

**Cataract surgery in the patient with endothelial fragility.
Review of the literature and approach for risk assessment**

Cirugía de catarata en el
paciente con fragilidad
endotelial.
Revisión de la literatura y
aproximación para evaluación
del riesgo

Resumen

Propósito: Revisar Los factores de riesgo preoperatorios y quirúrgicos más importantes de daño corneal en pacientes que requieren cirugía de catarata y arrojar una herramienta para estratificar el riesgo y personalizar el abordaje quirúrgico.

Diseño: Revisión de la literatura.

Métodos: Se realizó una revisión de la literatura utilizando los siguientes términos DeCS: “fragilidad endotelial”, “patología corneal” y “riesgo endotelial en cirugía de catarata” en los buscadores PubMed, Scopus,

¹ Juan Guillermo Gaviria C. MD

¹ Juan Pablo Handal MD

¹ Luis J. Escaf MD

¹ Luz M. Melo MD

¹ Juanita Londoño MD

¹ Nohora Gomez MD

¹ Lupe Van Heyl MD

Recibido 05/12/2016

Aceptado 28/12/2016

¹ Departamento de Segmento Anterior
Clínica Oftalmológica del Caribe,
Barranquilla, Colombia.

Correspondencia: Juan Guillermo Gaviria C.
drjuangaviria@gmail.com

SciELO, Cochrane Library y Google Scholar. Además se utilizaron palabras clave como “endotelio corneal”, “Distrofia endotelial de Fuchs”, “Queratopatía bulosa pseudofáquica” y “descompensación corneal”.

Resultados: Un total de 39 artículos de 1978-2017 fueron revisados. Los mayores factores de riesgo de daño endotelial fueron identificados con énfasis en la distrofia endotelial de Fuchs. Con base en parámetros cuantitativos y cualitativos de la función endotelial, la dureza de la catarata y la profundidad de la cámara anterior, se diseñó la Matriz de Evaluación de Riesgo Endotelial para evaluar y asignar un puntaje a cada caso. Dependiendo del puntaje, el cirujano puede elegir entre opciones quirúrgicas como: procedimiento triple, técnicas libres de ultrasonido o facoemulsificación con protección endotelial.

Conclusiones: La intersección entre fragilidad endotelial, dureza de la catarata y trauma endotelial en cirugía determina el riesgo de descompensación corneal. La valoración preoperatoria del riesgo usando la Matriz de Evaluación de Riesgo Endotelial tiene el potencial de ayudar en la selección del paciente y de la técnica quirúrgica.

Abstract

Purpose: To review the most important pre-operative and surgical risk factors for endothelial damage in patients undergoing cataract surgery and to provide a tool for risk stratification and guidelines to customize the surgical approach.

Design: Review of the literature.

Methods: We performed a review of the literature using the following MeSH terms: “endothelial fragility”, “corneal pathology” and “endothelial risk in cataract surgery” in PubMed, Scopus, SciELO, Cochrane Library and Google Scholar. In addition, keywords such as “corneal endothelium”, “Fuchs’ endothelial dystrophy”, “pseudophakic bullous keratopathy” and “corneal decompensation” were used.

Results: A total of 39 articles from 1978-2017 were reviewed. The major systemic, ocular and intraoperative factors causative of endothelial cell damage were identified, emphasizing on Fuchs’ endothelial dystrophy. Based on selected qualitative and quantitative parameters of endothelial function, nuclear cataract density and anterior chamber depth, the Endothelial Risk Assessment Matrix was designed to evaluate each case and assign a particular score. Depending on the score, the surgeon can decide between options such as triple procedure, zero- ultrasound techniques or phacoemulsification with endothelial protection.

Conclusions:

The intersection of endothelial fragility, cataract hardness and intraoperative endothelial trauma determines the risk of corneal decompensation. Preoperative evaluation of endothelial risk by scoring with the Endothelial Risk Assessment Matrix has the potential to aid in patient selection and surgical customization.

1. Introducción

La descompensación corneal es una de las complicaciones más temidas de la cirugía de catarata y puede presentarse con cualquiera de las técnicas quirúrgicas disponibles en la actualidad. Los pacientes presentan edema corneal persistente y disminución de la visión que afecta su calidad de vida. Entre el 1-2% de los ojos operados de facoemulsificación pueden requerir un trasplante de córnea o un trasplante de células endoteliales, pero esta frecuencia puede subir a 14.8% en pacientes con recuento endotelial menor de 1000 cel/mm²¹ y puede llegar a 39% en pacientes con condiciones que debiliten el endotelio corneal como la distrofia endotelial de Fuchs (DEF) en estadios avanzados.²

La incidencia de descompensación de la córnea después de cirugía de catarata es similar a la incidencia de endoftalmitis (0,17%) en estudios de población realizados en países industrializados³ pero es posible que este escenario sea muy diferente en países en desarrollo ya que la dureza de las cataratas durante la facoemulsificación tiene un impacto real sobre el pronóstico corneal.

