

Modificaciones cuantitativas del endotelio corneal en la intervención quirúrgica de cataratas por extracción tunelizada esclerocorneal

Quantitative modifications of the corneal endothelium in cataract surgery by tunnelized scleracorneal extraction

Niurka López-Dorta^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4172-2793>

Lázara Molinet-Vega² <https://orcid.org/0000-0001-5488-5295>

Carmen Castillo-Vázquez³ <https://orcid.org/0000-0003-4480-9453>

Yilian Constanten-Pompa⁴ <https://orcid.org/0000-0001-7167-158X>

¹Especialista de Primer Grado en Oftalmología y en Medicina General Integral. Profesor Asistente. Hospital General Docente “Enrique Cabrera”. La Habana, Cuba.

²Especialista de Primer Grado en Oftalmología. Profesor Asistente. Hospital General Docente “Enrique Cabrera”. La Habana, Cuba.

³Máster en Urgencias Médicas. Especialista de Primer y Segundo Grados en Oftalmología. Profesor Auxiliar. Investigador Agregado. Hospital General Docente “Enrique Cabrera”. La Habana, Cuba.

⁴Especialista de Primer Grado en Oftalmología y en Medicina General Integral. Hospital General Militar “Luis Díaz Soto”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: nlopezdorta@nauta.cu

RESUMEN

Introducción: después de realizar procedimientos intraoculares, en el endotelio corneal se manifiestan cambios. La operación de catarata puede inducir modificaciones de este tipo, de forma permanente o temporal.

Objetivo: describir las modificaciones cuantitativas que se producen en las células endoteliales de la córnea, en los operados de catarata por extracción tunelizada esclerocorneal del cristalino e implante de lente intraocular, en el Centro Oftalmológico del Hospital General Docente “Enrique Cabrera” de La



Habana, de enero de 2017 a diciembre 2018.

Métodos: se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en el universo de 644 pacientes diagnosticados en el Centro Oftalmológico, del cual se tomó una muestra de 250 pacientes (280 ojos) que cumplieron con los criterios del estudio. Para la evaluación del endotelio corneal se utilizó el microscopio endotelial especular SP-3000. Se cumplieron los principios éticos de la investigación.

Resultados: la densidad endotelial central promedio prequirúrgica fue 2 620 células por milímetro cuadrado, y la pérdida celular endotelial central de 9,60 %, con coeficiente de variabilidad media prequirúrgica de 39,60 % y posquirúrgica de 42,80 %. La hexagonalidad presentó valores medios prequirúrgicos de 55,00% y posquirúrgicos de 65,00%.

Conclusiones: se produjeron modificaciones cuantitativas del endotelio corneal. Dentro de ellas: la disminución de la densidad celular endotelial y modificaciones significativas de la hexagonalidad y el coeficiente de variabilidad.

Palabras clave: PÉRDIDA DE CÉLULAS ENDOTELIALES DE LA CÓRNEA/cirugía; EXTRACCIÓN DE CATARATA; IMPLANTACIÓN DE LENTES INTRAOCULARES.

ABSTRACT

Introduction: after performing intraocular procedures, changes appear in the corneal endothelium. Cataract surgery can induce changes of this type, permanently or temporarily.

Objective: to describe the quantitative modifications that occur in the corneal endothelial cells, in cataract operated by sclerocorneal tunnel extraction of the lens and intraocular lens implantation, at the Ophthalmological Center of the General Teaching Hospital “Enrique Cabrera” in Havana, from January 2017 to December 2018.

Methods: a descriptive, longitudinal and prospective study was carried out in the universe of 644 patients diagnosed in the Ophthalmology Center, from which a sample of 250 patients (280 eyes) who met the study criteria was taken. The SP-3 000 specular endothelial microscope was used to evaluate the corneal endothelium. The ethical principles of the research were met.

Results: the mean pre-surgical central endothelial density was 2 620 cells per square millimeter, and central endothelial cell loss of 9,60 %, with a mean preoperative variability coefficient of 39,60 % and 42,80 % postoperative. Hexagonality presented mean pre-surgical values of 55,00 % and post-surgical values of 65,00%.



Conclusions: there were quantitative modifications of the corneal endothelium. Among them: the decrease in endothelial cell density and significant changes in hexagonality and the coefficient of variability.

Keywords: CORNEAL ENDOTHELIAL CELL LOSS/ surgery; CATARACT EXTRACTION; LENS IMPLANTATION, INTRAOCULAR.

