

## Modificaciones del endotelio corneal en pacientes posfacotrabeculectomía

### Changes in the Corneal Endothelium in Patients after Phacoemulsification Trabeculectomy

Lizet Sánchez Acosta<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3873-7388>

Michel Guerra Almaguer<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1542-9091>

Leandro Peña Parra<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0004-9118-4729>

Tania Ramon Macias<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6692-1377>

Isabel Obret Mendive<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3826-0919>

<sup>1</sup>Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [lizet1908@yahoo.es](mailto:lizet1908@yahoo.es)

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir las modificaciones del endotelio corneal en pacientes intervenidos por facotrabeculectomía.

**Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y longitudinal en pacientes operados por facotrabeculectomía del Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" entre enero de 2018 y diciembre de 2020. La muestra quedó conformada por 82 ojos de 42 pacientes. Para el análisis estadístico se utilizaron la media aritmética, la desviación estándar, así como el porcentaje y la frecuencia absoluta.

**Resultados:** El promedio de edad fue 72,4 años, y predominaron el sexo femenino y el color de piel no blancos. La densidad celular disminuyó al mes y al año de la cirugía. El coeficiente de variabilidad disminuyó con significación estadística entre cada intervalo. La hexagonalidad disminuyó al mes y al año de la cirugía. La edad mayor o igual a 70 años y los valores de presión intraocular preoperatoria mayores o iguales a 20 mmHg influyeron en la pérdida de células endoteliales corneales.

**Conclusiones:** La facotrabeculectomía provoca cambios en la densidad celular endotelial, el coeficiente de variación y la hexagonalidad, que parecen relacionarse con factores de riesgo generales, como la edad avanzada y la presión intraocular elevada. Sin embargo, resulta necesario considerar factores asociados a la técnica quirúrgica.

**Palabras clave:** catarata; endotelio corneal; facotrabeculectomía; glaucoma.

## ABSTRACT

**Objective:** To describe corneal endothelium changes in patients who underwent phacoemulsification trabeculectomy.

**Methods:** A descriptive, prospective, longitudinal study was conducted in patients who underwent phacoemulsification trabeculectomy at the Ramón Pando Ferrer Cuban Institute of Ophthalmology between January 2018 and December 2020. The sample consisted of 82 eyes from 42 patients. Statistical analysis was performed using the arithmetic mean, standard deviation, percentage, and absolute frequency.

**Results:** The average age was 72.4 years, and females and non-white skin color predominated. Cell density decreased one month and one year after surgery. The coefficient of variability decreased with statistical significance between each interval. Hexagonality decreased one month and one year after surgery. Age greater than or equal to 70 years and preoperative intraocular pressure values greater than or equal to 20 mmHg influenced the loss of corneal endothelial cells.

**Conclusions:** Phacotrabeculectomy causes changes in endothelial cell density, coefficient of variation, and hexagonality, which appear to be related to general risk factors such as advanced age and elevated intraocular pressure. However, factors associated with the surgical technique must also be considered.

**Keywords:** cataract; corneal endothelium; phaco-trabeculectomy; glaucoma.

Recibido: 21/07/2025

Aceptado: 15/10/2025

## Introducción

La catarata y el glaucoma representan causas frecuentes de discapacidad visual en la población adulta. La coexistencia de ambas enfermedades plantea la necesidad de estrategias quirúrgicas que ofrezcan un control eficaz de la presión intraocular y, al mismo tiempo, una rehabilitación visual adecuada.<sup>(1)</sup> La facotrabeculectomía

(FACO-TBT) es la opción quirúrgica que permite abordar de forma simultánea estas dos enfermedades. Esta técnica reduce el riesgo de incremento posoperatorio de la presión intraocular, favorece el control del glaucoma y proporciona una recuperación visual temprana.<sup>(2)</sup>