Se estima que un 5% de los pacientes con catarata presentan alteraciones del endotelio corneal como la DEF u otras causas antes de cirugía, siendo las más frecuentes infecciones corneales que afectan el endotelio, glaucoma de ángulo estrecho, historia de cirugía previa (iridotomía láser, queratoplastia, trabeculectomía, y presencia de implantes valvulares ó lentes intraoculares en cámara anterior).

La coexistencia de DEF y cataratas enfrenta al oftalmólogo con varias preguntas: ¿Cuál es el

procedimiento más adecuado para mi paciente: cirugía de catarata y/o trasplante corneal?, ¿Debo operar ya o esperar? y ¿cómo proteger el endotelio durante cirugía de catarata?.⁴ Por esta razón, la decisión sobre cirugía de catarata en pacientes con distrofia de Fuchs puede ser como estar entre la espada y la pared en casos avanzados porque la pérdida endotelial podría superar el umbral necesario para que se mantenga la función de bomba y producir descompensación corneal.

Considerando las dificultades actuales para proveer tejidos corneales en los países en desarrollo⁵, los riesgos inherentes del trasplante corneal (rechazo o dehiscencia y falla del mismo) y el prolongado tiempo de recuperación, tiene sentido estudiar las alternativas disponibles para evitar al máximo el daño endotelial en pacientes con catarata. Esta revisión busca reconocer las causas sistémicas, oculares e intraoperatorias más importantes de daño endotelial, con énfasis en la Distrofia Endotelial de Fuchs (DEF); ofrecer un método para la evaluación del riesgo de daño endotelial, y discutir las alternativas para la protección del endotelio en casos de fragilidad.

2. Causas de alteración Endotelial

a. CAUSAS SISTÉMICAS

Condiciones sistémicas como la Diabetes mellitus⁶, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)⁷ e Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en diálisis⁸, no solamente presentan disminución de la reserva funcional endotelial sino que predisponen a una mayor pérdida celular con el estrés quirúrgico.

b. CAUSAS OCULARES

Se han identificado como causas de daño endotelial las siguientes:

Enfermedad corneal por virus del herpes u otras causas como sífilis, distrofia endotelial de Fuchs (DEF), uso crónico de lentes de contacto, daño endotelial por cirugía previa (trasplante corneal, trabeculectomía, cirugía de retina en pacientes áfacos), trauma o inflamación (endotelitis), glaucoma por cierre angular especialmente si tienen un ataque agudo, iridotomía láser, catarata avanzada⁹ y pseudoexfoliación.

Dentro de todas ellas, resaltamos la DEF a continuación.

i. Distrofia Endotelial de Fuchs

La distrofia endotelial de Fuchs (DEF) es una enfermedad bilateral de lenta progresión que se caracteriza por la presencia de guttas en la membrana de Descemet. Afecta principalmente a mujeres de edad media y tiene un patrón hereditario autosómico dominante con penetrancia incompleta.¹⁰

A la biomicroscopía se observan guttas que pueden estar aisladas o coalescer. Cuando coalescen el endotelio tiene la apariencia de plata martillada. El examen bajo dilatación con retroiluminación nos permite ver con claridad la extensión del compromiso endotelial. Otros hallazgos son: pigmento endotelial, engrosamiento de la membrana de Descemet, aumento del espesor del estroma, opacidades subepiteliales y edema epitelial con bulas en los casos avanzados.

Krachmer¹¹ ha clasificado la severidad de la distrofia de Fuchs en 6 grados. Su clasificación ha sido modificada en 2012, dándole los calificativos de leve, moderada y avanzada de la siguiente manera:¹²

LEVE:

- Grado 1: menos de 12 guttas no confluentes
- Grado 2: más de 12 guttas no confluentes

MODERADA:

- Grado 3: Guttas confluentes en un área de 1-2mm
- Grado 4: Guttas confluentes en un área de 2-5mm

AVANZADA:

- Grado 5: Guttas confluentes en un área mayor a 5mm **sin** edema epitelial o estromal
- Grado 6: Guttas confluentes en un área mayor a 5mm **con** edema epitelial o estromal.

