoperatively, the anterior chamber deepened again, restoring the anterior segment anatomy (Fig. 3C). Optical coherence tomography (OCT) examination revealed narrowing of the anterior chamber, pupillary block, and the presence of an intact anterior hyaloid membrane with anterior displacement of the IOL, possibly due to rotation of the ciliary processes, resulting in an anterior chamber depth (ACD) of approximately 2313 μ m (Fig. 4A). Angular block also occurred with iris incarceration in the incision (Fig. 4B and C). Ocular response analysis (ORA) of the OD revealed altered corneal hysteresis due to the cornea's inability to absorb and dissipate energy

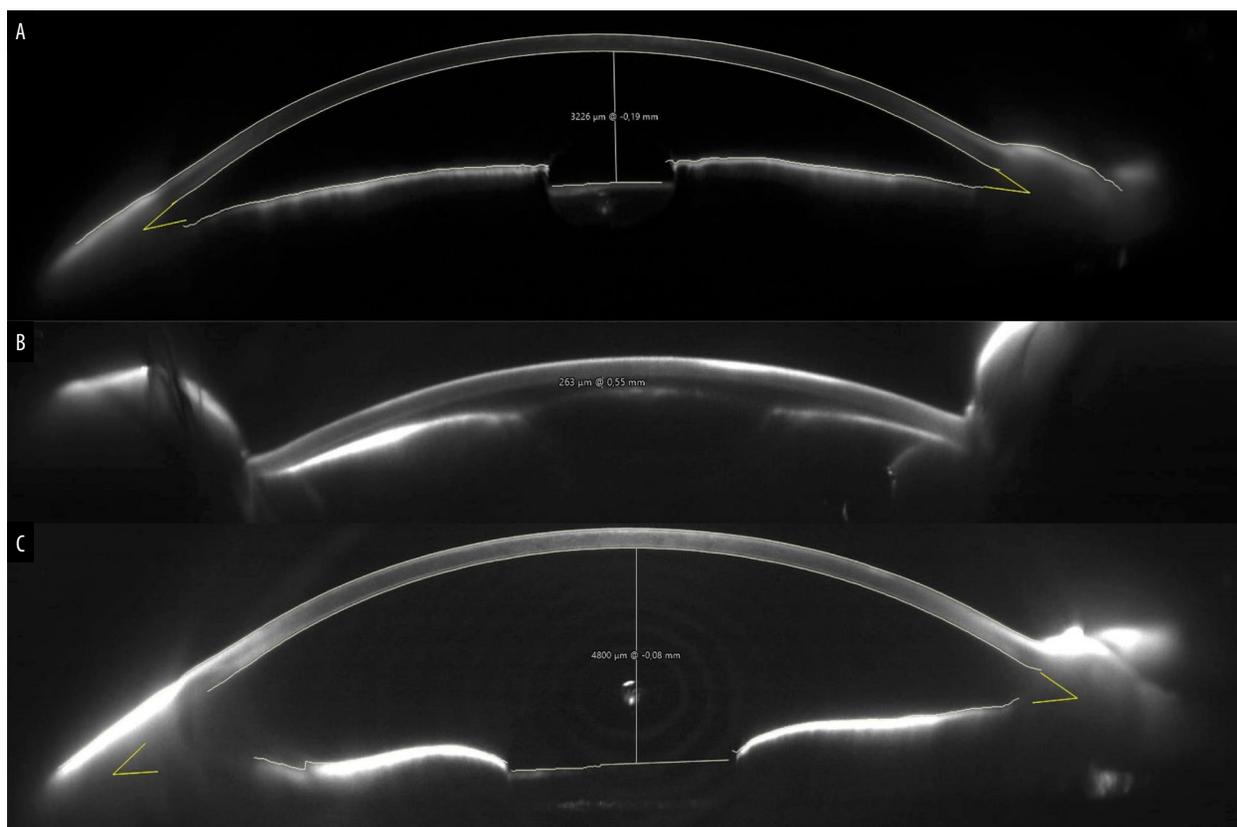


Figure 3. Demonstrates the evolution of the patient's anterior segment using SC. Initially (A), a preserved anterior segment was observed before cataract surgery. Following the trauma (B), narrowing of the anterior chamber and pupillary vitreous haze were evident. Post retroiridian anterior hyaloidectomy (C), the restoration of the anterior segment anatomy with deepening of the anterior chamber.

due to elevated intraocular pressure and corneal edema (Fig. 5).

Based on these findings and given that we have not found any similar cases in the literature, we interpret the condition as a herniation of the vitreous body with the hyaloid intact into the anterior and retroiridian chambers, blocking the pupil due to entrapment, together with forward dislocation of the IOL, contained in the bag and with a partially intact zonule. Therefore, an innovative surgical technique called anterior hyaloidectomy of the retroiridian chamber was performed, with spontaneous repositioning of the IOL. At 10 days postoperatively, SLM showed a round pupil, iris released from the incision and peripheral iridectomy with deepening of the anterior chamber and positioned IOL (Fig. 2C and D)

resulting in a visual improvement to LogMAR 0. Complementary examinations such as SC (Fig. 3C) and OCT (Fig. 6) corroborated these results, validating the success of the surgical procedure.

Surgical technique

The following steps were performed (Table 1):

1. Intracameral anaesthesia was administered using a spatulated cannula, with a mixture of 0.75 ml of preservative-free 1% lidocaine and 0.75 ml of Ringer lactate.
2. Patient with seclusion glaucoma prior to surgery (Fig. 7A).
3. Surgery was initiated using the two incisions, primary and secondary, previously created

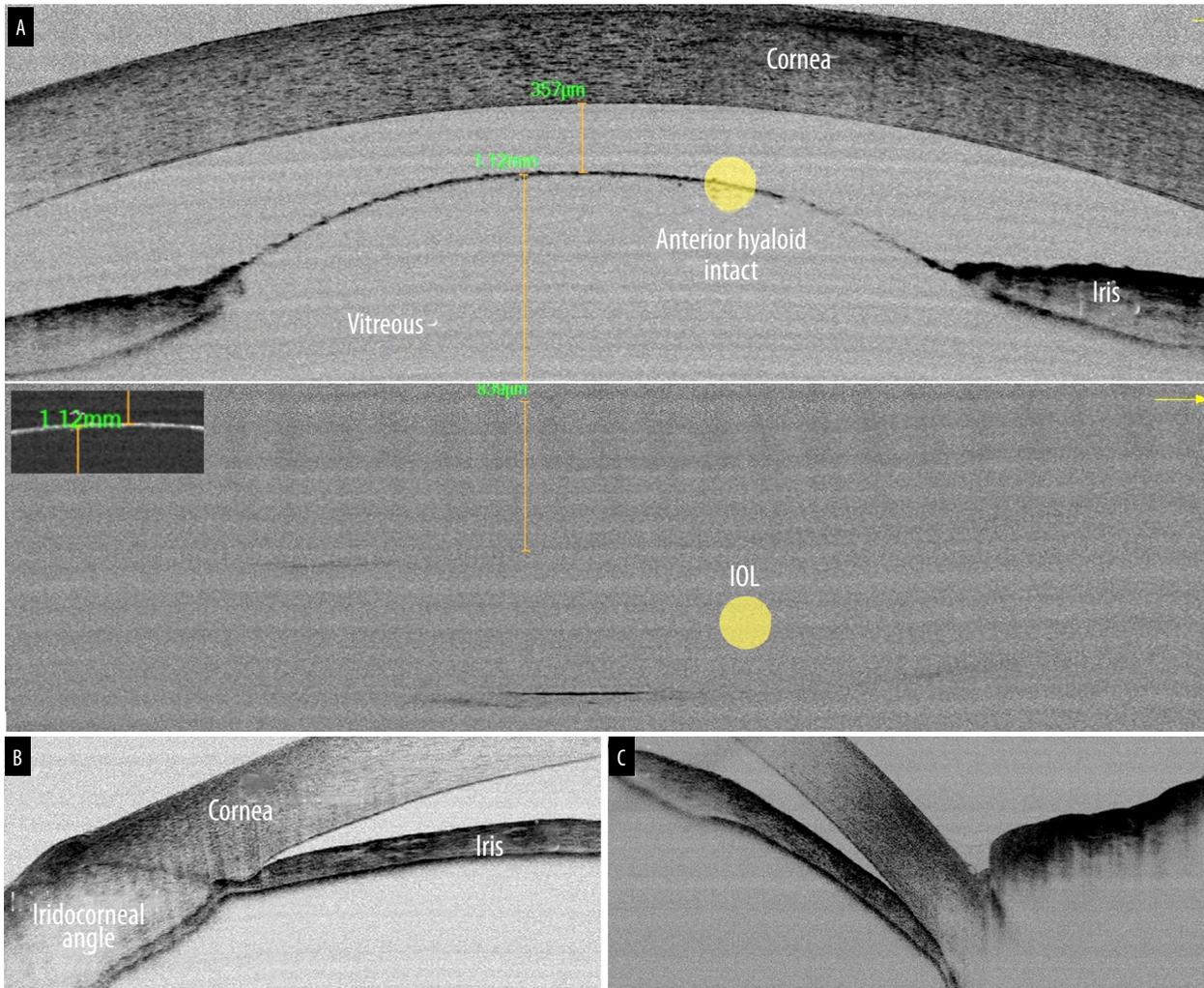


Figure 4. OCT at 72 hours post-trauma: revealed narrowing of the anterior chamber and presence of an intact anterior hyaloid membrane with displacement of the IOL towards the posterior chamber (A). In addition, angular block (B), with iris incarceration will be observed in incisions (C).

during cataract surgery 72 hours prior. The main and secondary incisions were rescued with the same handpieces.

4. Small-diameter temporal peripheral iridectomy was performed with Wescott scissors and 0.12 mm serrated Castroviejo forceps (Fig. 7B).
5. Entry into the anterior chamber was made through the secondary incision with the continuous irrigation handpiece (Fig. 7C).
6. Anterior vitrectomy was performed with a 20 G gauge through the primary incision, threading through the iridotomy and accessing the retroiridian chamber. The following

parameters were used: cutting speed of 1000 cpm, aspiration rate of 20 cc/min and vacuum of 250 mmHg (Fig. 7C).

7. Patient after retroiridian anterior hyaloidectomy through the peripheral iridectomy (Fig. 7D).

Discussion

Due to the absence of cases reported in the literature, we present a case of acute post-traumatic glaucoma resulting from pupillary entrapment of a vitreous hernia with an intact hyaloid mem-

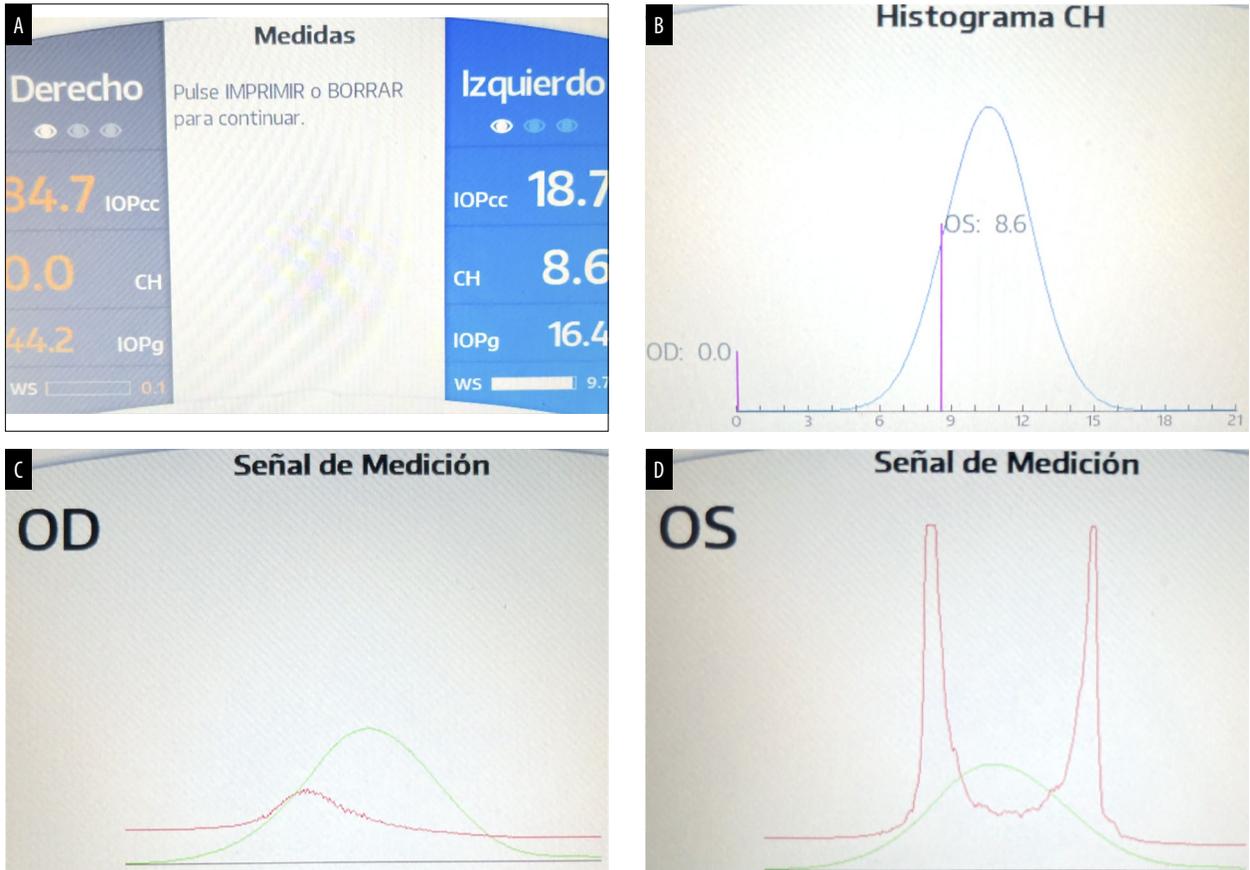


Figure 5. ORA of the OD, showed a significant alteration of the corneal hysteresis due to the inability of the cornea to absorb and dissipate energy due to high intraocular pressure.

