

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

*ANÁLISIS DE MICROSCOPIA ESPECULAR EN LOS PACIENTES SOMETIDOS A
CIRUGÍA DE CATARATA POR FACOEMULSIFICACIÓN EN EL HOSPITAL NACIONAL
DE GERIATRÍA Y GERONTOLOGÍA DR. RAÚL BLANCO CERVANTES ENTRE MAYO A
JULIO 2017*

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado de
Oftalmología para optar por el título de especialidad en Oftalmología

Andrea Díaz Valverde

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, a mi esposo y a mis hijas Isabella y Luciana, a mis queridos papás y hermanos, que me han dado las bases para lograr los objetivos en mi vida y han representado un apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme estar sana para terminar este proceso, a mi familia porque siempre me han brindado su apoyo incondicional, a mis profesores, compañeros y amigos de residencia y al personal del oftalmología del hospital México que se han convertido en una segunda familia especialmente Gracie. Un agradecimiento al personal del servicio de oftalmología y sala de operaciones del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología Raúl Blanco Cervantes por su colaboración invaluable para la realización de ésta tesis y al Dr. Rolando Mora Retana por su importante guía en este proceso.

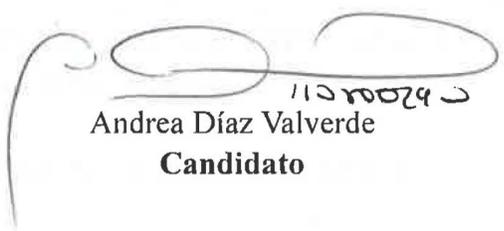
**Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en
Oftalmología de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar por el
grado Especialidad Médica en Oftalmología**



**Dr. Rolando Mora Retana
Director de la Tesis**



**Dr. Sebastian Salas Pérez
Director Programa de Posgrado Oftalmología**



**Andrea Díaz Valverde
Candidato**

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCION.....	2
1.2 JUSTIFICACION.....	3
1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4

2. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1 ENDOTELIO CORNEAL.....	7
2.2 FISIOLOGIA ENDOTELIAL.....	8
2.3 RECUENTO ENDOTELIAL PROMEDIO.....	8
2.4 CAMBIOS ENDOTELIALES.....	9
2.5 INTEGRIDAD FUNCIONAL Y ESTABILIDAD MORFOLOGICA DEL ENDOTELIO.....	10
2.6 MICROSCOPIA ESPECULAR.....	12

3. MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	17
3.2 CRITERIOS DE ESCOGENCIA PARA LAS PERSONAS PARTICIPANTES...17	
3.2.1 PERSONAS PARTICIPANTES.....	18
3.3 INSTRUMENTOS Y RECOLECCION DE DATOS.....	18
3.3.1 CLASIFICACION LOCS III.....	19
3.3.2 MICROSCOPIA ESPECULAR (CEM-530 NIDEK SPECULAR MICROSCOPE).....	21
3.3.3 TECNICA QUIRURGICA (FACOEMULSIFICACION).....	22
3.3.4 VARIABLES: FACOEMULSIFICACION.....	23

4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACION DE RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	25
4.1.1 RESULTADOS PREOPERATORIOS.....	25
4.1.2 RESULTADOS POSTOPERATORIOS.....	26
A) PORCENTAJE DE HEXAGONALIDAD.....	26

B) GROSOR CORNEAL.....	28
C) COEFICIENTE DE VARIACION.....	29
D) CORRELACION ENTRE LA DUREZA DE LA CATARATA Y EL PORCENTAJE DE PERDIDA ENDOTELIAL POSTOPERATORIO.....	30
E) CORRELACION ENTRE EL TIEMPO DE ULTRASONIDO Y EL PORCENTAJE DE PERDIDA ENDOTELIAL POSTOPERATORIO.....	31
F) CORRELACION ENTRE EL TIEMPO DE ASPIRACION Y EL PORCENTAJE DE PERDIDA ENDOTELIAL POSTOPERATORIA.....	32
G) CORRELACION ENTRE UTILIZACION ESTIMADA DE FLUIDO Y PORCENTAJE DE PERDIDA ENDOTELIAL.....	33
H) CORRELACION ENTRE CDE Y EL PORCENTAJE DE PERDIDA ENDOTELIAL.....	34
I) COMPARACION DE VARIABLES.....	35
J) PORCENTAJE DE PERDIDA ENDOTELIAL POSTOPERATORIA FINAL	37
K) PROMEDIO DE VARIABLES TRANSOPERATORIOS Y POSTOPERATORIOS FINALES.....	38
5. CONCLUSIONES	40
6. BIBLIOGRAFIA	43

RESUMEN

Este documento representa un análisis de microscopía especular del endotelio corneal de los pacientes sometidos a cirugía de catarata por facoemulsificación en el hospital Nacional de Geriátría y Gerontología Raúl Blanco Cervantes. Se realizó un estudio retrospectivo que incluyó 50 pacientes, todos mayores de 60 años de edad, con diagnóstico de catarata relacionada a la edad, la mayoría de los ojos evaluados presentaban según clasificación LOCS III opacidad y color nuclear grado 4-5, en un período comprendido entre Mayo a Julio del 2017. Los pacientes fueron examinados mediante microscopía especular (CEM-530 NIDEK specular microscope) antes de la cirugía y a las 4 semanas postoperatorias. Los pacientes fueron sometidos a cirugía de catarata por facoemulsificación torsional con técnica de chop horizontal, por un mismo cirujano, utilizando viscoelástico dispersivo. Los criterios de exclusión fueron: a) catarata complicada y b) patología corneal asociada. Los datos fueron recolectados mediante revisión de expedientes, donde se analizaron las siguientes variables preoperatorias y postoperatorias: edad, género, densidad endotelial (CD), coeficiente de variación (CV), % de hexagonalidad y grosor corneal (CT). Para la clasificación de los datos, se definieron 4 estratos según la variable de densidad celular, donde el primer estrato se refiere a 500-1000 células/mm², el segundo corresponde a 1001-2000 células/mm², el tercero 2001-2500 células/mm² y el cuarto mayor a 2500 células/mm². Se creó una base de datos (Microsoft Excel) para el análisis correspondiente.

Abstract

This document represents an analysis of specular microscopy of the corneal endothelium of patients undergoing cataract surgery by phacoemulsification in the National Hospital of Geriatrics and Gerontology Raúl Blanco Cervantes. A retrospective study was carried out that included 50 patients, all older than 60 years of age, with a diagnosis of age-related cataract. Most of the eyes evaluated had, according to LOCS III classification, opacity and nuclear color grade 4-5, in a period from May to July 2017. The patients were examined by specular microscopy (CEM-530 NIDEK specular microscope) before surgery and at 4 weeks postoperatively. The patients underwent cataract surgery by torsional phacoemulsification with horizontal chop technique, by the same surgeon, using dispersive viscoelastic. The exclusion criteria were: a) complicated cataract and b) associated corneal pathology. The data were collected through review of files, where the following preoperative and postoperative variables were analyzed: age, gender, endothelial density (CD), coefficient of variation (CV),% hexagonality and corneal thickness (CT). For the classification of the data, 4 strata were defined according to the cell density variable, where the first stratum refers to 500-1000 cells / mm², the second corresponds to 1001-2000 cells / mm², the third corresponds to 2001-2500 cells / mm² and the fourth greater to 2500 cells / mm². A database (Microsoft Excel) was created for the corresponding analysis.

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.....	página 13
TABLA 2	página 23
TABLA 3.....	página 25
TABLA 4.....	página 26
TABLA 5.....	página 29
TABLA 6.....	página 36
TABLA 7.....	página 37
TABLA 8.....	página 38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....	página 12
FIGURA 2.....	página 19
FIGURA 3.....	página 20
FIGURA 4.....	página 20

LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO 1.....	página 27
GRAFICO 2.....	página 28
GRÁFICO 3.....	página 29
GRAFICO 4.....	página 30
GRAFICO 5.....	página 31
GRAFICO 6.....	página 32
GRAFICO 7.....	página 33
GRAFICO 8.....	página 34
GRAFICO 9.....	página 37

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La catarata corresponde una opacidad del cristalino que afecta con mayor frecuencia a grupos etáreos de más de 60 años de edad. Se caracteriza por una disminución progresiva de la agudeza visual produciendo limitación funcional del paciente portador de catarata, por lo que el tratamiento de la misma debe ser indicado para generar beneficios potenciales al paciente. De este modo la cirugía para la corrección de la catarata ha disminuido la pérdida de visión secundaria a esta entidad y ha mejorado la calidad de vida de los pacientes tratados, sin embargo la pérdida endotelial fisiológica que existe en pacientes mayores nos obliga a tomar precauciones durante la cirugía de catarata que nos permitan obtener un resultado satisfactorio.

La cirugía de catarata en el contexto de grupos etáreos de más de 60 años de edad supone un reto quirúrgico a partir de las características del endotelio corneal en este grupo poblacional. Ante este panorama, el conocimiento de éstas características y la reducción de las complicaciones postoperatorias es de gran importancia, es por esto que en este estudio se determinaron una serie de parámetros para conocer las características del endotelio corneal de éstos pacientes a la hora de realizar la cirugía de catarata por medio de facoemulsificación. Se analizaron una serie de características preoperatorias y postoperatorias por medio de microscopía especular en los pacientes sometidos a cirugía de catarata por facoemulsificación del Servicio de Oftalmología del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología Raúl Blanco Cervantes.