Sin embargo, toda intervención en el segmento anterior ocular puede comprometer el endotelio corneal (EC), capa celular esencial para mantener la transparencia y el equilibrio hídrico de la córnea. La energía ultrasónica utilizada durante la facoemulsificación genera turbulencia en la cámara anterior y ondas de choque que afectan la superficie endotelial, así como el contacto de los fragmentos del cristalino y la manipulación intraocular. A ello se suma la respuesta inflamatoria posquirúrgica, que libera mediadores capaces de alterar la homeostasis corneal. Por su parte, la trabeculectomía también contribuye a esta vulnerabilidad, ya que la manipulación directa de los tejidos y la resección de estructuras cercanas al endotelio favorecen la pérdida celular.<sup>(3,4)</sup>

Dado que las células endoteliales carecen de capacidad regenerativa, una reducción significativa de su densidad compromete la función corneal y puede derivar en edema persistente o en queratopatía bullosa, complicaciones que afectan de manera considerable la visión y la calidad de vida del paciente.<sup>(4)</sup> El presente estudio tuvo como objetivo describir las modificaciones del endotelio corneal en pacientes intervenidos por facotrabeculectomía.

## Métodos

Se realizó un estudio descriptivo, de serie de casos prospectiva, en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto y catarata, con criterio para facotrabeculectomía, que asistieron al Departamento de Glaucoma del Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer, entre enero de 2018 y diciembre de 2020. El grupo de estudio quedó conformado por todos los pacientes mayores de 50 años, de nacionalidad cubana, con diagnóstico de catarata y glaucoma primario de ángulo abierto, en cualquier estadio, cifras de PIO entre 21 y 35 mmHg, con tratamiento farmacológico, que fueron operados por técnica de FACO-TBT. Se excluyeron los pacientes con densidad celular inferior a 2,500 células/mm<sup>2</sup>, con antecedentes de cirugía corneal previa, distrofias corneales preexistentes, enfermedades autoinmunes que puedan comprometer el endotelio corneal, así como a aquellos en los que no fue confiable el examen físico oftalmológico. Los criterios de salida incluyeron a pacientes con complicaciones transoperatorias en la cirugía de catarata, que impidieron continuar el procedimiento quirúrgico para el glaucoma, quienes se ausentaron a dos o más consultas de seguimiento, o los que abandonaron el estudio.

Teniendo en cuenta que los resultados evolutivos de la técnica quirúrgica empleada son ojo-específicos, se considera que se satisface el supuesto de independencia entre ambos ojos; por tanto, se definió como unidad de análisis el "ojo operado". Resultaron 82 ojos, de 42 pacientes. Las variables objeto de estudio fueron edad, color de la piel, presión intraocular preoperatoria y número de medicamentos. Para evaluar la modificación del endotelio corneal se analizaron densidad celular, coeficiente de variación y hexagonalidad. Se midieron en el preoperatorio y en el posoperatorio, al mes, 6 y 12 meses. A todos los pacientes se les realizó interrogatorio y examen oftalmológico completo. La microscopia especular se realizó antes de la cirugía y al mes, 6 y 12 meses después de esta. Las mediciones fueron hechas en un solo equipo, y por el mismo licenciado en óptica y optometría para minimizar la variabilidad.

Las cirugías se realizaron de forma ambulatoria, de la siguiente manera: se comenzó la TBT con la disección del colgajo conjuntival de base fórnix con las tijeras (Westcott) desde las 11 a las 13 horas, cauterización de los vasos sangrantes y delimitación del colgajo escleral superficial base-limbo de 4 x 4 mm y 2/3 de grosor. Se colocó esponja de MMC 0,1 % (3 min), se realizó lavado profuso de la zona y se colocaron suturas previas con dos puntos de seda absorbible 8-0.

Seguidamente, se procedió a realizar la cirugía de catarata, mediante facoemulsificación por técnica de facochop (con equipo NIDEK 7000). Se empleó 15 % de energía ultrasónica, 350 mmHg de vacío y 28 cm, con 3 min de flujo, mediante una incisión corneal principal de 2,2 mm de ancho en posición temporal (9-10 h); se aspiraron los restos corticales con técnica bimanual por las paracentesis auxiliares (2 y 9 h). Se inyectó material viscoelástico y se implantó el lente intraocular (Ocuflex; Care Group Sight solution LLP, India).