En la medida que progresa la enfermedad, se produce un aumento del espesor corneal, que no necesariamente se asocia a cambios en el recuento endotelial o la morfología celular.¹³ Los cambios visuales en etapas tempranas de la DEF pueden ser causados por alteración de las aberraciones corneales de alto orden tanto anteriores como posteriores y por un incremento de la retrodispersión (*backscatter*) detectables mediante imágenes Scheimpflug o por microscopía confocal.¹⁴ En estadios moderados o avanzados, la disfunción del endotelio se manifiesta clínicamente con visión borrosa al despertar que mejora en el transcurso del día. En estadios avanzados, la DEF produce edema clínicamente significativo que compromete la visión y genera bulas epiteliales (Queratopatía bulosa).

Cleyenbruegel y colaboradores² realizaron un estudio de 89 pacientes con DEF moderada

y avanzada (recuento endotelial imposible de medir en 72% de los casos) intervenidos mediante facoemulsificación con técnica dividir y conquistar y protección endotelial. De estos pacientes, 35 (39%) requirieron queratoplastia endotelial por descompensación corneal 2 meses después de la cirugía de catarata. Los autores analizaron retrospectivamente 30 parámetros preoperatorios y 5 parámetros intraoperatorios y su capacidad de señalar los pacientes que requerirían trasplante corneal. 19 de los 35 parámetros se asociaban a descompensación corneal. En su orden, los factores predictivos eran: Retrodispersión epitelial medida por microscopía confocal, espesor corneal central (ECC), pliegues en el estroma posterior, AVCC, grado de catarata cortical, edad, tiempo de ultrasonido, visión borrosa matinal, CDE, fibrosis subepitelial, posibilidad de medir el recuento endotelial, opalescencia nuclear, sensibilidad al contraste y guttas periféricas. De todos éstos, solamente los dos primeros fueron significativos. Usando un punto de corte de 1894 SU (Unidades de Dispersión por sus siglas en inglés) o 630 micras para el ECC se logró una especificidad de 94.4% y una sensibilidad de 62.9% para la retrodispersión y del 40% para el ECC.

Paquimetría en DEF:

La paquimetría es uno de los mejores métodos para evaluar el grado de compromiso de la función de bomba endotelial. La recomendación de la Academia Americana de Oftalmología ha sido considerar un espesor corneal mayor de 600 micras como predictivo de descompensación corneal en pacientes con DEF.¹⁵ Un estudio de Seitzman y colaboradores que incluyó 136 pacientes con DEF operados de

catarata, encontró que el 90% de los pacientes con más de 600 micras de espesor corneal no necesitó trasplante dentro del primer año y obtuvo una visión promedio de 20/33. De manera similar, un 83% de los pacientes operados con más de 640 micras de espesor no requirió trasplante y obtuvo una visión promedio de 20/50 (rango 20/20 – 20/200).¹⁶

Los autores de estos estudios concluyen que los valores obtenidos deben ser usados como una guía y que la decisión sobre cirugía de catarata en estos pacientes debe ser personalizada y siempre realizada por un cirujano experto que tome máximas medidas para la protección endotelial.

Microscopía Especular en DEF:

La microscopía especular y la microscopía confocal nos permiten una evaluación detallada de las características del endotelio corneal. Las células del endotelio no se regeneran y su número va disminuyendo con los años. El endotelio normal está compuesto por células homogéneas en tamaño y morfología. Se evalúan tres parámetros: La densidad celular, el coeficiente de variabilidad celular y la hexagonalidad. La densidad celular normal en niños puede ser mayor de 3500 células/mm² y en adultos es de 1500 a 3000 células/mm².

La microscopía especular nos permite determinar el área que ocupa cada célula que se mide, el promedio del tamaño de las células y la variabilidad que hay entre ellas. En una córnea normal, el coeficiente de variabilidad (CV) debe ser menor de 33% y se considera que por encima de 40% la córnea tiene mayor riesgo de descompensación con cirugía intraocular. La palabra **polimegatismo** se refiere a las diferencias en el tamaño de las

células endoteliales y corresponde justamente a un aumento del CV.

La evaluación de la morfología celular también se realiza mediante microscopía especular. Las células endoteliales pierden su hexagonalidad y cambian de forma, así como aumentan su tamaño original cuando tienen que expandirse para cubrir el espacio ocupado por células que se han perdido. Esta diferencia en la forma de las células se denomina **pleomorfismo**. La hexagonalidad debe ser mayor del 50% en córneas normales y debemos tener precaución antes de realizar cirugía intraocular si la hexagonalidad es menor del 50%. La presencia preoperatoria de pleomorfismo y polimegatismo es un predictor de fragilidad corneal y de descompensación corneal.¹⁷

Los pacientes con DEF presentan pequeñas zonas redondas de irregularidad en el endotelio llamadas guttas en las cuales no hay células endoteliales. Las guttas pueden estar dispersas o coalescer. Cuando las guttas coalescen la medición del recuento endotelial se hace muy poco confiable o imposible. Por esta razón, la paquimetría se convierte en una herramienta importante para el seguimiento en el tiempo. La pérdida endotelial fisiológica se estima en 0,5% - 0,6% por año y la pérdida asociada a cirugía está entre el 0 y el 30%. La pérdida anual de células endoteliales en pacientes con DEF es 1.4 veces mayor de la fisiológica, alrededor de 0,82% por año.¹³ Según estudios realizados en Japón, el porcentaje de pérdida endotelial posterior a cirugía de catarata es similar en ojos normales (4.2%) y en pacientes con recuento endotelial bajo (menor de 1000 células/mm² cuando se realiza protección endotelial con técnica en escudo (5.1%).¹⁸

Medición de la retrodispersión del epitelio basal.