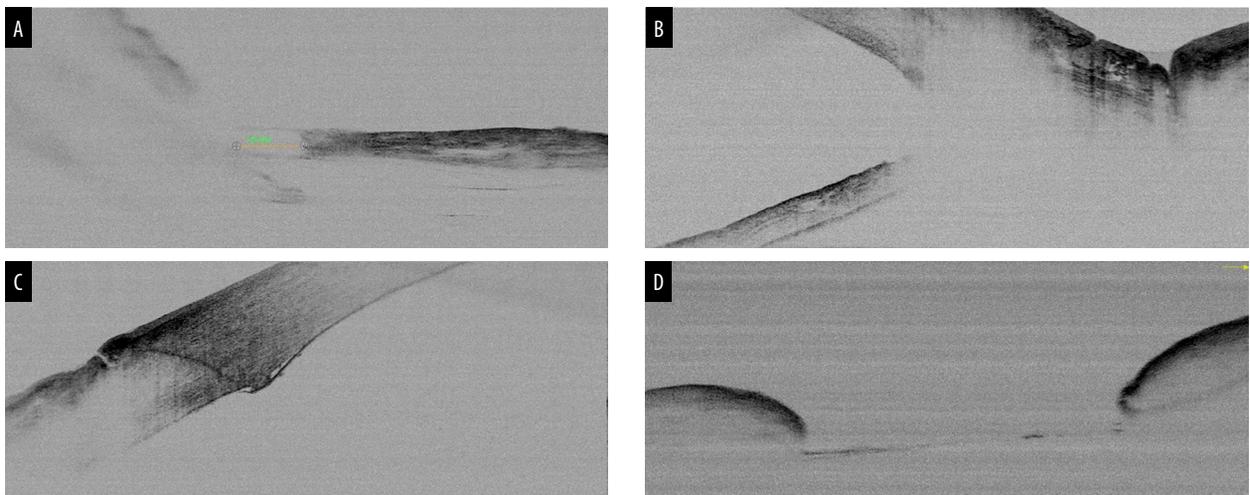


Figure 6. OCT at 72 hours post-trauma: narrowing of the anterior chamber, pupillary block and presence of the intact anterior hyaloid, with anterior displacement of the IOL (A). In addition, iris incarceration in the incision (B), with angular block (C).

Table 1. The following steps were performed.

STEP	PROCEDURE
1	Administration of intracameral anaesthesia (0.75 ml 1% lidocaine preservative-free + 0.75 ml Ringer's lactate) using a spatula-tipped cannula.
2	Re-opening of primary and secondary incisions (created 72 hours prior during cataract surgery) using the same handpieces.
3	Small diameter temporal peripheral iridectomy using Wescott scissors and 0.12 mm Castroviejo serrated forceps.
4	Entry into the anterior chamber through the secondary incision using a continuous irrigation handpiece.
5	Anterior vitrectomy (20G) through the primary incision, accessing the retroiridian space via the iridectomy. Parameters: cut rate 1000 cpm, aspiration 20 cc/min, vacuum 250 mmHg.

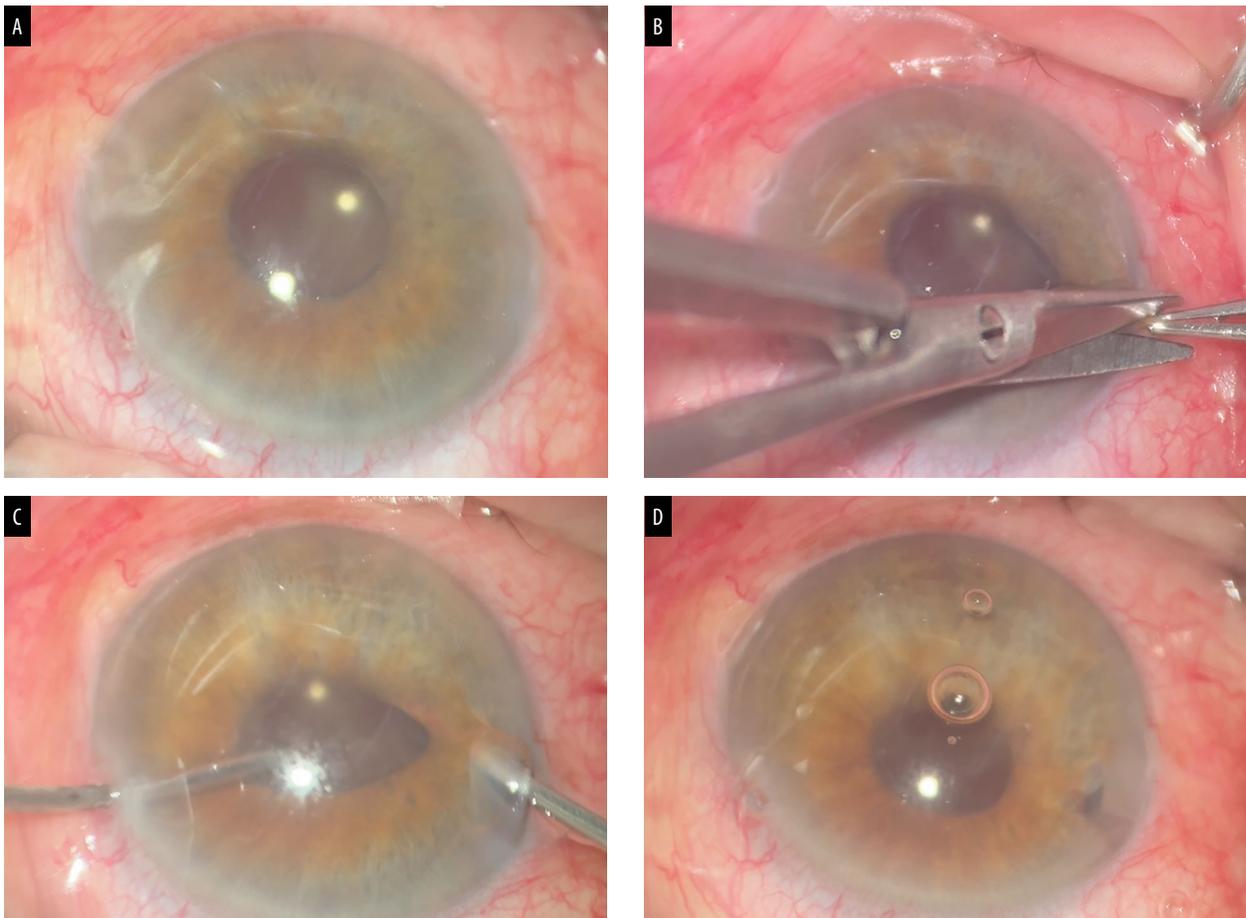


Figure 7. Patient with seclusion glaucoma before surgery (A). Small diameter peripheral temporal iridectomy was performed using Wescott scissors and 0.12 mm serrated Castroviejo forceps (B). The anterior chamber was entered through the secondary incision with the continuous irrigation handpiece. An anterior vitrectomy was performed through the primary incision, threading through the iridotomy and accessing the retroiridian chamber (C). Patient after anterior hyaloidectomy retroiridian through peripheral iridectomy (D).

Table 2. Comparison between malignant glaucoma and pupillary seclusion.

CHARACTERISTIC	MALIGNANT GLAUCOMA	PUPILLARY SECLUSION
Background	Can occur post-surgery.	Can occur post-surgery.
Cause	Ciliary block and misdirection of aqueous.	Pupillary block and accumulation of aqueous humour.
Angle-closure mechanism	Misdirection of aqueous into the vitreous, pushing the lens and iris forward.	Pupil block that pushes the iris forward due to the accumulation of aqueous humour.
Synechiae	Not always present.	Always present.
Treatment	Reverse the misdirection of aqueous.	Break the block to re-establish aqueous flow.

brane associated with anterior dislocation of the IOL within an intact capsular bag and partially preserved zonula.

An innovative surgical technique is proposed: anterior hyaloidectomy of the retroiridian chamber. This procedure consists of a peripheral iridectomy, followed by an anterior hyaloidectomy and a prelental anterior retroiridian vitrectomy. The technique facilitates spontaneous IOL repositioning and can be performed by anterior segment surgeons.

The retroiridian chamber, delimited by the posterior surface of the iris, ciliary muscle, ciliary processes, zonule, and anterior lens, is crucial for aqueous humor dynamics¹. Vitreorrhagia in this space associated with trauma may involve the hyaloid membrane, as in our case, or the vitreous humor². Traditionally, pars plana vitrectomy is the treatment of choice in similar cases; therefore, a novel surgical alternative is proposed for this case.

To contextualize this proposal, it is essential to review the concepts of malignant glaucoma (Von Graefe, 1869) and pupillary seclusion, both related to aqueous outflow disturbances (Table 2). In malignant glaucoma, techniques such as anterior capsulohyaloidectomy with anterior vitrectomy have been described³⁻⁴.

This innovative technique represents a safe and effective alternative in these complex cases. It is crucial to differentiate this technique from retroiridian anterior vitrectomy for the removal of late cortical remnants located in the posterior segment for anterior segment surgeons⁵. It is crucial to dif-

ferentiate this technique from retroiridian anterior vitrectomy for the removal of late cortical remnants involving the posterior segment⁵.

Studies with larger caseloads and longer follow-up are needed to validate its long-term efficacy.

Conclusion

Anterior hyaloidectomy of the retroiridian chamber is presented as an innovative surgical technique for the treatment of acute angle-closure glaucoma secondary to post-traumatic pupillary block of the intact anterior hyaloid in the acute phase. This procedure offers a less invasive alternative to pars plana vitrectomy, with favorable visual and anatomical results in the presented case. However, studies with larger caseloads and longer follow-up are required to validate its long-term efficacy and safety. Standardization of this technique could represent an advance in the management of this complex ophthalmological condition.

References

1. Alza AG. Staining with trypan blue and retroiridian synechiolysis: effective approach in cataract surgery for patients with chronic uveitis, severe miosis, and posterior synechiae. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(3): e464-e472. doi:10.70313/2718.7446.v17.n03.358

2. Arriola-Villalobos P, Iglesias-Lodares I, Díaz-Valle D, Garcia-Gil-de-Bernabé J. Glaucoma agudo por bloqueo pupilar secundario a luxación posterior de lente acrílica intraocular tras capsulotomía Nd:YAG. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2011; 86(9): 300-302. doi:10.1016/j.oftal.2011.04.014.

3. Basgil Pasaoglu I, Altan C, Bayraktar S, Satana B, Basarir B. Surgical management of pseudophakic malignant glaucoma via anterior segment-peripheral iridectomy capsulo-hyaloidectomy and anterior vitrectomy. *Case Rep Ophthalmol Med* 2012; 2012: 794938. doi:10.1155/2012/794938. Errata corrected in

Case Rep Ophthalmol Med 2013; 2013: 940497. doi: 10.1155/2013/940497.

4. Żarnowski T, Wilkos-Kuc A, Tuli-dowicz-Bielak M *et al.* Efficacy and safety of a new surgical method to treat malignant glaucoma in pseudophakia. *Eye (Lond)* 2014; 28(6): 761-764. doi:10.1038/eye.2014.53.

5. Alza AG. Retroiridian anterior vitrectomy: a novel technique for the removal of late cortical remnants located in the posterior segment for anterior segment surgeons. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(1): e128-e133. doi:10.70313/2718.7446. v17.n01.298

Seclusión pupilar hialoide: hialoidectomía anterior en la cámara retroiridiana. Una novedosa técnica para el glaucoma agudo de ángulo cerrado secundario a bloqueo pupilar postraumático por herniación del cuerpo vítreo con membrana hialoide intacta enclavada

Andrés Germán Alza

Clínica Privada de Ojos Dr. Enrique Alza, La Plata (Buenos Aires), Argentina.

Recibido: 13 de marzo de 2025.

Aprobado: 10 de mayo de 2025.

