

TESIS DE POSTGRADO DE OFTALMOLOGÍA

**DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA PÉRDIDA DE
CÉLULAS ENDOTELIALES EN CIRUGIA DE FACOEMULSIFICACIÓN DE
CATARATA MICROINCISIONAL COAXIAL EN LA FUNDACIÓN
OFTALMÓLOGICA DE SANTANDER**

Angelica María Prada Rocha



Universidad Autónoma de Bucaramanga

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
POSTGRADO DE OFTALMOLOGIA
BUCARAMANGA
2017**

**DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA PÉRDIDA DE
CÉLULAS ENDOTELIALES EN CIRUGIA DE FACOEMULSIFICACIÓN DE
CATARATA MICROINCISIONAL COAXIAL EN LA FUNDACIÓN
OFTALMÓLOGICA DE SANTANDER**

ANGÉLICA MARÍA PRADA ROCHA

Trabajo de Grado para optar al título de Especialista en Oftalmología

Director

VIRGILIO GALVIS

M.D. Oftalmólogo. Segmento Anterior y Refractiva

Co-Director

ALEJANDRO TELLO

M.D. Oftalmólogo. Segmento Anterior y Refractiva

Fundación Oftalmológica de Santander FOSCAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE SALUD

ESCUELA DE MEDICINA

POSTGRADO DE OFTALMOLOGÍA

BUCARAMANGA

2017

Comisión de Investigación

Tesis de Postgrado de Oftalmología

Postgrado: Especialidad en Oftalmología

Nombre de la Autor: Dra. Angélica María Prada Rocha

Nombre del director: Dr. Virgilio Galvis – Dr. Alejandro Tello

Nombre del Asesor: Dr. Paul Camacho

Fecha de presentación:

ACTA NOTA

Tabla de Contenido

- Resumen
- 1. Introducción**
- 2. Marco Teórico**
 - 2.1. Catarata y clasificación**
 - 2.2. Cirugía de facoemulsificación**
 - 2.3. Descripción de la técnica quirúrgica**
 - 2.4. Complicaciones de la cirugía de catarata por facoemulsificación**
 - 2.5. Endotelio corneal**
 - 2.6. Microscopia especular**
 - 2.7. Factores de riesgo asociados a pérdida endotelial**
 - 2.7.1. Factores dependientes del paciente**
 - 2.7.2. Factores dependientes de la cirugía [Cirugía de Catarata Microincisional (CCM)]**
 - 2.7.2.1. Técnica quirúrgica**
 - 2.7.2.2. Tamaño de incisión**
 - 2.7.2.3. Energía total de facoemulsificación, tiempo de facoemulsificación, promedio de poder en posición 3 y CDE, asociación con tipo de movimiento ultrasónico y modulación del poder.**
 - 2.7.2.4. Viscoelástico**
 - 2.7.2.5. Tiempo de aspiración y volumen de irrigación**
 - 2.7.2.6. Pérdida de células endoteliales posterior a cirugía**
- 3. Objetivos**
 - 3.1. Objetivo General**
 - 3.2. Objetivos Específicos**
- 4. Metodología**
 - 4.1. Tipo de Estudio**
 - 4.2. Universo y Muestra**
 - 4.3. Población**
 - 4.3.1. Criterios de selección**
 - 4.3.1.1. Criterios de Inclusión**
 - 4.3.1.2. Criterios de Exclusión**
 - 4.4. Recolección de datos**

4.5. Depuración de datos y análisis

4.6. Procedimiento quirúrgico

5. Consideraciones Éticas

6. Resultados

7. Discusión

8. Conclusiones

9. Referencias bibliográficas

RESUMEN

Objetivos: En este estudio se pretendió identificar los factores asociados a pérdida de células endoteliales durante la extracción extracapsular de catarata por facoemulsificación.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio observacional, longitudinal, retrospectivo de las historias clínicas de pacientes sometidos a cirugía de catarata por facoemulsificación microincisional coaxial por un único cirujano (VGR) durante los meses de Enero 2016 a Junio 2016.

Resultados: Se encontró una pérdida endotelial promedio de 6.4 +/- 10%. Como factores asociados a pérdida de células endoteliales se encontraron la clasificación más avanzada de la catarata (LOCS III), el tiempo total de ultrasonido y la energía acumulada disipada (CDE por su nombre en inglés cumulative dissipated energy).

Conclusión: Es preferible realizar la facoemulsificación cuando la catarata no haya alcanzado los grados más avanzados (más allá de NC2 en la clasificación LOCS III), sobretodo en pacientes con endotelios alterados que por ende tienen mayor riesgo de descompensación corneal. Adicionalmente es preferible realizar técnicas quirúrgicas para la fragmentación del núcleo en las cuales se emplee menos CDE y tiempo total de ultrasonido.

Palabras claves: catarata, facoemulsificación, recuento endotelial, pérdida de células endoteliales, factores asociados.

1. INTRODUCCION

La catarata es la pérdida de la transparencia del cristalino que interfiere con la función visual. Las cataratas se pueden clasificar en congénitas, seniles y traumáticas. La catarata es la primera causa de ceguera reversible a nivel mundial, es responsable aproximadamente del 50% de los adultos mayores de 40 años con baja visión en EUA.

Es por lo anterior que se hace importante tener acceso a la corrección quirúrgica segura y eficaz de la catarata. A través de la historia se han desarrollado múltiples técnicas quirúrgicas, que se pueden agrupar en tres tipos básicos: la extracción intracapsular del cristalino, extracción extracapsular del cristalino y la extracción extracapsular del cristalino por facoemulsificación (conocida simplemente como facoemulsificación). De las técnicas quirúrgicas, la que ha mostrado mayor seguridad y eficacia es la facoemulsificación del cristalino, por lo que representa el 90% de todas las cirugías de catarata realizadas en EUA. Durante la facoemulsificación del cristalino se usa energía mecánica a frecuencia ultrasónica para pulverizar la catarata y aspirarla. Como en todas las cirugías, existen posibles complicaciones tanto intraoperatorias, como postoperatorias inmediatas y tardías, dentro de estas, la descompensación corneal debida a pérdida de células endoteliales corneales. La descompensación corneal pseudofáquica es la principal causa de trasplantes corneales en muchos centros del mundo, incluyendo la Fundación Oftalmológica de Santander.

Por lo anterior, en este estudio pretendemos detectar los principales factores asociados a pérdida de células endoteliales durante la extracción extracapsular de cristalino por facoemulsificación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Catarata y clasificación

La catarata es la opacidad del cristalino que disminuye la calidad visual del ojo afectado. La catarata senil es la más frecuente, y a su vez esta se clasifica según la porción del cristalino que está afectando, entonces la catarata puede ser: catarata cortical, nuclear y/o subcapsular posterior (1).

En la catarata senil podemos clasificar la severidad de la opacidad de cada porción, existen diferentes métodos, la más utilizada a nivel de estudios epidemiológicos es la Clasificación del LOCS III descrita por Chylack et al. en 1993(2), Figura 1.

Los pacientes se pueden presentar a consulta por disminución progresiva de la calidad visual (disminución de la sensibilidad al contraste, de la saturación de colores y visión de halos o deslumbramiento) y de la cantidad de visión (cuantificada con la medición de la agudeza visual con optotipos) (3).



Figura 1. Tomado de: Leo T. Chylack, Jr, MD; John K. Wolfe, MD; David M. Singer, MD; M. Cristina Leske, MD; Mark A. Bullimore, MD; Ian L. Bailey, MD; Judith Friend, MD; Daniel McCarthy, MD; Suh-Yuh Wu, MD; for the Longitudinal Study of Cataract Study Group .The Lens Opacities Classification System III. Arch Ophthalmol. 1993;111:831-836

2.2. Cirugía de facoemulsificación

La cirugía de la catarata ha evolucionado en las últimas décadas (4). Inicialmente se realizaba la extracción intracapsular del cristalino, en la cual se extraía la catarata junto con el soporte capsular, dejando el ojo operado áfaco. Posteriormente apareció la cirugía de extracción extracapsular en la que se extrae la catarata por una incisión de tamaño variable según el cirujano, generalmente 12 mm, dejando la cápsula posterior íntegra, en donde se apoya el lente intraocular. Actualmente la cirugía más realizada a nivel mundial es la extracción extracapsular de catarata por facoemulsificación, en la que se extrae la catarata por medio de una incisión de 2.5 mm en promedio, fragmentándola y pulverizándola usando energía mecánica a velocidad ultrasónica, en la mayoría de los casos logrando implantar el lente intraocular dentro del saco capsular. Esta evolución ha permitido realizar una cirugía menos invasiva y una recuperación visual más rápida (5,6).

2.3. Descripción de la técnica quirúrgica

La cirugía de catarata por facoemulsificación, se realiza de la siguiente manera:

1. Incisión principal. Esta incisión puede ser por cornea clara, limbal o por un túnel escleral. La realizada más frecuentemente es la incisión por cornea clara de 2.5 mm. A través de esta incisión se introduce la punta del facoemulsificador y se implanta el lente intraocular.
2. Paracentesis lateral. Esta incisión se realiza en cornea clara, para introducir diferentes instrumentos.