La palabra retrodispersión se refiere a la reflexión de ondas, partículas o señales en dirección hacia el lugar de donde provienen. La retrodispersión (*backscatter* en inglés) es un tipo de reflexión difusa debida a la dispersión, opuesta a la reflexión especular que hace un espejo. La retrodispersión está relacionada con la reflexión de los núcleos celulares medidos en condiciones especulares por microscopía confocal *in vivo* (MCIV).

Estudios recientes han evaluado la retrodispersión de diferentes capas de la córnea mediante tomografía Scheimpflug o mediante MCIV. Se han establecido los parámetros de normalidad de la retrodispersión medida por MCIV en pacientes de todas las edades.¹⁹ El mismo grupo ha encontrado una correlación importante entre la retrodispersión medida por MCIV a nivel del epitelio y la posibilidad de que un paciente con DEF requiera trasplante corneal después de cirugía de catarata.² El uso limitado de MCIV en la clínica y los detalles técnicos necesarios para la toma e interpretación hacen que la medición de la retrodispersión aún carezca de utilidad en la práctica diaria del oftalmólogo.

c. CAUSAS INTRAOPERATORIAS DE DAÑO ENDOTELIAL

Dureza de la catarata. (Cantidad Efectiva de Facó (CDE) y cantidad de líquidos)

Según diversos estudios, la pérdida endotelial en ojos normales fluctúa entre el 7% y el 30% después de cirugía de catarata.^{20, 21, 22,23,24} En un estudio de 120 ojos con cataratas de grado 1 a 5 (Clasificación LOCS III) con

una incidencia elevada de cataratas duras (37% Grado 4 y 5), se encontró una pérdida endotelial promedio de $16.68\% \pm 10.62\%$, con un mínimo de 0,48% y un máximo de 47.82%. El estudio señala una correlación entre el porcentaje de pérdida de células endoteliales con el grado de opalescencia de la catarata, y una relación lineal entre la pérdida porcentual de células con otros parámetros como la cantidad de CDE y la cantidad de líquidos utilizados.²⁵

Se puede concluir que el daño endotelial es mucho mayor en cataratas muy duras, en las cuales el CDE y la cantidad de líquidos usados son mayores. Estos son los casos en los cuales el daño endotelial puede afectar el umbral mínimo necesario para mantener la transparencia corneal, especialmente si se trata de un ojo con fragilidad del endotelio.

Fluídica inestable: Las fluctuaciones de la profundidad de cámara anterior dadas por escape de líquido a través de la paracentesis, o por cambios súbitos de la presión relacionados con “surge”, presencia de turbulencia o “chatter”, pueden favorecer el trauma directo al endotelio.

Trauma directo: Los fragmentos de cataratas duras o los instrumentos de cirugía pueden golpear el endotelio durante la cirugía, especialmente en pacientes con cámara anterior estrecha o en pacientes con longitud axial corta. Mantener la punta de faco lejos del endotelio corneal constituye quizás la mejor manera de protegerlo de los efectos del ultrasonido.

Formación de radicales libres: Las oscilaciones del ultrasonido en agua inducen cavitaciones acústicas que llevan a la disociación de vapores de agua en radicales libres hidroxilo

y átomos de hidrógeno.²⁶ Estudios en conejos han confirmado mediante inmunotinción de células endoteliales la presencia de radicales libres producidos por el ultrasonido.²⁷ Mediante estudios histológicos y de inmunohistoquímica se ha confirmado que dichos radicales libres son responsables del daño endotelial asociado al uso de ultrasonido.²⁸

Aumento de presión intraocular. Se ha demostrado que la presión intraocular elevada durante el procedimiento puede afectar negativamente el conteo endotelial.²⁹

Ruptura de Cápsula posterior. La ruptura de la cápsula posterior implica procedimientos adicionales como la vitrectomía anterior, una mayor duración de la cirugía y la posibilidad de que fibras del vítreo queden en contacto con la córnea, generando su daño progresivo.

