

NOVEDOSO

ULTRAMICS: Microemulsificación por *ultrachop*

ULTRAMICS: Ultrachop microemulsification

Juan Raúl Hernández Silva^I; Yaumary Bauza Fortunato^{II}; Zucell A. Veitía Roviroso^{III}; Marcelino Río Torres^{IV}; Meisy Ramos López^I; Belkys Rodríguez Suárez^{III}

^I Especialista de II Grado en Oftalmología, Asistente. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", La Habana, Cuba.

^{II} Especialista de I Grado en Oftalmología. Instituto Cubano De Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", La Habana, Cuba.

^{III} Especialista de I Grado en Oftalmología, Instructor. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", La Habana, Cuba.

^{IV} Especialista de II Grado en Oftalmología, Profesor Titular. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", La Habana, Cuba.

RESUMEN

La microscopia endotelial constituye uno de los estudios que se realizan para el diagnóstico de enfermedades corneales; permite obtener un pronóstico posoperatorio en la cirugía de catarata. Se realizó un estudio observacional descriptivo-prospectivo, de 84 pacientes atendidos en la consulta de Microcirugía del Hospital Oftalmológico Nacional "Ramón Pando Ferrer" operados de catarata mediante microfacemulsificación por *ultrachop* (ULTRAMICS) en el período comprendido desde noviembre de 2006 hasta febrero de 2007 a los cuales se les había realizado microscopia endotelial antes y después de la cirugía con el objetivo de determinar las alteraciones del endotelio corneal ocasionadas por esta afección. Se analizaron las variables edad, sexo, alteraciones endoteliales, tiempo efectivo de facemulsificación (PET) y agudeza visual. La información se procesó a través de frecuencias absolutas, relativas, media y prueba t de Student. Se encontró que predominó el sexo masculino entre 60 y 87 años; existió pérdida celular proporcional al aumento de la edad y al tiempo efectivo de facemulsificación. Se produjo aumento del polimegatismo en el posoperatorio en relación con la edad y al tiempo efectivo de facemulsificación, y no fue significativa la modificación del pleomorfismo. Se presentaron espacios acelulares posterior a la cirugía que no se modificaron. La presencia de alteraciones endoteliales no influyó en el resultado visual posoperatorio.

Palabras clave: Facemulsificación, ultrachop, microfacemulsificación.

ABSTRACT

Endotelial microscopy is one of the studies that are being conducted for corneal disease diagnosis; it allows postoperative forecast in the cataract surgery. An observational, descriptive and prospective study was made in 84 patients seen at "Pando Ferrer" National Ophthalmology Hospital and operated on from cataract using ultrachop microphacoemulsification (ULTRAMICS) in the period from November 2006 to February 2007. These patients had been performed endothelial microscopy before and after surgery in order to determine corneal endothelium alterations due to this disease. Variables such as sex, age, endothelial problems, effective phacoemulsification time and visual acuity were analyzed. Data was processed by using absolute, relative and mean frequencies and Student t test. It was found that males aged 60-87 years prevailed. Cell loss was proportional to age increase and to effective phacoemulsification times. Polymegatism rose at the postoperative phase associated to age and effective phacoemulsification time, and the change of pleomorphism. After surgery, acellular spaces were observed, which did not change. The presence of endothelial alterations did not influence the postoperative visual results.

Key words: phacoemulsification, ultrachop, microphacoemulsification.

INTRODUCCIÓN

La catarata u opacificación del cristalino, es una afección que produce disminución importante de la agudeza visual y constituye una de las principales causas de ceguera reversible en el mundo se estima que es la causa de la mitad de los casos de ceguera en la población mundial.¹

Son múltiples las causas que pueden producirla; por ejemplo, traumatismos, enfermedades sistémicas, agentes externos (medicamentos, radiaciones, etc.) pero la más frecuente es el envejecimiento.