3. Tinción de la capsula anterior. La tinción de la capsula anterior del cristalino se hace aplicando azul tripán en la cámara anterior, algunos cirujanos protegen el endotelio corneal del contacto con el azul tripán usando viscoelástico dispersivo o aire, después de 5 a 10 segundos se extrae el azul tripán de la cámara anterior.
4. Viscoelástico en cámara anterior.
5. Capsulorrexis circular continua.
6. Hidrodissección.
7. Facoemulsificación del cristalino.
8. Aspiración de restos corticales.
9. Implante de lente intraocular
10. Aspiración de viscoelástico
11. Vigadexa® intracameral
12. Hidratación de paracentesis

2.4. Complicaciones de la cirugía de catarata por facoemulsificación

Como en todo procedimiento quirúrgico se pueden presentar complicaciones, aunque infrecuentes, estas pueden clasificarse en intraoperatorias y postoperatorias. Las complicaciones intraoperatorias (7) pueden estar relacionadas con la incisión (incisión corta, superficial o larga, desprendimiento de la membrana de Descemet o quemadura de la incisión), con la capsulorrexis (tamaño muy pequeño o muy grande, desgarro de la capsula anterior o desgarro zonular), con la hidrodissección (incompleta o estallido capsular), con la extracción del núcleo (ruptura de la cápsula posterior con o sin prolapso vítreo, luxación de restos cristalinos al segmento posterior), o con el implante del lente intraocular (descentración del LIO, ruptura capsular). Dentro de las complicaciones postoperatorias se encuentran: opacidad de la capsula posterior (8), aumento de la presión intraocular (9), síndrome tóxico del segmento anterior (10), uveítis posoperatoria (11), luxación del lente intraocular a cavidad vítrea (12), edema macular posoperatorio (13), descompensación corneal pseudofáquica (14), desprendimiento del vítreo posterior (15), desprendimiento de retina (15), endoftalmitis (16), astigmatismo posoperatorio (17), rotación del LIO tórico (18), descentramiento del lente

multifocal (18). De las complicaciones postoperatorias la descompensación corneal pseudofáquica se puede relacionar con una marcada pérdida de células endoteliales durante la cirugía de facoemulsificación, sobre todo si el endotelio previamente ya está comprometido. El endotelio corneal es una capa importante de la córnea que se encarga de mantener la transparencia de la misma.

2.5. Endotelio corneal

La cornea está compuesta por cinco capas, son en su orden de superficial a profundo, epitelio corneal, membrana de Bowman, estroma corneal, membrana de Descemet y endotelio corneal (19).

El endotelio corneal es una monocapa de células en su mayoría hexagonales, que se encarga de mantener la deturgencia de la córnea en el 78%, permitiendo así la transparencia de la misma. Esto lo puede realizar debido a las bombas Na/K ATPasa que se encuentran en su membrana basolateral y se encargan de arrastrar agua y sodio fuera del estroma corneal en contra de la presión de imbibición ejercida por los glucosaminoglicanos (hidrofílicos) en el estroma corneal (20).

Es de importancia anotar la ausencia prácticamente total de mitosis in vivo de las células endoteliales. Al nacimiento hay 5.000 cel/mm², hay una fase de pérdida rápida de células endoteliales de 5 años en la cual llega la densidad celular a 3.500 cel/mm², y posteriormente hay una fase lenta de pérdida de células endoteliales de 0.6% cada año (21-23). Para el estudio de las diferentes características del endotelio corneal se ha desarrollado la microscopia especular.

Debido a la ausencia de mitosis in vivo, la reparación celular posterior a un daño al endotelio corneal, se realiza por expansión y crecimiento de las células endoteliales vecinas hasta cubrir el defecto producido por el daño endotelial (21). Esta expansión y crecimiento se expresan en el cambio de la forma de las células (pleomorfismo) y aumento y variabilidad del tamaño celular

(polimegatismo). Al aumentar de tamaño la célula para cubrir el defecto, esta se aplana y pierde sus espacios en la membrana basolateral para la importante acción de las bombas Na/K ATPasa lo que favorece el edema, el punto crítico de densidad celular al cual se esperaría encontrar edema corneal es 500 cel/mm².

2.6. Microscopia especular

La microscopia especular es una técnica estándar por medio de la cual se puede determinar densidad celular y morfología las células endoteliales in vivo debido a que permite un análisis morfométrico cuantitativo y cualitativo de las células endoteliales (24). En general un endotelio corneal con densidad celular menor a 1.500 cel/mm², hexagonalidad menor a 60%, tamaño celular mayor a 350 micras, o variabilidad del tamaño celular (coeficiente de variación) mayor a 35%, se considera un endotelio de mala calidad. Con la edad la densidad celular disminuye y el pleomorfismo aumenta. El análisis de la forma y el patrón de las células endoteliales es el indicador más sensible del daño de las células endoteliales corneales (25).

2.7. Factores de riesgo asociados a pérdida endotelial

En esta materia se han estudiado factores de riesgo dependientes del paciente y dependientes del evento quirúrgico.

2.7.1 Factores dependientes del paciente

De los factores de riesgo para pérdida endotelial en el paciente, se ha encontrado una asociación entre diabetes y mayor pérdida endotelial, disminución del porcentaje de hexagonalidad y aumento del coeficiente de variación después de cirugía de catarata (26-28). Yamazoe et al, encontraron mayor riesgo de pérdida endotelial en pacientes con longitud axial menor a 23 mm (28).

Se ha relacionado el grado de opalescencia de la catarata según LOCS III con mayor pérdida endotelial, siendo este el más significativo factor de riesgo y

además modificable ya que podríamos llevar a los pacientes a una cirugía de catarata más tempranamente, con el objetivo de prevenir la mayor pérdida de células endoteliales (29-31); Mathys et al en un estudio buscando factores de riesgo asociados a pérdida de células endoteliales en cirugía microincisional bimanual, encontraron una relación estadísticamente significativa entre el grado de color nuclear y opalescencia y la pérdida de células endoteliales ($P=0.004$ y $p=0.006$, respectivamente) y con la proporción de pérdida de células endoteliales ($P=0.003$ y $p=0.004$, respectivamente). Vasavada reportó 20.57% de pérdida de células endoteliales en paciente con CCM coaxial con opalescencia grado 4 según el LOCS III (31).

Se ha encontrado que el valor promedio de recuento endotelial preoperatorio en algunos pacientes con distrofia de Fuchs, trabeculectomía previa, iridotomía láser, queratoplastia penetrante, heridas traumáticas y endotelitis, es menor a 1000 cel/mm², lo que los expone a mayor riesgo de descompensación corneal en el posoperatorio (28).

2.7.2. Factores dependientes de la cirugía [Cirugía de Catarata Microincisional (CCM)]

Dentro de los factores de riesgo intraoperatorios relacionados con pérdida endotelial se han encontrado: la técnica quirúrgica, viscoelástico (uso y tipo de viscoelástico), la cantidad de energía ultrasónica disipada (CDE), el tiempo de aspiración, el volumen de irrigación (29). Además, puede ocurrir trauma endotelial directo durante el procedimiento, el cual puede ser causado por deformación de la córnea, impacto de fragmentos nucleares y contacto con el lente intraocular (32).

2.7.2.1. Técnica quirúrgica

Para realizar la fragmentación del núcleo, se han descrito varias técnicas, entre las que se encuentra dividir y conquistar, pre-chop, faco-chop y ultra-chop. Se han realizado múltiples estudios comparando la pérdida de células endoteliales según la técnica usada. En 2008, Storr-Paulsen et al compararon los resultados de CCM coaxial usando la técnica de dividir y conquistar versus faco-chop. Reportaron un mayor promedio de energía de facoemulsificación

usada en la técnica dividir y conquistar comparando con la técnica de faco-chop, 12.79 y 3.98, respectivamente, diferencia estadísticamente significativa (33). Sin embargo, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas quirúrgicas con respecto a pérdida de células endoteliales, coeficiente de variación ni hexagonalidad a los 3 meses ni 12 meses postoperatorio (33). Otros estudios reportan resultados similares con menor energía de facoemulsificación en la técnica de faco-chop, sin diferencias en el conteo ni morfología de las células endoteliales (34,35). En contraste, Park et al compararon la pérdida de células endoteliales en CCM coaxial en dividir y conquistar, faco-chop y stop-and-chop clasificado por la graduación de la opalescencia nuclear según el LOCS III. Ellos encontraron diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos en cataratas grado 4 según el LOCS III, pero no en cataratas grado 2 o 3. Encontraron menor porcentaje de pérdida endotelial con la técnica de faco-chop (5.2%) (36).

2.7.2.2. Tamaño de incisión

La incisión varía de tamaño según las diferentes técnicas quirúrgicas. Se han reportado estudios comparando la técnica coaxial estándar (incisión 2.4 a 3.2mm) y la técnica biaxial, en la que la irrigación está separada de la punta de facoemulsificación, (incisión 1.2-1.4mm). No se encontró diferencia estadísticamente significativa en las pérdidas de células endoteliales a 3 meses, de 2.4 a 12.3 % en la técnica coaxial y de 3.1 a 11.65% en la biaxial (37). Igualmente, Mencucci et al compararon biaxial (incisión <2mm) vs técnica estándar coaxial, y no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la pérdida de células endoteliales ($p=0.739$), coeficiente de variación ($p=0.047$) ni hexagonalidad ($p=0.582$) (32), reportaron pérdida de células endoteliales de 4.65% y 4.43%, respectivamente, al primer mes postoperatorio y de 6.51% y 6.31%, respectivamente, al tercer mes.

2.7.2.3. Energía total de facoemulsificación, tiempo de facoemulsificación, promedio de poder en posición 3 y CDE, asociación con tipo de movimiento ultrasónico y modulación del poder.

La facoemulsificación emplea una punta metálica que vibra con movimiento longitudinal y/o torsional a velocidad ultrasónica. Diferentes artículos han mostrado ventajas del movimiento torsional o longitudinal combinado con torsional comparados con el exclusivamente longitudinal en cuanto a efectividad en tiempo y energía ultrasónica usada (38) pero por el contrario otros no han encontrado diferencias estadísticamente significativas (39).

Adicionalmente, el poder ultrasónico usado puede ser continuo, pulsado, hiperpulsado o en ráfaga. No ha habido estudios que comparen un tipo de modulación del poder con otro en cuanto a pérdida de células endoteliales. El porcentaje de poder ultrasónico indicado por el equipo corresponde al porcentaje de la excursión máxima del movimiento longitudinal o torsional de la punta metálica, y su límite superior es preestablecido por el cirujano. La aplicación de esta energía ocurre cuando el cirujano lleva el pedal a la posición 3.