3. Evaluación del riesgo de descompensación corneal

Para definir la técnica quirúrgica, debemos evaluar el balance entre el daño que puede producir la cirugía de una catarata y el estado preoperatorio del endotelio. Cuanto más dura sea la catarata y cuanto más elevada sea la paquimetría o bajo el recuento, existe mayor riesgo de descompensación corneal.

En un estudio de 50 ojos con bajo recuento endotelial (menor de 1000 células/mm²) sometidos a cirugía de catarata por facoemulsificación o extracción extracapsular, se encontró una pérdida promedio de células endoteliales de 5,1%. El 4% (2 ojos) sufrió descompensación corneal. Es de anotar que

el espesor corneal preoperatorio de estos era mayor de 640 micras.³⁰ En otro estudio similar, la pérdida endotelial fue de 11.5% y el 14.8% de los ojos presentó descompensación corneal. En este estudio el dato de paquimetría no fue registrado.¹

Si la catarata es muy dura y el endotelio es muy frágil, el cirujano puede considerar un procedimiento triple como abordaje inicial. Alternativamente, puede realizar la cirugía de catarata evitando al máximo el daño corneal y definir posteriormente la necesidad de un trasplante endotelial.

Para orientar la evaluación del riesgo de un caso particular, hemos diseñado una matriz que combina el espesor corneal central (ECC), la profundidad de la cámara anterior, el recuento endotelial y la dureza de la catarata. El puntaje de riesgo de un caso particular puede calcularse sumando el puntaje que dan las variables. Tabla 1.

Puntaje de 0 a 5: (Riesgo bajo). Puede hacerse facoemulsificación normal realizando protección endotelial mediante inyección de viscoelástico cada 3- 5 unidades de CDE durante la extracción de cuadrantes.

Puntaje de 6 a 10: (Riesgo moderado): Además de lo anterior, usar técnicas de prefractura libres de ultrasonido como el prechopper de Akahoshi, el láser de Femtosegundo o el Ultrachopper (mecánicamente) para disminuir de forma importante la cantidad de ultrasonido.

Puntaje de 11 a 19: (Riesgo alto) Evitar Ultrasonido: En caso de cataratas muy duras es preferible evitar el uso de ultrasonido al máximo, usando técnicas como la extracción extracapsular, la extracción manual por pequeña incisión, la prefractura combinada

con extracción viscodinámica o la infusión continua de viscoelástico.

Puntaje de 20 o mayor: (Riesgo muy alto)

En estos casos debe realizarse un procedimiento triple o una cirugía de facoemulsificación, aclarando que será necesario hacer trasplante corneal en una fecha posterior.

4. Recomendaciones técnicas en casos de fragilidad endotelial

Los 3 Pilares de la protección endotelial:

a. Usar Cero o Mínimo Ultrasonido

- i Trabajar en plano del iris y con la punta del faco lejos de la córnea. El uso del bisel de la punta de Kelman hacia abajo aumenta la distancia entre el endotelio y el punto donde actúa la energía ultrasónica para proteger la córnea.³¹
- ii. **Aqualase:** El Aqualase es un sistema para hidroemulsificación de la catarata libre de ultrasonido que fue lanzado inicialmente para uso con el sistema Infiniti de la casa Alcon. Este sistema ha sido comparado de manera favorable en cuanto a pérdida endotelial con la facoemulsificación convencional en cataratas de 1 a 4.9 LOCS III (10.9% ± 9.1% vs 22.9% ± 14%).³² Sin embargo, no se han realizado estudios en pacientes con fragilidad endotelial con esta tecnología.
- iii. Cuando se usen técnicas de prefractura con ultrasonido como dividir y conquistar, stop and chop,