En la actualidad, se estima que 20 millones de personas están ciegas debido a esa afección.^{2,3} Según datos publicados en el año 2004 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el número de personas en el mundo que están desarrollando catarata está en aumento debido al crecimiento poblacional. La población mayor de 60 años se duplicará durante los próximos 20 años y este aumento resultará en un número mayor de personas con pérdida visual y ceguera debido a catarata que necesitarán servicios de salud ocular.⁴

En nuestro país existe una prevalencia de catarata de 50 % entre los 65 y 74 años, de edad, y del 70 % por encima de los 75 años.⁵

Desde la antigüedad se han empleado numerosos procedimientos quirúrgicos para la extracción de las cataratas, inicialmente se hacía por declinación, que consistía en empujar el núcleo hacia el vítreo, *Charles Kelman* 's inició el desarrollo de la facoemulsificación en 1967, utilizando el ultrasonido para la fragmentación del núcleo y de esta forma facilitar la salida de este a través de una incisión pequeña, lo con cual se mantiene la estabilidad intraocular durante la cirugía.⁶⁻⁸ Posterior a este descubrimiento -que significó un giro rotundo en la cirugía del cristalino- un punto importante en el desarrollo de esta técnica quirúrgica está encaminada a disminuir el tamaño de la incisión que permite solucionar un número importante de problemas, lo que ha motivado el impulso de técnicas quirúrgicas conocidas como la cirugía de la catarata por microincisiones (MICS por sus siglas en inglés): Esta técnica la describió por primera vez en el año 2000 en la reunión de la Academia Americana de Catarata y Cirugía Refractiva, el doctor *Jorge Alió* de España.⁶⁻⁸

El doctor *Luis Escaf* de Colombia a su vez desarrolló el *ultrachopper* con la idea de un cuchillo de ultrasonido que permitiera dividir el núcleo cristalino más fácilmente sobre todo en

cristalinos de alta dureza.⁹

En el Centro de Microcirugía Ocular Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" constantemente se están desarrollando e introduciendo nuevas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la catarata, consecuentemente se desarrolló la integración del *ultrachopper* y el MICS, con el nombre de ULTRAMICS como lo denominara también el doctor. *Luis J. Escaf*.

El *ultrachopper* permite reducir la cantidad de ultrasonido y realizar cortes del núcleo combinando la fuerza mecánica con la energía ultrasónica, mientras es fijado con la pieza de mano, se crean varios fragmentos que luego son emulsificados -esto reduce también el tiempo quirúrgico.^{10,11}

La aplicación de nuevas técnicas supone una probabilidad de alteración de estructuras intraoculares, también, el envejecimiento produce deterioro del endotelio corneal; por eso se debe brindar especial atención al mismo, a fin de lograr que el acto quirúrgico sea lo menos traumático posible.

El endotelio corneal al nacimiento consta de unas 350 000 células,¹² pero estas, presentan una mínima capacidad de regeneración, por lo que con la edad el número de células disminuye;^{13,14} así como sus funciones que son las de actuar como barrera y mantener la hidratación y transparencia corneal.¹²

También la población de células endoteliales se ve afectada después de cirugía, si el número de células que se pierde es muy alto, se puede llegar a una situación de fallo en la función celular o descompensación endotelial, que lleva a un edema irreversible que acabará en queratopatía bullosa, lo cual conllevaría un transplante de córnea.¹³

El mosaico endotelial es examinado por primera vez en 1920 cuando *Vogt* crea el método de reflexión especular.^{14,15} *David Maurice* usó el primer microscopio de retroiluminación en 1968 en un ojo enucleado de conejo -se publicaron entonces las primeras fotografías del endotelio corneal.¹⁵

Uno de los métodos no invasivos que facilita la observación a gran aumento del endotelio corneal *in vivo* y que permite conocer el número, forma y tamaño de la población celular endotelial es la microscopia especular.^{12,16} En el adulto joven la densidad endotelial es de aproximadamente 3 500 células/mm². Por microscopia especular se puede obtener un coeficiente de variación del área celular que en condiciones normales es de 0,25 un incremento en la superficie de la célula se denomina polimegatismo y la hexagonalidad que en condiciones normales es de 0,60 la modificación de esta da lugar a un pleomorfismo.^{17,18} Este examen realizado antes y después de la cirugía de catarata puede ser importante en el diagnóstico y el control evolutivo de alteraciones endoteliales.