La modulación continua se refiere a que el 100% del tiempo en posición 3 del pedal se está haciendo facoemulsificación, con un aumento lineal del poder al oprimirlo. En el modo pulsado hay también un poder prefijado y un aumento lineal del poder, al igual que en el modo continuo, pero existe un intervalo de tiempo sin aplicación de energía. Por ejemplo, si se seleccionan 2 pulsos por segundo, ocurrirán dos ciclos dentro de cada uno los cuales por 250 milisegundos se aplicará energía, seguidos de una pausa de 250 milisegundos de pausa. Al oprimir el pedal el poder se incrementa, pero la frecuencia de pulsos permanecerá estable. El modo pulsado en general reduce el poder de faco usado al 50%.

El modo ráfaga usa un poder de energía fijo, con un aumento lineal de la frecuencia de pulsos. Es decir, al oprimir el pedal en posición 3, la frecuencia de pulsos de energía aumenta hasta convertirse en energía continua, al llegar al fondo del pedal en posición 3.

Soliman et al encontraron en un estudio, 120 casos de cirugía de catarata usando ultrasonido torsional y longitudinal, una asociación entre el CDE y mayor pérdida de células endoteliales corneales (Correlación spearman

0.423), y además que un CDE alto se relaciona con el grado de opalescencia nuclear (Correlación spearman 0.52) (29). También encontraron asociación entre la pérdida de células endoteliales y el tiempo de facoemulsificación torsional, tiempo promedio de poder de facoemulsificación y tiempo promedio en posición 3 del pedal (correlación de spearman 0.334, 0.345 y 0.343, respectivamente) (29). Mathys et al encontraron relación entre el color nuclear y grado de opalescencia con el tiempo de facoemulsificación ($p < 0.0001$) y el tiempo promedio en posición 3 del pedal ($p < 0.0001$), la catarata cortical y subcapsular posterior no se relacionaron con mayor pérdida células endoteliales, con la proporción de pérdida de células endoteliales, ni con el tiempo de facoemulsificación (30).

2.7.2.4. Viscoelástico

Los viscoelásticos son soluciones viscosas usadas en la actualidad en cirugía de catarata con el objetivo de proteger el endotelio corneal, mantener espacios y así facilitar el procedimiento quirúrgico (40,41). Estos se han clasificado según Arshinoff en cohesivos y dispersivos según sus propiedades de viscosidad, elasticidad y pseudoplasticidad (40-42). Los cohesivos se caracterizan por mantener más eficientemente los espacios y ser más fáciles de retirar en bloque de la cámara anterior, mientras los dispersivos protegen más el endotelio y son más difíciles de retirar completamente de la cámara anterior. En 1998 se describió una nueva clasificación cohesivos, dispersivos, viscoadaptativos y viscodispersivos (42).

Aun no se ha encontrado el viscoelástico ideal para todos los pasos de la cirugía de catarata, por lo que se han usado diferentes técnicas para aprovechar los beneficios de cada uno de ellos, la técnica de escudo maleable usa un viscoelástico dispersivo para proteger el endotelio y uno cohesivo para formar la cámara anterior durante la facoemulsificación y durante el implante del lente intraocular (43).

Moschos et al reportaron menor pérdida de células endoteliales en cirugías de catarata sin complicaciones en las que se usó viscoelástico dispersivo vs cohesivo, 1.2% y 9.6%, respectivamente (44). Van den Bruel et al en su meta análisis usando (mixed treatment comparison) encontraron que los

viscoadaptativos tenían el 80% de probabilidad de ser la mejor opción de tratamiento, seguido de técnica de escudo con 18%(45). Estudios han reportado menor pérdida de células endoteliales con viscoelástico viscodispersivos sobre viscoadaptativos, y otros no han mostrado diferencias estadísticamente significativas en la pérdida de células endoteliales entre viscodispersivos, cohesivos y técnica en escudo (37).

2.7.2.5. Tiempo de aspiración y volumen de irrigación

Como se mencionó en la descripción de la técnica quirúrgica, durante la aspiración de la corteza se debe mantener una irrigación constante en la cámara anterior para mantenerla formada. Hay estudios que reportan una asociación entre el volumen de solución usada y la pérdida de células endoteliales (29) y hay otros estudios que no reportan asociación (33).

Soliman también reporto asociación entre el volumen de irrigación usado durante la cirugía de catarata y mayor pérdida de células endoteliales (Correlación spearman 0.278) y asimismo a mayor grado de opalescencia nuclear mayor volumen de irrigación (Correlación spearman 0.45) (29).

2.7.2.6. Pérdida de células endoteliales posterior a cirugía de catarata

El rango del porcentaje de pérdida de células endoteliales luego de cirugía de facoemulsificación publicado va desde 0.48% a 47.8%, lo cual demuestra que deben existir diferentes características, como las ya mencionadas anteriormente, que hacen que la pérdida de células varíe ampliamente (29,33,37,39,46,47). Un estudio comparó la pérdida de células endoteliales con diferentes técnicas de fragmentación del núcleo, reportó 173 células/mm² (6.3%) vs 138 células/mm² (5%) de pérdida de células endoteliales con la técnica de dividir y conquistar y faco-chop, respectivamente (33). Reuschel et al encontraron pérdida de 6.9% y 6.6%, con energía torsional y longitudinal respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas en la cantidad y porcentaje de células endoteliales perdidas, coeficiente de variación ni hexagonalidad a los 3 meses postoperatorio (46).

3. OBJETIVOS

3.1. General:

Evaluar los factores asociados a pérdida de células endoteliales durante la cirugía de catarata por facoemulsificación.

3.2. Específicos:

- Describir el porcentaje de pérdida de células endoteliales en la cirugía de catarata por facoemulsificación.
- Determinar los valores de CDE usados durante la cirugía de catarata por facoemulsificación.
- Determinar la diferencia de los valores de CDE usados durante la cirugía según la clasificación del LOCS III.
- Establecer si la dureza de la catarata por si misma constituye un factor de riesgo para la pérdida de células endoteliales durante la cirugía de catarata.
- Establecer un límite superior o umbral de cada uno de los parámetros usados en cirugía de catarata en el que se supere el promedio de pérdida de células endoteliales.

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio:

Se realizó un estudio observacional, longitudinal, retrospectivo en la Fundación oftalmológica de Santander.

4.2. Universo y Muestra:

El universo lo constituyen todos los pacientes con catarata expuestos a cirugía de extracción de catarata por facoemulsificación microincisional coaxial en la Fundación Oftalmológica de Santander en desde enero 2016 a junio 2016.

4.3. Población:

Pacientes expuestos a cirugía de catarata por facoemulsificación microincisional coaxial en la Fundación Oftalmológica de Santander enero 2016 a junio 2016 operados por un único cirujano, VGR.

4.3.1. Criterios de selección:

4.3.1.1. Criterios de Inclusión:

- a. Pacientes con catarata senil expuestos a cirugía de facoemulsificación microincisional coaxial del cristalino en la Fundación Oftalmológica de Santander.
- b. Técnica microincisional coaxial con fragmentación del núcleo por dividir y conquistar

4.3.1.2. Criterios de Exclusión:

- a. Pacientes con cirugía ocular previa.
- b. Pacientes con antecedente de cierre angular primario agudo en el ojo a operar.

- c. Pacientes programados para cirugía combinada de glaucoma y catarata.
- d. Pacientes con patología ocular diferente a catarata, entre las que se encuentran retinopatías, glaucoma, uveítis, y distrofia de Fuchs, entre otros.
- e. Necesidad de usar adrenalina en cámara anterior durante la cirugía.
- f. Necesidad de usar ganchos retractores de iris durante la cirugía.
- g. Pacientes que presenten complicaciones durante la cirugía de catarata.

4.4. Recolección de Datos:

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la revisión de las historias clínicas de los pacientes expuestos a cirugía de catarata en la Fundación Oftalmológica de Santander. Como instrumento de recolección se utilizó un formulario. Se obtuvieron datos de las historias clínicas en los que se incluyeron: agudeza visual con corrección preoperatoria (AVCCPre), clasificación de la catarata según el LOCS III, recuento endotelial preoperatorio y postoperatorio a los 3 meses por microscopia electrónica con un microscopio especular de no contacto (SP2000P, Topcon), agudeza visual con corrección postoperatoria (AVCCPost), grado de edema corneal en el 1 y 3 día postoperatorios. También se tomaron variables de la biometría óptica realizada en el preoperatorio, incluyendo la profundidad de la cámara anterior (ACD) y longitud axial (LA). La biometría óptica fue realizada con IOL Master 700, Carl Zeiss y/o Aladdin, Topcon. Todas las cirugías fueron realizadas por un único cirujano (VG), en el equipo Centurion® Vision System, Alcon. Se tomaron variables intraoperatorias reportadas por el aparato, como son: tiempo total de cirugía, tiempo total de ultrasonido, tiempo total de amplitud torsional, tiempo total de poder longitudinal, poder promedio equivalente de amplitud torsional, poder promedio equivalente de poder longitudinal, energía acumulada disipada (CDE), tiempo total de aspiración y fluido estimado utilizado.

El porcentaje de pérdida de células endoteliales se definió como: $[(\text{densidad endotelial preoperatoria} - \text{Densidad endotelial postoperatoria}) / \text{densidad endotelial preoperatoria}] \times 100$.

4.5. Depuración de datos y análisis

Para obtener la información se tomaron los datos del CRF y se ingresaron a una hoja de Excel. Se realizó una depuración de los datos, revisando datos externos y/o no plausibles clínicamente. En el caso de la identificación de valores atípicos se revisó de la fuente primaria del dato y se hicieron los ajustes necesarios. Una vez los datos depurados de toda la muestra, para el respectivo análisis se ingresaron los datos al programa STATA.