A continuación, se colocó pilocarpina intracameral, se demarcó y resecó el bloque escleral profundo, que incluyó la porción córneo-trabéculo-escleral (3 x 2 mm). Se realizó la iridectomía periférica con tijera de Vannas, se cerró el colgajo escleral superficial y el conjuntival, y luego se aspiró el material viscoelástico; se reformó la cámara anterior con solución salina balanceada y aire, y se hidrataron las paracentesis corneales.

Los datos se recopilaron en una planilla diseñada para la investigación y se procesaron con IBM-SPSS Statistics versión 25.0. Se calcularon frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas, y medias con desviación estándar para las cuantitativas. La relación entre la densidad endotelial y los factores de riesgo (edad, sexo, color de la piel, PIO y medicación preoperatoria) se exploraron a partir de análisis univariados (prueba t de Student). Se preespecificó error de tipo I alfa inferior a 0,05. La investigación se realizó según los principios establecidos en la Declaración de Helsinki.<sup>(5)</sup> Se aprobó por el Departamento de Glaucoma, el Comité

de Ética Médica y el Consejo Científico del Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”.

## Resultados

En relación con las características demográficas de la población objeto de estudio, se observó predominio del grupo etario 70-79 años (52, 4 %). Prevalcieron el sexo femenino (47, 6 %) y el color de la piel no blanca (52, 4 %).

La tabla 1 muestra el análisis de la densidad celular en los diferentes momentos evaluados. Desde el punto de vista cuantitativo, se observó una disminución de la densidad celular al mes y los 12 meses de la cirugía en comparación con el período preoperatorio (2124 células/mm<sup>2</sup>). Desde el punto de vista cualitativo, no se detectaron diferencias estadísticas significativas en la proporción de densidades celulares inferiores o superiores a 2500 células/mm<sup>2</sup>.

**Tabla 1-** Densidad celular en los diferentes momentos evaluados

| Medidas resúmenes |                        |                        |                |            |
|-------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------|
| Número de ojos    | Mediana (RI)           | (Mín.; máx.)           | Frecuencia (%) |            |
|                   | (cel/mm <sup>2</sup> ) | (cel/mm <sup>2</sup> ) | % 2000 y 2500  | ≥ 2500     |
|                   |                        |                        | 82 (100,0)     | 82 (100,0) |
| Preoperatorio     | 2223 (451)             | (1203; 2887)           | 63 (76,8)      | 19 (23,2)  |
| 1 mes             | 2130 (439)             | (1200; 2789)           | 65 (79,3)      | 17 (20,7)  |
| 6 meses           | 2130 (439)             | (1200; 2789)           | 65 (79,3)      | 17 (20,7)  |
| 12 meses          | 2124 (437)             | (1200; 2789)           | 67 (81,7)      | 15 (18,3)  |

Fuente: Historia clínica.

La tabla 2 muestra el comportamiento del coeficiente de variabilidad en los diferentes momentos evaluados. Desde el punto de vista cuantitativo, se observó la disminución entre cada intervalo de tiempo considerado. A partir del mes de operados, no se observan cambios en la mediana; sin embargo, se modificó en el tiempo la proporción de sujetos en los que disminuyó el coeficiente de variabilidad con respecto a la evaluación previa (aunque la mayoría de los sujetos se mantienen estables en la medición a partir del mes). Desde el punto de vista cualitativo, solo se

detectaron cambios significativos al mes de operados, cuando la proporción de sujetos con coeficiente de variabilidad mayor o igual a 35 aumentó la mitad.