El endotelio corneal está formado por una sólo capa de células hexagonales, con una densidad celular que disminuye con la edad a una tasa promedio de 0.3-0.5% /año, resultando en una densidad celular aproximada a los 85 años de edad de 2300 células/mm², teniendo en cuenta estos factores es que el cuidado del endotelio corneal debe representar una de las principales preocupaciones de los cirujanos durante la cirugía de catarata por

facoemulsificación, es así como en las últimas décadas se han desarrollado nuevas técnicas, dispositivos quirúrgicos y agentes viscoelásticos que han mejorado notablemente la realización y resultados de la cirugía de catarata.

De esta manera, mediante estudios de este tipo se puede determinar características del endotelio corneal mediante microscopía especular, generar una nueva estadística y posibles recomendaciones quirúrgicas a la hora de operar al paciente con catarata.

1.2 Justificación

El endotelio corneal se compone de una sólo capa de células hexagonales en la cara posterior de la córnea y debe mantener aspectos como la integridad funcional y la estabilidad morfológica para mantener características de transparencia y grosor corneal.

Existe una tasa promedio de pérdida celular endotelial que con el paso de los años hace que el endotelio corneal en personas mayores sea menos resistente al trauma quirúrgico durante una cirugía de catarata o cualquier otra técnica que implique maniobras en la cámara anterior del ojo. Sin embargo el avance en técnicas quirúrgicas y uso de viscoelásticos han permitido mejorar la protección del endotelio lo cual ha reducido considerablemente la incidencia de complicaciones postoperatorias a nivel corneal.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito, es que se ha propuesto analizar las características del endotelio corneal previo a la cirugía de catarata por facoemulsificación y las posibles alteraciones morfológicas inducidas en el endotelio corneal posterior a la cirugía.

1.3 Planteamiento y Formulación del Problema

Este apartado se desarrolla en torno al análisis de microscopía especular en los pacientes sometidos a cirugía de catarata por medio de facoemulsificación en el Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología Dr. Raúl Blanco Cervantes entre Mayo a Julio del 2017. La cirugía de catarata en el contexto de grupos etáreos de más de 60 años de edad supone un reto quirúrgico a partir de las características del endotelio corneal en este grupo poblacional. Ante este panorama se establece la siguiente pregunta de investigación : ¿ Es el análisis de la microscopía especular del endotelio corneal un estudio obligatorio que se debe protocolizar previo a la cirugía de catarata en pacientes adultos mayores como parte de la valoración prequirúrgica?

1.3.1 Objetivo general

Analizar los parámetros documentados en la microscopía especular previa y posterior a la realización de la cirugía de catarata mediante la técnica de facoemulsificación en los pacientes del servicio de oftalmología del Hospital Nacional Geriatria y Gerontología Dr. Raúl Blanco Cervantes .

1.3.2 Objetivos específicos

- 1- Determinar el porcentaje de pérdida endotelial posterior a la realización de cirugía de catarata por medio de facoemulsificación.
- 2- Conocer el promedio preoperatorio y postoperatorio de las siguientes variables: porcentaje de hexagonalidad, grosor corneal y coeficiente de variación.
3. Correlacionar la dureza de la catarata con el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria.

4. Comparar las variables de porcentaje hexagonalidad, grosor corneal y coeficiente de variación preoperatorio y postoperatorias.
5. Conocer la influencia del Faco, CDE (Energía Disipada Acumulada), tiempo de aspiración y flujo estimado en la pérdida endotelial postoperatoria.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Endotelio corneal

El epitelio corneal se desarrolla a partir del ectodermo superficial mientras que el estroma y el endotelio se desarrollan a partir de las células derivadas de la cresta neural. La membrana basal de las células endoteliales corneales es conocida como la membrana de Descemet, el endotelio está conformado por una monocapa de células cuboidales sobre la superficie interna de la córnea (1).

Es bien conocido que después del desarrollo las células endoteliales no se regeneran porque se detienen en la fase G1 del ciclo celular. En consecuencia, en respuesta a una noxa las células endoteliales cambian de forma y aumentan de tamaño para completar las regiones que quedaron vacías por la muerte celular (2).

Ahora bien, el endotelio corneal está compuesto por una monocapa de células hexagonales situadas en la superficie corneal posterior, la cual se encuentra en contacto directo con el humor acuoso. Las múltiples interconexiones entre la capa de células endoteliales permite generar una barrera permeable al humor acuoso, así como transferencia de electrolitos y pequeñas moléculas a través de ésta, permitiendo así mantener la función endotelial. En el endotelio hay aproximadamente 500000 células, con una densidad celular en el adulto aproximada de 3000-3500 células/ mm² (1,3), la uniformidad de las células del endotelio corneal se ha valorado por fotografías de microscopio especular de campo amplio. Existen diferentes parámetros para valorar el estado de las células endoteliales uno de ellos corresponde al coeficiente de variación, cuyo valor en una córnea normal es de 0.25, ahora bien si existe un aumento en la variabilidad del área celular lo denominamos polimegatismo. Otro parámetro utilizado es el porcentaje de hexagonalidad que corresponde a un 70-80% en córneas sanas. Si estamos en presencia de un daño endotelial puede generar una variabilidad en el área celular produciendo una disminución en el valor de hexagonalidad. La variabilidad de la hexagonalidad se conoce como pleomorfismo (3).

2.2 Fisiología endotelial

Se conoce que la transparencia corneal y el grosor corneal normal se mantienen por medio de las funciones de la barrera biológica y la bomba metabólica endotelial activa la cual se encarga de extraer agua del estroma logrando estabilizar a la córnea en un estado relativo de deshidratación. Al ocurrir un daño o pérdida endotelial se producirá una mayor absorción de agua por el estroma disminuyendo la transparencia de la córnea (24).

Existe un gradiente osmótico de Na^+ que está presente entre el humor acuoso y el estroma, como resultado de este gradiente se produce un flujo de Na^+ desde el humor acuoso al estroma y un flujo de K^+ en la dirección opuesta. El dióxido de carbono y el agua se difunde en el citoplasma de éstas células y generan iones de bicarbonato en una reacción catalizada por la anhidrasa carbónica, el HCO_3^- luego se difunde o se transporta al humor acuoso asociado a un flujo de agua a través de las células endoteliales (3). El endotelio es rico en mitocondrias lo que sugiere que es metabólicamente activo y gasta una cantidad significativa de energía movilizándolo el agua de la córnea para mantener la transparencia corneal (1).

2.3 Recuento endotelial promedio

Una córnea normal de un adulto en promedio tiene un recuento endotelial entre 3000-3500 células/ mm^2 (1,3), se produce una disminución progresiva del recuento endotelial con la edad a una tasa de desgaste que se considera fisiológico entre 0.3-0.5% / año (5). Para el momento del nacimiento en promedio el endotelio corneal en el humano está conformado por aproximadamente 500.000 células, las cuales presentan una densidad aproximada de 7500 células/ mm^2 , que naturalmente se va reduciendo de manera

progresiva con la edad (6, 24). En aproximadamente 45% de los casos se produce un máximo descenso en el conteo endotelial durante el primer año de vida que se continúa hasta los 20 años de edad. Posterior a los 20 años de edad la pérdida endotelial es mucho más paulatina con una reducción media de 0.5% / año (7, 24). Asociado a la reducción de la densidad endotelial ocurre un aumento del área celular media así como un mayor polimegatismo y pleomorfismo endotelial (aumento de variabilidad de tamaño y forma celular respectivamente) lo que nos hace concluir que con la edad el endotelio corneal se vuelve morfológicamente menos homogéneo, éstos cambios se traducen en un endotelio con menor capacidad de resistencia al trauma quirúrgico (9).

2.4 Cambios endoteliales

Conocemos que ocurre una pérdida progresiva de la densidad endotelial a lo largo de la vida de manera fisiológica, sin embargo la descompensación corneal raramente ocurre en condiciones normales. Sin embargo pueden ocurrir noxas como trauma quirúrgico que generan valores de conteo endotelial críticos para mantener una deshidratación corneal relativa que permita la transparencia de la córnea, generando el edema corneal. La córnea tiene una reserva funcional que le permite en un corto plazo mantener su transparencia corneal, dicha reserva está constituida por aproximadamente 300 células/ mm². (10, 24).

Si ocurre un daño endotelial local la respuesta celular está dada por las células más próximas a la lesión, las células que se encuentran más lejos del daño endotelial parecen permanecer sin cambios, entonces las células adyacentes aumentan de tamaño y cambian de forma para cubrir el defecto endotelial (11). Incluso se piensa que las células cercanas rompen sus conexiones intercelulares para migrar o deslizarse a una tasa de 0.5-1 mm/día para cubrir el defecto (5,12,13).

Como las células endoteliales no se regeneran porque se detienen en la fase G1 del

ciclo celular debe considerarse al endotelio humano como un tejido no mitótico, con un número irremplazable de células (2).

La reparación endotelial por deslizamiento celular presenta una desventaja en condiciones de una causa mecánica de daño endotelial como ocurre por el roce del háptica de una lente intraocular, donde las células que migran a la lesión se pierden de manera continua generando como consecuencia una descompensación corneal (10, 24).

2.5 Integridad funcional y estabilidad morfológica del endotelio corneal

Durante la cirugía de catarata y en cualquier otro procedimiento quirúrgico que implique realizar maniobras en el segmento anterior del ojo se tiene la posibilidad de daño endotelial y como consecuencia una disminución en el conteo celular. Así bien, se piensa que el número de células que se pierdan es directamente proporcional a la estabilidad previa del endotelio corneal y a las manipulaciones intraoperatorias que se realicen durante la cirugía (5,14, 24). Para mantener la transparencia corneal a largo plazo posterior a una cirugía de catarata es necesario mantener la estabilidad morfológica y la integridad funcional del endotelio corneal, sin embargo se conoce que existe una pérdida endotelial y descompensación corneal posterior a la cirugía de catarata. Además, si ocurre una pérdida en la densidad celular, las células endoteliales adyacentes aumentan de tamaño y migran para mantener la continuidad, lo que genera un cambio en la morfología y en el conteo endotelial. Un daño en el endotelio durante la cirugía puede producir un aumento no permanente del grosor corneal. La valoración de las características del endotelio corneal se pueden medir por medio de microscopía especular y paquimetría corneal (5). Se han realizado estudios para valorar la condición del endotelio corneal posterior a la cirugía de catarata y se ha documentado una disminución en porcentaje de hexagonalidad y un aumento en el coeficiente de variación (15,16).