Las variables se analizaron mediante estadística descriptiva estimándose los porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión según la distribución de frecuencia. Se realizó un análisis univariado por regresión lineal y regresión binomial de Poisson, entre el porcentaje de pérdida de células endoteliales y la edad de los pacientes, clasificación de la catarata según el LOCS III, la longitud axial y profundidad de cámara anterior, el tiempo total de cirugía, tiempo total de ultrasonido, poder longitudinal promedio, amplitud torsional promedio, energía disipada acumulada, tiempo de aspiración total, y el fluido usado estimado. Posteriormente se realizó un análisis multivariado por regresión lineal, comprobado por Poisson.

4.6. Procedimiento quirúrgico:

La cirugía de catarata se realizó en el aparato Centurion® Vision System, Alcon. Los parámetros cambian según la clasificación de la catarata y se exponen en la Tabla 1. Para cataratas NO 0-4.9, NC 0-4.9, P 0-5, C0-5 según la clasificación del LOCS III, consideradas blandas por el cirujano, se utilizó una rata de flujo/aspiración 25-50 cm/min, torsional 20-50%, vacío 100-650mmHg. Para las cataratas NO 5-6, NC5-6, consideradas duras por el cirujano, se utilizaron los parámetros así: rata de flujo/aspiración 25-50cm/min, torsional 30-70%, vacío 100-550 mmHg.

TABLA 1. PARÁMETROS FACO CENTURION: DIVIDE Y CONQUISTA

Catarata blanda

PARÁMETRO	ETAPA				
	Pre-Faco	Esculpido	Cuadrantes	Corteza	Visco
PIO	75 mm Hg	65 mm Hg	75 mm Hg	75 mm Hg	75 mm Hg
Vacío	150 - 300 mm Hg	80 mm Hg	100 - 650 mm Hg	100 - 500 mm Hg	0 - 500 mm Hg
Rata de aspiración	30 cc/min	25 cc/min	50 cc/min	40 cc/min	50 cc/min
Torsión	0%	20% - 50%	20 - 50 %	-	-

Catarata dura

PARÁMETRO	ETAPA				
	Pre-Faco	Esculpido	Cuadrantes	Corteza	Visco
PIO	60 mm Hg	60 mm Hg	70 mm Hg	70 mm Hg	70 mm Hg
Vacío	150 - 300 mm Hg	80 mm Hg	100 - 550 mm Hg	0 - 400 mm Hg	0 - 500 mm Hg
Rata de aspiración	30 cc/min	26 cc/min	50 cc/min	40 cc/min	50 cc/min
Torsión	0%	20% - 70%	30 - 70 %	-	-

La cirugía se realizó de la siguiente manera: Paracentesis con cuchillete 15 grados, Viscoat en cámara anterior, tinción de capsula anterior con azul tripan, capsulorrexis circular continua, hidrodissección, rotación de núcleo, fragmentación de núcleo por técnica divide y conquista, facoemulsificación de núcleo, aspiración de restos corticales, viscoat en saco y cámara anterior, implante de lente intraocular, aspiración de viscoelástico, cierre pupilar con acetilcolina, hidratación de paracentesis, vigadexa intracameral, verificación de hermeticidad de la cámara anterior.

5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, las Pautas CIOMS y en la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993; y debido a que esta investigación se consideró como sin riesgo y en cumplimiento con los aspectos mencionados con el Artículo 6 de la presente Resolución, este estudio se desarrolló conforme a los siguientes criterios:

- No se afectó el principio de *no maleficencia*, dado que es un estudio observacional descriptivo de una cohorte prospectivo en donde no produciremos daño hacia los pacientes involucrados en el estudio, no se realizaron cambios en los esquemas terapéuticos, no se indagó personalmente o por medio de llamadas telefónicas acerca de información sensible.
- Para no dar a conocer información confidencial de los pacientes por parte del equipo que realizó el análisis de los datos, sólo el personal que recolectó la información en los formatos de recolección (CRF) conoció el número del episodio para poder registrar los datos necesarios. El analista de los datos sólo tuvo información del número seriado de los CRF. Desde el principio de la recolección de los datos nunca se tuvo en cuenta el nombre, número de identificación o de la historia clínica y no se incluyó en ningún formato de recolección ni registro electrónico vinculado a la investigación.
- No se afectó el principio de *Justicia*, ya que no se expuso a los individuos a una situación de riesgo real o potencial y no se sacó ventaja de ninguna situación de vulnerabilidad legal o de subordinación de los pacientes con motivo de ésta investigación.
- Este estudio no tuvo efecto directo sobre el principio de *Beneficencia*, ya que es un estudio observacional. Los beneficios para este tipo de pacientes son indirectos y derivados de las ventajas potenciales que

podrían resultar de la obtención de nuevo conocimiento que favorecería a un mejor tratamiento de los pacientes expuestos a cirugía de catarata por facoemulsificación de cristalino y la pérdida de células endoteliales a futuro.

- Este tipo de estudio ya ha sido realizado previamente en seres humanos, sin que generen un daño potencial o real al grupo evaluado.
- Los datos que se pretenden producir en el presente estudio no pueden ser obtenidos por medio de simulaciones, de fórmulas matemáticas o investigación en animales.
- La recolección de los datos se inició una vez se hubo recibido el aval por parte de la Universidad Autónoma de Bucaramanga y autorización para su ejecución por parte del comité de ética de la Fundación Oftalmológica de Santander – Clínica Carlos Ardila Lulle.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 159 ojos de 101 pacientes. De estos el 47.1% eran masculinos y 50.3% ojos derechos. El promedio de edad fue 67.4 años, con un rango entre 34-87 años. La AVCC Log MAR preoperatoria fue de 0.41 (Snellen 20/51).

La clasificación de la catarata por LOCS III, el recuento endotelial preoperatorio, LA y CA por biometría óptica, se exponen en la tabla 2. En la Figura 1, podemos observar la distribución de la clasificación de catarata según LOCS III, en la que se evidencia la mayor parte de las cataratas se encontraba en la clasificación NO 2 a 3 y NC 2 a 3, representando cataratas blandas, y un mínimo porcentaje de cataratas NO5, NC5 o más avanzadas. Las variables intraoperatorias se presentan en la tabla 3.

Se encontró una correlación positiva entre la clasificación de la catarata según LOCS III NO y NC, y el CDE, Figura 2.

La pérdida de células endoteliales corneales (PCE) promedio fue de 6.1%. El percentil 50 fue 4.5%, percentil 75 10.4%, percentil 25 0%. El edema corneal al 1er y 3er día se presenta en la tabla 4. El recuento endotelial preoperatorio, postoperatorio al tercer mes y el cambio final se presentan en la Tabla 5. Un 0.62% de los ojos presentaron una densidad endotelial final menor de 1000 células/mm² y 6.9% una densidad endotelial final menor de 1500 células/mm².

La PCE se categorizó con tres puntos de corte diferentes, así: >5% y <5%, >10% y <10%, y >20% y <20%. Se realizó un análisis de correlación con las variables a estudio, clasificación de la catarata LOCS III, CA, LA y variables intraoperatorias y cada una de las categorías de PCE. En la Tabla 6 se muestra la distribución según la PCE. La Tabla 7 muestra la correlación entre variables preoperatorias e intraoperatorias y la PCE >10%. Se demostró una asociación de PCE >10% con la clasificación de la catarata según el LOCS III NO y NC, el tiempo total de ultrasonido, tiempo de amplitud torsional, tiempo total de aspiración y el CDE. No se demostró relación con la clasificación de catarata P o C, longitud axial, profundidad de cámara anterior, tiempo total de cirugía,

tiempo de poder longitudinal y el uso de fluido estimado. En la tabla 8 se pueden comparar las variables que se correlacionaron significativamente con la PCE según su categorización.

Se realizó una categorización del CDE mayor y menor a 5, y se encontró que el CDE>5 representó 5.1 veces más riesgo de tener PCE>10% (p=0.000 IC 95% 2.82-9.51). El 35% de los pacientes tenían CDE >5.

No se encontró correlación entre la PCE y el recuento endotelial preoperatorio, ver Tabla 9. No se encontró correlación entre la densidad de células endoteliales <2500 cel/mm², coeficiente de variación >35%, hexagonalidad >60% y tamaño de células endoteliales >500mm y la PCE>10%, tabla 10.

El análisis multivariado al incluir las variables que se correlacionaron con PCE>10% encontró una correlación estadísticamente significativa con la clasificación LOCS III NC (RR 1.46, p=0.045), tiempo total de ultrasonido (RR 1.01, p0.022) y el CDE (RR1.07, p=0.033). La clasificación NO del LOCS III, tiempo de poder longitudinal, tiempo de poder torsional y tiempo total de aspiración no presentaron significancia estadística. Debido a que la CA como variable continua no se encontró estadísticamente significativa, y que solo 9 ojos tenían CA <2.5mm esta variable no incluyo en el análisis multivariado.

Tabla 2. Parámetros base de los ojos estudiados.

Variable	n	Promedio+/-Desv. Estandar	Rango	Porcentaje
Edad	159	67.4 +/- 10.3	34-87	
<u>Genero</u>				
Masculino	75			47.1%
Femenino	84			52.8%
<u>Ojo</u>				
Derecho	80			50.3%
Izquierdo	79			49.6%
AVCC Preoperatoria ⁺	154	0.41+/- 0.4	0-2	
LOCS III	NO	159	2.7+/- 1.3	0-6
	NC	159	2.6+/- 1.3	0-5
	P	159	1.0+/- 1.0	0-5
	C	159	0.52+/- 1.6	0-4
Glicemia	30	114.8+/- 29.0	75- 184.3	
Longitud Axial (mm)*	152	23.35+/- 1.3	20.81- 28.93	
Profundidad Cámara Anterior desde epitelio(mm)*	147	3.1+/- 0.4	2.15- 4.08	

+ Log MAR. * Biometría óptica.

Tabla 3. Variables intraoperatorias.