Contacto

Dr. Andrés Germán Alza
Clínica Privada de Ojos Dr. Enrique Alza
Calle 12, nro. 662
(1900) La Plata, provincia de Buenos Aires
Argentina
+ 54 9 221 4219682
andresalza@hotmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
2025; 18(2): e252-e260.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.412>

Resumen

Se presenta un caso inusual de hernia vítrea pupilar con hialoides intacta asociada a luxación anterior de lente intraocular, bolsa capsular intacta y zónula parcialmente íntegra, en un paciente de 85 años con glaucoma agudo postraumático inmediatamente posterior a cirugía de catarata. Ante la ausencia de informes similares, se propuso una técnica quirúrgica innovadora: hialoidectomía anterior en la cámara retroiridiana. Este procedimiento mínimamente invasivo realizado mediante iridectomía periférica incluye vitrectomía anterior retroiridiana prelental que facilita el reposicionamiento espontáneo de la prótesis intraocular. Los resultados visuales y anatómicos fueron favorables y demostraron la eficacia potencial de esta técnica para cirujanos de segmento anterior.

Palabras clave: glaucoma agudo, bloqueo pupilar, catarata, luxación anterior de la lente, hialoides.

Hyaloid pupillary seclusion: anterior hialoidectomy in the retroiridian chamber. A novel technique for acute closed-angle glaucoma secondary to post-traumatic pupillary block due to herniation of the vitreous body with an intact hyaloid membrane

Abstract

We present an unusual case of pupillary vitreous herniation with an intact hyaloid membrane, associated with anterior dislocation of the intraocular lens, an intact capsular bag, and a partially intact zonule. This case occurred in an 85-year-old patient with acute post-traumatic glaucoma immediately following cataract surgery. In the absence of similar reports, an innovative surgical technique was proposed: anterior hialoidectomy in the retroiridian chamber. This minimally invasive procedure, performed by peripheral iridectomy, includes prelental anterior retroiridian vitrectomy, facilitating spontaneous repositioning of the intraocular prosthesis. The visual and anatomical results were favorable, demonstrating the potential efficacy of this technique for anterior segment surgeons.

Keywords: acute glaucoma, pupillary block, cataract, anterior lens luxation, hyaloid.

Seclusão pupilar hialóide: hialoidectomia anterior na câmara retroiridiana. Uma nova técnica para glaucoma agudo de ângulo fechado secundário a bloqueio pupilar pós-traumático devido a hérnia do corpo vítreo com membrana hialóide pregada intacta

Resumo

Apresentamos um caso incomum de hérnia vítrea pupilar com hialóide intacto associado à luxação anterior da lente intraocular, saco capsular intacto e zônula parcialmente intacta, em um paciente de 85 anos com glaucoma pós-traumático agudo imediatamente após cirurgia de catarata. Na ausência de relatos semelhantes, uma técnica cirúrgica inovadora foi proposta: hialoidectomia anterior na câmara retroiridiana. Este procedimento minimamente invasivo realizado por iridectomia periférica inclui vitrectomia anterior retroiridiana pré-lental que facilita o reposicionamento espontâneo da prótese intraocular. Os resultados visuais e anatômicos foram favoráveis e demonstraram a potencial eficácia desta técnica para cirurgias do segmento anterior.

Palavras chave: glaucoma agudo, bloqueio pupilar, catarata, deslocamento anterior do cristalino, hialoide.

Introducción

Presentamos un caso inusual de una herniación del cuerpo vítreo con la hialoides intacta hacia la cámara anterior y el espacio retroiridiano produciendo una seclusión pupilar con enclavamiento, junto con la luxación de la LIO hacia adelante, contenido en la bolsa y con la zónula parcialmente intacta (fig. 1). El objetivo del tratamiento es restablecer el flujo acuoso normal además de la anatomía del segmento anterior. Si bien la iridotomía periférica con láser Nd:YAG es el procedimiento inicial de elección para casos similares, a menudo resulta difícil o insuficiente, lo que requiere de una vitrectomía complementaria. Por lo tanto, proponemos una técnica novedosa: hialoidectomía anterior en la cámara retroiridiana. El procedimiento se realiza a través de una iridectomía periférica mínima dentro del espacio retroiridiano asociado a un reposicionamiento espontáneo de la lente intraocular, aprovechando las incisiones corneales de la cirugía previa y evitando así la necesidad de una vitrectomía clásica por pars plana con sus complicaciones asociadas.

Caso clínico

Se presenta el caso de un varón de 85 años sometido a cirugía de catarata en el ojo derecho (OD) en noviembre de 2024 cuando se le implantó una lente intraocular (LIO) monofocal monopiéza plegable de acrílico hidrofílico (S-Lens, Sidapharm) sin complicaciones aparentes.

A las 72 horas de la intervención, el paciente acudió a urgencia refiriendo disminución brusca de la visión tras traumatismo ocular por rascado. El examen de biomicroscopía con lámpara de hendidura (BMC), técnica Van Herick, reveló cámara anterior disminuida con bloqueo angular (fig. 2A). La iluminación directa con la sección

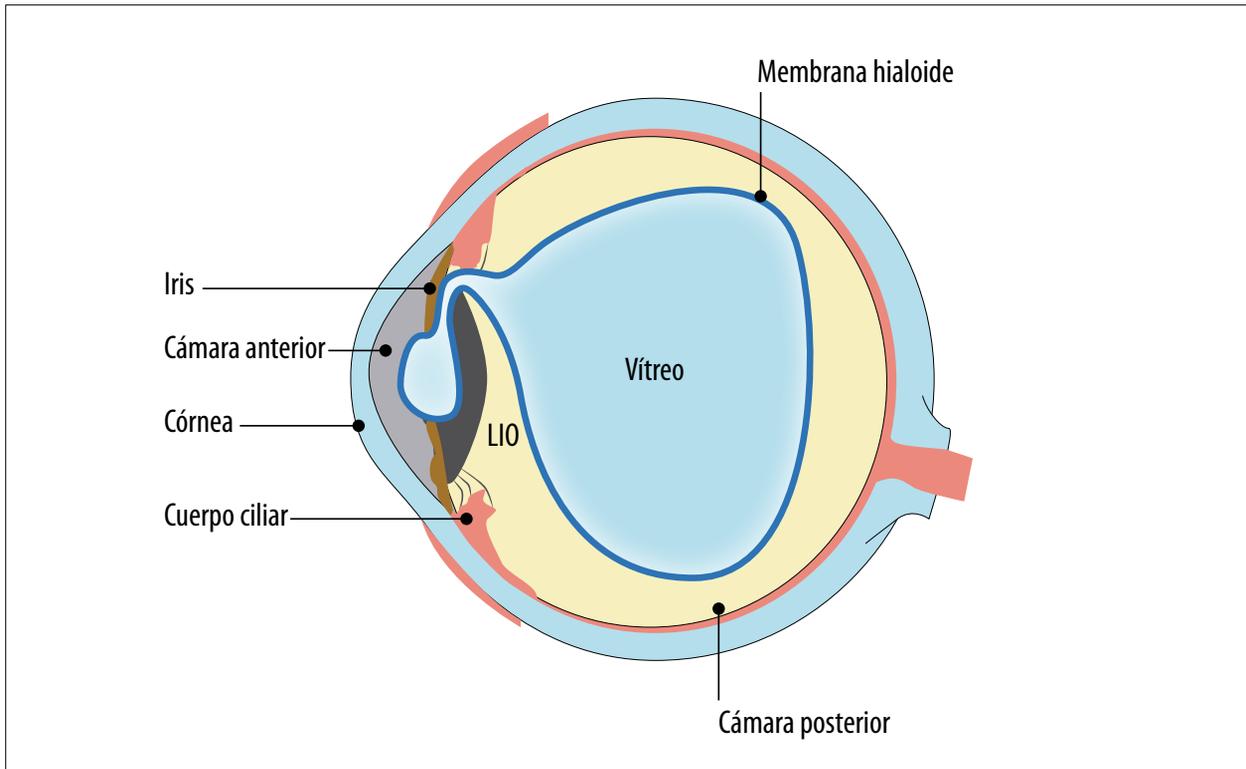


Figura 1. Herniación del cuerpo vítreo con la hialoides intacta hacia la cámara anterior y el espacio retroiridiano produciendo una seclusión pupilar por enclavamiento, junto con luxación de la LIO hacia adelante, contenido en la bolsa y con una zónula parcialmente intacta.

óptica detectó una seclusión pupilar asociada a opacidad vítrea en forma de reflejo en “parábola acostada anterior” correspondiente a la cara hialoide anterior intacta herniada a cámara anterior (fig. 2B). El vítreo actúa como lupa denotando un falso desplazamiento posterior de la LIO. El control de presión ocular con tonómetro de Goldmann dio valores superiores a 60 mmHg.

Se llevaron a cabo estudios complementarios y se analizaron los previos para una evaluación detallada. Mediante cámara Scheimpflug (SC) se observó un segmento anterior conservado previo a la cirugía de catarata (fig. 3A). A las 72 horas del trauma, estrechamiento de la cámara anterior y vítreo pupilar (fig. 3B) y posquirúrgico, y nuevamente profundización de la cámara anterior que restableció la anatomía del segmento anterior (fig. 3C). El examen mediante tomografía de coherencia óptica (OCT) reveló un estrechamiento de la cámara anterior, bloqueo pupilar, presencia de membrana hialoide anterior intacta con despla-

zamiento anterior de la LIO posiblemente por la rotación de los procesos ciliares, resultando en una profundidad de cámara anterior (ACD) aproximada de 2,313 mm (fig. 4A). Además, bloqueo angular con encarcelamiento del iris en la incisión (fig. 4B y C). El análisis de respuesta ocular (ORA) del OD evidenció alteraciones de la histéresis corneal por incapacidad de la córnea para absorber y disipar energía debido a la elevada presión intraocular y edema corneal (fig. 5).

Basado en estos hallazgos y dado que no se encontró en la literatura ningún caso similar, se interpretó el cuadro como una herniación del cuerpo vítreo con la hialoides intacta hacia la cámara anterior y retroiridiana bloqueando pupila por enclavamiento junto con la luxación de la LIO hacia adelante, contenido en la bolsa y con una zónula parcialmente intacta. Por ello, se procedió a realizar una técnica quirúrgica innovadora denominada hialoidectomía anterior de la cámara retroiridiana con un reposicionamiento

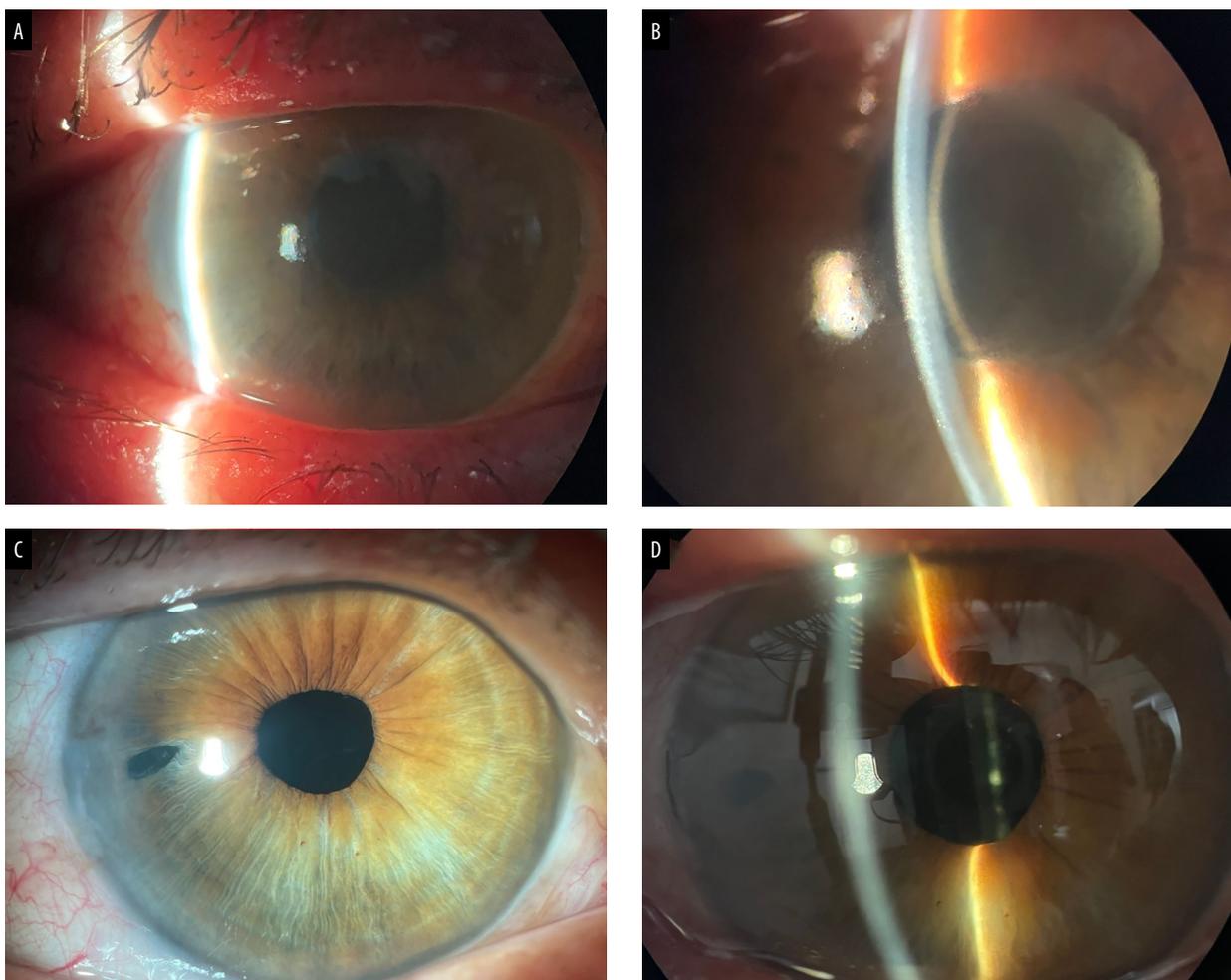


Figura 2. Imágenes tomadas con el dispositivo OCUFY® WIDE. Ilustran la evolución del caso. (A) y (B) muestran hallazgos a las 72 horas posttrauma ocular, incluyendo disminución de la profundidad de la cámara anterior con bloqueo angular y seclusión pupilar asociada a opacidad vítrea en forma de reflejo en “parábola acostada anterior” correspondiente a la cara hialoide anterior intacta herniada a cámara anterior. (C) y (D) muestran la mejoría a los 10 días posquirúrgicos con profundización de la cámara anterior, pupila redonda, iris liberado y presencia de iridectomía periférica temporal.

espontáneo de la LIO. A los 10 días posquirúrgicos, BMC mostró pupila redonda, iris liberado de la incisión e iridectomía periférica con la profundización de la cámara anterior y LIO posicionada (fig. 2C y D) resultando con una mejoría visual a LogMAR 0. Los exámenes complementarios como SC (fig. 3C) y OCT (fig. 6) corroboraron estos resultados, lo que validó el éxito del procedimiento quirúrgico.