Recibido: 07/12/2019

Aprobado: 03/06/2020

INTRODUCCIÓN

El endotelio corneal se forma a partir de la cresta neural durante la gestación. Está constituido por una monocapa de células hexagonales que actúan como barrera entre la membrana de Descemet, el estroma y el humor acuoso.⁽¹⁾ El endotelio es parte de la capa más interna de la córnea, derivada del neuroectodermo.⁽²⁾ En el ojo normal, las células endoteliales se distribuyen de manera uniforme en la córnea, aunque en algunos casos puede existir mayor densidad en la periferia, donde son más irregulares y tienen más cilios al fusionarse con el endotelio trabecular.⁽³⁾

Las células de esta monocapa hexagonal pueden diferenciarse en células similares al epitelio. Las células endoteliales y la membrana de Descemet no contienen tejido conectivo por lo que, al igual que el epitelio, no sufren fibrosis o vascularización. Sin embargo, cuando se daña el endotelio, produce una capa fibrilar anormal por detrás de la membrana de Descemet. Este tejido de color grisáceo se denomina capa colagenosa posterior.⁽⁴⁾

Las células endoteliales tienen capacidad limitada de proliferación *in vivo* porque se mantienen en la fase G1 de la mitosis y, por tanto, su número disminuye con la edad.^(1,5) Estas células migran y se expanden como consecuencia de la pérdida celular. Por lo cual, ante la disminución en la densidad de células endoteliales centrales que ocurre con la edad, disminuye el porcentaje de células hexagonales (pleomorfismo) y aumenta el coeficiente de variación del tamaño celular (polimegatismo).⁽⁶⁾

Cuando las células o grupos de células se pierden, su espacio lo cubren células vecinas, que detienen su crecimiento cuando contactan con una zona celular normal, y ocurre agrandamiento celular por división

amitótica del núcleo. En este fenómeno de migración celular y reacomodo general de la capa endotelial, disminuye el número y aumenta el tamaño celular, disminuye la proporción de células hexagonales y aumentan sus otras formas (polimegatismo).⁽⁷⁾ Estas modificaciones tienen valor pronóstico, pues representan el grado de daño celular que sucede a lo largo del tiempo. Ello puede tener significación clínica si un daño posterior, como el traumatismo inducido por la operación de catarata, se añade al existente.⁽⁷⁾

La pérdida celular ocular asociada a la edad transcurre en dos fases. En la primera, o fase rápida, la densidad de células endoteliales centrales disminuye de forma exponencial hasta cerca de 3 500 células/mm² a los cinco años de edad, y a 3 000 células/mm² a los 20 años. En la segunda, o fase lenta, la disminución ocurre a razón de 0,60% por año, con un conteo celular resultante de 2 500 células/mm² en la senectud.⁽⁷⁾

La densidad de estas células es máxima al nacer; fluctúa entre 3 500 y 4 000 células/mm², y su disminución se debe a la edad, antecedentes de una intervención quirúrgica intraocular, traumatismos, o procesos inflamatorios. Una disminución del número de células endoteliales hasta cifras críticas entre 500 y 700 células/mm² conduce al estrés hipóxico e imposibilita el estado de deshidratación corneal. Esto provoca un edema que afecta la transparencia corneal.⁽⁸⁻¹¹⁾

En la mayoría de las personas, desde los 20 hasta los 50 años el endotelio central de la córnea permanece estable. Después de los 50 comienza se inicia un lento declive de su espesor, y a partir de los 60 la densidad celular endotelial se reduce significativamente.⁽¹²⁾ La pérdida de células endoteliales es un proceso continuo cuya tasa media anual para un adulto es de aproximadamente 0,60%.⁽¹³⁾

Ariocha-Cambas y cols.⁽¹⁴⁾ plantean que las alteraciones en la forma y el tamaño celular pueden indicar inestabilidad o menor reserva funcional del endotelio corneal, o ser un signo temprano de pérdida celular endotelial continuada. Cuanto más bajo es el conteo de células endoteliales, mayor es la variación del tamaño celular, y cuanto más marcada es la variación en la forma de las células, menos sano será el endotelio corneal.

Existen varios métodos de análisis morfológico del endotelio, como la microscopia especular.⁽⁶⁾ La cuantificación de la densidad endotelial es importante en la práctica clínica para fines diagnósticos, así como para la decisión de procedimientos quirúrgicos intraoculares o corneales y la evaluación de la seguridad corneal.