Variable	Promedio +/- Desv. Estandar	Rango
Tiempo total de cirugía (minutos)	13.6 +/- 6.51	4,1 – 40,6
Tiempo total de ultrasonido (segundos)	21.5 +/- 18.6	0-107.8
Tiempo de poder longitudinal (segundos)	0.7 +/- 2.33	0-14.8
Tiempo de Amplitud torsional (segundos)	20.8 +/- 17.6	0-89.8
Equivalente promedio de amplitud torsional	14.1% +/- 6.6	0-30%
Equivalente promedio de poder ultrasónico	14.2% +/- 6.8	0-30%
Energía acumulada disipada (CDE)	4.36 +/- 4.12	0-22.75
Tiempo total de aspiración (minutos)	7.05 +/- 2.29	1.36-14.1
Uso de fluido estimado (mL)	138.80 +/- 29.6	72-221

Tabla 4. Gradación del edema corneal al 1er y 3er día postoperatorio.

Edema corneal	Día 1	Día 3
0	66.24%	87.62%
+	22.93%	9.52%
++	8.92%	1.90%
+++	1.91%	0.95%

Tabla 5. Recuento endotelial preoperatorio, postoperatorio y cambio (159 ojos).

Recuento endotelial	Pre		Post (3 meses)		Pérdida	
	Promedio +/- Desv. Est.	Rango	Promedio +/- Desv. Est.	Promedio +/- Desv. Est.	Promedio +/- Desv. Est.	Rango
Densidad	2339.9 +/- 384.0 células/ mm ²	1204-3378 células/ mm ²	2195.1 +/- 437.5 células/ mm ²	909.8-3290 células/ mm ²	144.8 +/- 258.5 células/ mm ² . 6.1% +/- 10%	-982.1 a 1860.2 células/ mm ² . -42% a 67%
Coefficiente de variación	38% +/- 8%	28-85%	38.5% +/- 7%	26-81%	0.37 +/- 5%	-25% a 17%
Hexagonalidad	51% +/- 8%	28-76%	49.6% +/- 9%	1-75%	0.20% +/- 8%	-3% a 41%
Tamaño promedio (micras ²)	450.7 +/- 95.2	296-844	476.5 +/- 118.2	303-1099	25.7 +/- 102.2	-739 a 481.6
Presencia de Guttas	0%		6.29%		-	

Tabla 6. Categorización pérdida de células endoteliales (PCE).

	Punto de corte de PCE		
Todos	5%	10%	20%
Mayor o igual	45.2% (72)	26.4% (42)	6.29% (10)
Menor	54.7% (87)	73.5% (117)	93.71% (149)
NO 0 a 3	5%	10%	20%
Mayor o igual	32.1% (34)	14.2% (15)	0.9% (1)
Menor	67.9% (72)	85.9% (91)	99.1% (105)
NO 3 a 6	5%	10%	20%
Mayor o igual	71.7% (38)	50.9% (27)	16.9% (9)
Menor	28.3% (15)	49.1% (26)	83.0% (44)

Tabla 7. Tabla de asociación de pérdida de células endoteliales >10%.

Variable	RR	IC 95	P
NO	1.44	1.20-1.74	<0.001
NC	1.57	1.27-1.93	<0.001
P	1.03	0.89-1.20	0.645
C	0.90	0.68-1.19	0.479
LA	1.01	0.86-1.17	0.885
CA	0.94	0.46-1.92	0.874
TTCX	1.00	0.99-1.00	0.275
TTUS	1.02	1.01-1.02	<0.001
TPLong	1.09	1.01-1.18	0.021
TATor	1.02	1.01-1.03	<0.001
CDE	1.10	1.07-1.14	<0.001
TTAsp	1.00	1.00-1.00	0.001
Uso de fluido estimado	1.00	0.99-1.01	0.148

LA=Longitud axial biometría óptica. CA=Profundidad de cámara anterior por biometría óptica. TTCX= Tiempo total de cirugía. TTUS= Tiempo total de ultrasonido. TPLong=Tiempo de poder longitudinal. TATor=Tiempo de amplitud torsional. TTAsp=Tiempo total de aspiración.

Tabla 8. Correlación de variables preoperatorias e intraoperatorias con PCE.

Variable	PCE>5%			PCE>10%			PCE>20%		
	RR	IC 95	P	RR	IC 95	P	RR	IC 95	P
NO	1.2	1.1-1.4	<0.001	1.4	1.2-1.7	<0.001	2.7	1.6-4.4	<0.001
NC	1.4	1.2-1.6	<0.001	1.5	1.2-1.9	<0.001	3.4	1.7-6.9	<0.001
P	0.9	0.8-1.1	0.731	1.0	0.8-1.2	0.645	1.0	0.6-1.6	0.884
C	1.0	0.9-1.1	0.728	0.9	0.6-1.1	0.479	1.2	0.7-1.9	0.402
LA	0.7	0.4-1.1	0.134	1.0	0.8-1.1	0.885	0.9	0.6-1.4	0.766
CA	0.9	0.8-1.0	0.246	0.9	0.4-1.9	0.874	0.3	0.0-1.1	0.070
CA <2.5**	2.1	1.5-2.9	<0.001	1.8	0.8-4.1	0.125	2.1	0.2-16.0	0.440
TTUS	1.0	1.0-1.0	<0.001	1.0	1.0-1.0	<0.001	1.0	1.0-1.0	0.016
TPLong	1.0	0.9-1.1	0.091	1.0	1.0-1.1	0.021	1.1	1.0-1.2	0.032
TATor	1.0	1.0-1.0	<0.001	1.0	1.0-1.0	<0.001	1.0	1.0-1.0	<0.001
CDE	1.0	1.0-1.1	<0.001	1.1	1.0-1.1	<0.001	1.1	1.0-1.2	0.001
TTAsp	1.0	1.0-1.0	<0.001	1.0	1.0-1.0	0.001	1.0	1.0-1.0	0.032

LA=Longitud axial biometría óptica. CA=Profundidad de cámara anterior por biometría óptica. TTUS= Tiempo total de ultrasonido. TPLong=Tiempo de poder longitudinal. TATor=Tiempo de amplitud torsional. TTAsp=Tiempo total de aspiración. ** Solo 9 ojos tenían CA <2.5

Tabla 9. Correlación entre PCE por categorías y recuento endotelial preoperatorio.

	PCE >5%			PCE >10%			PCE >20%		
	RR	IC 95	P	RR	IC 95	P	RR	IC 95	P
D	0.9	0.9-1.0	0.981	0.9	0.9-0.9	0.041	0.9	0.9-1.0	0.320
CV	4.2	1.0-17.9	0.048	1.3	0.0-28.7	0.865	0.1	1.5-1e	0.804
HEX	0.8	0.1-6.4	0.860	2.5	0.0-68.4	0.567	117.0	0.1-1e	0.186
T	1.0	0.9-1.0	0.733	1.0	0.9-1.0	0.477	1.0	0.9-1.0	0.562

D=Densidad. CV=Coeficiente de variación. HEX=Hexagonalidad. T=Tamaño.

Tabla 10. Correlación PCE>10% y recuento de células endoteliales preoperatorio.

Recuento endotelial prequirúrgico	RR	IC 95	P
D <2500	1.8	0.9-3.6	0.086
CV >35%	1.2	0.6-2.4	0.464
HEX < 60%	0.6	0.3-1.1	0.139
T >500	0.8	0.4-1.7	0.754

D=Densidad. CV=Coeficiente de variación. HEX=Hexagonalidad. T=Tamaño.

Figura 1. Distribución de la clasificación de la catarata según LOCS III en porcentajes.

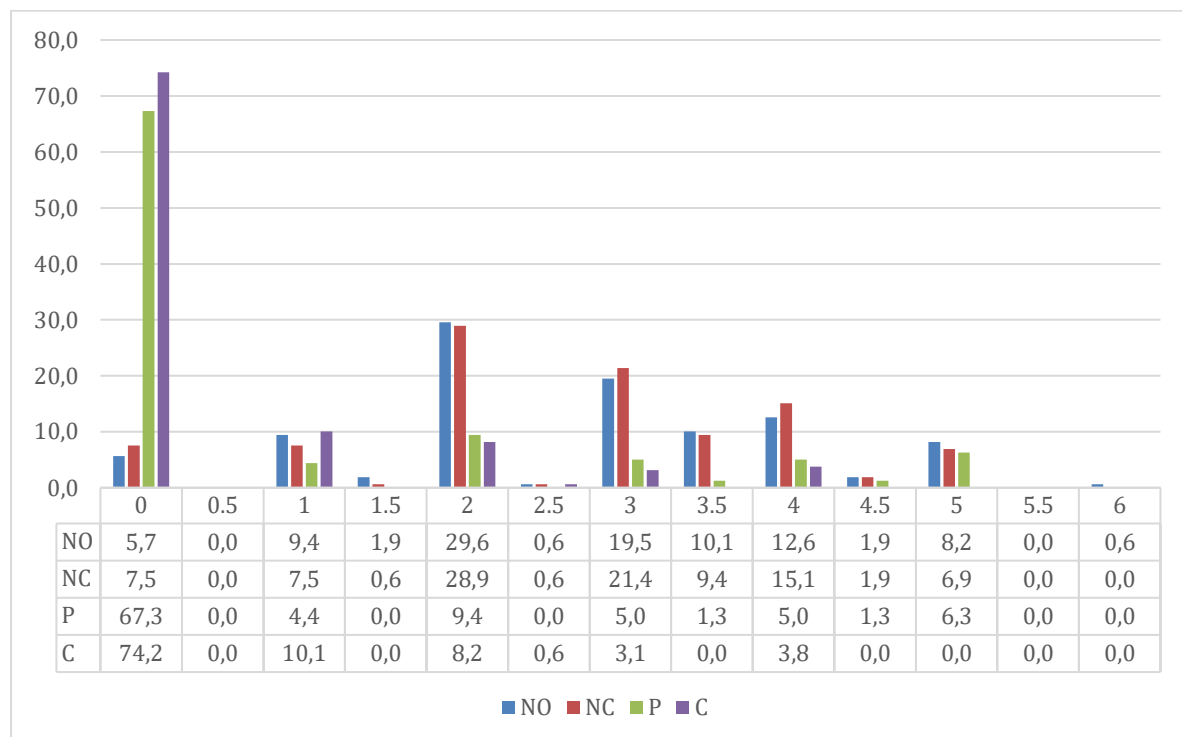


Figura 2. Correlación entre CDE y Clasificación de catarata según LOCS III.