**Tabla 2** - Coeficiente de variabilidad en los diferentes momentos evaluados

| Medidas resúmenes |              |              |                |            |
|-------------------|--------------|--------------|----------------|------------|
| Número de ojos    | Mediana (RI) | (Mín.; máx.) | Frecuencia (%) |            |
|                   | (%)          | (%)          | < 35           | ≥ 35       |
|                   |              |              | 82 (100,0)     | 82 (100,0) |
| Preoperatorio     | 39 (13)      | (18; 68)     | 37 (45,1)      | 45 (54,9)  |
| 1 mes             | 44 (17)      | (18; 76)     | 20 (24,4)      | 62 (75,6)  |
| 6 meses           | 44 (17)      | (18; 76)     | 18 (22,0)      | 64 (78,0)  |
| 12 meses          | 45 (15)      | (18; 76)     | 15 (18,3)      | 67 (81,7)  |

Fuente: Historia clínica.

La tabla 3 muestra el comportamiento de la hexagonalidad en los diferentes momentos evaluados. Desde el punto de vista cuantitativo, se observó disminución significativa al mes de operados con respecto al preoperatorio, y a los 12 meses con respecto a los 6 meses. Desde el punto de vista cualitativo no se detectaron cambios significativos, pues la proporción de sujetos con valores inferiores o superiores a 60 se mantuvo igual en el tiempo.

**Tabla 3** - Hexagonalidad en los diferentes momentos evaluados

| Medidas resúmenes |              |              |                |            |
|-------------------|--------------|--------------|----------------|------------|
| Número de ojos    | Mediana (RI) | (Mín.; máx.) | Frecuencia (%) |            |
|                   | (%)          | (%)          | < 60           | ≥ 60       |
|                   |              |              | 82 (100,0)     | 82 (100,0) |
| Preoperatorio     | 75 (23)      | (45; 100)    | 22 (26,8)      | 60 (73,2)  |
| 1 mes             | 70 (23)      | (45; 100)    | 27 (32,9)      | 55 (67,1)  |
| 6 meses           | 70 (23)      | (40; 100)    | 27 (32,9)      | 55 (67,1)  |
| 12 meses          | 68 (22)      | (40; 100)    | 27 (32,9)      | 55 (67,1)  |

Fuente: Historia clínica.

En la tabla 4 se aprecia que los factores de riesgo no relacionados con la técnica, que influyeron de forma significativa en la pérdida de células endoteliales corneales a los 12 meses de la cirugía, fueron la edad mayor o igual a 70 años y los valores de PIO preoperatoria mayores o iguales a 20 mmHg.

**Tabla 4** - Factores de riesgo de pérdida de células endoteliales

| Factores de riesgo       |           | Densidad celular |            |       |
|--------------------------|-----------|------------------|------------|-------|
|                          |           | n (%)            | Media (DE) | p     |
|                          |           | 79 ojos          |            |       |
| Edad (años)              | < 70      | 30 (36,6)        | 2193 (427) | 0,003 |
|                          | ≥ 70      | 52 (63,4)        | 2100 (318) |       |
| Sexo                     | Masculino | 43 (52,4)        | 2160 (345) | 0,557 |
|                          | Femenino  | 39 (47,6)        | 2116 (320) |       |
| Color de piel            | Blanca    | 39 (47,6)        | 2128 (330) | 0,781 |
|                          | No blanca | 43 (52,4)        | 2149 (337) |       |
| PIO preoperatoria (mmHg) | < 20      | 18 (22,0)        | 2189 (399) | 0,005 |
|                          | ≥ 20      | 64 (78,0)        | 2111 (341) |       |
| Número de medicamentos   | < 2       | 33 (73,3)        | 2188 (333) | 0,700 |
|                          | ≥ 2       | 12 (26,7)        | 2160 (310) |       |

Fuente: Historia clínica.