En los pacientes con funcionalidad celular endotelial subóptima, la perspectiva de pérdida celular

endotelial aumenta con la facoemulsificación. A menudo son necesarios un acercamiento quirúrgico extracapsular, un procedimiento corneal secundario, o dos procedimientos concurrentes.⁽¹⁵⁾

Aunque la operación de catarata mediante facoemulsificación es la técnica utilizada por excelencia, todavía se plantean inconvenientes para su desarrollo. Algunos de ellos son el alto costo del equipo, los accesorios e instrumental, así como la duración de la curva de aprendizaje. Además, existen criterios diversos para su uso en cataratas duras, subluxadas y en la pseudoexfoliación, donde juega un papel importante la preferencia particular de cada cirujano por la técnica que más domina y con la que el paciente presenta menor número de complicaciones.⁽¹⁶⁾ Por esto, aún son utilizadas en el mundo las técnicas de extracción extracapsular con resultados aceptables.

Las situaciones que producen daño endotelial no solo disminuyen la densidad, sino que provocan alteración del patrón morfológico celular. Se considera que las variaciones en el tamaño y la forma celular son indicadores más específicos del daño endotelial, que la densidad celular por sí sola. Varios autores coinciden en que la variación en el tamaño (polimegatismo) entraña mayor riesgo de descompensación corneal por la operación, sobre todo en pacientes de edad avanzada, donde los cambios propios del envejecimiento condicionan la variación morfológica de la célula.⁽¹⁵⁾

Las intervenciones quirúrgicas realizadas en el segmento anterior influyen en el endotelio corneal, provocan aumento del grosor total de la córnea en el posoperatorio inmediato y recuperan su espesor cuando el endotelio se normaliza. Por ello, determinar el espesor corneal podría ser útil como parámetro para estimar el daño endotelial en el acto operatorio,⁽¹⁷⁾ aunque una córnea transparente con paquimetría normal no significa tener un endotelio sano.⁽¹⁴⁾

La operación de catarata, cualquiera que sea la técnica empleada, puede provocar daño endotelial y disminución de su diversidad celular. El número de células que se pierden dependerá del grado de estabilidad endotelial previo y de las manipulaciones peroperatorias.⁽¹⁸⁾ Además del daño quirúrgico directo, el endotelio puede afectarse también por la toxicidad farmacológica y por procesos inflamatorios e infecciosos.⁽¹⁹⁾

En los procesos inflamatorios e infecciosos los leucocitos polimorfonucleares y las células inflamatorias mononucleares se adhieren a la superficie endotelial, penetran entre las células y causan vacuolización del endotelio, separación de la membrana de Descemet o descamación hacia la cámara anterior, así como muerte de las células endoteliales.⁽¹⁹⁾

En el Centro Oftalmológico del Hospital General Docente "Enrique Cabrera" se atienden un alto

número de pacientes con cataratas, que requieren tratamiento quirúrgico. Este trabajo se realizó con el objetivo de estimar las modificaciones cuantitativas del endotelio corneal que pudieran presentarse en pacientes intervenidos por cataratas, mediante extracción tunelizada esclerocorneal, teniendo en cuenta las modificaciones que las técnicas quirúrgicas inducen en el endotelio corneal.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en el Centro Oftalmológico del Hospital General Docente “Enrique Cabrera”, entre enero de 2017 y diciembre de 2018. Se trabajó con los 250 pacientes (280 ojos) diagnosticados con catarata senil, a quienes se les realizó una extracción tunelizada esclerocorneal del cristalino con implante de lente intraocular como procedimiento quirúrgico.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: pacientes operados por especialistas en oftalmología con más de cinco años de práctica quirúrgica; pacientes sin antecedentes oculares de degeneración o distrofia corneal, uveítis, glaucoma, trauma ocular, operación intraocular previa o uso de lentes de contacto.

Se excluyeron los pacientes con densidad endotelial central preoperatoria de menos de 1 500 o hallazgos de *guttas* (excrecencias endoteliales en forma de gotas) en el examen endotelial, y los que presentaron complicaciones durante o posteriores al procedimiento quirúrgico. Los criterios de salida fueron: pacientes que desearon salir del estudio, o no acudieron a los controles de consulta con la periodicidad establecida.

Después del examen minucioso con lámpara de hendidura, se realizaron las evaluaciones del endotelio corneal con microscopio endotelial especular SP-3 000 en el preoperatorio, y a los tres meses de intervenidos los pacientes. Las variables evaluadas fueron: densidad endotelial central, hexagonalidad (pleomorfismo), y coeficiente de variabilidad (polimegatismo).