Técnica quirúrgica

Se realizaron los siguientes pasos (tabla 1):

1. Se administró anestesia intracamerular con una cánula espatulada utilizando una mezcla de 0,75 ml de lidocaína al 1% sin conservantes y 0,75 ml de Ringer lactato.
2. Paciente con glaucoma por seclusión antes de la cirugía (fig. 7A).

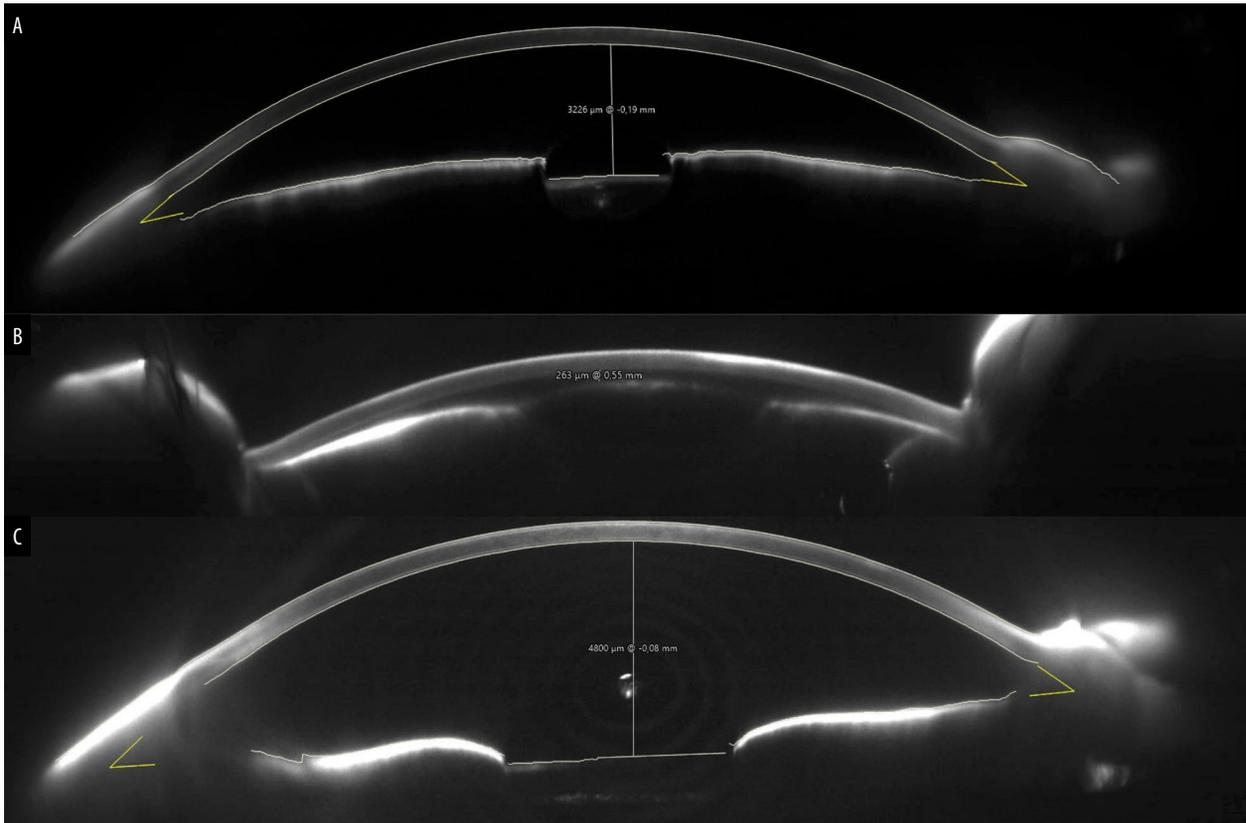


Figura 3. Evolución del segmento anterior del paciente mediante SC. (A) Inicialmente se observó un segmento anterior conservado. (B) Tras el traumatismo se evidencia estrechamiento de la cámara anterior y vítreo pupilar. (C) Luego de la cirugía se documentó la restauración de la anatomía del segmento anterior con profundización de la cámara anterior.

3. Se inició la cirugía utilizando las dos incisiones —primaria y secundaria— creadas previamente durante la cirugía de cataratas 72 horas antes. Las incisiones principales y secundarias se rescataron con las mismas piezas de mano.
4. Se realizó iridectomía temporal periférica de pequeño diámetro con tijera Wescott y pinza Castroviejo serrada de 0,12 mm (fig. 7B).
5. Se ingresó a la cámara anterior a través de la incisión secundaria con la pieza de mano de irrigación continua (fig. 7C).
6. Se realizó vitrectomía anterior con un calibre de 20 G por la incisión primaria, enhebrando a través de la iridotomía y accediendo así al espacio retroiridiano. Se utilizaron los siguientes parámetros: velocidad de corte de 1000 cpm; tasa de aspiración de 20 cc/min y

- vacío de 250 mmHg (fig. 7C). La LIO se reposiciona espontáneamente al retirar el vítreo.
7. Paciente después de la hialoidectomía anterior retroiridiana a través de la iridectomía periférica (fig. 7D).

Discusión

Debido a la ausencia de casos comunicados en la literatura se presenta uno de glaucoma agudo postraumático resultante del atrapamiento pupilar de una hernia vítrea con membrana hialoide intacta asociado a la luxación anterior de LIO dentro de una bolsa capsular íntegra y zónula parcialmente conservada.

Se propone una técnica quirúrgica innovadora: la hialoidectomía anterior de la cámara retroiri-

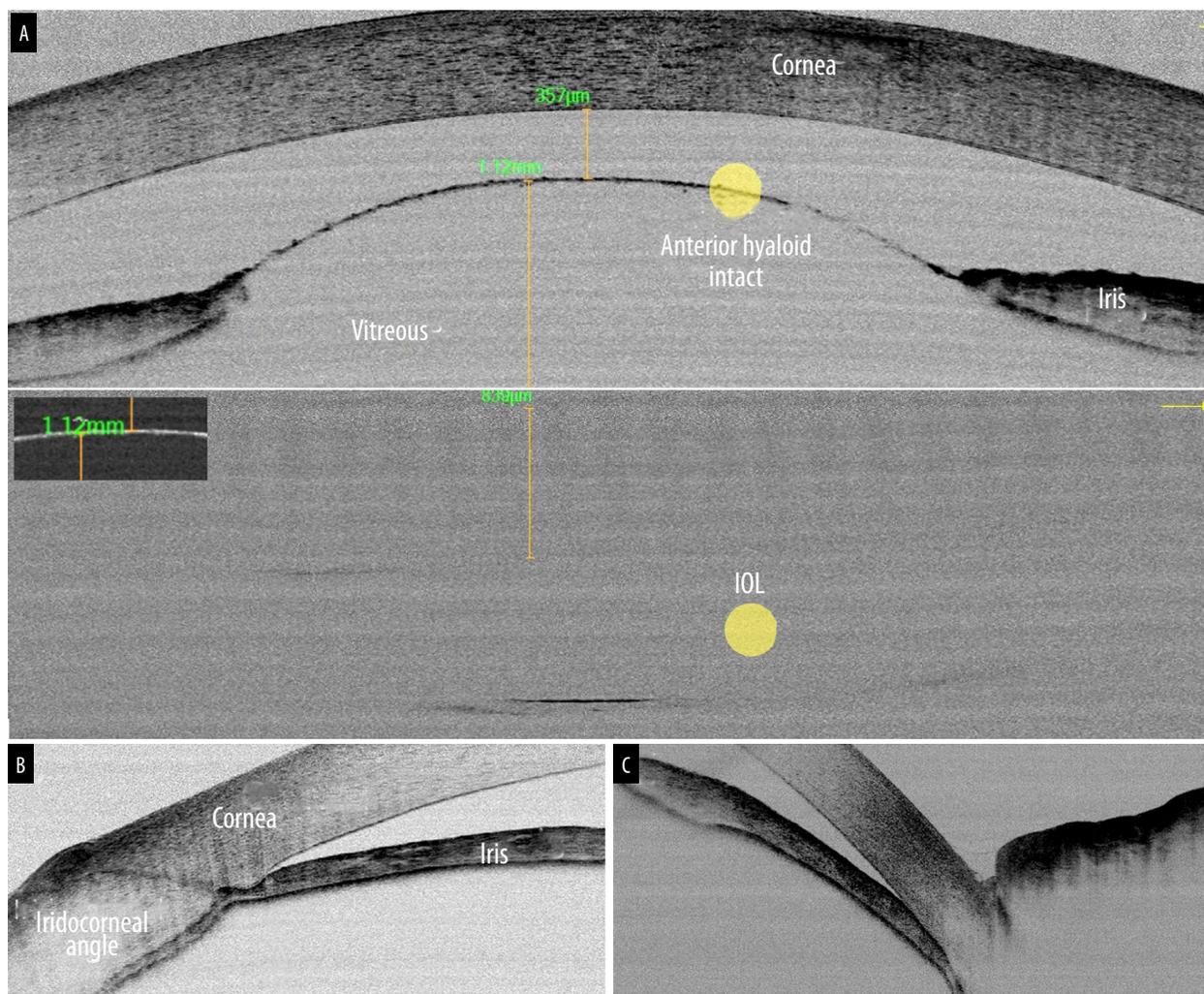


Figura 4. OCT a las 72 horas postrauma. (A) Estrechamiento de la cámara anterior, bloqueo pupilar y presencia de la hialoides anterior intacta con desplazamiento anterior de la LIO. (B) Además, encarcelamiento del iris en la incisión con bloqueo angular (C).

diana. Este procedimiento consiste en la realización de una iridectomía periférica seguida de una hialoidectomía anterior y una vitrectomía anterior retroiridiana preletal. La técnica facilita el reposicionamiento espontáneo de la LIO y es posible de realizar por cirujanos de segmento anterior.

La cámara retroiridiana, delimitada por la cara posterior del iris, el músculo ciliar, los procesos ciliares, la zónula y el cristalino anterior, es crucial para la dinámica del humor acuoso¹. La vitreorragia asociada a traumatismos en este espacio puede

involucrar la membrana hialoide —como en este caso— o el humor vítreo². Tradicionalmente la vitrectomía por pars plana es el tratamiento de elección en casos similares, por eso para éste se propone una alternativa quirúrgica novedosa.

Para contextualizar esta propuesta es esencial revisar los conceptos de glaucoma maligno (Von Graefe, 1869) y seclusión pupilar, ambos relacionados con alteraciones del flujo acuoso (tabla 2). En el glaucoma maligno, las técnicas como la capsulohialoidectomía anterior con vitrectomía anterior ya fueron descritas por algunos autores³⁻⁴.