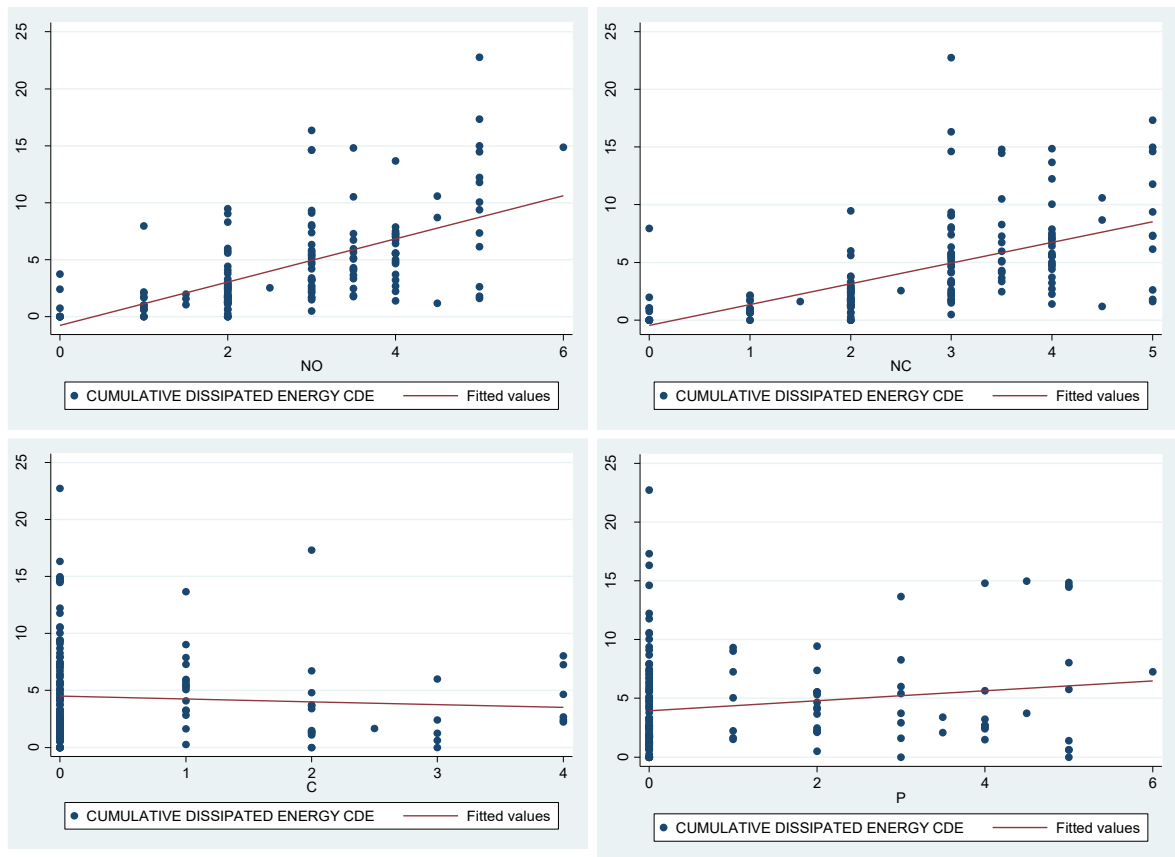
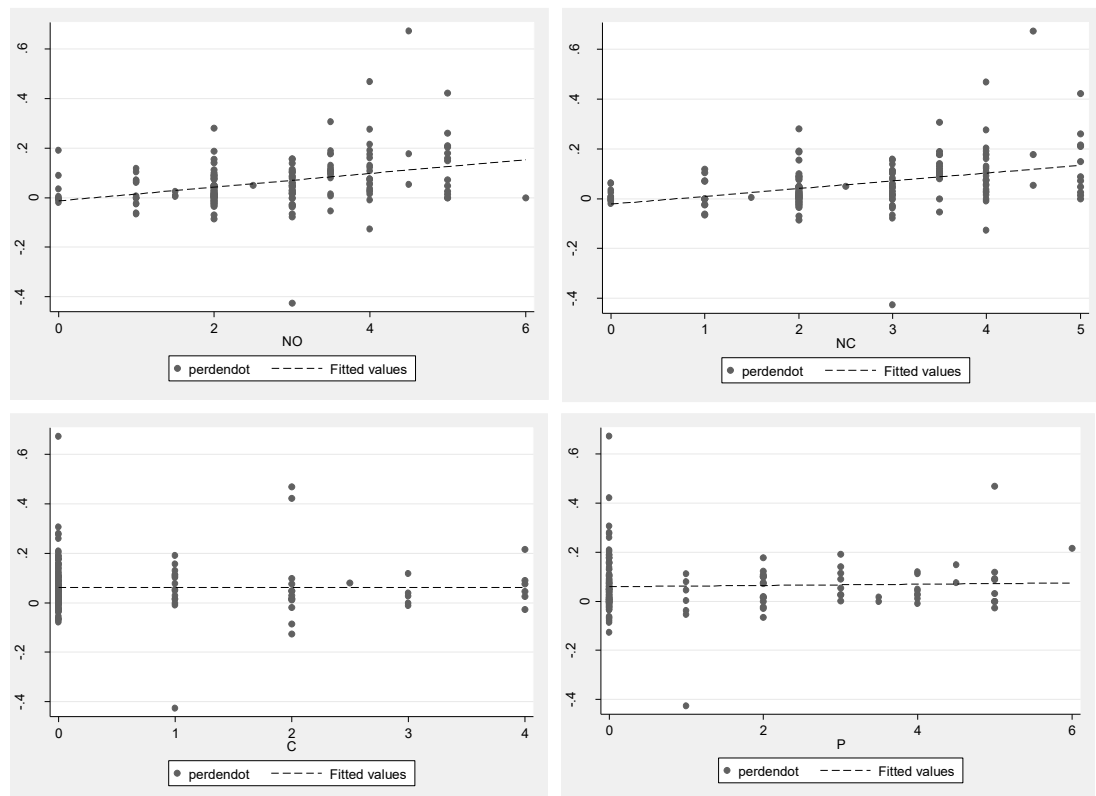


Figura 3. Correlación entre PCE >10% y clasificación de catarata LOCS III.



DISCUSIÓN

La cirugía de catarata es la cirugía más frecuentemente realizada a nivel mundial, de la cual la técnica líder en el momento es la facoemulsificación del cristalino con ultrasonido. Una de las complicaciones más frecuentes en esta cirugía es la pérdida de células endoteliales que secundariamente puede llevar al edema corneal irreversible (queratopatía bullosa pseudofáquica). Se han estudiado múltiples factores de riesgo para la pérdida de células endoteliales, entre los que se encuentran características propias del paciente, y factores intraoperatorios. Dentro de las primeras se encuentran la edad, patologías de base como la diabetes, distrofias endoteliales corneales, cirugía ocular previa, trauma ocular previo, la clasificación de la catarata, la profundidad de la cámara anterior y la longitud axial del globo ocular (23, 26-28, 30, 44,48,49). Dentro de los factores intraoperatorios están la técnica quirúrgica, el tamaño de la incisión, la orientación de los instrumentos, la cantidad de energía ultrasónica usada, los parámetros establecidos en la máquina de facoemulsificación, el uso o no de viscoelásticos, el tipo de lente intraocular, y la presencia de complicaciones intraoperatorias (25,26, 29-47).

En este estudio se evaluó la pérdida de células endoteliales utilizando un solo tipo de técnica quirúrgica (dividir y conquistar) en relación a la clasificación de la catarata y los parámetros usados en el equipo durante la cirugía de facoemulsificación. Se excluyeron pacientes con patologías endoteliales, cirugía ocular previa y trauma ocular previo, además de pacientes con complicaciones intraoperatorias, debido a que estos, tienen mayor riesgo de pérdida de células endoteliales.

Al comparar los datos del recuento endotelial prequirúrgico de nuestro estudio con los datos publicados también en pacientes colombianos por Galvis et al (50), la densidad central está levemente disminuida en el presente estudio (2339.9 células/mm² vs 2770.4 células/mm²), lo cual se podría relacionar con las diferencias en las edades de los dos grupos de pacientes (67.4 años en el presente estudio versus 35.1 años en el estudio previo) (50). Por otra parte, aunque el tamaño celular promedio también se encontró levemente menor en el presente estudio comparado con el otro mencionado (450 μm² vs 365.8 μm²), la hexagonalidad fue muy similar (51% vs 52.1%). En el presente estudio

se reportó un tamaño de células endoteliales de hasta $844 \mu\text{m}^2$ y coeficiente de variación tan alto como 85%, además hexagonalidad baja hasta de 28%. se revisaron estos casos puntuales y no se encontró densidad de células endoteliales $<1000 \text{ cel/mm}^2$ ni presencia de guttas en el registro fotográfico. El coeficiente de variación prequirúrgico mostró una correlación con PCE $>5\%$ (RR4.2, $p=0.048$) la cual fue estadísticamente significativa, no así para PCE $>10\%$ (RR1.3, $p=0.865$) ni PCE $>20\%$ (RR0.1, $p=0.804$). La hexagonalidad preoperatoria aun con límites bajos, presentó una correlación positiva con PCE $>10\%$ y PCE $>20\%$ pero esta no fue estadísticamente significativa. Igualmente, el tamaño células preoperatorio se correlacionó con la pérdida de células endoteliales $>5\%$, $>10\%$ ni $>20\%$, pero esta correlación no fue estadísticamente significativa.