Los datos se obtuvieron de la historia clínica de cada paciente y fueron resumidos en una base de datos en *Microsoft Excel*. Se utilizó el programa estadístico *STATISTICA* de *Windows*, versión 4.2, para el cálculo de frecuencias absolutas y relativas, unidades de medidas de tendencia central (media) y la prueba de t de Student para la comparación de medias con datos pareados. Se trabajó con un intervalo

de confianza del 95,00% (error alfa de 0,05%).

Las variables estudiadas fueron la densidad endotelial central, el coeficiente de variabilidad y el porcentaje de hexagonalidad, las cuales se operacionalizaron de la siguiente manera. Densidad endotelial corneal central (células/mm²): normal: >2 000; bajo riesgo: 2 000-1 500; alto riesgo: 1 500-1 000; preedema: 1 000-500. Coeficiente de variabilidad: ausente: 0-25 %, leve: 26-50 %, moderado: 51-75 %, severo: >75 %. Porcentaje de hexagonalidad: ausente: >75 %, leve: 51-75 %, moderado: 26-50 %, severo: 0-25 %.

Se realizó la investigación de acuerdo con los principios de ética médica manifiestos en la *Declaración de Helsinki*⁽²⁰⁾ de la Asociación Médica Mundial. Se informaron a los pacientes los detalles del estudio, y la confidencialidad de la información, y se les solicitó la firma del consentimiento informado.

RESULTADOS

Los pacientes estudiados tenían más de 60 años, para una media general de 72 años, y un rango de edades entre 60 a 84 años. La mayor frecuencia se presentó en los grupos de 60 a 69 (39,20%) y de 70 a 79 (37,20%). No existieron diferencias significativas en cuanto al sexo (tabla 1).

Tabla 1 - Distribución de los pacientes según grupos de edades y sexos

Grupos de edades	Masculino		Femenino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
60-69 años	60	24,00	38	15,20	98	39,20
70-79 años	47	18,80	46	18,40	93	37,20
80 y más años	16	6,40	43	17,20	59	23,60
Total	123	49,20	127	50,80	250	100,00

Fuente: historia clínica

En cuanto a las variaciones del conteo celular (tabla 2), antes de la operación se determinó que casi la totalidad de los pacientes (97,50%) tenían una densidad celular normal (mayor de 2 000 células/mm²). Los valores oscilaron en un rango de 1 609 células/mm² como mínimo, y como máximo 3 359 células/mm², para una media de 2 620 células/mm². Con posterioridad al procedimiento quirúrgico, 67,50% de los pacientes pasaron a tener un conteo endotelial de bajo riesgo (2 000-1 500 células/mm²).

No se observaron pacientes con conteo celular preedema (1 000 a 500 células/mm²) posterior a la operación. Estas diferencias resultaron significativas (p=0,000).

Tabla 2 - Variaciones de la densidad celular endotelial central antes y después de la intervención quirúrgica

Cantidad de células/mm ²	Antes		Después	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Normal: >2000	273	97,50	84	30,00
Bajo riesgo: 2000-1500	7	2,50	189	67,50
Alto riesgo: 1500-1000	0	0,00	7	2,50
Media	2620,60		1901,70	
Mínimo	1609		1287	
Máximo	3359		2457	

Fuente: planilla de recogida de datos p=0,000

Al interpretar los resultados del coeficiente de variabilidad (tabla 3), se identificó que antes de la intervención quirúrgica, 80,00% de los 280 ojos tenían variaciones leves con valor medio de 39,60%, mínimo de 27,30% y máximo de 78,30%. Después de la intervención, se mantuvo el predominio de pacientes en el grupo de leves (77,50%), con una media de 42,80% y valores mínimos de 29,30% y máximos de 81,60%; diferencias que resultaron significativas (p=0,000).

Tabla 3 - Variaciones del coeficiente de variabilidad antes y después de la intervención quirúrgica

Coeficiente de variabilidad	Antes		Después	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Leve: 26-50%	224	80,00	217	77,50
Moderado: 51-75%	56	20,00	63	22,50
Media	39,60		42,80	
Mínimo	27,30		29,30	
Máximo	78,30		81,60	

Fuente: historia clínica p=0,000

La hexagonalidad, tanto antes como después del acto quirúrgico (tabla 4), se caracterizó por un predominio de los cambios moderados: 55,00% y 65,00%, respectivamente. Con un incremento en el 10,00% posterior a la intervención; diferencias que resultaron significativas (p=0,000).