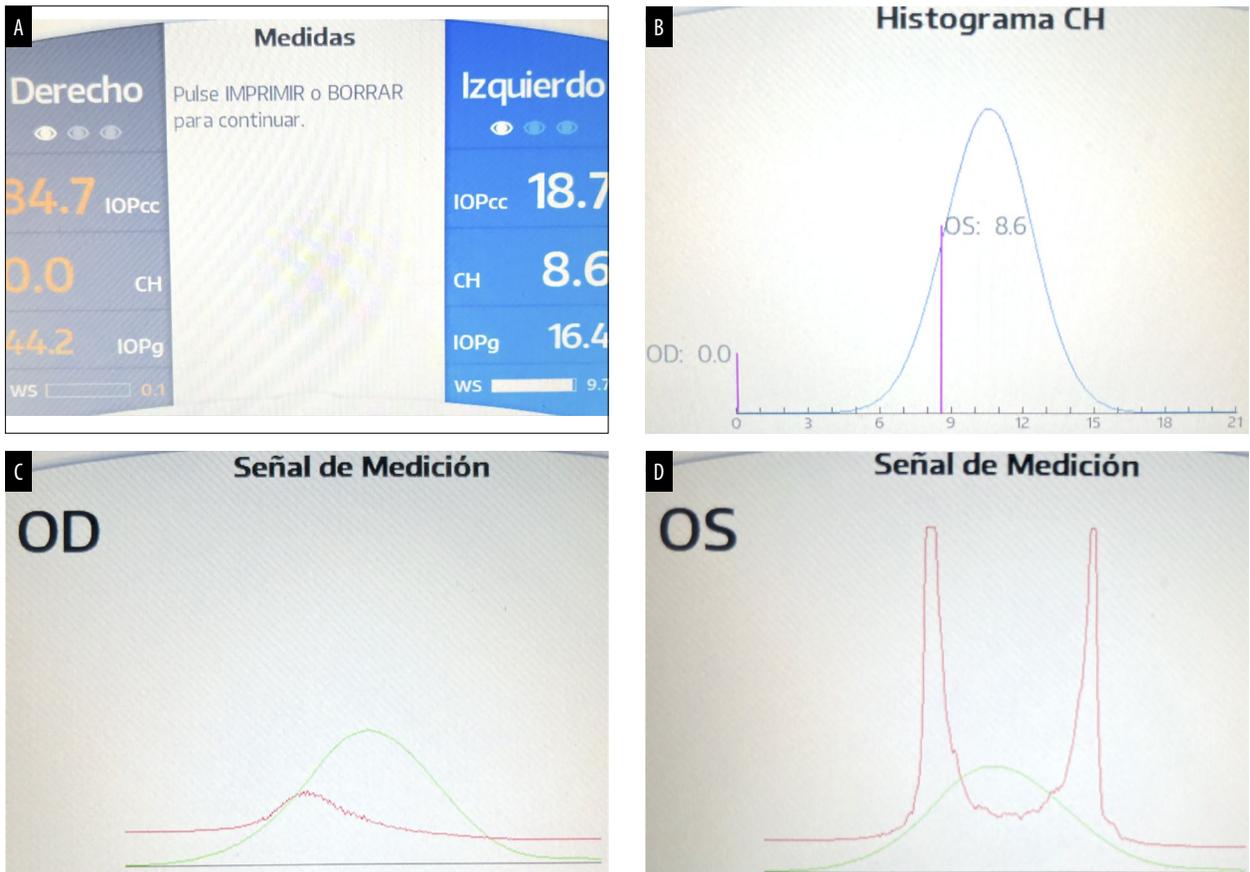


Figura 5. ORA del OD mostró una importante alteración de la histéresis corneal producto de la incapacidad de la córnea de absorber y disipar la energía a causa de una elevada presión intraocular.

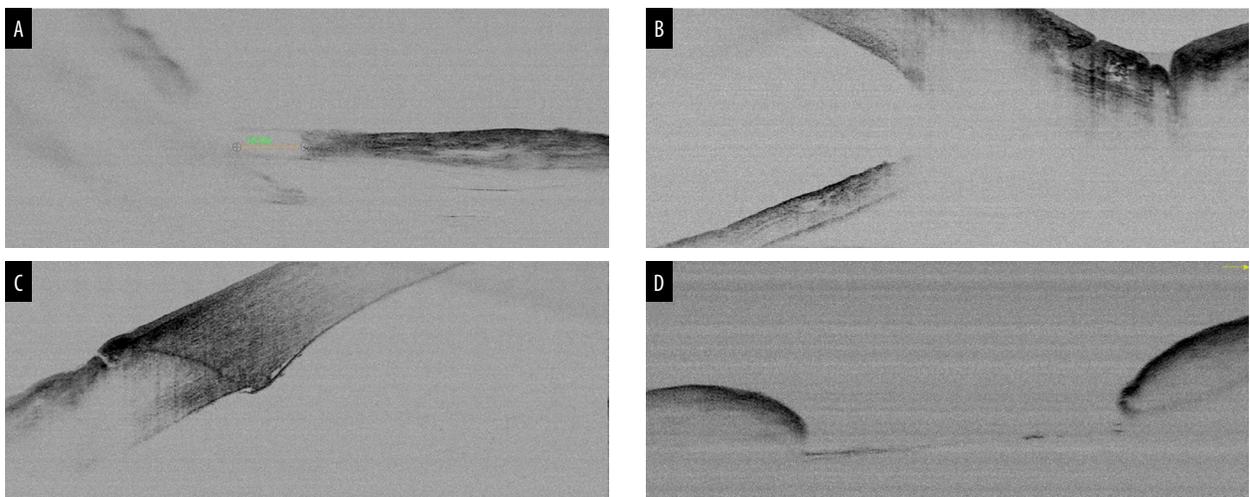


Figura 6. OCT a los 10 días posquirúrgico donde se observó: iridectomía periférica permeable con apertura del seno camerular (A y B). Liberación del iris de la incisión (C). Reposicionamiento de la LIO inmediatamente por debajo del iris (D).

Tabla 1. Resumen del procedimiento quirúrgico.

PASO	PROCEDIMIENTO
1	Administración de anestesia intracamerular (0,75 ml lidocaína 1% sin conservante + 0,75 ml Ringer-lactato) con cánula espatulada.
2	Rescate de incisiones primaria y secundaria (creadas 72 horas antes en cirugía de cataratas) con las mismas piezas de mano.
3	Iridectomía periférica temporal de pequeño diámetro con tijera Wescott y pinza Castroviejo serrada 0,12 mm.
4	Ingreso a cámara anterior a través de la incisión secundaria con pieza de mano de irrigación continua.
5	Vitrectomía anterior (calibre 20G) a través de la incisión primaria, accediendo al espacio retroiridiano a través de la iridectomía. Parámetros: corte 1000 cpm, aspiración 20 cc/min, vacío 250 mmHg.

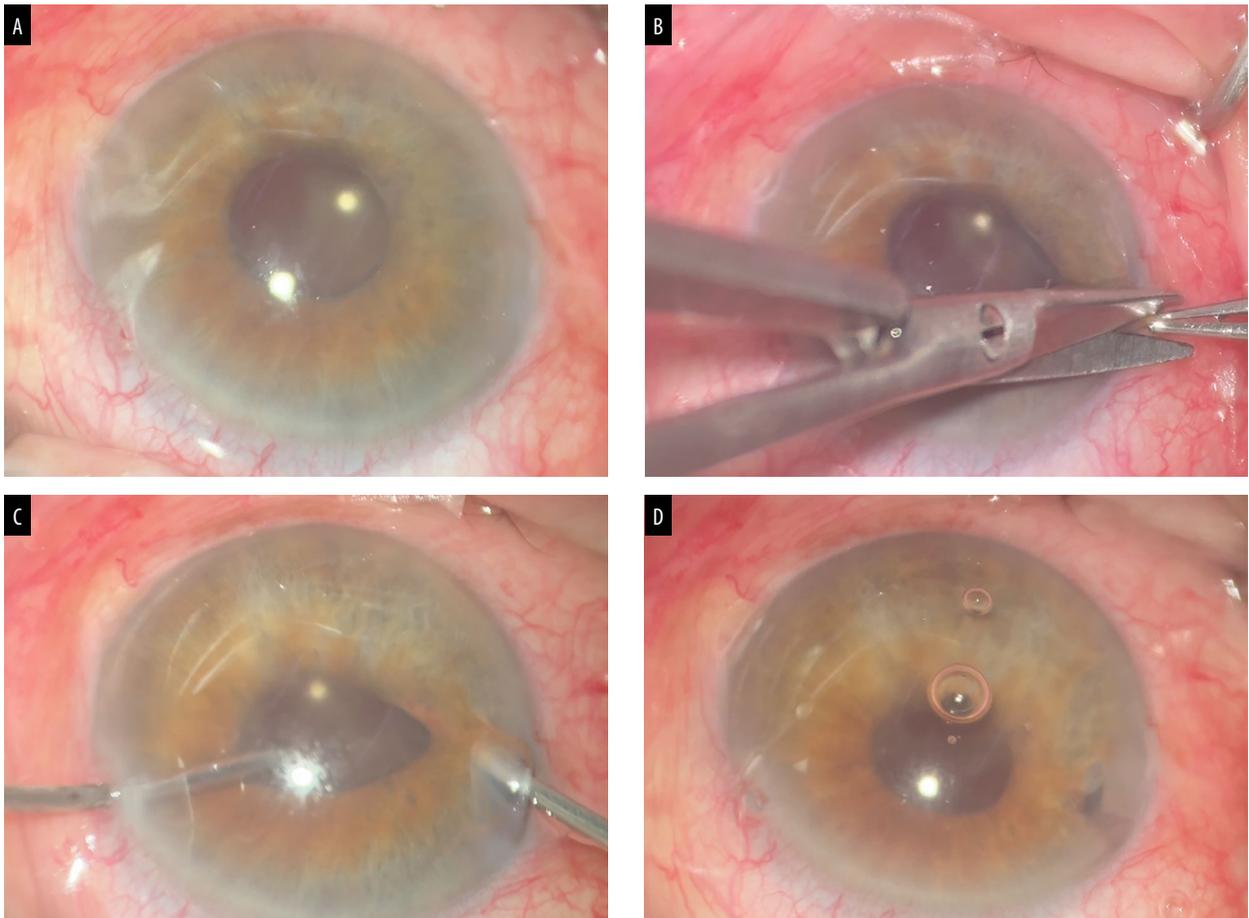


Figura 7. (A) Paciente con glaucoma por seclusión antes de la cirugía. (B) Se realizó iridectomía temporal periférica de pequeño diámetro con tijera Wescott y pinza Castroviejo serrada de 0,12 mm. Se ingresó a la cámara anterior a través de la incisión secundaria con la pieza de mano de irrigación continua. (C) Se realizó vitrectomía anterior por la incisión primaria, enhebrando a través de la iridotomía y accediendo al espacio retroiridiano. (D) Paciente después de la hialoidectomía anterior retroiridiana a través de la iridectomía periférica.

Tabla 2. Comparación entre glaucoma maligno y seclusión pupilar.

CARACTERÍSTICAS	GLAUCOMA MALIGNO	SECLUSIÓN PUPILAR
Antecedentes	Puede ocurrir después de la cirugía.	Puede ocurrir después de la cirugía.
Causas	Bloqueo ciliar y desvío del humor acuoso.	Bloqueo pupilar y acumulación de humor acuoso.
Mecanismo de cierre angular	Desvío del humor acuoso hacia el vítreo, empujando el cristalino e iris hacia adelante.	Bloqueo de la pupila que empuja el iris hacia adelante por acumulación de humor acuoso.
Sinequia	No siempre presente.	Siempre presente.
Tratamiento	Revertir el desvío del humor acuoso.	Romper el bloqueo para restablecer el flujo de humor acuoso.

Esta técnica innovadora representa una alternativa segura y efectiva en estos casos complejos. Es crucial, diferenciar esta técnica de la vitrectomía anterior retroiridiana para la remoción de remanentes corticales tardíos que implica al segmento posterior⁵.

Se requieren estudios con mayor casuística y seguimiento prolongado para validar su eficacia a largo plazo.

Conclusión

La hialoidectomía anterior de la cámara retroiridiana se presenta como una técnica quirúrgica innovadora para el tratamiento del glaucoma agudo de ángulo cerrado secundario a bloqueo pupilar postraumático de la hialoides anterior intacta en fase aguda. Este procedimiento ofrece una alternativa menos invasiva a la vitrectomía pars plana con resultados visuales y anatómicos favorables en el caso presentado. Sin embargo, se requieren estudios con mayor casuística y seguimiento prolongado para validar su eficacia y seguridad a largo plazo. La estandarización de esta técnica podría representar un avance en el manejo de esta compleja condición ocular.

Referencias

1. Alza AG. Staining with trypan blue and retroiridian synechiolysis: effective approach

in cataract surgery for patients with chronic uveitis, severe miosis, and posterior synechiae. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(3): e464-e472. doi:10.70313/2718.7446.v17.n03.358

2. Arriola-Villalobos P, Iglesias-Lodares I, Díaz-Valle D, Garcia-Gil-de-Bernabé J. Glaucoma agudo por bloqueo pupilar secundario a luxación posterior de lente acrílica intraocular tras capsulotomía Nd:YAG. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2011; 86(9): 300-302. doi:10.1016/j.oftal.2011.04.014.

3. Basgil Pasaoglu I, Altan C, Bayraktar S, Satana B, Basarir B. Surgical management of pseudophakic malignant glaucoma via anterior segment-peripheral iridectomy capsulo-hyaloidectomy and anterior vitrectomy. *Case Rep Ophthalmol Med* 2012; 2012: 794938. doi:10.1155/2012/794938. Errata corregida en *Case Rep Ophthalmol Med* 2013; 2013: 940497. doi: 10.1155/2013/940497.