Una de las complicaciones posquirúrgicas de la cirugía de la catarata que causa disminución importante de la agudeza visual es el edema corneal. Este puede expresarse clínicamente en el posoperatorio inmediato cuando se han producido complicaciones transoperatorias, o hacerlo muy tardíamente en casos no complicados como consecuencia de la pérdida progresiva de células endoteliales que origina por sí misma la cirugía.¹⁹⁻²¹ También puede ser consecuencia de factores preoperatorios predisponentes como la existencia de patología endotelial previa (disminución del número de células endoteliales, córnea guttata, distrofia de Fuchs), o bien de factores intraoperatorios inherentes a la técnica como el trauma secundario a las soluciones de irrigación, los ultrasonidos, las maniobras de extracción del cristalino o implante de la lente intraocular. Por lo tanto es muy importante el estudio previo del endotelio mediante la microscopia especular.^{20,21}

Las técnicas quirúrgicas son cada vez más seguras, prueba de ello es que ha descendido el número de pacientes que exigen un transplante de córnea por problema de la cirugía de

catarata; de hecho la cifra actual es del 13 % según los registros del Centro de Oftalmología Barraquer, de Barcelona, en tiempos anteriores el porcentaje de complicación llegó a 57 %.²²

Los biomicroscopios endoteliales de que disponemos son de campo amplio, permiten estudiar aproximadamente 100 células en cada imagen. Las imágenes obtenidas son grabadas mediante una cámara fotográfica o de video. Estas imágenes pueden ser analizadas automáticamente, lo facilita el conocer la densidad celular o número de células por mm². Los sistemas de análisis de imagen nos permiten obtener datos fundamentales como son la forma y el tamaño celular.^{23,24}

Aunque es importante conocer el número de células para saber el estado de un endotelio, lo es más, estudiar las variaciones morfológicas, pues conociendo los cambios en la forma hexagonal (pleomorfismo) de las células endoteliales tendremos más datos del estado del endotelio y de su capacidad para resistir a un trauma quirúrgico. La forma hexagonal es la configuración más estable desde los puntos de vista geométrico y termodinámico; su medida se determina calculando la frecuencia de células hexagonales (hexagonalidad).^{23,24}

La homogeneidad en el tamaño celular también hace suponer la buena función del endotelio, por lo cual estudiar sus variaciones en el tamaño (polimegatismo), mediante el coeficiente de variación ayudará a valorarla. Un endotelio con un alto coeficiente de variación es más susceptible al trauma quirúrgico que otro con una uniformidad en el tamaño celular.^{23,24}

Al realizar un estudio endotelial por tanto, no solo debemos evaluar la densidad celular, sino también el coeficiente de variación y la hexagonalidad. De esta manera obtendremos todos los datos para un mejor conocimiento de la función endotelial.²⁵⁻²⁸

En nuestro centro se realiza ULTRAMICS. Con el objetivo de conocer más acerca del tema es necesario que nos planteamos la siguiente interrogante. ¿Reduce el daño endotelial la técnica de *ultrachop* como alternativa quirúrgica de la facoemulsificación? Para saber las posibles modificaciones del endotelio corneal en los pacientes operados mediante esta técnica y debido a la poca información que existe sobre el tema, decidimos realizar este estudio, el cual nos permitió conocer los cambios en el endotelio corneal luego de esta cirugía.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo-prospectivo cuyo universo de estudio estuvo constituido por 84 pacientes (ojos) operados de catarata por la técnica de ULTRAMICS en el Centro de Microcirugía Ocular del Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", en el período comprendido de noviembre de 2006 hasta febrero de 2007, con la finalidad de conocer las alteraciones del endotelio corneal que se hubieran inducido en estos pacientes.

En el estudio se incluyeron todos los pacientes con el diagnóstico de cataratas operadas por esta técnica que no presentaron complicaciones transquirúrgicas y se excluyeron los que las presentaron:

- Catarata traumática.
- Pacientes con diagnóstico de degeneración y/o distrofias corneales severas.
- Pacientes con diagnóstico de leucoma corneal central y extenso.
- Pacientes con diagnóstico de glaucoma con cirugía filtrante previa.
- Pacientes con diagnóstico de enfermedad ocular activa.

- Pacientes con paquimetría mayores 600 μ .
- Pacientes con conteo de células endoteliales preoperatorio menores de 1000 células/mm².