Tabla 4 - Variaciones de la hexagonalidad antes y después de la operación quirúrgica

Hexagonalidad	Antes		Después	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Leve: 51-75%	126	45,00	98	35,00
Moderado: 26-50%	154	55,00	182	65,00
Media	49,40		51,80	
Mínimo	31,30		32,80	
Máximo	62,10		65,40	

Fuente: historia clínica

DISCUSIÓN

Al analizar los grupos de edades, se constató que la catarata senil es más frecuente después de los 60 años; se estima que la cifra de casos es superior a 75,00% en las personas mayores de 75 años.⁽¹⁹⁾ Lo anterior se corresponde con los resultados de este estudio. Por ello, en la actualidad se preconiza la operación en estadio temprano de la enfermedad, teniendo en cuenta el aumento de la esperanza de vida y que a menores edades existen mejores condiciones biológicas para la recuperación visual de los pacientes.^(19,20)

Mijenez-Villate y cols.⁽²¹⁾ refieren que la incidencia de catarata aumenta con la edad, sobre todo después de los 60 años. Lo cual sustentan aludiendo a estudios poblacionales publicados en España, Australia y Estados Unidos, en los cuales se destaca que la prevalencia de catarata aumenta con la edad, y se presenta en alrededor de 50,00% de las personas mayores de 70 años.

En la presente investigación predominaron los pacientes con edades inferiores a 70 años, lo que pudiera deberse a que la atención médica en Cuba es accesible y gratuita para toda la población. Esto se refleja en las tasas de intervenciones quirúrgicas de catarata en el país, donde se logró superar la tasa ideal propuesta por la Organización Mundial de la Salud, con 3 000 operaciones por cada 1 000 000 de habitantes (33000 operaciones anuales) entre los años 2013 a 2015.⁽²²⁾

Cárdenas-Díaz y cols.⁽²³⁾ refieren una densidad celular endotelial media de 2 238,19 células/mm². Este resultado es inferior al encontrado en esta investigación, aunque en ambos estudios la media estuvo en el rango de la normalidad. Lo anterior pudiera deberse a los criterios de selección empleados en este.

Después de tres meses se observó disminución del porcentaje de casos con densidad endotelial normal, de manera que el grupo de pacientes predominante fue el que tuvo un conteo de bajo riesgo (2 000-1 500 células/mm²). Ello se corresponde con una pérdida celular posterior a la intervención quirúrgica (9,60%).

Es importante señalar que la pérdida celular endotelial central no solo se relaciona con la intervención quirúrgica de catarata, sino que también es común a otros procedimientos intraoculares. Se informa que al menos 14 % de los injertos transparentes en queratoplastias penetrantes, a los cinco años tienen recuentos endoteliales menores de 500 células/mm². En la operación de trabeculectomía se observó un descenso significativo en la densidad endotelial central, o implantes de dispositivos de drenaje para tratar el glaucoma; sin embargo, esta pérdida endotelial es mucho menor en los pacientes intervenidos de esclerotomía profunda no perforante.⁽¹⁴⁾

Rodríguez-Suárez y cols.⁽¹⁶⁾ analizaron los cambios endoteliales y resultados visuales en pacientes con diagnóstico de catarata senil, operados por técnica de facoemulsificación por *prechop* o extracción extracapsular del cristalino por túnel esclerocorneal. Encontraron que la pérdida endotelial en el grupo que se le realizó la extracción tunelizada fue 6,80%, menor que en los operados por facoemulsificación en cuyo caso la pérdida ascendió a 9,80%, resultados más cercanos a los reportados para pacientes que se les realizó facoemulsificación. Por su parte, Veitía-Rovirosa y cols.⁽²⁴⁾ plantean que una variación del porcentaje de pérdida celular desde 4,00% a 17,00% puede estar en relación con la experiencia del cirujano y la técnica quirúrgica utilizada.

Fernández-Vázquez y cols.⁽²⁵⁾ realizaron un estudio comparativo entre las técnicas de facoemulsificación y la extracción extracapsular del cristalino, y constataron como promedio, en el posoperatorio, un coeficiente de variabilidad de 39,00% y un rango mayor de pérdida celular endotelial de hasta 32,00%. Este parámetro de modificación del coeficiente de variabilidad posterior a la operación, pone de manifiesto la propiedad que tienen las células endoteliales de variar su tamaño después del trauma quirúrgico, para tratar de reparar el daño provocado. Las evidencias encontradas por otros autores⁽²⁶⁾ demuestran, además, que el polimegatismo, tiende a regresar con el tiempo hacia los niveles del preoperatorio, lo que indica un adecuado funcionamiento de la capa endotelial.