4. Żarnowski T, Wilkos-Kuc A, Tuli-dowicz-Bielak M *et al.* Efficacy and safety of a new surgical method to treat malignant glaucoma in pseudophakia. *Eye (Lond)* 2014; 28(6): 761-764. doi:10.1038/eye.2014.53.

5. Alza AG. Retroiridian anterior vitrectomy: a novel technique for the removal of late cortical remnants located in the posterior segment for anterior segment surgeons. *Oftalmol Clin Exp* 2024; 17(1): e128-e133. doi:10.70313/2718.7446.v17.n01.298.

Camino de osos: hipertrofia congénita del epitelio pigmentario retinal

Bianca F. Roca Clementis

Clínica Privada de Ojos, Mar del Plata, Argentina.

Recibido: 20 de marzo de 2025.

Aprobado: 5 de mayo de 2025.

Contacto

Dra. Bianca F. Roca Clementis

Salta 1427

(2300) Mar del Plata, prov. de Buenos Aires

Argentina

+54 (223) 410-1500

biancarocamedicina2025@gmail.com

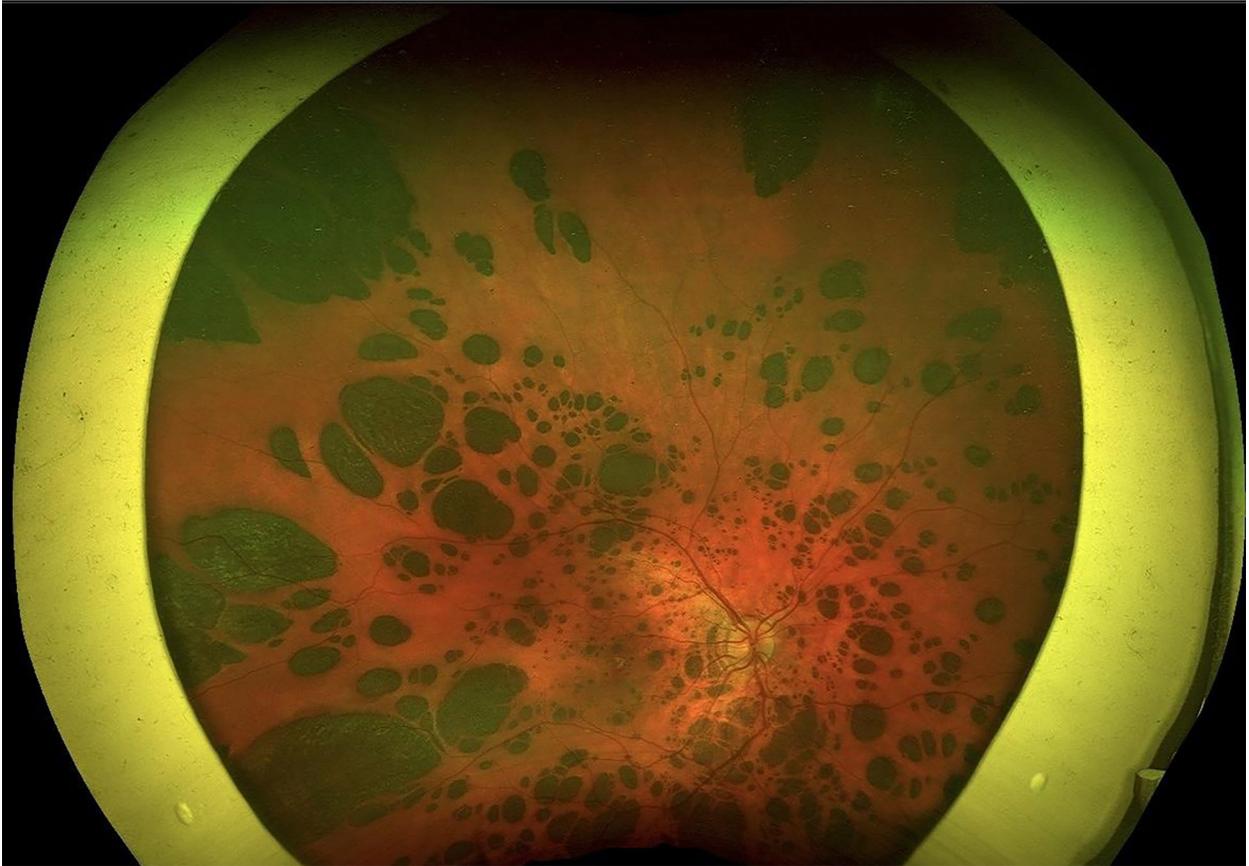
Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e261-e264.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.420>

La hipertrofia congénita del epitelio pigmentario retinal (CHRPE, por su sigla en inglés) es de etiología desconocida, manifestándose mediante una lesión del fondo de ojo pigmentada (marrón oscuro a negro), plana y bien delimitada, típicamente benigna, asintomática, estable y generalmente no progresiva, localizada a nivel del epitelio pigmentario de la retina (EPR)¹. En los pacientes más jóvenes (10 a 20 años) la EPR aparece negra de forma homogénea y en individuos de edad más avanzada se manifiesta en forma de lagunas de despigmentación². Cuando se juntan varias lesiones de diferentes tamaño se asemejan a la huella de un animal y se denominan también “huella de oso”³. El principal diagnóstico diferencial es con el melanoma maligno de coroides; la principal diferencia está en la demarcación de la CHRPE con respecto del melanoma, las lesiones malignas son elevadas con los bordes no bien demarcados y puede crecer en 3 dimensiones¹⁻².

Se trata de un hamartoma congénito del epitelio pigmentario retinal (EPR) y se presenta en tres variantes: solitaria (unifocal), agrupada (multifocal) y atípica¹. La CHRPE atípica se asocia con la poliposis adenomatosa familiar (PAF), un síndrome canceroso autosómico dominante caracterizado por numerosos pólipos adenomatosos en colon y recto⁴. Si no se trata, prácticamente todos los pacientes con PAF desarrollan carcinoma colorrectal en la mediana edad⁵. Los subtipos de PAF, como el síndrome de Gardner (PAF más hamartomas esqueléticos y diversos tumores de tejidos blandos) y el síndrome de Turcot (PAF más diversos tumores cerebrales);



también se asocian con CHRPE atípica⁵. En familiares de enfermos con síndrome de Gardner la visualización de la CHRPE sirve de confirmación de la enfermedad antes de que aparezcan otras tumoraciones extraoculares^{1-2, 5}.

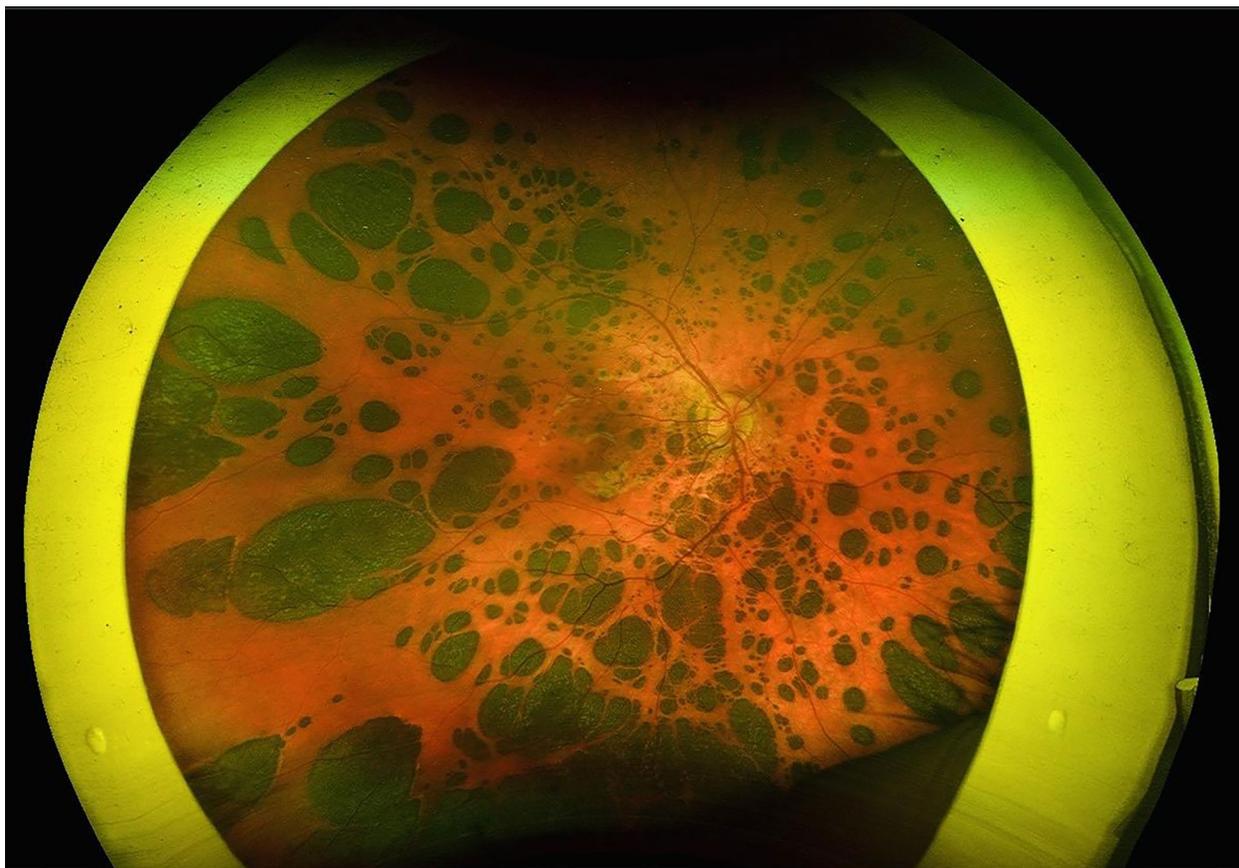
En las dos figuras se observan lesiones múltiples bilaterales redondeadas de bordes netos, planas y de pigmentación oscura; que cubren la totalidad del fondo de ojo, formando el patrón en “huella de oso”. Se trata de una niña de 9 años en quien se detectaron alteraciones en el fondo de ojos compatibles con una HPRE. Se explicó el hallazgo a los padres y se recomendó un control de seguimiento en los siguientes seis meses.

Palabras clave: hipertrofia congénita, epitelio pigmentario, retina, lesiones pigmentadas, melano-

noma de coroides, hamartoma congénito, poliposis adenomatosa familiar, tumor colorrectal.

Bear’s path: congenital hypertrophy of the retinal pigment epithelium

Congenital hypertrophy of the retinal pigment epithelium (CHRPE) is of unknown etiology, manifesting as a pigmented fundus lesion (dark brown to black), flat and well demarcated, typically benign, asymptomatic, stable and generally non-progressive, located at the level of the retinal pigment epithelium (RPE)¹. In younger patients (10 to 20 years) the RPE appears homogeneously black and in older individuals there are gaps of



depigmentation². When several lesions of different sizes are joined together they resemble the footprint of an animal and are also called “bear print”³. The main differential diagnosis is with choroidal malignant melanoma, the main difference is in the demarcation of the CHRPE with respect to melanoma and that the malignant lesions are elevated, with not well demarcated borders and can grow in 3 dimensions¹⁻².

It is a congenital hamartoma of the retinal pigment epithelium (RPE) and occurs in three variants: solitary (unifocal), clustered (multifocal) and atypical¹. Atypical CHRPE is associated with familial adenomatous polyposis (FAP), an autosomal dominant cancerous syndrome characterized by numerous adenomatous polyps in the colon and rectum⁴. If left untreated, virtually

all patients with FAP develop colorectal carcinoma in middle age⁵. Subtypes of FAP, such as Gardner syndrome (FAP plus skeletal hamartomas and various soft tissue tumors) and Turcot syndrome (FAP plus various brain tumors), are also associated with atypical CHRPE⁵. In relatives of patients with Gardner’s syndrome, visualization of CHRPE serves as confirmation of the disease before other extraocular tumors appear^{1-2,5}.

The two figures show multiple bilateral rounded, flat, darkly pigmented, rounded, multiple lesions with flat borders, covering the entire fundus, forming a “bear print” pattern. The patient was a 9 year old girl in whom alterations were detected in the fundus compatible with an CHRPE. The finding was explained to

the parents and a follow-up control was recommended in the next six months.

Keywords: congenital hypertrophy, retinal pigment epithelium, retinal pigmented lesions, choroidal melanoma, congenital hamartoma, familial adenomatous polyposis, colo-rectal tumor.

Trilha dos ursos: hipertrofia congênita do epitélio pigmentar da retina

Resumo

A hipertrofia congênita do epitélio pigmentar da retina (CHRPE, por seu acrônimo em inglês) é de etiologia desconhecida, manifestando-se como uma lesão pigmentada (marrom-escura a preta), plana e bem circunscrita do fundo, tipicamente benigna, assintomática, estável e geralmente não progressiva, localizada ao nível do epitélio pigmentar da retina (EPR)¹. Em pacientes mais jovens (10 a 20 anos), o EPR apresenta-se homoganeamente preto, enquanto em indivíduos mais velhos manifesta-se como lacunas de despigmentação². Quando várias lesões de diferentes tamanhos se encontram juntas, assemelham-se a pegadas de animais e também são chamadas de “pegadas de urso”³. O principal diagnóstico diferencial é o melanoma maligno da coroide; a principal diferença reside na delimitação da CHRPE em relação ao melanoma. As lesões malignas são elevadas, com bordas mal definidas e podem crescer em três dimensões¹⁻².