- facochop, ultrachop, etc.^{33,34,35}, se recomienda usar parámetros de ahorro de ultrasonido como Burst ó faco pulsado o realizar las maniobras de manera mecánica tanto como sea posible. En cataratas blandas usamos prefractura del núcleo o maceramos la catarata para aspirarla con una pieza de irrigación-aspiración coaxial. Puede reducirse la cantidad de energía ultrasónica usada durante la fractura con el Ultrachopper en cataratas duras.
- iv. Las **técnicas de prefractura sin ultrasonido** (pre-chop, ultrachop - mecánico, o asistido por Femto); así como **técnicas manuales** para la extracción de la catarata como la extracción extracapsular de cristalino o la cirugía de catarata manual por pequeña incisión (MSICS) que son libres de ultrasonido deben ser consideradas en cataratas muy duras (LOCS III 4,5 o superior)⁴. En un estudio aleatorizado intraindividual se encontró una pérdida endotelial 41% menor a los 3 meses en los ojos sometidos a cirugía de catarata asistida por femtosegundo en comparación con los casos convencionales.³⁶
 - v. Describimos una técnica 100% libre de ultrasonido que combina el uso la pre-fractura del núcleo con Ultrachopper de manera mecánica y/o con Femtosegundo y la posterior **extracción viscodinámica** de pequeños fragmentos a través de una incisión esclerocorneal tunelizada de 5 mm en un caso con catarata LOCS III 4.5 con DEF avanzada.
- b. **Mantener una Presión intraocular Baja durante el procedimiento**
 - i. Considerar el uso de manitol 1 hora antes del procedimiento. Lo usamos de manera rutinaria en pacientes con glaucoma o en ojos que tienen una profundidad de cámara anterior menor o igual de 3.0mm.
 - ii. Mantener la botella baja puede disminuir el impacto de fragmentos nucleares sobre la córnea, disminuir la turbulencia, restringir el movimiento de la pieza de faco y mejorar la retención del viscoelástico durante la cirugía.²⁹ La presión intraocular elevada puede tener un impacto negativo sobre el endotelio frágil.
 - c. **Evitar el toque entre los fragmentos y el endotelio**
 - i. Realizar incisiones estancas para evitar que los fragmentos vayan hacia la incisión.
 - ii. Evitar el colapso de cámara anterior (“surge”) bajando la tasa de vacío y la tasa de aspiración. En el caso de que la catarata sea dura, durante las fases finales de la cirugía debe usarse un poder de faco torsional elevado para aumentar el flujo continuo (“*followability*”) y evitar este fenómeno.
 - iii. Viscoprotección con Técnica en Escudo: La protección endotelial con viscoelástico mediante la técnica “*soft shell*” descrita por Arshinoff³⁷ y su aplicación repetida durante la extracción de cuadrantes cada cierto número de unidades (por ejemplo cada 3 o 5) de tiempo efectivo de

ultrasonido (CDE) es la opción más utilizada en la práctica, especialmente en cataratas blandas o moderadas. En un estudio de 54 pacientes con cataratas NO2-NO4 y Distrofia de Fuchs moderada (con paquimetría menor de 600micras y clasificación estadio 3 ó 4) se comparó el uso de hialuronato (Healon®) con el uso de una combinación de viscoelástico dispersivo (Viscoat®) y viscoelástico cohesivo (Provisc®). Este estudio encontró que el espesor corneal central a los 6 meses fue significativamente menor en los ojos que se usó la combinación que en los que se usó solamente Hialuronato. Sin embargo, la cirugía fue segura en casi todos los casos, y sólo uno de los pacientes del estudio sufrió descompensación corneal en el grupo de hialuronato.³⁸ En el futuro próximo estará disponible una bomba de infusión continua de viscoelástico (patente pendiente).

- iv. Mantener una infusión continua para que la cámara anterior esté formada en todo momento. Con respecto a la altura de la botella, el cirujano debe decidir si la prefiere baja (lo cual brinda una PIO baja pero acerca la zona de trabajo a la córnea) o una altura de botella elevada (que permite mayor profundidad de cámara anterior para trabajar más lejos de la córnea pero genera una PIO más elevada). Según el estudio de Schrieffl y cols³⁹, el uso de parámetros altos disminuye el tiempo efectivo de Faco y no afecta la seguridad del procedimiento en

cuanto a agudeza visual y recuento endotelial

Discusión

La intersección entre fragilidad endotelial, dureza de la catarata y trauma operatorio determina el riesgo de queratopatía bulosa pseudofáquica. En este artículo, hemos revisado las causas sistémicas, oculares (con énfasis en la Distrofia Endotelial de Fuchs) y las causas intraoperatorias de daño endotelial. El primer paso para evitar el daño endotelial es el diagnóstico. Realizar un buen examen del endotelio en lámpara de hendidura con pupila dilatada y retroiluminación, así como una evaluación del grado de catarata y exámenes para evaluar la profundidad de cámara anterior, paquimetría y recuento endotelial nos permitirá evaluar el riesgo.

La Matriz de Evaluación de Riesgo Endotelial que presentamos en este artículo genera un puntaje que ayuda al cirujano a determinar la mejor opción de cirugía: En casos de muy alto riesgo, procedimientos triples; en casos de riesgo elevado, técnicas libres de ultrasonido y en casos de riesgo bajo o medio, facoemulsificación convencional con protección del endotelio. En casos de alto riesgo, la cirugía debe ser realizada únicamente por un cirujano experto. Si se realiza facoemulsificación, debe evitarse al máximo el uso de ultrasonido, el trauma sobre el endotelio, la turbulencia en cámara anterior, la presión intraocular elevada y la ruptura de la cápsula posterior (RCP). En caso de RCP está contraindicado el implante de lentes en cámara anterior por las conocidas y devastadoras consecuencias que puede traer sobre la córnea.