Se conoce que puede producirse una queratopatía bulosa en caso de que exista una pérdida endotelial importante, ésta instauración es gradual debido a los mecanismos reparativos como la migración celular y el reagrupamiento celular endotelial (10). Con las técnicas quirúrgicas iniciales se producían importantes pérdidas endoteliales (mayores 70%) (17), sin embargo la mejora en las técnicas quirúrgicas y el uso de viscoelásticos han permitido reducir el porcentaje de pérdida endotelial.

El desarrollo de nuevas técnicas quirúrgicas y la introducción de viscoelásticos, así como la experiencia quirúrgica acumulada ha hecho de la facoemulsificación una técnica con cifras de pérdida endotelial entre un 7-12% en las mejores estadísticas, sin embargo cifras cercanas a un 20% de pérdida endotelial pueden considerarse normales, además se ha observado menor pérdida endotelial en cirugías de catarata donde se reduce el tiempo de ultrasonido (18).

Hay consenso que el daño endotelial asociado a facoemulsificación es directamente proporcional al tiempo de ultrasonido, así como a la potencia de ultrasonido utilizado y a los volúmenes de irrigación, se le suma a esto las ondas de choque del facoemulsificador, líquidos de infusión y los instrumentos quirúrgicos. También se ha podido determinar que una pérdida endotelial mayor se puede generar secundario al traumatismo directo endotelial producido por la implantación del lente intraocular.

Se han documentado pérdidas endoteliales a los 3 meses posterior a la cirugía de catarata de aproximadamente un 11% (19), que se continúa con una pérdida celular de alrededor de 2.5% anual en comparación con un 0.3-0.5% de pérdida fisiológica en un ojo no operado, sin embargo otros autores indican que a los 3 meses de la cirugía de catarata ocurre una estabilización en la pérdida endotelial continuando con la pérdida endotelial fisiológica (20, 21, 22).

2.6 Microscopía especular

La microscopía especular reproduce la apariencia morfológica celular en el endotelio corneal. Las imágenes en el microscopio especular se reflejan desde una interfaz óptica, la más importante es la interfaz que existe entre el endotelio corneal y el humor acuoso, sin embargo el microscopio especular también obtiene imágenes del epitelio corneal, así como del estroma corneal y el cristalino (3).

Un endotelio corneal normal fotografiado con microscopía demuestra una regularidad en la forma hexagonal de las células y un tamaño homogéneo. Esta regularidad se puede reducir con trauma corneal, envejecimiento y con enfermedades corneales.

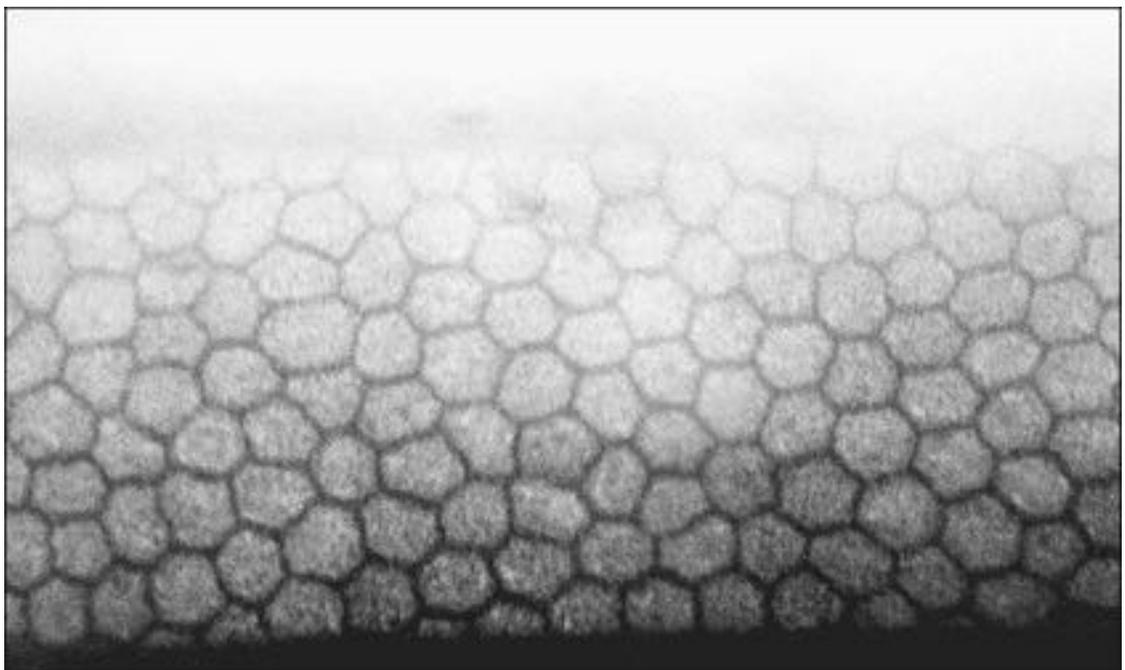


Figura 1. Endotelio corneal normal fotografiado por microscopía especular. (Tomado Krachmer)

Previamente Vogt en 1919 realizó la primera visualización del endotelio corneal in vivo utilizando una lámpara de hendidura y generando una reflexión especular del haz de luz sobre el endotelio corneal, luego Graves en 1924, describió la distrofia endotelial de Fuchs. En 1968 Maurice introdujo el nuevo microscopio especular para uso en el laboratorio. Posteriormente Laing realizó modificaciones al microscopio especular para conseguir mayor magnificación y más tarde fueron Bourne y Kaufman quienes realizaron cambios para permitir una fotografía del endotelio corneal (3).

El primer microscopio especular comercializado fue el Syber, luego Heyer-Schulte y Bio-Optics (23), desde entonces han evolucionado hasta los microscopios especulares de alta resolución sin contacto, los cuales tienen un software para realizar la determinación de la densidad celular, la forma, porcentaje de células hexagonales y coeficiente de variación y tienen la ventaja de su uso en el postoperatorio inmediato así como en pacientes con problemas neurológicos que presenten movimientos involuntarios del ojo y niños.

Tabla 1. Resumen de los microscopios especulares actualmente disponibles y las características principales publicitadas de cada instrumento (Modificado Mannis M).

Fabricante	Tipo	Modelo	Opciones de análisis	Características
HAI Labs, Inc. Lexington, MA	Contacto	CL-1000xyz	Automatizado Marco fijo Marco variable	Profundidad focal de 0-999 micras Paquimetría Captura de secuencia en vivo Sistema de análisis celular
HAI labs, Inc. Lexington, MA	No contacto	CL-1000nc	Automatizado Semiautomatizado	Visualización en vivo del endotelio Selección automatizada de buenas imágenes Paquimetría óptica Puntos centrales y periféricos

Fabricante	Tipo	Modelo	Opciones de análisis	Características
Heidelberg Engineering Vista, CA	Con focal Contacto Inmersión	Corneal Module HRT	Semi- automatizado	Microscopía confocal in-vivo Imágenes de todas las capas de la córnea Iluminación uniforme Imagen sin distorsión Captura de película Paquimetría manual
Konan Medical USA, Inc. Irvine, CA	No contacto	CELLCHEK Series	Automatizado, semiautomatizado	Alineación y enfoque completamente automáticos Fácil de usar 5 puntos de fijación Verificación de la ubicación real en la fotografía corneal Paquimetría óptica de todos los 5 puntos de fijación Sistema computarizado integrado y software de análisis
Konan Medical, USA, Inc. Irvine, CA	EyeBank	CellChek D	Centro corneal Diámetro Circunferencia Area de daño	Combinación de imágenes especulares Imágenes de células dañadas o muertas Imágenes de la interfaz de los tejidos recortados Evaluación endotelial Imagen mejorada del endotelio Imágenes de desecho Campo de baja magnificación para observar la carnea completa Herramienta de mediación Paquímetro incorporado
Nidek Frement CA	No contacto	CEM-530	Automatizado	Auto-tracking y autoshot 15 puntos de fijación central, paracentral y periférica 16 imágenes de captura y clasificadas por calidad Paquimetría óptica

Fabricante	Tipo	Modelo	Opciones de análisis	Características
Nidek Fremont, Ca	No contacto Con focal	Confoscan 4	Automatizado	Area de medición amplia (hasta 1000 células/examen) Completamente sin contacto Imágenes de calidad a través de opacidad y turbidez corneal
Nidek Fremont, Ca	Con focal Contacto Inmersión	Confoscan 4	Manual, automatizado	Microscopio confocal in vivo Imágenes de todas las capas de la córnea Paquimetría optica Espesor completo o intracorneal Examen de inmersión en gel Alineación/disparo automático/manual Nueve miras de fijación
Tomey, Inc. Phoenix, AZ	No contacto	EM-3000	Automatizado	Alineación táctil fácil Fotografía en serie 7 posiciones de captura
Topcon Medical Inc. Tokyo, Japan	No contacto	SP-1P	Automatizado	Autoalineación y centrado

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio retrospectivo que incluyó 50 pacientes todos mayores de 60 años con diagnóstico de catarata relacionada a la edad, la mayoría de los ojos evaluados presentaban según clasificación LOCS III opacidad y color nuclear grado 4-5, en un período comprendido entre Mayo a Julio del 2017. Los pacientes fueron examinados mediante microscopía especular (CEM-530 NIDEK specular microscope) antes de la cirugía y a las 4 semanas postoperatorias. Los pacientes fueron sometidos a cirugía de catarata por facoemulsificación torsional con técnica de chop horizontal por un mismo cirujano utilizando viscoelástico dispersivo. Los criterios de exclusión fueron: a) catarata complicada y b) patología corneal asociada. Los datos fueron recolectados mediante revisión de expedientes donde se analizaron las siguientes variables preoperatorias: edad, género, densidad endotelial (CD), coeficiente de variación (CV), % de hexagonalidad y grosor corneal (CT). Se analizó preoperatoriamente y postoperatoriamente las variables de porcentaje de hexagonalidad, coeficiente de variación y grosor corneal así como conteo endotelial final, durante el transoperatorio se analizó la influencia de la fluídica en el endotelio corneal. Para la clasificación de los datos, se definieron 4 estratos según la variable de densidad celular, donde el primer estrato se refiere a 500-1000 células/mm², el segundo corresponde a 1001-2000 células/mm², el tercero 2001-2500 células/mm² y el cuarto mayor a 2500 células/mm². Se creó una base de datos (Microsoft Excel) para el análisis correspondiente.