É um hamartoma congênito do epitélio pigmentar da retina (EPR) e ocorre em três variantes: solitário (unifocal), agrupado (multifocal) e atípico¹. A CHRPE atípica está associada à polipose adenomatosa familiar (PAF), uma síndrome de câncer autossômica dominante caracterizada por numerosos pólipos adenomatosos no cólon e reto⁴. Se não for tratada, praticamente todos os pacientes com PAF desenvolvem carcinoma colorretal na meia-idade⁵. Subtipos de PAF, como a síndrome de Gardner (PAF mais hamartomas esqueléticos e vários tumores de tecidos moles) e a síndrome de Turcot (PAF mais vários tumores cerebrais), também estão associados à CHRPE atípica⁵. Em parentes de pacientes com síndrome

de Gardner, a visualização da CHRPE confirma a doença antes do aparecimento de outros tumores extraoculares^{1-2, 5}.

Ambas as figuras mostram múltiplas lesões bilaterais, arredondadas, planas, de pigmentação escura e bordas nítidas, cobrindo todo o fundo, formando um padrão de “impressão de urso”. Esta paciente era uma menina de 9 anos, cujas alterações no fundo do olho compatíveis com CHRPE foram detectadas. Os achados foram explicados aos seus pais, e um exame de acompanhamento foi recomendado nos seis meses seguintes.

Palavras-chave: hipertrofia congênita, epitélio pigmentar, retina, lesões pigmentadas, melanoma de coroide, hamartoma congênito, polipose adenomatosa familiar, tumor colorretal.

Referencias

- Gallego-Pinazo R, Cotino JF, Dolz-Marco R. Hipertrofia congénita del epitelio pigmentario de la retina. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2016; 91(8): e78. doi:10.1016/j.ofal.2016.02.018.
- Braga CS, Ricardo OMP, Cordeiro FM, Vieira JM, Nogueira FB. Suspect asymptomatic lesions: congenital hypertrophy of the retinal pigment epithelium (CHRPE). *Rom J Ophthalmol* 2021; 65(3): 275-278. doi:10.22336/rjo.2021.55.
- Marmoy OR, Blackwell C, Cornelius S, Thompson DA, Henderson RH. Diffuse bear-track retina: profound, bilateral, grouped congenital pigmentation of the retinal pigment epithelium in an infant. *J AAPOS* 2020; 24(6): 384-386. doi:10.1016/j.jaapos.2020.08.003.
- Bonnet LA, Conway RM, Lim LA. Congenital hypertrophy of the retinal pigment epithelium (CHRPE) as a screening marker for familial adenomatous polyposis (FAP): systematic literature review and screening recommendations. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 765-774. doi:10.2147/OPHTH.S354761.
- Deibert B, Ferris L, Sanchez N, Weishaar P. The link between colon cancer and congenital hypertrophy of the retinal pigment epithelium (CHRPE). *Am J Ophthalmol Case Rep* 2019; 15: 100524. doi:10.1016/j.ajoc.2019.100524.

El enigma en hora 9, detrás de un nevus iridiano

Sofía E. Rosso, Jorge I. Gnecco, Martín Charles, Nicolás Charles, Daniel E. Charles

Centro Oftalmológico Charles, Buenos Aires, Argentina

Recibido: 10 de marzo de 2025.

Aprobado: 26 de abril de 2025.

Autor corresponsal

Dra. Sofía E. Rosso

Centro Oftalmológico Charles

Paraguay 1896

(C1121ABB) Buenos Aires, Argentina.

+54 (11) 4129-6060

sofiarosso@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e265-e267.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.427>

En el manejo de los tumores melanocíticos del iris, uno de los desafíos diagnósticos es lograr diferenciar el nevus del melanoma¹⁻². Los parámetros clínicos sugestivos de melanoma del iris incluyen crecimiento documentado, un diámetro basal superior a 3 mm, patrón de crecimiento infiltrante con extensión al ángulo de la cámara anterior, catarata sectorial, glaucoma secundario y vascularidad anormal²⁻³. Se trata de lesiones que deben estudiarse con diferentes métodos de diagnóstico por imágenes, como la biomicroscopía ultrasónica (UBM)⁴.

La actual imagen de biomicroscopía corresponde al ojo derecho de una paciente femenina de 71 años en seguimiento por un nevus iridiano. Se observa una lesión pigmentada, sobreelevada, de bordes netos, ubicada en hora 9 del iris, que se extiende desde el ángulo iridocorneal hasta aproximadamente 0,5 mm del limbo escleral. La lesión presenta contacto directo con el endotelio corneal a nivel del ángulo. La UBM evidenció una masa sólida de ecogenicidad medio-alta y aspecto heterogéneo que compromete el iris, el seno camerular y se extiende parcialmente al cuerpo ciliar en la misma localización horaria.

Palabras clave: nevus de iris, melanoma de iris, lesiones de iris.

The enigma at hour 9, behind an iridian nevus

In the management of melanocytic tumors of the iris, one of the diagnostic challenges is to differentiate nevus from melanoma¹⁻². Clinical parameters suggestive of iris melanoma include



documented growth, basal diameter greater than 3 mm, infiltrative growth pattern with extension to the anterior chamber angle, sectorial cataract, secondary glaucoma and abnormal vascularity²⁻³. These are lesions that should be studied with different imaging methods, such as ultrasonic biomicroscopy (UBM)⁴.

The present biomicroscopy image corresponds to the right eye of a 71-year-old female patient being followed up for an iridian nevus. There is a pigmented, raised lesion with clear borders, located at the 9th hour of the iris, extending from the iridocorneal angle to approximately 0.5 mm from the scleral limbus. The lesion has direct contact with the corneal endothelium at the level of the angle. UBM showed a solid mass, of medium-high echogenicity and heterogeneous appearance, involving the iris, the cameral sinus and

partially extending to the ciliary body at the same hour location.

Keywords: iris nevus, iris melanoma, iris lesions.

O enigma às 9 horas, atrás de um nevo de íris

No tratamento de tumores melanocíticos da íris, um dos desafios diagnósticos é a diferenciação entre nevo e melanoma¹⁻². Os parâmetros clínicos sugestivos de melanoma da íris incluem crescimento documentado, diâmetro basal maior que 3 mm, padrão de crescimento infiltrativo que se estende até o ângulo da câmara anterior, catarata setorial, glaucoma secundário e vascularização anormal²⁻³. Essas lesões devem ser estudadas

com diferentes métodos de imagem, como a biomicroscopia ultrassônica (UBM)⁴.

A imagem de biomicroscopia atual corresponde ao olho direito de uma paciente do sexo feminino, de 71 anos, em acompanhamento para nevo de íris. Observa-se uma lesão pigmentada, elevada e com bordas bem definidas, localizada às 9 horas da íris, estendendo-se do ângulo iridocorneano até aproximadamente 0,5 mm do limbo escleral. A lesão está em contato direto com o endotélio corneano no ângulo. A UBM revelou uma massa sólida de ecogenicidade média-alta e aparência heterogênea, envolvendo a íris e o seio da câmara, estendendo-se parcialmente para o corpo ciliar na mesma localização horária.

Palavras-chave: nevo de íris, melanoma de íris, lesões de íris.

Referencias

1. Skalet AH, Li Y, Lu CD *et al.* Optical coherence tomography angiography characteristics of iris melanocytic tumors. *Ophthalmology*

2017; 124(2): 197-204. doi:10.1016/j.ophtha.2016.10.003.

2. Singaravelu J, Melendez-Moreno A, Wrenn J, Singh AD. Angiographic features of iris melanocytic tumors: nevus versus melanoma. *Ocul Oncol Pathol* 2023; 9(1-2): 9-16. doi:10.1159/000529073.

3. Shields CL, Kaliki S, Hutchinson A *et al.* Iris nevus growth into melanoma: analysis of 1611 consecutive eyes: the ABCDEF guide. *Ophthalmology* 2013; 120(4): 766-772. doi:10.1016/j.ophtha.2012.09.042.

4. Giuliari GP, Krema H, McGowan HD, Pavlin CJ, Simpson ER. Clinical and ultrasound biomicroscopy features associated with growth in iris melanocytic lesions. *Am J Ophthalmol* 2012; 153(6): 1043-1049. doi:10.1016/j.ajo.2011.11.004.

Flor de problema: angiografía por tomografía de coherencia óptica en diabetes

Juan F. Méndez Arias, Tomás Erburu, Martín Charles

Centro Oftalmológico Charles, Buenos Aires, Argentina

Recibido: 2 de marzo de 2025.

Aprobado: 3 de abril de 2025.

Autor corresponsal

Dr. Juan F. Méndez Arias
Centro Oftalmológico Charles
Paraguay 1896
(C1121ABB) Buenos Aires
Argentina
+54 (911) 2892-5475
jfma.arg@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(2): e268-e270.

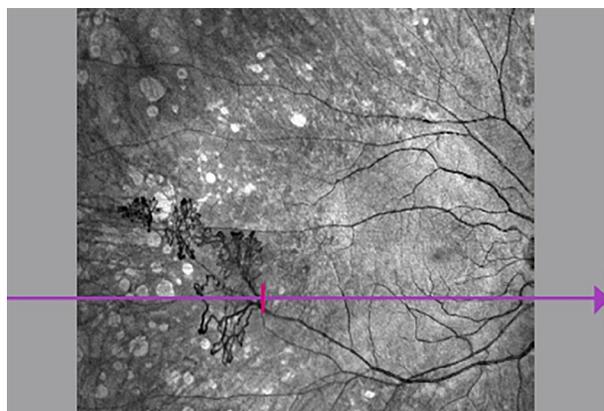
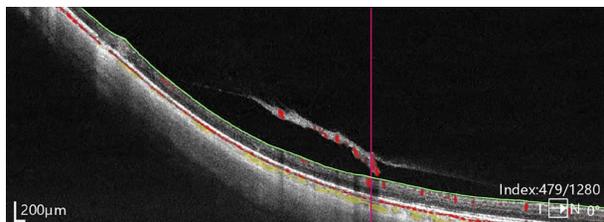
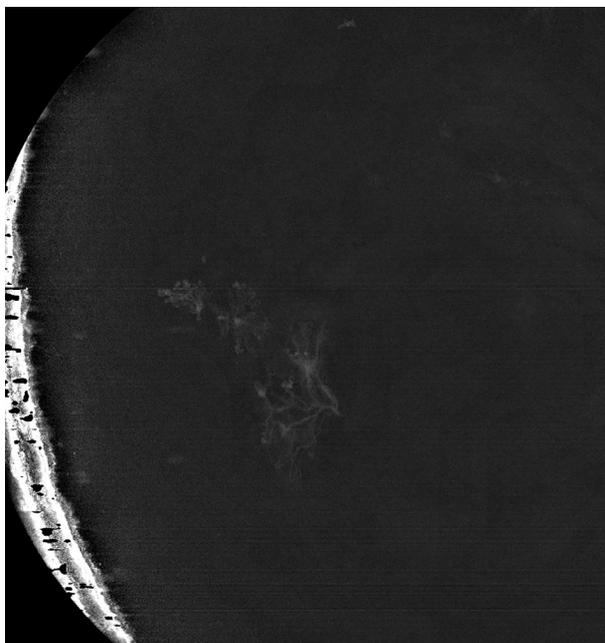
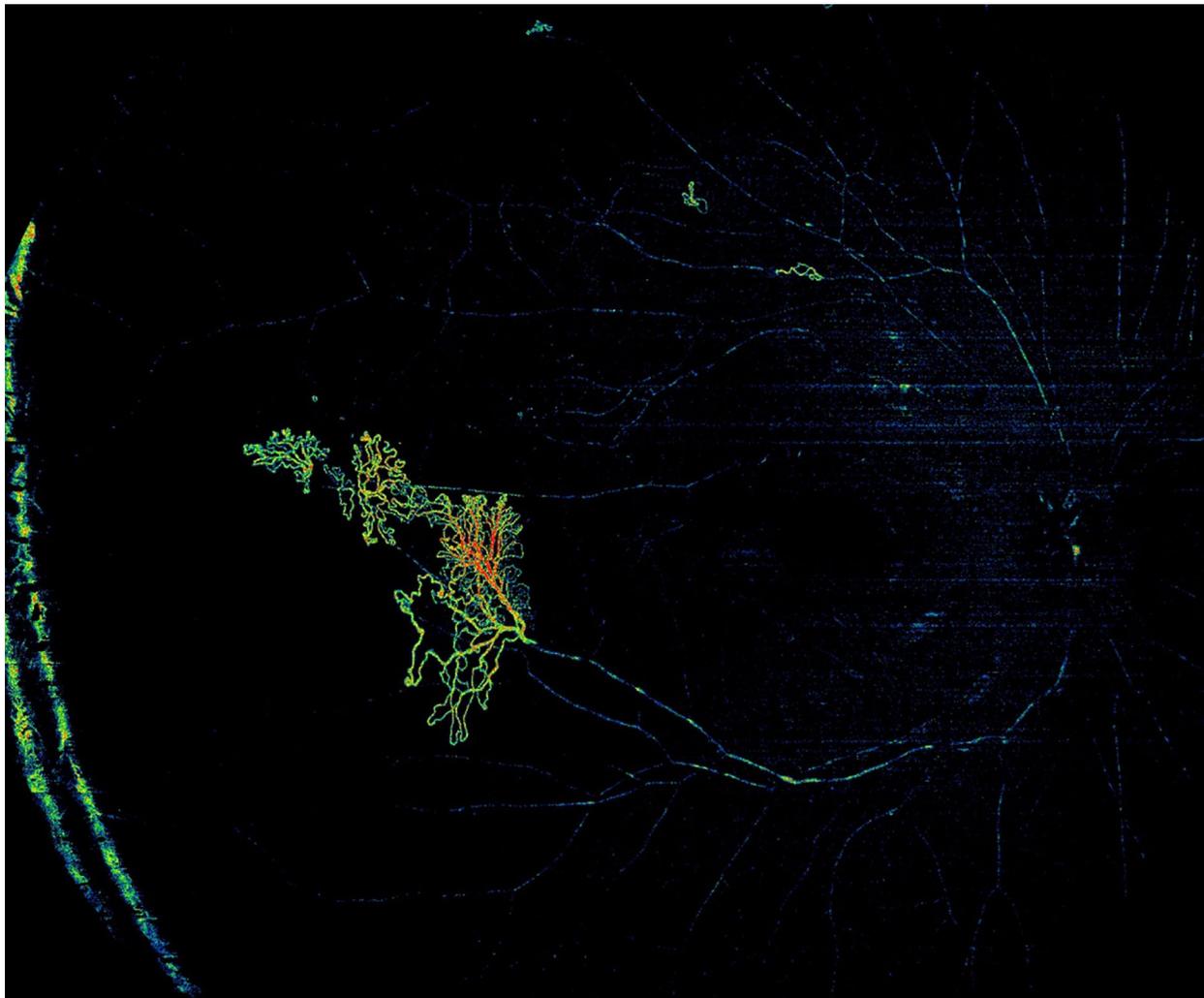
<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n2.426>