## Discusión

El endotelio corneal está compuesto por una monocapa de células hexagonales situadas en la superficie corneal posterior. Una córnea normal de un adulto en promedio tiene un recuento endotelial entre 3000 y 3500 células/mm<sup>2</sup>; la densidad celular disminuye con la edad a una tasa promedio de 0,3-0,5 %/año, lo cual resulta en una densidad celular aproximada a los 85 años de edad de 2300 células/mm<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta estos factores, el cuidado del endotelio corneal debe representar una preocupación de los cirujanos durante la cirugía de facotrabeculectomía.<sup>(4)</sup>

En la serie estudiada prevaleció el grupo etario entre 70 y 79 años, con predominio del sexo femenino y pacientes no blancos. Estos resultados guardan similitud con estudios internacionales, como el metaanálisis de *Kaliardas* y otros,<sup>(6)</sup> que muestra un incremento lineal de la enfermedad con la edad y predominio femenino. De igual manera, el presente estudio coincide con los hallazgos de *Hamid* y otros,<sup>(7)</sup> quienes analizaron la efectividad del cribado de glaucoma en diferentes poblaciones del Reino Unido, en cuanto a edad, sexo y color de la piel. En Cuba, estudios recientes, como los de *Fumero* y otros,<sup>(8)</sup> ofrecen resultados comparables a los obtenidos en esta investigación.

En la densidad celular se evidenció una disminución al mes y a los 12 meses posteriores a la intervención. Estos hallazgos coinciden con lo descrito en investigaciones previas,<sup>(4,8)</sup> que señalan una reducción de células endoteliales tras la cirugía combinada, sobre todo en el primer mes posoperatorio, y la relacionan con aspectos asociados a la técnica, como la energía empleada en la facoemulsificación, y a las condiciones preoperatorias de cada paciente.<sup>(4)</sup> Sin embargo, no coinciden *Gillman* y otros,<sup>(9)</sup> que reportaron la mayor disminución en el número de células endoteliales a los seis meses del proceder, ni con *Fumero* y otros,<sup>(8)</sup> los cuales evidenciaron la pérdida significativa de estas a los tres meses de la cirugía en relación con el preoperatorio para el grupo FACO-TBT.

En este estudio se observó una disminución progresiva del coeficiente de variación (CV) en los diferentes momentos evaluados, aunque la mediana permaneció estable a partir del primer mes posoperatorio. El hallazgo más relevante fue el incremento significativo de pacientes con valores de  $CV \geq 35$  en el primer mes, lo que refleja un aumento transitorio del polimegatismo endotelial. En las evaluaciones posteriores, la mayoría de los sujetos mantuvo estabilidad en las mediciones, lo que sugiere una adaptación celular con tendencia a la recuperación morfológica.

Estos resultados coinciden con lo descrito por autores como *Soro-Martínez* y otros,<sup>(10)</sup> quienes reportaron un aumento inicial del CV tras facoemulsificación, asociado a la agresión ultrasónica y la manipulación intraocular, con estabilización en los meses siguientes, y que la cirugía combinada de catarata y glaucoma produce cambios morfológicos endoteliales tempranos, principalmente polimegatismo, sin variaciones significativas en la hexagonalidad a largo plazo. En contraste, *Lundberg* y otros<sup>(11)</sup> señalaron que el incremento del CV puede mantenerse hasta un año en pacientes con endotelio previamente comprometido, lo que indica que la magnitud de la variación depende de factores como la técnica quirúrgica, la energía utilizada y las características basales del paciente.

La presencia de un aumento transitorio del CV en el primer mes, seguido por estabilidad posterior, respalda la hipótesis de que el trauma inicial sobre el endotelio corneal genera una respuesta adaptativa caracterizada por redistribución y expansión celular.<sup>(12,13)</sup>

Cuando el endotelio corneal sufre daño, disminuye el número total de células y el tejido intenta compensar la pérdida mediante la expansión y redistribución de las células vecinas, con el fin de mantener una capa continua en la superficie interna de la córnea. La morfología hexagonal de estas células refleja una distribución uniforme de la tensión superficial y constituye el patrón característico de un endotelio sano. El hexágono, al ser el polígono con mayor superficie en relación con su perímetro, representa la forma más eficiente para cubrir un área determinada.<sup>(14)</sup>

La disminución de la hexagonalidad observada en este estudio coincide con lo descrito por otros autores en cirugías de catarata y combinadas. El patrón común es un descenso temprano seguido por estabilización, lo que confirma que el trauma quirúrgico genera pleomorfismo endotelial, pero sin comprometer de forma inmediata la proporción global de células hexagonales.<sup>(15,16)</sup>