La decisión quirúrgica no siempre es fácil y puede variar según la disponibilidad de tejido corneal, la AVCC del paciente y la experiencia del cirujano. Cuando el tejido corneal es escaso, nos encontramos “entre la espada y la pared”: Si no operamos, la visión bajará por la catarata y si operamos, la visión puede bajar por la cirugía, dejando al paciente en una situación peor. Atendiendo al principio hipocrático de *primum non nocere*, nos inclinaremos a operar en dos momentos: muy tempranamente o muy tardíamente: Tempranamente (con AVCC de

20/50 o mejor) si la catarata es aún blanda o, tardíamente (con AVCC de 20/150 o peor) si se trata de una catarata intermedia o avanzada que ha causado un deterioro significativo de la visión, aclarando al paciente el riesgo elevado de trasplante corneal.

El tejido corneal proveniente de bancos de ojos es un recurso limitado y precioso que debemos ayudar a preservar. Confiamos en que esta revisión nos ayude a indicar cirugías combinadas sólo cuando sea necesario y a evitar trasplantes siempre que sea posible.

Tablas

Tabla 1. Matriz de riesgo de daño endotelial en cirugía de catarata.

PUNTAJE	0 (normal)	1 (riesgo bajo)	2 (riesgo medio)	4 (riesgo alto)	8 (Trasplante)
Recuento	>2000	<2000	<1500	<1000	<500
LOCS III	NO 1 y 2	NO 3	NO 4	NO 5	NO 6
Cámara Anterior	Mayor de 4	Mayor de 3,5	Menor de 3,5	Menor de 2,7	Menor de 2,0
Paquimetría	<540	540-575	576-624	625-649	>650
Coficiente de Variabilidad	<33	<40	40 ó más	>45	>50
	>50	>45	45 o menos	<35	<25

Referencias

1. Yamazoe K, Yamaguchi T, Hotta K, Satake Y, Konomi K, Den S, Shimazaki J. Outcomes of cataract surgery in eyes with a low corneal endothelial cell density. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:2130-2136.
2. Cleynenbreugel HV, Remeijer L, Hillenaar T. Cataract surgery in patients with Fuchs' Endothelial Corneal Dystrophy: When to consider a triple procedure. *Ophthalmology* 2014, 121:445-453.
3. Clark A, Morlet N, Ng JQ, Preen DB, Semmens JB. Whole population trends in complications of cataract surgery over 22 years in Western Australia. *Ophthalmology*. 2011 Jun;118(6):1055-61.
4. Kohnen T. Compromised corneal endothelium and cataract: how should we decide? *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(8):1377-1378.
5. Pineda R. Corneal transplantation in the developing world: lessons learned and meeting the challenge. *Cornea* 2015, 34 (Suppl):S35-S40.
6. Shenoy R, Khandekar R, Bialasiewicz A, Al Muniri A. Corneal endothelium in patients with diabetes mellitus: a historical cohort study. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19:369-375
7. Soler N, Romero-Aroca P, Gris O, Camps J, Fernandez-Ballart J. Corneal endothelial changes in patients with chronic obstructive pulmonary disease and corneal vulnerability to cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(2): 313-9.
8. Diaz-Couchoud P, Bordas FD, Garcia JR, Camps EM, Carceller A. Corneal disease in patients with chronic renal insufficiency undergoing hemodialysis. *Cornea*. 2001 Oct;20(7):695-702.
9. Ishikawa A. Risk factors for reduced corneal endothelial cell density before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2002 Nov;28(11):1982-92.
10. Adamis AP, Filatov V, Tripathi BJ, Tripathi RC. Fuchs' endothelial dystrophy of the cornea. *Surv Ophthalmol* 1993;38:149-68.
11. Krachmer JH, Purcell JJ Jr, Young CW, Bucher KD. Corneal endothelial dystrophy. A study of 64 families. *Arch Ophthalmol*. 1978;96:2036-2039.
12. Kopplin LJ, Przepyszny K, Schmotzer B, Rudo K, Babineau DC, Patel SV, Verdier DD, Jurkunas U, Iyengar SK, Lass JH; Fuchs' Endothelial Corneal Dystrophy Genetics Multi-Center Study Group. Relationship of Fuchs endothelial corneal dystrophy severity to central corneal thickness. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(4):433-9.
13. Kim YW, Kim MK, Wee WR. Long-term evaluation of endothelial cell changes in Fuchs Corneal Dystrophy: The influence of phacoemulsification and penetrating keratoplasty. *Korean J Ophthalmol* 2013;27(6):409-415.
14. Wacker K, McLaren JW, Amin SR, Baratz KH, Patel SV. Corneal high-order aberrations and backscatter in fuchs' endothelial corneal dystrophy. *Ophthalmology* 2015;122(8): 1645-52.
15. American Academy of Ophthalmology Anterior Segment Panel. Preferred Practice Pattern Guidelines. Cataract in the adult eye. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2001.
16. Seitzman GD, Gottsh JD, Stark WJ. Cataract Surgery in patients with Fuchs Corneal Dystrophy. Expanding recommendations for cataract surgery without simultaneous keratoplasty. *Ophthalmology* 2005; 112:441-446.
17. Rao GN, Aquavella JV, Goldberg SH, Berk SL. Pseudophakic bullous keratopathy; relationship to preoperative endothelial status. *Ophthalmology* 1984; 91:1135-1140.
18. Hayashi K, Yoshida M, Manabe S, Hirata A. Cataract surgery in eyes with low corneal endothelial cell density. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:1419-1425
19. Hillenaar T, Cals RH, Eilers PH, Wubbels RJ, van Cleynenbreugel H, Remeijer L. Normative database for corneal backscatter analysis by in vivo confocal microscopy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 ;52(10):7274-81.
20. Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg*. 2000;26:727-32.
21. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22:1079-84.
22. Mencucci R, Ponchietti C, Virgil G, Giansanti F, Menchini U. Corneal endothelial damage after cataract surgery: microincision vs. Standard technique. *J Cataract Refract Surg*. 2006; 32(8):1351-1354.
23. Storr-Paulsen A, Norregaard JC, Ahmed S, Storr-Paulsen T, Pedersen TH. Endothelial cell damage after cataract surgery: divide and conquer versus phaco-chop technique. *J Cataract Refract Surg*. 2008; 34(6): 996-1000.
24. Lee KM, Kwon HG, Joo CK. Microcoaxial cataract surgery outcomes: comparison of 1.8mm system and 2.2mm system. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(5):874-880.