El coeficiente de variabilidad da una medida cuantitativa de la variación del tamaño celular o polimegatismo, sin olvidar la influencia que tiene la edad. Los cambios en cuanto a la forma celular son esperados, como la disminución de la hexagonalidad después de una operación. Las modificaciones de



la variabilidad celular, sobre todo su aumento, pueden producir incremento de la superficie celular, lo que generaría polimegatismo de diferentes grados.⁽²⁷⁾

Fernández y cols.,⁽²⁵⁾ en intervenciones quirúrgicas donde se empleó la técnica de extracción extracapsular del cristalino, determinaron una media en la hexagonalidad de 61,30 % (leve) en el preoperatorio y una disminución importante en el posoperatorio de 48,50 % (moderado). Esto evidenció que la célula endotelial tuvo que cambiar más su forma para poder suplir los espacios de las que se perdieron, a diferencia de los resultados de esta investigación. Otros autores como Rodríguez-Suárez y cols.⁽¹⁸⁾ refieren en casos intervenidos con facoemulsificación por técnica *prechop* una hexagonalidad de 50,99 % en el posoperatorio.

En relación con la hexagonalidad, se plantea que la modificación en la forma celular se produce más tardíamente aún después de sufrir un trauma quirúrgico.⁽²⁷⁾ En este estudio, al analizar la hexagonalidad y el coeficiente de variación, no se constató que los pacientes sufrieran modificaciones severas. Con ello se demostró que, aunque hubo modificaciones significativas, la morfología de las células se recuperó de forma satisfactoria en la muestra estudiada de pacientes con intervenciones quirúrgicas de cataratas no complicadas.

Esta investigación tuvo como limitaciones la imposibilidad de comparar los resultados con los de otros estudios –debido a la inexistencia de publicaciones recientes sobre la pérdida celular por la técnica de extracción tunelizada, pues la literatura actual se refiere a los resultados de la técnica de facoemulsificación– y no haber estudiado la evolución de los pacientes en un período mayor de tiempo.

CONCLUSIONES

En los pacientes intervenidos con extracción tunelizada esclerocorneal del cristalino como técnica quirúrgica, se presentaron modificaciones cuantitativas del endotelio corneal. Dentro de ellas: la disminución de la densidad celular endotelial, y alteraciones significativas de la hexagonalidad y el coeficiente de variabilidad. Resultados que coinciden con la literatura consultada para este tipo de procedimiento quirúrgico. El aporte de la investigación radica en mostrar las modificaciones del endotelio corneal con un procedimiento que se realiza con éxito de manera habitual en los centros oftalmológicos de Cuba.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mimura T, Yamagami S, Amano S. Corneal endothelial regeneration and tissue engineering. *Prog Retin Eye Res.* Jul 2013;35:1-17.
2. Katikireddy KR, Schmedt T, Price MO, Price FW, Jurkunas UV. Existence of neural crest-derived progenitor cells in normal and Fuchs endothelial dystrophy corneal endothelium. *Am J Pathol* [Internet]. Oct 2016 [citado 12 Abr 2019];186(10):2736-50. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308169134_Existence_of_Neural_Crest-Derived_Progenitor_Cells_in_Normal_and_Fuchs_Endothelial_Dystrophy_Corneal_Endothelium/fulltext/57e0758d08ae52b3078a7f1d/Existence-of-Neural-Crest-Derived-Progenitor-Cells-in-Normal-and-Fuchs-Endothelial-Dystrophy-Corneal-Endothelium.pdf
3. Fernández-Vizcaya O, Pacheco-del Valle JC. Edema corneal. En: Centro mexicano de Córnea y Cirugía Refractiva A.C. *Córnea Médica*. 1ra ed. Madrid: Elsevier; 2015. p. 119 -23.
4. Zhang J, Patel DV. The pathophysiology of Fuchs endothelial dystrophy: a review of molecular and celular insights. *Exp Eye Res.* 2015;130:97-105.
5. Vedana G, Villarreal GJ, Jun AS. Fuchs endothelial corneal dystrophy: current perspectives. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2016 [citado 12 Abr 2019];10:321-30. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4762439/pdf/oph-10-321.pdf>
6. Márquez-Villalón S, Villalón-Fernández M J, Escalona-Leyva E, Pérez-Parra Z, Alberto-Perea C, Padilla-González C. Modificaciones del endotelio corneal en el paciente adulto mayor. *Rev Cubana Oftalmol* [Internet]. Dic 2014 [citado 11 Ene 2019];27(4):610-8. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v27n4/oft11414.pdf>
7. Vidal-Castillo M, Veitía-Rovirosa Z A, Fumero-González F Y, Vila-Dopico I, López-Hernández I. Modificaciones del endotelio corneal en cirugía de catarata secuencial con vitrectomía. *Rev Cubana Oftalmol* [Internet]. Mar 2013 [citado 11 Ene 2019];26(1):99-110. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v26n1/oft11113.pdf>
8. Naranjo-Tackman R, Garza-León MA. Microscopia especular. En: Centro mexicano de Córnea y Cirugía Refractiva A.C. *Córnea Médica*. 1ra ed. Madrid: Elsevier; 2015. p. 85-93.