Los parámetros intraoperatorios registrados en el presente estudio son similares a los reportados por algunos investigadores, pero difirieron significativamente de los publicados por otros. Rekas et al (38) reportó valores promedio de CDE con faco torsional de 4.32 y tiempos de aspiración promedio de 1.89 minutos, usando la técnica de phaco-chop. Mahdy et al (29), reportaron CDE promedio, 27.52 valor mucho mayor al reportado por nosotros. El tiempo de aspiración promedio 6.20 minutos, y tiempo total de ultrasonido promedio 11.76 minutos, similar al reportado por nosotros. En cuanto al tiempo de amplitud torsional promedio de 74.42 segundos fue también mucho mayor al reportado por nosotros. Por el contrario, el volumen de solución utilizada fue menor (99.41 cm^3). Las diferencias con el estudio de Mahdy et al, pueden deberse a un mayor porcentaje de cataratas duras, NO 3, NO 4 y NO5, 32.50%, 20% y 17.50% respectivamente, comparativamente con nuestro estudio, en el que estos porcentajes corresponden a 29.6%, 14.5% y 8.2%, para cataratas NO3, NO4 y NO5, respectivamente.

En nuestro estudio se comprobó la correlación entre la clasificación de la catarata LOCS III NO y NC, y el uso de CDE. Otros, también han encontrado asociación entre el CDE y la graduación de la catarata (29, 38, 39, 51).

La pérdida endotelial promedio encontrada por nosotros, 6.1%, está acorde a lo reportado en la literatura mundial, con un rango entre 3.5% y 15.4% a los 3

meses postoperatorio (30-33,44, 51). A pesar de esta pérdida de células endoteliales, únicamente se presentó edema corneal Grado I en 9.52%, Grado II en 1.90% y Grado III en 0.95% de los ojos al tercer día postoperatorio, y ninguno presentó descompensación corneal pseudofáquica. Mahdy et al (29) reportaron un promedio de pérdida de células endoteliales de 386 células/mm², bastante mayor al nuestro que fue de 144.8 células/mm², con percentiles 25, 75 y 50, mucho mayores, 7.18%, 26.78% y 15.44%, respectivamente. Gonen et al (39), publicaron una pérdida endotelial a los 3 meses de 35.4% y 39.1% en catarata duras con técnica de facoemulsificación longitudinal y torsional, respectivamente, igualmente Fakhry et al (51), reportaron pérdida de células endoteliales con cataratas NO 3 y 4 LOCS III, del 6.8 %. Al evaluar por separado el ojo que presentó una densidad celular postoperatoria menor a 1000 células/mm² con un porcentaje de pérdida de células endoteliales 67.1%, este ojo presentó una Síndrome tóxico del segmento anterior en el postoperatorio. Además, de los ojos con recuento endotelial posoperatorio 1000-1500 células/mm², el 70% presentó una pérdida mayor al promedio reportado. Tres de estos pacientes presentaron catarata NO 3.5 o superior.

Nuestros datos demostraron una correlación positiva entre la pérdida de células endoteliales y la clasificación de la catarata NO y NC, el tiempo total de ultrasonido, tiempo de amplitud torsional, CDE, y el tiempo total de aspiración, para todas las categorías de PCE, pero después del análisis multivariado solo la clasificación de catarata NC, el tiempo total de ultrasonido y el CDE fueron estadísticamente significativas. El tiempo total de cirugía, y el uso de fluido estimado no se correlacionaron con la pérdida de células endoteliales en ninguna de las categorías.

La clasificación P y C de la catarata, LA y CA preoperatorias por biometría óptica no se correlacionaron con la pérdida de células endoteliales al analizarlas como variables continuas. Después de categorizar la CA en <2.5 mm y ≥2.5 mm, aunque se pudo observar que la profundidad de cámara anterior <2.5mm presentó un riesgo 2.1 veces mayor de pérdida de células endoteliales >5% (p<0.001), no fue así para PCE>10% o 20%. Igualmente, Hwang et al (52) encontraron mayor pérdida de células endoteliales en ojos

con CA 1.5 - 2.5 mm al compararlos con los de CA 3.5 - 4.5 mm, 6.4% y 4.01%, respectivamente, para cataratas NO3 ($p < 0.05$) y para cataratas NO4 las pérdidas fueron del 12.94% y 9.61%, respectivamente ($p < 0.05$). Por el contrario, Reuschel et al (53), no encontró asociación entre la profundidad de la cámara anterior, el volumen de la cámara anterior, la densidad del cristalino, ni la longitud axial y la pérdida de células endoteliales. Sin embargo, en nuestro estudio solo 9 ojos tenían CA < 2.5 mm, así que se necesitan estudios que incluyan mayor número de ojos con CA pandas para dilucidar si existe una correlación clara con la pérdida de células endoteliales.

Mahdy et al (29), también encontraron una relación positiva entre la pérdida de células endoteliales y el tiempo total de ultrasonido ($p < 0.001$), tiempo de amplitud torsional ($p < 0.001$) y CDE ($p < 0.001$), pero no así para el tiempo total de aspiración ($p = 0.054$). El tiempo total de aspiración fue nuestro parámetro con correlación positiva más débil ($p = 0.001$) y después del análisis multivariado no fue estadísticamente significativo. Es este mismo estudio los autores reportaron una relación entre el uso de fluido estimado y la pérdida de células endoteliales ($p = 0.002$), a diferencia de nuestro estudio (RR 1, $p = 0.148$). Al igual que Lucena et al (54), no encontramos correlación entre el volumen de solución salina balanceada (SSB) usado y la pérdida de células endoteliales.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que los factores asociados a pérdida de células endoteliales en manos expertas son la clasificación de la catarata, el CDE y el tiempo de ultrasonido. En pacientes con un endotelio previamente sano la pérdida de células endoteliales no es clínicamente significativa. En pacientes con endotelio alterado previo a cirugía de catarata se debe tener en cuenta la posibilidad de realizar una cirugía más temprana con una clasificación de LOCS III baja entre NC 1 y NC2 y/o desarrollar técnicas quirúrgicas para la fragmentación del núcleo en las cuales se pueda disminuir el CDE y el tiempo de ultrasonido además de usar soluciones viscoelásticos para proteger el endotelio.

Limitaciones

Se trata de un estudio retrospectivo con un tamaño de muestra pequeño. El dato de recuento endotelial por técnica de microscopia especular tiene una desviación estándar de 10-20%, lo cual disminuye su reproducibilidad, es este estudio el dato del recuento endotelial se basa en una toma única central. No se compararon diferentes técnicas de fragmentación del núcleo del cristalino como stop and chop o faco-chop. Se necesitan estudios con mayor número de pacientes, en los que se controle la reproducibilidad del recuento endotelial realizando al menos 3 tomas centrales y se comparen diferentes técnicas quirúrgicas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pascolini, D., & Mariotti, S. P. (2012). Global estimates of visual impairment: 2010. *The British Journal of Ophthalmology*, 96(5), 614–8. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2011-300539>
2. Chylack, L. T. (1993). The Lens Opacities Classification System III. *Archives of Ophthalmology*, 111(6), 831. <https://doi.org/10.1001/archopht.1993.01090060119035>
3. Campbell, C. (1999). Observations on the optical effects of a cataract. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 25(7), 995–1003. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(99\)00084-X](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(99)00084-X)
4. Spalton, D., & Koch, D. (2000). The constant evolution of cataract surgery. *BMJ*, 321(7272), 1304–1304. <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7272.1304>.
5. Minassian, D. C., Rosen, P., Dart, J. K., Reidy, A., Desai, P., Sidhu, M., ... Wingate, N. (2001). Extracapsular cataract extraction compared with small incision surgery by phacoemulsification: a randomised trial. *The British Journal of Ophthalmology*, 85(7), 822–9. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.7.822>
6. Al Mahmood, A. M., Al-Swailem, S. A., & Behrens, A. Clear corneal incision in cataract surgery. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 21(1), 25–31. <https://doi.org/10.4103/0974-9233.124084>
7. Steinert, R. F. (2010) p 704. *Cataract surgery*. Saunders.
8. Cheng, J.-W., Wei, R.-L., Cai, J.-P., Xi, G.-L., Zhu, H., Li, Y., & Ma, X.-Y. (2007). Efficacy of different intraocular lens materials and optic edge designs in preventing posterior capsular opacification: a meta-analysis. *American Journal of Ophthalmology*, 143(3), 428–436. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.11.045>
9. Zamvar, U., & Dhillon, B. (2005). Postoperative IOP prophylaxis practice following uncomplicated cataract surgery: a UK-wide consultant survey. *BMC Ophthalmology*, 5, 24. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-5-24>
10. Mamalis, N., Edelhauser, H. F., Dawson, D. G., Chew, J., LeBoyer, R. M., & Werner, L. (2006, February). Toxic anterior segment syndrome. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.01.065>

11. Berrocal, A. M., & Davis, J. L. (2002, September). Uveitis following intraocular surgery. *Ophthalmology Clinics of North America*. [https://doi.org/10.1016/S0896-1549\(02\)00032-92-9](https://doi.org/10.1016/S0896-1549(02)00032-92-9)
12. Pueringer, S. L., Hodge, D. O., & Erie, J. C. (2011). RISK OF LATE INTRAOCULAR LENS DISLOCATION AFTER CATARACT SURGERY, 1980–2009: A Population-Based Study. *American Journal of Ophthalmology*, *152*(4), 618–623. <http://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.03.009>
13. Yavas, G. F., Ozturk, F., & Kusbeci, T. (2007). Preoperative topical indomethacin to prevent pseudophakic cystoid macular edema. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, *33*(5), 804–807. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.01.033>
14. Yi, D. H., & Dana, M. R. (2002). Corneal edema after cataract surgery: incidence and etiology. *Seminars in Ophthalmology*, *17*(3–4), 110–114. <https://doi.org/10.1076/soph.17.3.110.14783>
15. Ripandelli, G., Coppé, A. M., Parisi, V., Olzi, D., Scassa, C., Chiaravalloti, A., & Stirpe, M. (2007). Posterior Vitreous Detachment and Retinal Detachment after Cataract Surgery. *Ophthalmology*, *114*(4), 692–697. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.08.045>
16. Barry, P., Seal, D. V., Gettinby, G., Lees, F., Peterson, M., & Revie, C. W. (2006). ESCRS study of prophylaxis of postoperative endophthalmitis after cataract surgery. Preliminary report of principal results from a European multicenter study. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, *32*(3), 407–410. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.02.021>
17. Borasio, E., Mehta, J. S., & Maurino, V. (2006). Surgically induced astigmatism after phacoemulsification in eyes with mild to moderate corneal astigmatism. Temporal versus on-axis clear corneal incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, *32*(4), 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2005.12.104>
18. Viestenz, A., Seitz, B., & Langenbacher, A. (2005). Evaluating the eye's rotational stability during standard photography: Effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses. *Journal of Cataract and*