En este estudio se evidenció que la edad mayor o igual a 70 años y los valores de presión intraocular (PIO) preoperatoria superiores a 20 mmHg constituyeron factores de riesgo significativos para la pérdida de células endoteliales corneales a los 12 meses de la cirugía, independientes de la técnica empleada. Estos hallazgos coinciden con lo descrito por varios autores, quienes señalaron que la edad avanzada incrementa la vulnerabilidad endotelial tras facoemulsificación, la hipertensión ocular preoperatoria como determinante en la pérdida celular y la aparición de cambios morfológicos endoteliales.<sup>(17,18)</sup> De forma similar, Andini y otros<sup>(19)</sup> y Cho y otros<sup>(20)</sup> reportaron que la condición basal del paciente, más que la técnica quirúrgica, influye en la evolución endotelial, lo que refuerza la idea de que la edad y la PIO elevada predisponen a un mayor daño corneal, y deben considerarse en la planificación quirúrgica y en el seguimiento posoperatorio.

## Conclusiones

En pacientes sometidos a facotrabeculectomía se observaron cambios en la densidad celular endotelial, el coeficiente de variación y la hexagonalidad, que parecen relacionarse con factores de riesgo generales como la edad avanzada y la presión intraocular elevada. Sin embargo, resulta necesario considerar también los factores asociados a la técnica quirúrgica –tipo de incisión, energía ultrasónica y tiempo de facoemulsificación–, ya que han sido descritos como determinantes en la magnitud del daño endotelial. Estos hallazgos subrayan la importancia de integrar, tanto las condiciones basales del paciente como las características técnicas del procedimiento en la planificación quirúrgica y el seguimiento posoperatorio, con el fin de minimizar la agresión endotelial y preservar la función corneal a largo plazo.

## Referencias bibliográficas

1. Allison K, Patel D, Alabi O. Epidemiology of glaucoma: the past, present, and predictions for the future. *Cureus*. 2020;12(11):e11686. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.11686>
2. Sánchez Acosta L, Obret Mendive I, Cárdenas Chacón D, Campos Bacheretea N, Chaviano León G. Efectividad y seguridad de la facotrabeculectomía por dos vías. *Rev Cubana Oftalmol*. 2023 [acceso 11/07/2025];36(2). Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1761>
3. Mangan MS, İmamoglu S. Uneventful Phacoemulsification after Trabeculectomy in Pseudoexfoliation Glaucoma versus Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmic Res*. 2023;66(1):672-80. DOI: <https://doi.org/10.1159/000529642>
4. Soro Martínez MI, Miralles de Imperial-Ollero JA, Pastor Montoro M, Arcos Villegas G, Sobrado Calvo P, Ruiz Gómez JM, et al. Corneal endothelial cell loss after trabeculectomy and phacoemulsification in one or two steps: a prospective study. *Eye*. 2021 [acceso 12/08/2023];35:2999-3006. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41433-020-01331-x>
5. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos-OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud; 2024 [acceso 12/07/2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/declaracion-helsinki-amm-principios-eticos-para-investigaciones-medicas-seres-humanosPaho.org>
6. Kaliardas A, Chatziralli I, Katsanos A, Kitsos G. Phacoemulsification versus Phacoemulsification/Trabeculectomy for the Treatment of Primary Open-Angle Glaucoma Coexistent with Cataract: A Comparative Study. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(3):470. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina59030470>
7. Hamid S, Desai P, Hysi P, Burr JM, Khawaja AP. Population screening for glaucoma in UK: current recommendations and future directions. *Eye*. 2021;36(3):504. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41433-021-01687-8>
8. Fumero González FY, Fernández Argones L, Pérez Rangel Y, Herrera Padrón M. Complicaciones posoperatorias de la facoemulsificación asociada a trabeculectomía gonioasistida modificada con tijeras. *Rev Cubana Oftalmol*. 2023 [acceso 12/07/2024];36(1):e1737. Disponible en: <http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1737&ved>
9. Gillman K, Bravetti GE, Rao HL, Mermoud A, Mansouri K. Impact of phacoemulsification combined with XEN gel stent implantation on corneal endothelial cell density: 2-year results. *J Glaucoma*. 2020;29(3):155-60. DOI: <https://doi.org/10.1097/IJG0000000000001430>
10. Soro-Martínez MI, Miralles de Imperial-Ollero JA, Pastor-Montoro M, Arcos-Villegas G, Sobrado-Calvo P, Ruiz-Gómez JM, et al. Corneal endothelial cell loss after