Descripción la técnica quirúrgica de facoemulsificación

Se realiza mediante una incisión en córnea clara por el lado temporal, bisturí de diamante de una hoja de 1,5 mm de ancho, diseñado especialmente para tal efecto (Janach de Italia), se realiza además una incisión accesoria de 1-2 mm de diámetro entre las horas 10 y 11. Se inyecta viscoelástico para conformar la cámara anterior y proteger el endotelio corneal, se realiza *capsulorrexis* con una pinza diseñada para la MICS (Janach de Italia), hidrodisección, e hidrodelaaminación en todos los casos. Posteriormente se realiza fragmentación del núcleo aplicando *chopper* con ultrasonido, diseñados por el doctor *Luis J. Escaf*, por la incisión accesoria, se emulsifica el núcleo fragmentándolo paso a paso dentro del saco capsular ayudado por el *chopper* de irrigación ([fig.](#)) diseñado por el doctor *Juan Raúl Hernández Silva* (Janach de Italia), y finalmente se aspiran los restos corticales mediante el sistema de irrigación aspiración bimanual. La máquina de facoemulsificación utilizada fue de la marca OPTIKON, Modelo Pulsar 2 Minimal Stress que está diseñada con un programa para MICS. Se implanta LIO cámara posterior de una pieza, 620 Rayner, ALCON SA 60 AT, ACRISOF MA 60 AC y N 4-18 B de la NIDEK en todos los casos, y se retira el viscoelástico con el equipo de irrigación-aspiración.

El examen posoperatorio se realizó al mes y a los tres meses de operados e incluyó:

- Microscopia endotelial.
- Agudeza visual sin y con corrección.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se expresaron en forma de frecuencias absolutas, relativas y medias y fueron resumidos en tablas y gráficos confeccionados mediante Microsoft Word y Excel.

Se utilizaron los test estadísticos: Comparación de medias para datos pareados, con un nivel de confiabilidad de un 95 %.

RESULTADOS

Se estudiaron 125 pacientes (ojos) operados de catarata mediante ULTRAMICS de los cuales el 51,2 % perteneció al grupo de edades de 23 a 44 años, el 27,4 % al grupo de 45 a 59 años y el, 21,4 % al grupo de 60 a 87 años de edad.

En la [tabla 1](#) se muestra el promedio de células endoteliales antes y después de la cirugía, el cual disminuyó en el posoperatorio; se perdieron 200 células como promedio con una desviación estándar de ± 359 que representó un 8,5 % de pérdida celular, en los pacientes estudiados.

En la [tabla 2](#) se representa el promedio celular según los diferentes grupos de edades en el preoperatorio y posoperatorio. El grupo de edad entre 60 y 87 años tuvo mayor pérdida celular como promedio que fue de ± 214 células, resultado que puede esperarse si se tiene en cuenta la pérdida celular propia por la edad y por tanto mayor susceptibilidad a esta después del trauma quirúrgico.

La [tabla 3](#) muestra la relación entre el promedio celular en el preoperatorio, los tres meses y el PET utilizado. Los pacientes que recibieron entre 0,31 y 0,46 segundos de PET, en el preoperatorio tuvieron un promedio de 2 342 células, que varió a los tres meses a 2 113 células. Aquellos que antes de la cirugía mostraron un promedio celular de 2 347 células y se les aplicó un PET entre 0,47 y 0,60 segundos manifestaron una modificación a 2 109 células, por lo que se produjo una disminución en el promedio celular en relación al preoperatorio en los pacientes objeto de estudio.

La [tabla 4](#) muestra la relación del polimegatismo preoperatorio y los grupos de edades. En ella se aprecia que el 82,6 % de los pacientes pertenecientes al grupo de edad de 45 a 59 años presentó un polimegatismo leve; en el grupo de 60 a 87 años el polimegatismo leve estuvo representado por el 62,7 % y el polimegatismo moderado por el 30,2 % del total de pacientes estudiados en este grupo de edad.

En las [tablas 5 y 6](#) se muestra la evolución posoperatoria del polimegatismo al mes y los tres meses de la cirugía respectivamente, según los grupos de edades; en las mismas se observa que el 65,2 % de los pacientes del grupo de edades de 45 a 59 años presentó un polimegatismo moderado al mes con disminución a los tres meses a un 52,2 %; se produjo un aumento en el tamaño celular durante el primer mes de evolución posoperatoria y una recuperación a los tres meses. En el grupo de edad de 60 a 87 años, el 41,9 % presentó un polimegatismo moderado y el 9,3 % desarrolló un polimegatismo severo al mes de la cirugía, este último disminuyó a un 4,7 % a los tres meses, una vez que ocurrió la recuperación del proceso inflamatorio propio de la cirugía.