- Refractive Surgery*, 31(3), 557–561.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.07.019>
19. Krachmer, J. H., Mannis, M. J., & Holland, E. J. (2011). *Cornea*. Mosby/Elsevier.
20. Waring, G. O., Bourne, W. M., Edelhauser, H. F., & Kenyon, K. R. (1982). The Corneal Endothelium. *Ophthalmology*, 89(6), 531–590.
[https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(82\)34746-6](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(82)34746-6)
21. Bourne, W. M. (2003). Biology of the corneal endothelium in health and disease. *Eye (London, England)*, 17(8), 912–8.
<https://doi.org/10.1038/sj.eye.6700559>
22. Wörner, C. H., Olguín, A., Ruíz-García, J. L., & Garzón-Jiménez, N. (2011). Cell Pattern in Adult Human Corneal Endothelium. *PLoS ONE*, 6(5), e19483. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0019483>
23. Yee, R. W., Matsuda, M., Schultz, R. O., & Edelhauser, H. F. (1985). Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. *Current Eye Research*, 4(6), 671–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4028790>
24. Cavanagh, H. D., El-Agha, M. S., Petroll, W. M., & Jester, J. V. (2000). Specular microscopy, confocal microscopy, and ultrasound biomicroscopy: diagnostic tools of the past quarter century. *Cornea*, 19(5), 712–722.
25. Matsuda, M., Suda, T., & Manabe, R. (1984). Serial alterations in endothelial cell shape and pattern after intraocular surgery. *American Journal of Ophthalmology*, 98(3), 313–319.
26. Yang, R., Sha, X., Zeng, M., Tan, Y., Zheng, Y., & Fan, F. (2011). The influence of phacoemulsification on corneal endothelial cells at varying blood glucose levels. *Eye Science*, 26(2), 91–5.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-4432.2011.02.018>
27. Hugod, M., Storr-Paulsen, A., Norregaard, J. C., Nicolini, J., Larsen, A. B., & Thulesen, J. (2011). Corneal endothelial cell changes associated with cataract surgery in patients with type 2 diabetes mellitus. *Cornea*, 30(7), 749–753. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31820142d9>
28. Yamazoe, K., Yamaguchi, T., Hotta, K., Satake, Y., Konomi, K., Den, S., & Shimazaki, J. (2011). Outcomes of cataract surgery in eyes with a low

- corneal endothelial cell density. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 37(12), 2130–2136. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.05.039>
29. Mahdy, M. A. E. S., Eid, M. Z., Mohammed, M. A.-B., Hafez, A., & Bhatia, J. (2012). Relationship between endothelial cell loss and microcoaxial phacoemulsification parameters in noncomplicated cataract surgery. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S29865>
30. Mathys, K. C., Cohen, K. L., & Armstrong, B. D. (2007). Determining factors for corneal endothelial cell loss by using bimanual microincision phacoemulsification and power modulation. *Cornea*, 26(9), 1049–1055. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31813349b3>
31. Vasavada, V., Vasavada, A. R., Vasavada, V. A., Srivastava, S., Gajjar, D. U., & Mehta, S. (2013). Incision integrity and postoperative outcomes after microcoaxial phacoemulsification performed using 2 incision-dependent systems. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 39(4), 563–571. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.11.018>
32. Mencucci, R., Ponchietti, C., Virgili, G., Giansanti, F., & Menchini, U. (2006). Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 32(8), 1351–1354. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.02.070>
33. Storr-Paulsen, A., Norregaard, J. C., Ahmed, S., Storr-Paulsen, T., & Pedersen, T. H. (2008). Endothelial cell damage after cataract surgery: Divide-and-conquer versus phaco-chop technique. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 34(6), 996–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2008.02.013>
34. Zetterström, C., & Laurell, C. G. (1995). Comparison of endothelial cell loss and phacoemulsification energy during endocapsular phacoemulsification surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 21(1), 55–8. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(13\)80480-4](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(13)80480-4)
35. Hayashi, K., Hayashi, H., Nakao, F., & Hayashi, F. (1996). Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 22(8), 1079–84. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8915805>

36. Park, J., Yum, H. R., Kim, M. S., Harrison, A. R., & Kim, E. C. (2013). Comparison of phaco-chop, divide-and-conquer, and stop-and-chop phaco techniques in microincision coaxial cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 39(10), 1463–1469. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.04.033>
37. Ho, J. W., & Afshari, N. A. (2015). Advances in cataract surgery: preserving the corneal endothelium. *Current Opinion in Ophthalmology*, 26(1), 22–27. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000121>
38. Rekas, M., Montés-Micó, R., Krix-Jachym, K., Kluś, A., Stankiewicz, A., & Ferrer-Blasco, T. (2009). Comparison of torsional and longitudinal modes using phacoemulsification parameters. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 35(10), 1719–1724. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.04.047>
39. Gonen, T., Sever, O., Horozoglu, F., Yasar, M., & Keskinbora, K. H. (2012, November). Endothelial cell loss: Biaxial small-incision torsional phacoemulsification versus biaxial small-incision longitudinal phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, pp. 1918–24. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.06.051>
40. Arshinoff, S. A., & Wong, E. (2003). Understanding, retaining, and removing dispersive and pseudodispersive ophthalmic viscosurgical devices. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 29(12), 2318–2323. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2003.09.045>
41. Bissen-Miyajima, H. (2008). Ophthalmic viscosurgical devices. *Current Opinion in Ophthalmology*, 19(1), 50–54. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282f14db0>
42. Bissen-Miyajima, H. (2008). Ophthalmic viscosurgical devices. *Current Opinion in Ophthalmology*, 19(1), 50–54. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282f14db0>
43. Arshinoff, S. A., & Norman, R. (2013). Tri-soft shell technique. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 39(8), 1196–1203. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.06.011>
44. Rosado-Adames, N., & Afshari, N. A. (2012). The changing fate of the corneal endothelium in cataract surgery. *Current Opinion in*

Ophthalmology, 23(1), 3–6.
<https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834e4b5f>

45. Van den Bruel, A., Gailly, J., Devriese, S., Welton, N. J., Shortt, A. J., & Vrijens, F. (2011). The protective effect of ophthalmic viscoelastic devices on endothelial cell loss during cataract surgery: a meta-analysis using mixed treatment comparisons. *The British Journal of Ophthalmology*, 95(1), 5–10. <https://doi.org/10.1136/bjo.2009.158360>
46. Reuschel, A., Bogatsch, H., Barth, T., & Wiedemann, R. (2010). Comparison of endothelial changes and power settings between torsional and longitudinal phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 36(11), 1855–1861. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.06.060>
47. Faramarzi, A., Javadi, M. A., Karimian, F., Jafarinasab, M. R., Baradaran-Rafii, A., Jafari, F., & Yaseri, M. (2011). Corneal endothelial cell loss during phacoemulsification: Bevel-up versus bevel-down phaco tip. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 37(11), 1971–1976. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.05.034>
48. Hwang, H. Bin, Lyu, B., Yim, H. Bin, & Lee, N. Y. (2015). Endothelial Cell Loss after Phacoemulsification according to Different Anterior Chamber Depths. *Journal of Ophthalmology*, 2015, 210716. <https://doi.org/10.1155/2015/210716>
49. Reuschel, A., Bogatsch, H., Oertel, N., & Wiedemann, R. (2015). Influence of anterior chamber depth, anterior chamber volume, axial length, and lens density on postoperative endothelial cell loss. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 253(5), 745–752. <https://doi.org/10.1007/s00417-015-2934-1>
50. Galvis V, Tello A, Delgado J, Gutierrez, A, Rodriguez L. Reproducibilidad de resultados del análisis endotelial del microscopio especular de contacto TOPCON sp-3000. *Revista de la Sociedad Colombiana de Oftalmología*, 44(3),191-290.
51. Fakhry, M. A., & El Shazly, M. I. (2011). Torsional ultrasound mode versus combined torsional and conventional ultrasound mode phacoemulsification for eyes with hard cataract. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 5, 973–978. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S22879>

52. Hwang, H. Bin, Lyu, B., Yim, H. Bin, & Lee, N. Y. (2015). Endothelial Cell Loss after Phacoemulsification according to Different Anterior Chamber Depths. *Journal of Ophthalmology*, 2015, 210716. <https://doi.org/10.1155/2015/210716>
53. Reuschel, A., Bogatsch, H., Oertel, N., & Wiedemann, R. (2015). Influence of anterior chamber depth, anterior chamber volume, axial length, and lens density on postoperative endothelial cell loss. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental* , 253(5), 745–752. <https://doi.org/10.1007/s00417-015-2934-1>
54. Lucena, D. R., Ribeiro, M. S. A., Messias, A., Bicas, H. E. A., Scott, I. U., & Jorge, R. (2011). Comparison of corneal changes after phacoemulsification using BSS Plus versus Lactated Ringer's irrigating solution: a prospective randomised trial. *The British Journal of Ophthalmology*, 95(4), 485–489. <https://doi.org/10.1136/bjo.2009.172502>