trabeculectomy and phacoemulsification in one or two steps: a prospective study. *Eye (Lond)*. 2021 Nov;35(11):2999-3006. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41433-020-01331-x>

11. Lundberg B. Corneal endothelial changes seven years after phacoemulsification cataract surgery. *Int Ophthalmol*. 2024;44(1):169. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10792-024-03044-6>

12. Yang W, Zhao J, Sun L, Zhao J, Niu L, Wang X, et al. Four year observation of the changes in corneal endothelium cell density and correlated factors after implantable collamer lens V4c implantation. *Br J Ophthalmol*. 2021;105:625-30. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-319374>

13. Abd El-Aziz Mohamed Salah M, El-Sayed El-Baz, Mostafa El-Sayed S. Corneal endothelial cell change after trabeculectomy with mitomycin-C in glaucoma patients. *Al-Azhar Med J*. 2021;50(4):2473-84. DOI: <https://doi.org/10.21608/amj.2021.196388>

14. Ciorba AL, Roiu G, Abdelhamid AM, Saber S, Cavalu S. Evaluation of the corneal endothelium following cataract surgery in diabetic and non-diabetic patients. *Diagnostics*. 2023;13(6):1115. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics13061115>

15. Sorrentino FS. Qualitative alterations on corneal endothelial cell morphometry and hexagonality after cataract surgery. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:4847-53. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S338001>

16. Lundberg B. Corneal endothelial changes seven years after phacoemulsification cataract surgery. *Int Ophthalmol*. 2024 Apr 8;44(1):169. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10792-024-03044-6>

17. Vaiciulienė R, Rylskytė N, Baguzytė G, Jasinskis V. Risk factors for corneal endothelial cell density: a review. *Exp Ther Med*. 2022;23:129. DOI: <https://doi.org/10.3892/etm.2021.11052>

18. Hu J, Zhao C, Luo Y, Kong J, Shi W, Wang T. Real-time corneal thickness changes during phacoemulsification cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023;261(6):1609-18 DOI: <https://doi.org/10.1007/s00417-022-05971-5>

19. Andini EA, Avianty A, Herman H, Choliq A. Efficacy and Safety of Manual Small-Incision Cataract Surgery with Trabeculectomy Versus Phacotrabeculectomy in Patients with Glaucoma and Cataract: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2023;15(12):e51025. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.51025>

20. Cho SW, Kim JM, Choi CY, Park KH. Changes in corneal endothelial cell density in patients with normal-tension glaucoma. *Jap J Ophthalmol*. 2009;53(6):659-73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10384-009-0740-1>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribución de los autores**

*Conceptualización:* Lizet Sánchez Acosta.

*Curación de datos:* Tania Ramon Macias.

*Análisis formal:* Lizet Sánchez Acosta.

*Adquisición de fondos:* Isabel Obret Mendive

*Investigación:* Lizet Sánchez Acosta.

*Metodología:* Liamet Fernández Argones.

*Administración del proyecto:* Lizet Sánchez Acosta.

*Recursos:* Isabel Obret Mendive.

*Software:* Tania Ramon Macias.

*Supervisión:* Leandro Peña Parra.

*Validación:* Michel Guerra Almaguer.

*Visualización:* Lizet Sánchez Acosta.

*Redacción-borrador original:* Lizet Sánchez Acosta.

*Redacción-revisión y edición:* Lizet Sánchez Acosta, Michel Guerra Almaguer y Leandro Peña Parra.