25. Soliman Mahdy MAE, Eid MZ, Abdel-Badei M, Hafez A, Bhatia J. Relationship between endothelial cell loss and microcoaxial phacoemulsification parameters in noncomplicated cataract surgery. *Clin Ophthalmol* 2012;6:503-510.
26. Shimmura S, Tsubota K, Oguchi Y, Fukuyama D, Suematsu M, Tsuchiya M. Oxyradical-dependent photoemission induced by a phacoemulsification probe. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992, 33(10): 2904-2907.
27. Cameron MD, Poyer JF, Aust SD. Identification of free radicals produced during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27:463-470
28. Murano N, Ishizaki M, Sato S, Fukuda Y, Takahashi H. Corneal endothelial cell damage by free radicals associated with ultrasound oscillation. *Arch Ophthalmol.* 2008;126(6): 816-21.
29. Suzuki H, Oki K, Shiwa T, Oharazawa H, Takahashi H. Effect of bottle height on the corneal endothelium during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(11):2014-7.
30. Hayashi K, Yoshida MY, Manabe S, Hirata A. Cataract Surgery in eyes with low endothelial cell density. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:1419-1425.
31. Faramarzi A, Javadi MA, Karimian F, Jafarinasab MR, Baradaran-Rafi i A, Jafari F, Yaseri M. Corneal endothelial cell loss during phacoemulsification: bevel-up versus bevel-down phaco tip. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(11):1971-6.
32. Richard J, Hoffart L, Chavanne F, Ridings B, Conrath J. Corneal Endothelial cell loss after cataract extraction by using ultrasound phacoemulsification versus a Fluid-based system. *Cornea* 2008;27: 17-21.
33. Berrospi RD, Tello A, Galvis V. Ultrachopper assisted prechopping for small-incision cataract surgery. *Ophthalmology @ Point of Care* 2017; 1(1): e2-e7
34. Crandall AS. Ultrasonic pre-chopper. Winner - Instruments/ Devices/IOLs. ASCRS Symposium & Congress, San Diego, USA, 2011. Available at: <http://ascrs2011.conferencefilms.com/ata->
35. Park J, Yum H, Kim MS, et al. Comparison of phaco-chop, divide and-conquer, and stop-and-chop phaco techniques in microincision coaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39:1463-1469
36. Conrad-Hengerer I, Al Juburi M, Schultz T, Hengerer FH, Dick B. Corneal endothelial cell loss and corneal thickness in conventional compared with femtosecond laser-assisted cataract surgery: three month follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39:1307-131
37. Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg* 1999; 2:167-73
38. Tarnawska D, Wylegata E. Effectiveness of the soft-shell technique in patients with Fuchs' endothelial dystrophy. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33:1907-1912.
39. Schriefl SM, Stifter E, Menapace R. Impact of low versus high fluidic settings on the efficacy and safety of phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(12):2130-6.