9. Yokoi T, Seko Y, Yokoi T, Makino H, HAtou S, Yamada N, et al. Establishment of functioning human corneal endothelial cell line with high growth potential. PloSOne [Internet]. 2012 [citado 12 Abr 2019];7(1):e29677. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3261867/pdf/pone.0029677.pdf>
10. Bonanno JA. Molecular mechanisms underlying the corneal endothelial pump. Exp Eye Res [Internet]. Feb 2012 [ciatado 12 Abr 2019];95(1):2-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3199349/pdf/nihms-310596.pdf>
11. Guerra-Almaguer M, Garza-Chavarría JA, Tamargo-Barbeito TO, Cárdenas-Díaz T, Río-Torres M, Cruz-Izquierdo D, et al. Morfología y morfometría del endotelio corneal en adultos sin alteraciones corneales según cantidad de células evaluadas. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Sep 2017 [citado 11 Ene 2019];30(3):1-9. Disponible en: <http://scieloprueba.sld.cu/pdf/oft/v30n3/oft04317.pdf>
12. Cárdenas-Díaz T, Hernández-López I, Comprés-Álvarez I, Perera-Miniet E. Parámetros endoteliales y edema corneal postcirugía de catarata en pacientes con córnea guttata. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Jun 2020 [citado 11 Ene 2019];33(2):e739. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v33n2/1561-3070-oft-33-02-e739.pdf>
13. Espinosa-Barberi G, Galván-González FJ, Anabitarte-Prieto MA, Borges-Trujillo R, Miranda-Fernández S, Tandón-Cárdenes L, et al. Estudio descriptivo de los donantes y receptores de un banco de ojos. Arch. Soc. Canar. Oftal. [Internet]. 2019 [citado 11 Ene 2019];30:27-32. Disponible en: <http://sociedadcanariadeoftalmologia.com/wp-content/revista/revista-30/30sco07.pdf>
14. Ariocho-Cambas AA, Guerra-Almaguer M, de Prada-Sánchez C, Delgado-Castillo O, García-López de Trigo G. Microscopia especular con corrección manual vs. *software* automatizado. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Sep 2014 [citado 11 Ene 2019];27(3):359-68. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v27n3/oft05314.pdf>
15. Cárdenas-Díaz T, Corcho-Arévalo Y, Torres-Ortega R, Capote-Cabrera A, Hernández-López I, Benítez-Merino MC. Endotelio corneal de riesgo en pacientes con indicación de cirugía de catarata. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Jul 2013 [citado 11 Ene 2019];26(2):198-207. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v26n2/oft03213.pdf>
16. Rodríguez-Suárez B, Hernández-Silva J R, Pérez-Candelaria E, Ramos-Pereira Y, Capote-Cabrera A, Veitía-Rovirosa Z. Alteraciones en el endotelio corneal después de la facoemulsificación por técnica de *pre chop versus* extracción tunelizada esclerocorneal del cristalino. Rev Cubana Oftalmol [Internet].