3.2 Criterios de escogencia para las personas participantes

Se incluyeron los pacientes atendidos en el servicio de Oftalmología del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología Dr. Raúl Blanco Cervantes que serian sometidos a

cirugía de catarata por facoemulsificación durante el período de Mayo a Julio 2017. Se excluyeron los pacientes con: a) catarata complicada y b) patología corneal asociada.

3.2.1 Personas Participantes

Se analizó una muestra de 50 pacientes en total (36% hombres y 64% mujeres), con una edad promedio de 81 años, estudiando un sólo ojo de cada uno de ellos, los pacientes corresponden a los atendidos en el servicio de Oftalmología del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología Dr. Raúl Blanco Cervantes.

3.3 Instrumentos y Técnicas de Recolección de Datos

Se realizó la valoración oftalmológica de cada paciente que incluyó historia clínica, agudeza visual mejor corregida, toma de presión intraocular, biomicroscopía con lámpara de hendidura de segmento anterior y clasificación de grado de opacidad del cristalino por medio de la Clasificación LOCS III (Lens Opacity Classification System, LOCS III), fondo de ojo y realización de microscopía especular (CEM-530 NIDEK specular microscope) la cual se realizó previo a la cirugía y a las 4 semanas del postoperatorio, con la microscopía especular se hizo el análisis de distintos parámetros morfométricos: densidad endotelial (CD), desviación estándar (SD), coeficiente de variación (CV), porcentaje de hexagonalidad y espesor corneal (CT). Se midió la paquimetría para determinar el grado de espesor corneal. Además se realizó la cirugía de catarata por medio de facoemulsificación y técnica de chop horizontal por un sólo cirujano y se utilizaron parámetros transoperatorios los cuales fueron estándar para todas las cirugías así como viscoelástico dispersivo (VISCOAT) para las mismas. Finalmente en el postoperatorio se valoró el grado de edema, transparencia corneal y la localización del lente intraocular.

3.3.1 Clasificación LOCS III (Lens Opacity Classification System, LOCS III)

Se utilizó el sistema de clasificación de opacidad del cristalino en su tercera versión (Lens Opacity Classification System, LOCS III) el cual consiste en un sistema estandarizado para clasificar por grados las características de la catarata relacionada a la edad. Se utiliza para graduación inicial de la catarata en el preoperatorio así como para evaluar su progresión y ofrece una medición semicuantitativa. La clasificación está basada en la comparación con patrones fotográficos para cuatro características bien establecidas: opacidad nuclear, brunescencia (Figura 2) opacidad cortical (Figura 3) y opacidad subcapsular posterior (Figura 4) (25).

La opacidad nuclear (NO) se refiere al brillo de la región nuclear y el color nuclear (NC) se refiere a la intensidad de la brunescencia. EL grado de opacidad cortical al igual que el grado de opacidad subcapsular posterior (P) se determinan al comparar con una serie de cinco fotografías (25).

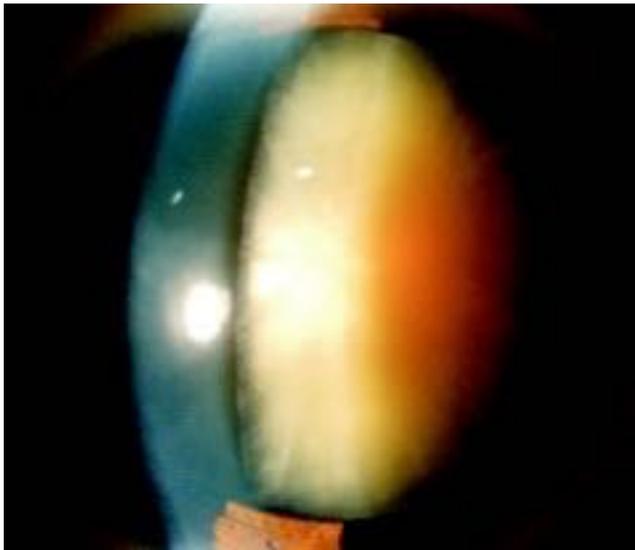


Figura 2. Opacidad nuclear grado N-C6 NO6, según la clasificación de LOCS III (Tomado

de Urrutia I, Lima V.)

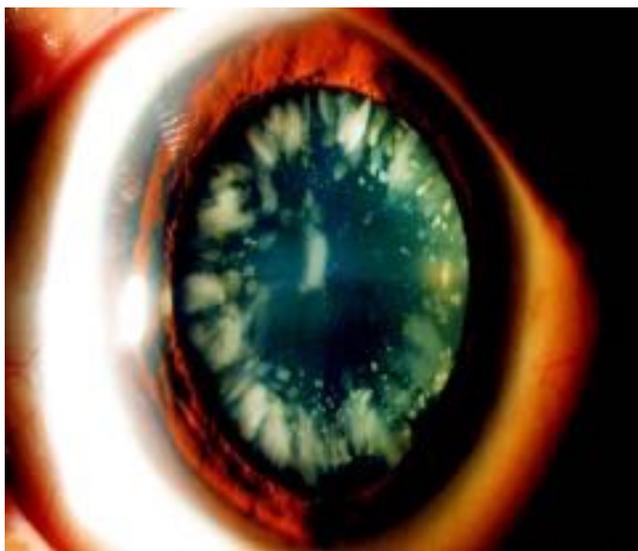


Figura 3. Cristalino con opacidad corticas C-3, según la clasificación de LOCS III (Tomado de Urrutia I, Lima V.)

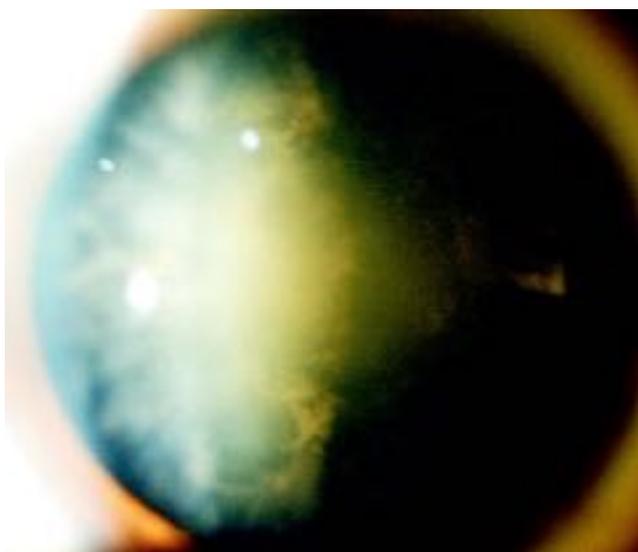


Figura 4. Cristalino con opacidad en cápsula posterior P-5, según la clasificación de LOCS III (Tomado de Urrutia I, Lima V.)

Para clasificar el grado de opacidad se hace la comparación con las fotografías a color. La opacidad y color nuclear se gradúan en una escala decimal de 0.1 a 6.9, mientras

que la opacidad cortical y subcapsular posterior se gradúa en una escala de 0.1 a 5.9. La clasificación comprende cuatro valores numéricos para NO, NC, C y P (25).

3.3.2 Microscopía especular (CEM-530 NIDEK specular microscope)

El microscopio especular CEM-530 de NIDEK genera una captura de imagen sin contacto, realizando una imagen de alta magnificación del endotelio corneal permitiendo observar la forma el tamaño de las células. Una vez con las imágenes capturadas se analiza la información como la densidad celular, el número de células endoteliales y el área celular. Con las imágenes capturadas y los resultados del análisis del endotelio corneal se puede utilizar para valoración previo a la cirugía de catarata así como cirugías corneales, seguimiento postoperatorio y observación de la córnea como en desórdenes endoteliales o estado de la córnea en pacientes con historia de uso de lente de contacto por un largo período.

Se realiza una observación en el área central (ángulo visual: 5°) y área periférica (ángulo visual: 27^a) usando la función de captura en el centro de la córnea así como la función de captura de periferia. Permite imprimir las imágenes capturadas y los resultados de los análisis en la impresora incorporada o una impresora de videos opcional, o bien, enviar a un dispositivo externo a través de una conexión.

Se puede realizar un cálculo de los siguientes parámetros morfométricos:

A) Densidad endotelial: se realiza un cálculo de las células incluidas en un área de dimensiones conocidas, se expresa en células/mm², tiene la particularidad de que se incluyen en el conteo solamente las células cuyos bordes están completamente incluidos en el área a realizar la medición.