Se presenta una paciente femenina de 40 años con diabetes tipo 1 desde la infancia y complicación microvascular asociada de retinopatía diabética proliferativa y edema macular diabético. Había sido sometida a múltiples aplicaciones en ambos ojos de aflibercept y panfotocoagulación bilateral con argón láser, logrando controlar parcialmente la vasoproliferación secundaria a su patología de base.

Procedimos a realizarle una prueba con angio-tomografía de coherencia óptica de campo ultra amplio (WF-OCTA) con el equipo TowardPi BMizar 400KHz (TowardPi Medical Technology, Beijing, China).

En los cortes segmentados (desde la membrana limitante interna hasta el vítreo posterior) podemos observar un claro ejemplo de neovascularización derivada de la arcada temporal inferior del ojo derecho, la que subyace desde la vasculatura interna de la retina y prolifera hacia el vítreo. Utilizando un corte lineal y la herramienta de pseudo-color que nos ofrece el equipo de OCTA, se resalta el flujo sanguíneo y la neovascularización adherida a la hialoides posterior¹. La proliferación microvascular retinal puede derivar en complicaciones como el hemovítreo con caída de la agudeza visual y deterioro en la calidad de vida de este tipo de pacientes. Estos avances tecnológicos en métodos de imagen del polo posterior tienen el potencial de ayudarnos a hacer el diagnóstico, tomar decisiones terapéuticas más acertadas y seguir a los pacientes con patologías microvasculares del polo posterior¹⁻².

Palabras clave: angioOCT, tomografía de coherencia óptica de campo ultra amplio, diabetes.



A big problem disguised as a flower: optical coherence tomography angiography in diabetes

We present a 40-year-old female patient with type 1 diabetes since childhood and associated microvascular complication of proliferative diabetic retinopathy and diabetic macular edema. She had undergone multiple applications of aflibercept in both eyes and bilateral argon laser panphotocoagulation, achieving partial control of vasoproliferation secondary to her underlying pathology.

We proceeded to test her with ultra-widefield optical coherence angiography (WF-OCTA) with TowardPi BMizar 400KHz equipment (TowardPi Medical Technology, Beijing, China).

In segmented slices (from the internal limiting membrane to the posterior vitreous) we can see a clear example of neovascularization arising from the inferior temporal arcade of the right eye, which underlies the inner retinal vasculature and proliferates into the vitreous. Using a linear slice and the pseudo-color tool provided by the OCTA equipment, the blood flow and neovascularization attached to the posterior hyaloid are highlighted¹. Retinal microvascular proliferation can lead to complications such as hemovitreous with a drop in visual acuity and deterioration in the quality of life of this type of patient. These technological advances in posterior pole imaging methods have the potential to help us make the diagnosis, make better therapeutic decisions and follow patients with posterior pole microvascular pathologies¹⁻².

Keywords: angio-OCT, ultra wide field optic coherence tomography, diabetes.

Um grande problema disfarçado de flor: angiografia por tomografia de coerência óptica em diabetes

Apresentamos o caso de uma paciente do sexo feminino, de 40 anos, com diabetes tipo 1 desde a infância e complicações microvasculares associadas de retinopatia diabética proliferativa e edema

macular diabético. Ela foi submetida a múltiplas aplicações de aflibercepte em ambos os olhos e panfotocoagulação bilateral com laser de argônio, controlando parcialmente a vasoproliferação secundária à sua condição subjacente.

Realizamos angiografia de coerência óptica de campo ultralargo (WF-OCTA) com o scanner TowardPi BMizar de 400 kHz (TowardPi Medical Technology, Pequim, China).

Nos cortes segmentados (da membrana limitante interna ao vítreo posterior), podemos observar um claro exemplo de neovascularização originada na arcada temporal inferior do olho direito, subjacente à vasculatura retiniana interna e que prolifera em direção ao vítreo. Utilizando um corte linear e a ferramenta de pseudocor oferecida pelo sistema OCTA, o fluxo sanguíneo e a neovascularização aderidos à hialóide posterior são destacados¹. A proliferação microvascular retiniana pode levar a complicações como hemorragia vítrea, com diminuição da acuidade visual e comprometimento da qualidade de vida nesse tipo de pacientes. Esses avanços tecnológicos nos métodos de imagem do polo posterior têm o potencial de auxiliar no diagnóstico, na tomada de decisões terapêuticas mais informadas e no monitoramento de pacientes com patologias microvasculares do polo posterior¹⁻².

Palavras-chave: angiografia por OCT, tomografia de coerência óptica de campo ultralargo, diabetes.

Referencias

1. Ashraf M, Sun JK, Silva PS, Aiello LP. Using ultrawide field-directed optical coherence tomography for differentiating nonproliferative and proliferative diabetic retinopathy. *Transl Vis Sci Technol* 2023; 12(2): 7. doi:10.1167/tvst.12.2.7.
2. Li F, Liu L, Rao CH, Gao J. Comparison of chorioretinal parameters in diabetic retinopathy with or without pan-retinal photocoagulation using ultrawide-field swept-source optical coherence tomography angiography. *Ophthalmic Res* 2023; 66(1): 538-549. doi:10.1159/000529335.

CIRMÉDICA

tecnología japonesa de avanzada



NIDEK

RS-1 Glauvas

Tomografía de Coherencia Óptica



250.000 A-scans/seg



Imágenes amplias, profundas y de alta resolución



Fácil de operar



Análíticas avanzadas

🏠 Gallo 1527 Piso 7 (C1425EFG)
📍 Ciudad Autónoma de Buenos Aires

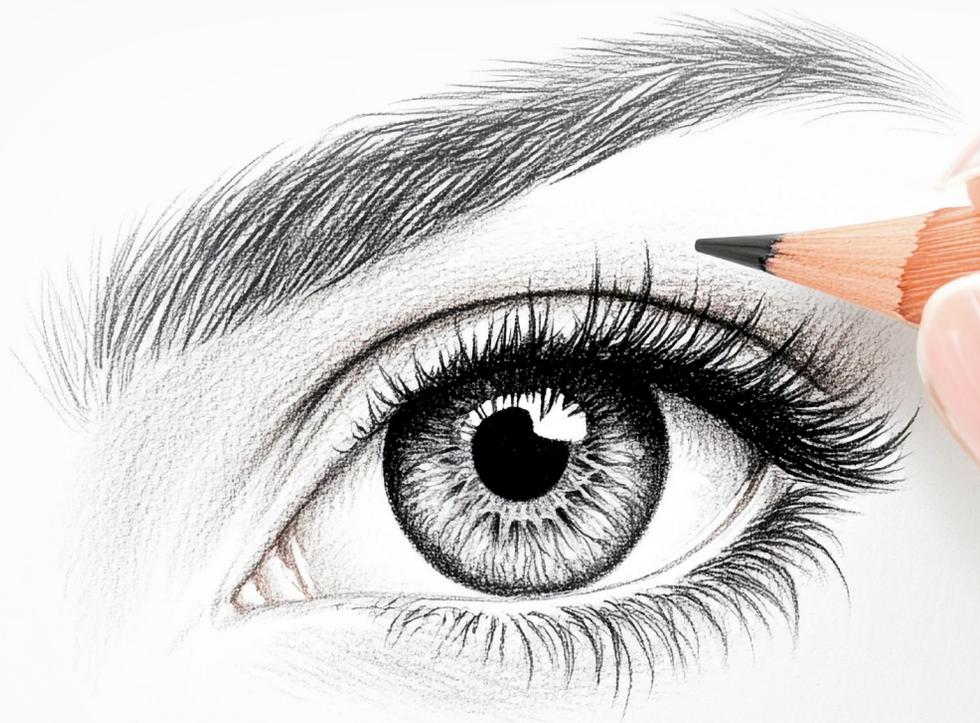
✉️ ventas@cirmedica.com
🌐 www.cirmedica.com

📞 +54 9 11 3056 6000

PRÓTESIS OCULARES

Lic. Germán Acerbi

Presidente 2025 de
International Academy of Ocularistry
Board Certified Ocularist
Board Approved Diplomate Ocularist



 **Foucault**

📍 Ayacucho 228, C.A.B.A.
☎️ 4950-0000 📞 +54 911 3179-9980
www.foucault.com.ar





6 de cada 10 chicos tienen miopía

¿CUÁLES SON LAS CAUSAS?



Menos tiempo al aire libre



Más tiempo frente a pantallas



Muchas horas enfocando de cerca

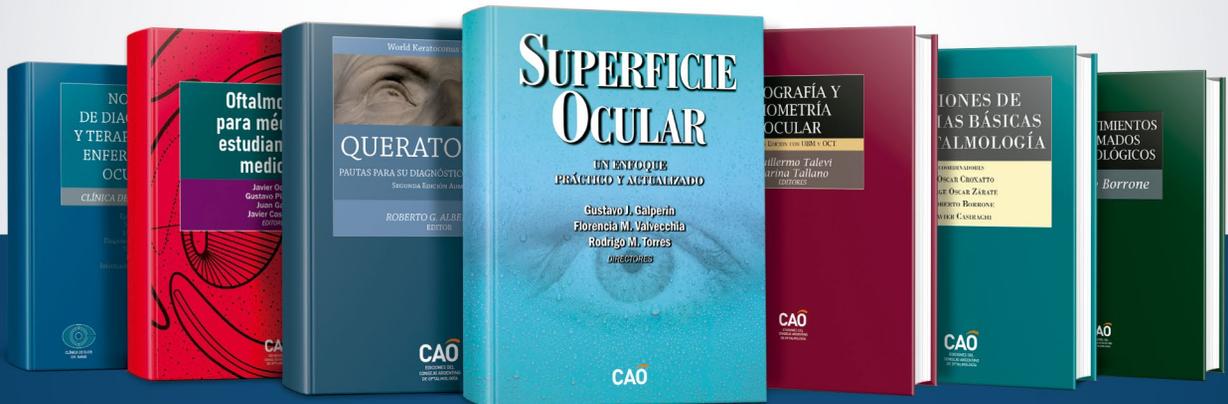


Con **ZEISS MyoCare®**, los acompañás en cada etapa, reduciendo el avance de la miopía y aliviando la fatiga visual.



EDICIONES CAO

Director: Dr. Javier Casiraghi



ADQUIÉRALOS EN PAPEL Y FORMATO DIGITAL
Aranceles especiales para socios

[www.oftalmologos.org.ar/edicionesCAO](http://www oftalmologos.org.ar/edicionesCAO)





Tte. Gral. Juan D. Perón 1479, PB
C1037AAO Buenos Aires, Argentina
Teléfono 54 (11) 4374-5400 líneas rotativas

Oftalmología Clínica y Experimental
www.ofthalmologos.org.ar/oce/