Dic 2012 [citado 11 Ene 2019];25(2):233-42. Disponible en:

<http://scieloprueba.sld.cu/pdf/oft/v25n2/oft08212.pdf>

17. López-Hernández SM, Rodríguez-Rivero D, González-Duque Y, Martín-Perera Y, Castro-Cárdenas K. Variación del endotelio corneal en pacientes operados de alta miopía con implante de lentes fáquicas. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Dic 2013 [citado 11 Ene 2019];26(2):360-8. Disponible en:

<http://scieloprueba.sld.cu/pdf/oft/v26n3/oft02313.pdf>

18. Rodríguez-Suárez B, Hernández-Silva J R, Pérez-Candelaria E, Méndez-Duque de Estrada AM, Hormigó Puertas I, Santiesteban García I. Cirugía de cataratas por facoemulsificación aplicando la técnica de *prechop*. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Abr 2013 [citado 11 Ene 2019];26(1):30-8. Disponible en:

<http://scieloprueba.sld.cu/pdf/oft/v26n1/oft04113.pdf>

19. De Wit-Carter GC, Sánchez-Huerta V, Rodríguez-Reyes AA. Respuesta patológica general de la córnea. En: Centro mexicano de Córnea y Cirugía Refractiva A.C. Córnea Médica. 1ra ed. Madrid: Elsevier; 2015. p. 19-26.

20. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Ratificada en la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013. Helsinki: 18ª Asamblea Mundial; 1964 [citado 11 Ene 2020]. Disponible en:

http://www.anmat.gov.ar/comunicados/HELSINSKI_2013.pdf

21. Mijenez-Villate OB, Martínez-Quintana S, Aguilar-González V, Rodríguez-Ricardo Y, Santos-Veja S, Sanjurjo-Villate JM. Factores de riesgo ocular y experiencia del cirujano en las complicaciones de la cirugía de catarata. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Jun 2014. [citado 11 Ene 2019];27(2):203-11. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v27n2/oft06214.pdf>

22. Río-Torres, M. Cirugía de cataratas en Cuba. Rev Cubana de Oftalmol [Internet]. Mar 2019 [citado 11 Ene 2019];32(1):e710. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v26n1/oft05113.pdf>

23. Cárdenas-Díaz T, Corcho-Arévalo Y, Torres-Ortega R, Capote-Cabrera A, Hernández-López I, Cruz-Izquierdo D. Caracterización del endotelio corneal en pacientes con indicación de cirugía de catarata. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Abr 2013 [citado 11 Ene 2019];26(1):39-47. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v26n1/oft05113.pdf>

24. Veitía-Rovirosa ZA, Bauza-Fortunato Y, Hernández-Silva JR, Ramos-López M, Curbelo-Cunill L, López-Hernández I. Estudio comparativo de la pérdida celular endotelial entre las técnicas de facoemulsificación por *ultrachop* y *prechop*. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. 2010 [citado 11 Ene





2019];23 Supl 2:739-48. Disponible en: <http://scieloprueba.sld.cu/pdf/oft/v23s2/oft07410.pdf>

25. Fernández-Vázquez G, Hernández-Silva JR, Río-Torres M, Ramos-López M, Curbelo-Cunill L, Rodríguez-Suárez B, et al. Estudio comparativo de los resultados anatómicos y funcionales en el manejo quirúrgico de la catarata utilizando dos modalidades diferentes: extracción extracapsular del cristalino y facoemulsificación, 2007. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. Dic 2007 [citado 11 de Ene 2019];20(2):[aprox. 15 p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762007000200006&script=sci_arttext&tlng=en

26. Ruiz-Rodríguez Y, Capote-Cabrera A, Pérez-Candelaria E, Hernández-Silva JR, Curbelo-Cunill L, Fernández-Vázquez G. Estudio del endotelio corneal en la corrección de alta miopía con lente intraocular fáquica Artisan. Rev Cubana de Oftalmol [Internet]. Jun 2009 [citado 11 Ene 2019];22(1):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v22n1/oft02109.pdf>

27. Charukamnoetkanok P, Nouri M, Pineda-II R. Physical injuries of the cornea. En: Foster CS, Azar DT, Dohlman CH, editores. Smolin and Thoft's The Cornea. 4ta ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 797-808.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Niurka López-Dorta: concepción y diseño del trabajo, revisión documental y bibliográfica, obtención y recolección de resultados, aporte de pacientes, análisis e interpretación de datos, asesoría estadística y redacción del manuscrito, y aprobación de su versión final.

Lazara Molinet-Vega: recolección y obtención de resultados, análisis e interpretación de datos, revisión documental y bibliográfica, aporte de pacientes, revisión crítica del manuscrito y aprobación de su versión final.

Carmen Castillo-Vázquez: análisis e interpretación de datos, aporte de pacientes, revisión crítica del manuscrito y aprobación de su versión final.

Yilian Constanten-Pompa: recolección y obtención de resultados, análisis e interpretación de datos y aprobación de la versión final del manuscrito.





Financiación

Hospital General Docente “Enrique Cabrera Cossío”.