- B) Area celular: se señalan los límites celulares de un número de células y un analizador calcula el área celular media dentro del espacio determinado.
- C) Coeficiente de variación: es una representación entre el cociente de la desviación estándar del tamaño celular y el área celular media media y representa una medida objetiva del polimegatismo celular. Su valor normal es menor a 0,33. Un aumento en el coeficiente de variación se traduce en una disminución de la homogeneidad del tamaño celular y traduce daño celular endotelial.
- D) Porcentaje de hexagonalidad: se relaciona a la frecuencia relativa de células hexagonales en el área analizada. Es una medida indicativa de pleomorfismo celular.

3.3.3 Técnica quirúrgica: Facoemulsificación

Se realizó cirugía de catarata por medio de facoemulsificación con técnica de chop horizontal por un mismo cirujano.

Se utilizaron los siguientes parámetros los cuales fueron estándar en todas las cirugías.

- a) Incisión por córnea clara
- b) Viscoelástico: VISCOAT (hialuronato de sodio 3% más condroitin sulfato 4%)
- c) Capsulorrexia circular continua
- d) Hidrodissección
- e) Técnica de chop horizontal
- f) Parámetros utilizados (ver Tabla 2)
- g) Cánula de irrigación coaxial (restos corticales)
- h) Implantación de LIO
- i) Aspiración de viscoelástico

	Paco Power	Torsional	Vacío	Tasa de aspiración
Prefaco (OZil continuous)	0 %	30 %	105 mmHg	20 cc/min
Chop (OZil pulse)	0 %	90 %	350 mmHg	40 cc/min
Cuadrantes (OZil Pulse)	0 %	90 %	320 mmHg	38 cc/min
Epinúcleo (OZil Continuous)	0 %	80 %	250 mmHg	30 cc/min
Cortex	0 %	0 %	500 mmHg	40 cc/min
Polish	0 %	0 %	20 mmHg	10 cc/min

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Tabla 2. Parámetros transoperatorios utilizados

3.3.4 Variables: Facoemulsificación

a) Tiempo Total de Ultrasonido (U/S): corresponde a la suma total de Tiempo Faco y Tiempo Torsional.

b) CDE (Energía Disipada Acumulada): Energía total de tiempo total de ultrasonido (U/S) en la posición 3 del pedal (tanto faco como torsional) calculado como sigue: $(\text{Tiempo Faco Promedio} \times \text{Potencia Faco}) + (\text{Tiempo Torsional} \times 0.4 \times \text{promedio de Amplitud Torsional})$. El factor 0.4 representa la reducción aproximada de calor disipada en la incisión en comparación con la faco convencional.

c) Tiempo de aspiración: Tiempo total durante en que el sistema estuvo aspirando.

d) Uso de fluido estimado: una estimación de volumen de fluidos estimado en base al tiempo y parámetros del sistema.

CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Presentación de resultados y análisis de resultados

4.1.1 Resultados preoperatorios

Se presenta a continuación los resultados preoperatorios obtenidos de una muestra de 50 pacientes según estratos de densidad endotelial.

Estratos	Numero de casos	Edad	% Hexagonalidad	Grosor Corneal (CT)	Coficiente de variación (CV)
500-1000 cel/mm ²	1	79	67.0	539.0	19.0
1001-2000 cel/mm ²	2	81	63.0	540.5	17.5
2001-2500 cel/mm ²	24	81	68.0	544.2	34.3
más de 2500 cel/mm ²	23	81	65.5	555.8	31.0
Total	50	81	66.6	549.3	31.8

Fuente: Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología

Tabla 3. Promedio de las siguientes variables preoperatorias: edad, porcentaje de hexagonalidad, grosor corneal y coeficiente de variación

Se analizó una muestra de 50 pacientes (64% mujeres y 36% hombres) para un total de 50 ojos analizados. La edad promedio de la muestra fue de 81 años (rango 68-97 años). El porcentaje de pérdida endotelial promedio en general para la muestra fue de 24.1 % con un rango de 0.3% a 73.1%. El recuento inicial promedio de células preoperatorias para la muestra entera fue de 2442.2 reducido a las 4 semanas postoperatorias a 1844.2. No hubo correlación con el estrato de menor cantidad de células endoteliales y la pérdida endotelial. Con respecto al porcentaje de hexagonalidad preoperatorio el valor promedio fue de 66.6%, y los valores variaron entre 55% y 80%. Al medir el grosor corneal preoperatorio se identificó un valor medio de 549.3 micras con una desviación estándar de 31.8% y los

valores se ubicaron entre 493 micras y 604 micras. Para la medida de coeficiente de variación preoperatorio se obtuvo un valor promedio de 31.8% y sus valores variaron entre 15% y 50%.

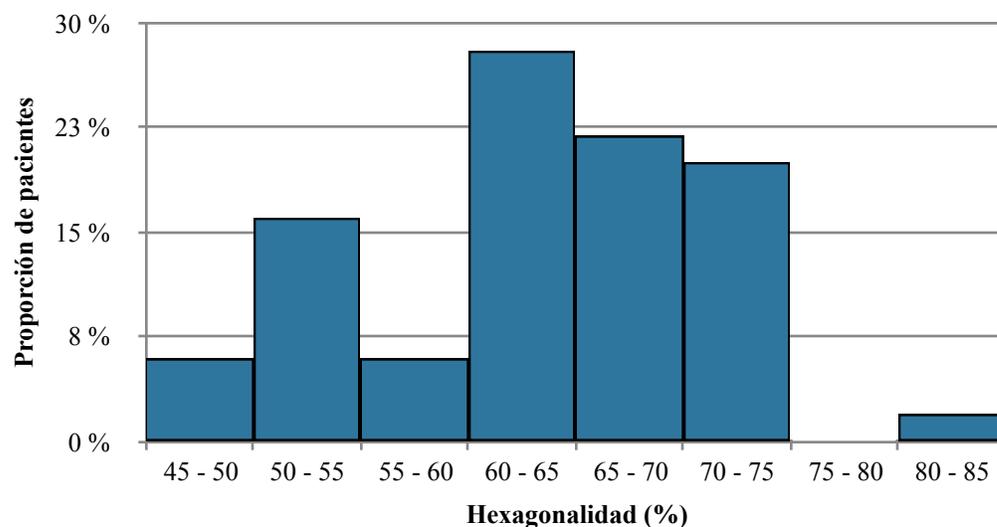
4.1.2 Resultados postoperatorios

a) Porcentaje de hexagonalidad

TABLA 4. Porcentaje de hexagonalidad postoperatorio de los pacientes.

Hexagonalidad (%)	n	%
45 - 50	3	6,0%
50 - 55	8	16,0%
55 - 60	3	6,0%
60 - 65	14	28,0%
65 - 70	11	22,0%
70 - 75	10	20,0%
75 - 80	0	0,0%
80 - 85	1	2,0%
Total	50	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

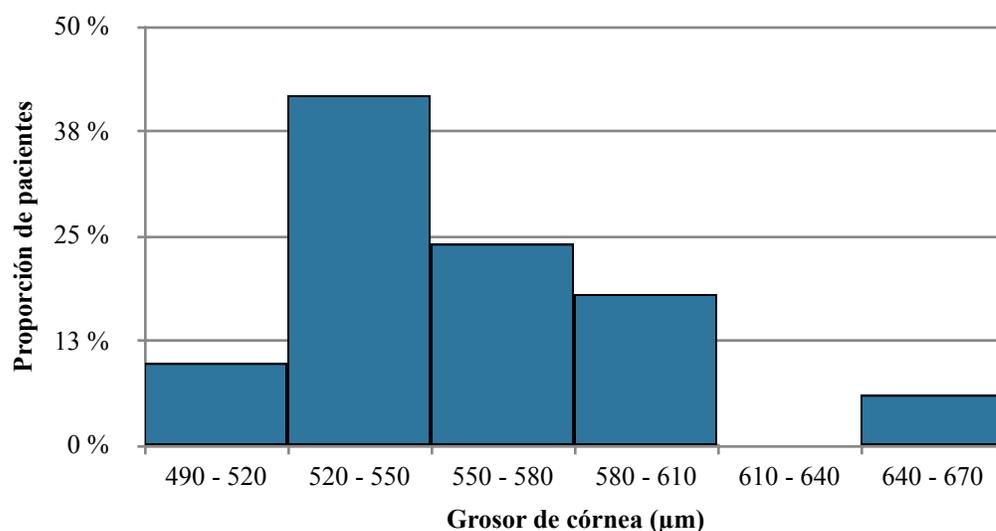
GRÁFICO 1. Porcentaje de hexagonalidad postoperatorio de los pacientes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

De acuerdo con la información presentada anteriormente, se puede observar que el porcentaje de hexagonalidad más frecuente entre los pacientes analizados se encuentra comprendido entre 60 % y 65 %. Además, se destaca que el 70 % de los pacientes presenta un porcentaje de hexagonalidad comprendido entre 60 % y 75 %, mientras que solamente un 2 % cuenta con una hexagonalidad superior a 75 %.

b) Grosor corneal

GRÁFICO 2 Grosor de córnea postoperatorio de los pacientes.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Con base en la información mostrada anteriormente, el 42 % de los participantes del estudio presentaron un grosor de córnea comprendido entre 520 μm y 550 μm . La misma proporción de pacientes mostraron grosores comprendidos entre 550 μm y 610 μm . Solamente el 10 % y el 6 % de los pacientes registraron un espesor correspondiente a los rangos (490 -520) μm y (640 – 670) μm , respectivamente.

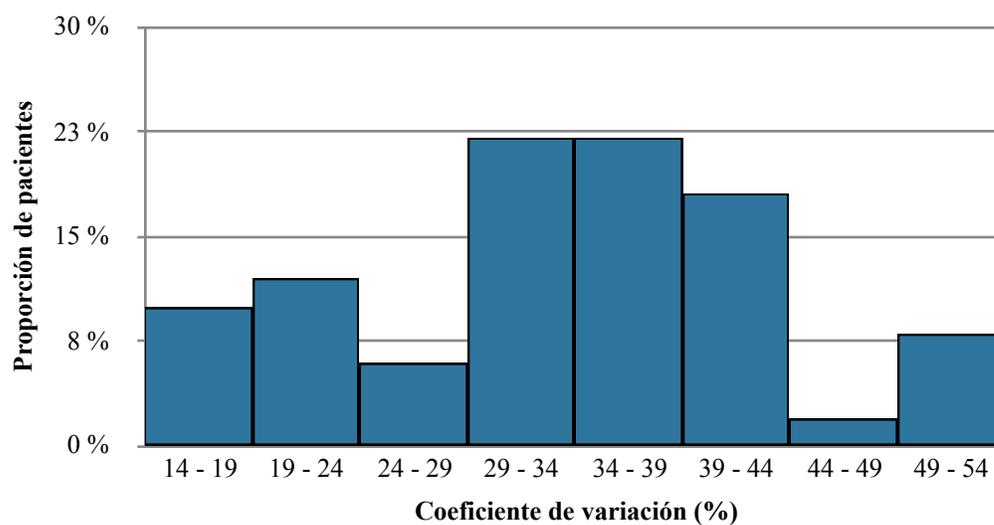
c) Coeficiente de variación

TABLA 5. Coeficiente de variación postoperatorio de los pacientes.

Coeficiente de variación (%)	n	%
14 - 19	5	10,0%
19 - 24	6	12,0%
24 - 29	3	6,0%
29 - 34	11	22,0%
34 - 39	11	22,0%
39 - 44	9	18,0%
44 - 49	1	2,0%
49 - 54	4	8,0%
Total	50	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

GRÁFICO 3. Coeficiente de variación postoperatorio de los pacientes.

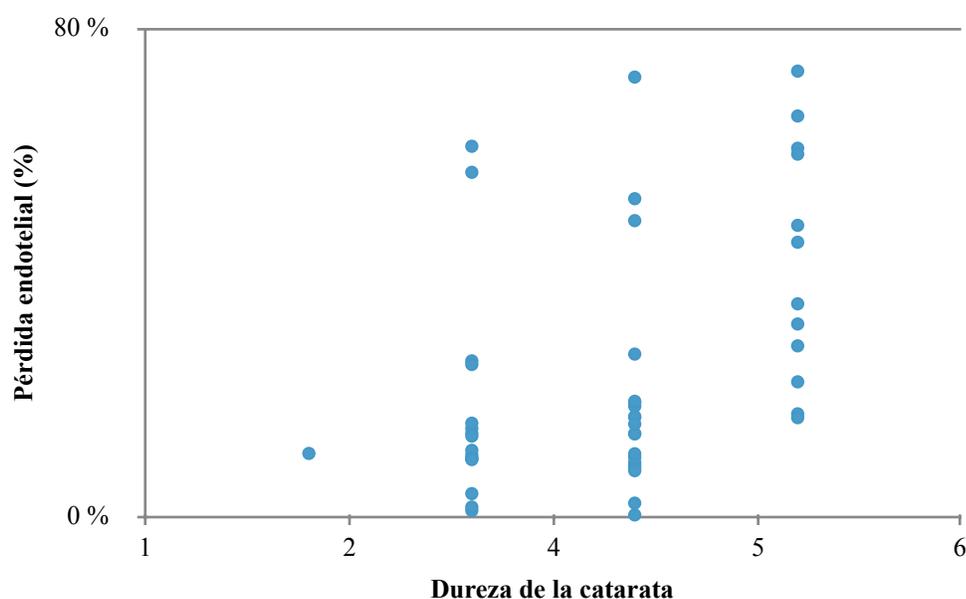


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Respecto al coeficiente de variación, se puede apreciar mediante la tabla y gráfico presentados que el 62 % de los pacientes mostraron un coeficiente de variación comprendido entre 29 % y 44 %. En cuanto a los valores extremos, se observa que el 28 % de los participantes mostraron un coeficiente de variación inferior a 29 % y estableciendo un mínimo de 14 %, y solamente el 10 % de la muestra presentó un coeficiente de variación superior a 44 % y como máximo 54 %.

d) Correlación entre la dureza de la catarata y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria

GRÁFICO 4. Relación entre la dureza de la catarata y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes.

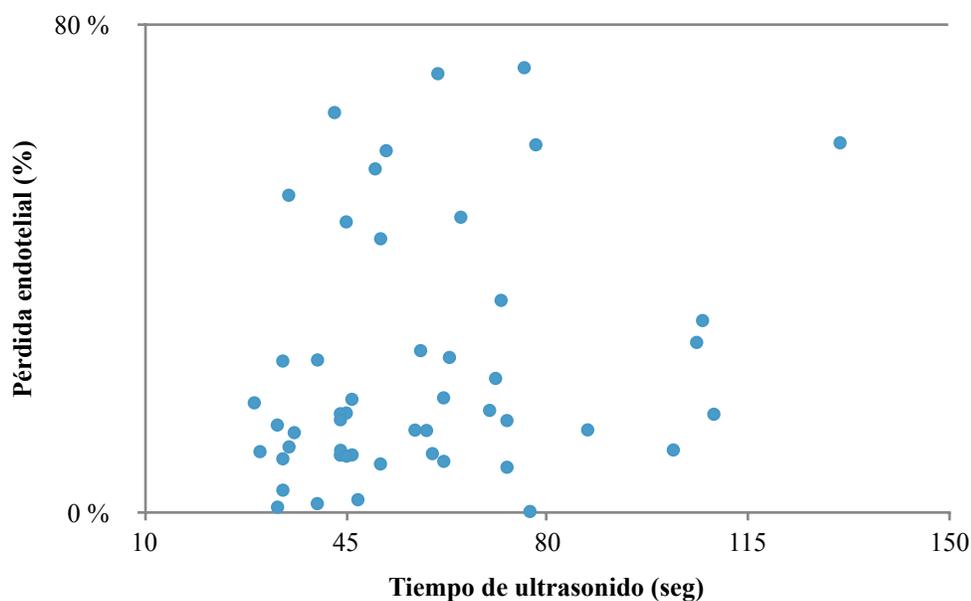


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Al desarrollar el análisis de correlación respectivo, se obtiene que el grado de asociación entre la dureza de la catarata y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria, según el coeficiente de relación de Pearson, es 0.428. Esto indica que la asociación entre las variables es positiva o directa, con una intensidad media o moderada. El coeficiente de determinación corresponde a 18.33 % significando que solo esa proporción de la variación del porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria se debe o puede ser explicado por la variación en la dureza de la catarata. Según el análisis estadístico previo no es posible relacionar la pérdida endotelial con base en la dureza de la catarata.

e) Correlación entre el tiempo de total de ultrasonido (U/S) y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria

GRÁFICO 5. Relación entre el tiempo de ultrasonido y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes.

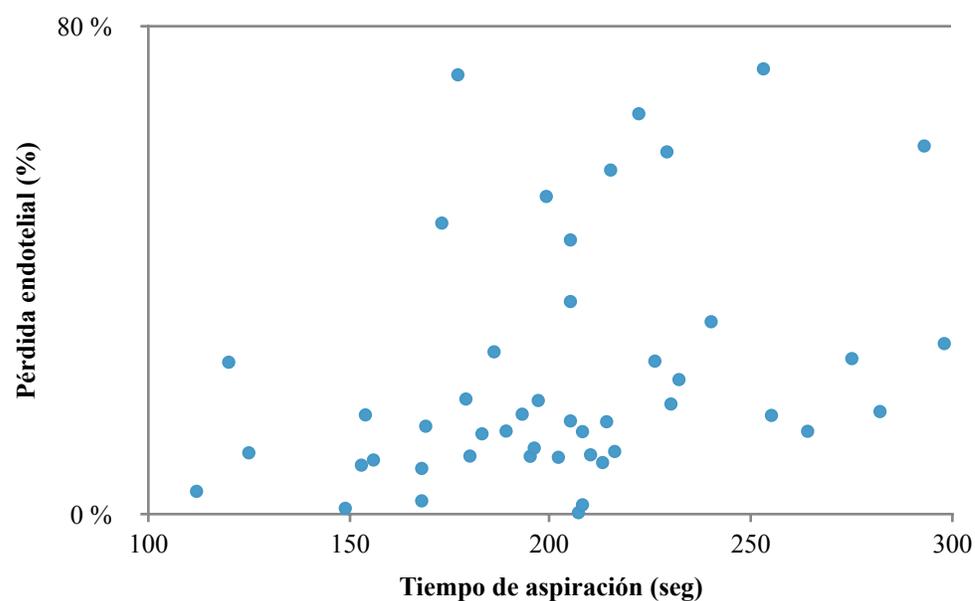


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Mediante el gráfico de dispersión anterior, se puede observar una baja relación entre el tiempo de aplicación de ultrasonido total a los pacientes y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria. Esto se comprueba por sus coeficientes de correlación y determinación, los cuales son 0,234 y 5,48 % respectivamente. Estos datos permiten afirmar que hay poca relación entre estas variables, y que solo el 5,48 % de la variación del porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria podría deberse a la variación en el tiempo de aplicación de ultrasonido.

f) Correlación entre el tiempo de aspiración y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria

GRÁFICO 6. Relación entre el tiempo de aspiración y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes.

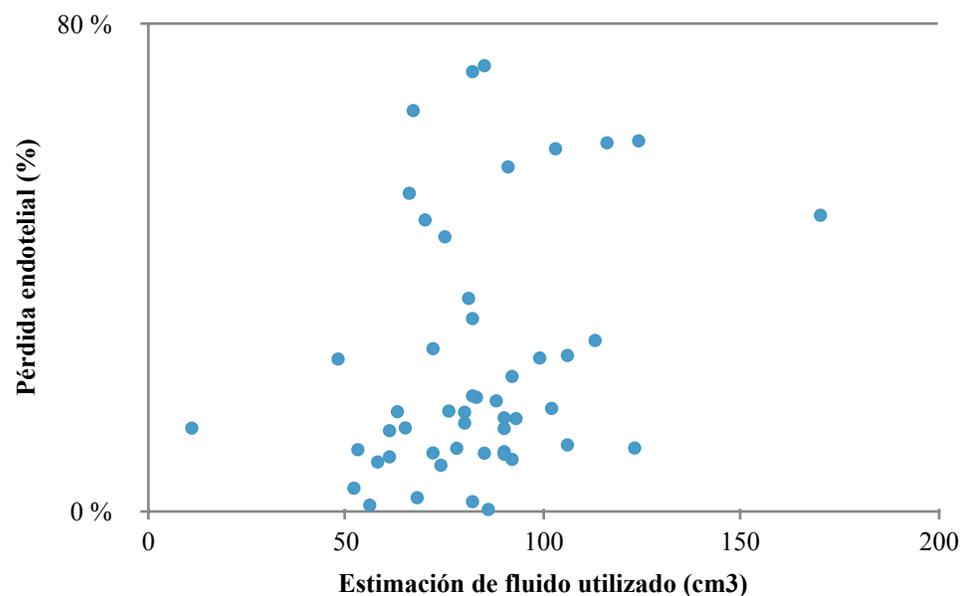


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

En cuanto a la relación entre el tiempo de aspiración y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes, se obtuvo un resultado similar al obtenido al relacionar el tiempo de ultrasonido. El coeficiente de relación de Pearson obtenido es 0.293. Esto indica que la asociación entre las variables es positiva y débil. Al calcular el coeficiente de determinación respectivo, se obtuvo un valor de 8,57 %, lo cual indica que solamente dicha proporción del porcentaje de pérdida endotelial se modifica cuando se aplica cambios al tiempo de aspiración.

g) Correlación entre utilización estimada de fluido y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria

GRÁFICO 7. Relación entre utilización estimada de fluido y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes.

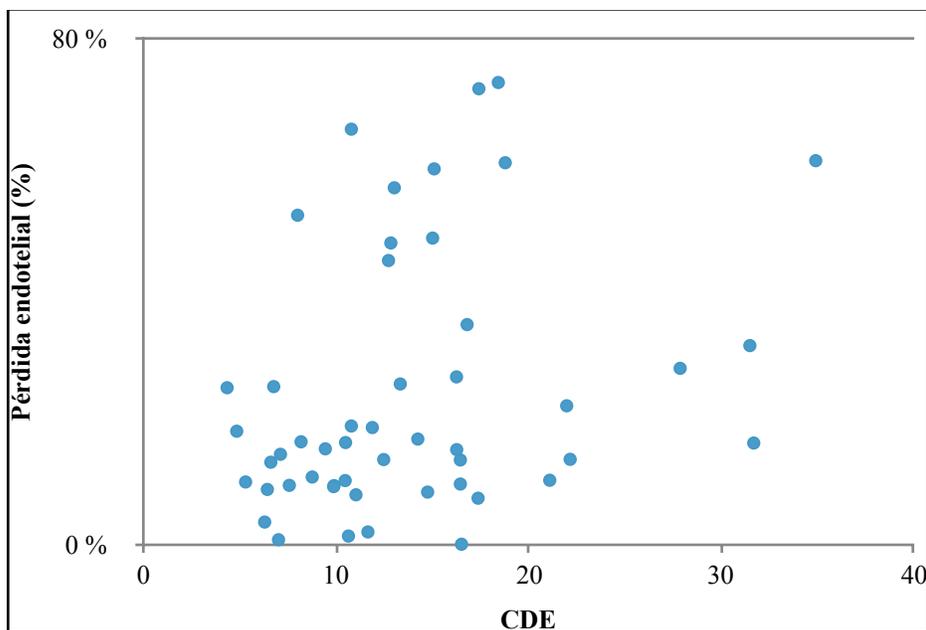


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Al desarrollar el análisis de correlación respectivo, se obtiene que el grado de asociación entre la utilización estimada de fluido y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes, según el coeficiente de relación de Pearson, es 0.302. Esto indica que la asociación entre las variables es positiva o directa, con una fuerza de relación débil. El coeficiente de determinación corresponde a 9,10 % lo cual muestra que menos del 10 % de la variación del porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria se debe o puede ser explicado por la variación en la estimación de fluido utilizado.

h) Correlación entre CDE y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria

GRÁFICO 8. Relación entre CDE y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria de los pacientes.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados de los pacientes.

Con base en el gráfico de dispersión, se determina que existe una relación débil entre el CDE y el porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria. La intensidad de la relación se comprueba y cuantifica a través de sus coeficientes de correlación y determinación, los cuales son 0,3 y 8,98 % respectivamente. Estos datos permiten afirmar que hay poca relación entre estas variables, y que solo el 8,98 % de la variación del porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria podría deberse a la variación en el tiempo de aplicación de ultrasonido.

i) Comparación de variables

Para determinar si existe diferencias significativas entre los resultados preoperatorios y postoperatorios de las variables hexagonalidad, grosor de córnea y coeficiente de variación., se realizó una prueba de hipótesis t-student para muestras dependientes o pareadas, empleando un nivel de significancia de 0,05.

Como hipótesis nula de la prueba, se estableció que no existe diferencias significativas entre las medias poblacionales preoperatorias y postoperatorias de las variables indicadas.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

TABLA 6. Análisis estadístico de diferencias significativas entre los resultados preoperatorios y postoperatorios de la hexagonalidad, el grosor de córnea y el coeficiente de variación.

Variable	Promedio		Desviación estándar		Estadístico t-student	Valor crítico t-student	Valor P
	*Pre-op.	**Post-op.	Pre-op.	Post-op.			
Hexagonalidad	66,6 %	62,7 %	5,2 %	8,2 %	2,86	2,01	0,006
Grosor de córnea	549,3 μm	556,7 μm	31,8 μm	36,0 μm	-2,01	2,01	0,0502
Coefficiente de variación	31,8 %	32,6 %	7,0 %	9,8 %	-0,55	2,01	0,586

*Pre-op: diminutivo para "Preoperatorio"

**Post-op: diminutivo para "Postoperatorio"

Fuente: Elaboración propia de la investigadora.

Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar con un nivel de significancia de 0,05:

- El valor medio de la hexagonalidad preoperatoria es diferente al postoperatorio. El valor p de la prueba, permite concretar que existe evidencia muy fuerte para rechazar la hipótesis nula planteada, y determinar que ambos valores medios son distintos a nivel poblacional.
- Existe cierta evidencia de que el grosor de córnea promedio preoperatorio es igual al postoperatorio. La evidencia obtenida no es contundente, debido a que el valor p es muy similar al nivel de significancia de la prueba, lo cual indica que el resultado de la prueba está justo en el límite entre la aceptación y rechazo de la hipótesis nula.
- El resultado promedio del coeficiente de variación preoperatorio es igual al postoperatorio. El valor p de la prueba, permite concretar que existe evidencia muy fuerte para aceptar la hipótesis nula planteada, y determinar que ambos valores medios son iguales a nivel poblacional.

j) Porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria final

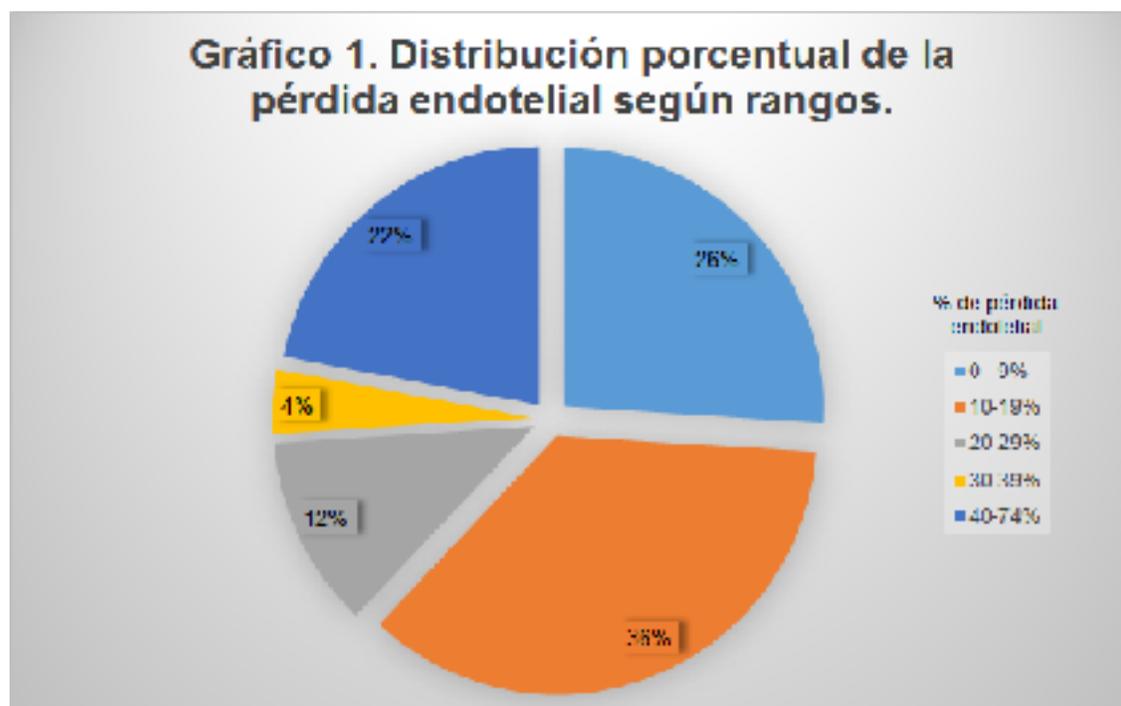


GRAFICO 9. Porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria final

Tabla 7. Promedio de porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria según estratos

Estratos	Porcentaje pérdida endotelial
500-1000 cél/mm ²	16 %
1001-2000 cél/mm ²	15 %
2001-2500 cél/mm ²	24 %
más de 2500 cél/mm ²	25 %
Total	24 %

Fuente: Elaboración propia de la investigadora.

El porcentaje de pérdida endotelial promedio en general para la muestra fue de 24.1 % con un rango de 0.3% a 73.1%. Aproximadamente un 36% del total de la muestra presentó una pérdida endotelial entre 10-19%.

k) Promedio de variables transoperatorios y postoperatorios finales

Tabla 8. Análisis de promedio de variables postoperatorios de porcentaje de hexagonalidad, grosor corneal y coeficiente de variación y promedio transoperatorios de las siguientes variables: tiempo de ultrasonido, CDE, tiempo de aspiración y cantidad de fluido.

Variable	Promedio
Hexagonalidad postoperatorio (%)	62,70
Grosor corneal postoperatorio (μm)	556,74
Coefficiente de variación postoperatorio (%)	32,62
*Tiempo de ultrasonido transoperatorio (seg)	57,82
CDE transoperatorio	13,80
Tiempo de aspiración (seg)	3,54
Cantidad de fluido (cc)	82,64

*Incluye Tiempo total de ultrasonido y tiempo de torsional

Fuente: Elaboración propia de la investigadora.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. El 36% de los pacientes de la muestra operados de catarata por facoemulsificación tuvo una pérdida endotelial a las 4 semanas de la cirugía entre un 10-19 %, por lo tanto podemos concluir que nuestros resultados son similares a los resultados de otros autores.
2. Con respecto al género un 64% correspondió a mujeres y un 36% hombres.
3. La edad promedio de nuestros pacientes analizados fue de 81 años con un rango entre 68-97 años.
4. El estrato que presentó mayor porcentaje de pérdida endotelial fue el estrato de más de 2500 cel/mm² con un 25.6%.
5. El porcentaje de hexagonalidad promedio preoperatorio de toda la muestra fue de 66.6%, mientras que al analizar los resultados del porcentaje de hexagonalidad postoperatorio se documentó un valor promedio de 62.7%.
6. El grosor corneal promedio preoperatorio para toda la muestra corresponde 549.3 micras, con respecto a los datos postoperatorios el valor promedio de la muestra fue de 556.74 micras que no tiene significancia estadística pero podría corresponder a un edema corneal subclínico.
7. El coeficiente de variación promedio preoperatorio para toda la muestra fue de 31.8 y al analizar los datos postoperatorios se obtuvo un valor promedio de 32.62.
8. La dureza de la catarata no tiene relación con respecto al porcentaje de pérdida endotelial postoperatoria.

9. Se midió la relación entre las siguientes variables: tiempo de ultrasonido, tiempo de aspiración, cantidad de fluido y CDE (Energía disipada Acumulada) utilizados en el transoperatorio con el porcentaje final de pérdida endotelial postoperatoria y se concluye que la relación no es significativa.
10. Se analizaron los valores promedio transoperatorios utilizados durante la cirugía de catarata por facoemulsificación obteniendo los siguientes resultados: Tiempo de ultrasonido transoperatorio: 57, 82 seg (incluye Tosional time), CDE transoperatorio: 13.80, Tiempo de aspiración: 3,54 seg y cantidad de fluido utilizado 82,64 cc.
11. No se documentó clínicamente descompensación corneal a las 4 semanas postoperatorias en nuestros pacientes evaluados.
12. La técnica de chop horizontal bajo los parámetros utilizados y usando el viscoelástico dispersivo son seguros en relación a la protección del endotelio corneal.
13. La gran mayoría de nuestros pacientes presentaban endotelios corneales sanos, evidenciados por el porcentaje de hexagonalidad y coeficiente de variación preoperatorios, traduciendo una homogeneidad en cuanto a forma y tamaño de la población celular estudiada. Este resultado nos permite concluir que son endotelios menos susceptibles al trauma quirúrgico.
14. La microscopía especular es un método diagnóstico para valorar la condición del endotelio corneal y se debe implementar en forma rutinaria como parte de los estudios previos a la cirugía de catarata.
15. La microscopía especular puede utilizarse en el seguimiento del proceso reparativo endotelial posterior a una cirugía de catarata.
16. Según nuestros análisis estadísticos ninguna de las variables tuvo relación con la

pérdida endotelial por lo que podemos plantear que la pérdida de células endoteliales demostrada en este estudio se debe al acto quirúrgico como tal.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course. The Eye M.D Association. Section 2. 2014-2015
2. Saverio Sorrentino F, Bonifazzi C. A Pilot Study to Propose a "Harm Scale", a New Method to Predict Risk of Harm to the Corneal Endothelium Caused by Longitudinal Phacoemulsification and the Subsequent Effect of Endothelial Damage on Post Operative Visual Acuity. 2016;1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146580>
3. Krachmer, J, Mannis M, Holland E. *Córnea: Fundamentals, diagnosis and management*. Third Edition 2011. Editorial ELsevier
4. Mannis M, Holland E. *Cornea: Fundamentals, diagnosis and management*. Fourth Edition 2017. Editorial Elsevier
5. General S, Nagarajappa A. Comparison of morphological and functional endothelial cell changes after cataract surgery: phacoemulsification versus manual small-incision cataract surgery. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2014; 21: 56–60. doi: [10.4103/0974-9233.124098](https://doi.org/10.4103/0974-9233.124098) PMID: [24669147](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24669147/)
6. Bourne W, Kaufman H, Clinical specular microscopy. *Trans Am Acad Ophthalmol* 1976;81:743-753
7. Ambrose V, Walters R, Long term endothelial cell loss and breakdown of the blood aqueous barrier in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1991; 17: 622-627
8. Carlson K, Bourne W, Mc Laren J, Brubaker R. Variations in human corneal endothelial cell morphology and permeability to fluorescein with age. *Expo Eye Res* 1998;47:27-41
9. Schultz G, Cipolla L, Whitehouse A. Growth factors and corneal endothelial cells: III. Stimulation of adult human corneal endothelial cell mitosis in vitro by defined motigenic agents. *Cornea* 1991; 11: 20-27

10. Tuft S, Coster D. The corneal endothelium. *Eye* 1990; 4: 389-424
11. Rao G, Shaw E, Arthur E. Morphologic appearance of the healing corneal endothelium. *Arch Ophthalmol* 1979; 96: 2027-2030
12. Chi H, Tengo C, Katzin H. Healing process in the mechanical denudation of the corneal endothelium. *Am J Ophthalmol* 1960;49: 693-703
13. Gipson I. Cytoplasmic filaments: their role in motility and cell shape. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1977;16: 1081-1084
14. Rao G, Aquella J, Goldberg S, Bork S. Pseudophakic bullous keratopathy. *Ophthalmology* 1984; 91:1135-1140
15. Schultz R, Glasser D, Matsuda M. Response of the corneal endothelium to cataract surgery. *Arch Ophthalmol* 1986; 104:1164-1169
16. Ventura A, Walti R, Bohnke M. Corneal thickness and endothelial density before and after cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2001;85: 18-20
17. Bourne W, Kaufman H. Specular microscopy of human corneal endothelium in vivo. *Am J Ophthalmol* 1976; 81:319-323
18. Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Corneal endothelial cell loss after phacoemulsification using nuclear cracking procedures. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20:44-47
19. Bourne W, Nelson L, Hodge D. Continued endothelial cell loss ten years after lens implantation. *Ophthalmology* 1994; 101: 1014-1023
20. Galin M, Lin L, Fetherolf E. Time analysis of corneal endothelial cell density after cataract extraction. *Am J Ophthalmol* 1979; 88: 93-96
21. Hirst L, Snio R, Star W. Quantitative corneal endothelial evaluation in intraocular lens o implantation and cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1977; 84: 775-780

22. Inaba M, Matsuda M, Shiozaki Y. Regional specular microscopy of endothelial cell loss after intracapsular cataract extraction. A preliminary report. *Acta Ophthalmol* 1985; 63: 232-235
23. Zornoza M, Dominguez A. Alteraciones del endotelio corneal en la cirugía de cataratas. *Arch Soc Esp Oftalmol* 1982; 43: 614-625
24. Diaz D. Estudio morfológico y funcional del endotelio corneal tras la cirugía de cataratas. Tesis doctoral. Madrid, 1995.
25. Urrutia I, Lima V. Opacidad del cristalino de acuerdo al sistema LOCS III en una muestra hospitalaria mexicana. *Rev Hosp Jua Mex* 2010; 77(1): 43-49
26. Bourne RR, Minassian DC, Dart JK, Rosen P. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium: modern phacoemulsification compared with extra capsular cataract surgery. *Ophthalmology*. 2004;111: 679-685. PMID: 15051198
27. Rosado-Adames N, Afshari NA. The changing fate of the corneal endothelium in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012; 23: 3-6. doi: 10.1097/ICU.ob013e3284e4b5f PMID: 22134364