En la [tabla 7](#) se representa la relación entre el pleomorfismo preoperatorio y los grupos de edades. El grupo de edad de 23 a 44 años se presentó pleomorfismo leve en el 77,7 %, en el de 45 a 59 años estuvo representado por el 95,7 % y en el de más de 60 años por el 79,1 %. En el 5,6 % de los pacientes entre 23 y 44 años y en el 4,6 % en el grupo de más de 60 años se presentó pleomorfismo moderado.

En las [tablas 8 y 9](#) se representa la relación entre el pleomorfismo posoperatorio al mes, los tres meses de la cirugía y su relación con los grupos de edades. Al mes de la cirugía el 11,1 % de los pacientes entre 23 y 44 años presentó pleomorfismo moderado, a los tres meses disminuyó a un 5,6 %; mientras que en el grupo de edad de 60 a 87 años el 25,6 % presentó pleomorfismo moderado al mes y se redujo a los tres meses a un 18,6 %, por lo que existió una recuperación en la forma celular.

En la [tabla 10](#) se relaciona la presencia de espacios acelulares con los grupos de edades. La mayoría de los pacientes no los desarrollaron posterior después de la cirugía (100 % de los pacientes en las edades comprendidas entre 23 y 44 años), el 87 % de los pacientes entre 45 y 59 años y el 79,1 % de los pacientes de más de 60 años. Solamente estuvieron presentes en 12 pacientes -el 13 % de ellos en las edades entre 45 y 59 años y el 20,9 % con edades mayores de 60 años.

En la [tabla 11](#) se representa el PET aplicado durante la cirugía y su relación con el polimegatismo; se observó que el 97,4 % del total de pacientes a los que se aplicó un PET de 0,15 a 0,30 segundos presentó polimegatismo leve, el 93 % de los que recibieron entre 0,31 y 0,46 segundos de PET desarrolló polimegatismo moderado y el 80 % de los que recibieron más de 0,47 segundos desarrollaron polimegatismo severo, se comprobó la correlación entre el PET aplicado y el aumento del tamaño celular.

En la [tabla 12](#) se relaciona el pleomorfismo con el PET empleado. Se evidenció que el 89,7 % de los pacientes que recibieron entre 0,15 y 0,30 segundos de PET desarrollaron pleomorfismo leve al igual que los pacientes a los que se les aplicó entre 0,31 y 0,46 segundos, representado por el 87,5 % del total de los pacientes de este grupo; mientras que el 100 % de los pacientes que recibieron más de 0,47 segundos de PET desarrollaron un pleomorfismo moderado.

En la [tabla 13](#) se relaciona el PET con la presencia de espacios acelulares, se observó que el

92,3 %; recibió entre 0,15 y 0,30 segundos y se mantuvo sin espacios acelulares, de igual forma se comportaron los grupos que recibieron entre 0,31 y 0,46 segundos y más de 0,47 segundos representados por el 82,5 % y el 60 % del total de pacientes de cada grupo respectivamente. El 40 % de los que recibieron entre 0,47 y 0,60 segundos desarrollaron espacios acelulares de pequeño tamaño, sin modificación en los mismos durante la evolución posoperatoria.

En la [tabla 14](#) se presenta la relación entre el promedio de agudeza visual sin cristales (AVSC) en el preoperatorio y postoperatorio y la presencia o no de alteraciones endoteliales. Se observó que el promedio de AVSC en el preoperatorio fue de 0,08 tanto en pacientes con presencia de alteraciones endoteliales como los que no las presentaron, por lo que la mala agudeza visual no fue atribuida a lesiones corneales preexistentes sino a las modificaciones en la transparencia del cristalino. De la misma forma se comportó la AVSC posoperatoria en la cual no existió diferencia significativa en relación a la presencia o no de alteraciones endoteliales, que fue de 0,40 y 0,37 respectivamente; se evidenció una mejoría significativa de más de tres líneas en la escala de Snellen.

En la [tabla 15](#) se muestra la relación de la agudeza visual con corrección (AVCC) y la presencia o no de alteraciones endoteliales. Los pacientes sin alteraciones endoteliales, en el preoperatorio mostraron un promedio de agudeza visual con corrección, Best Correction Visual Acuity (BCVA) de 0,23 o sea una visión disminuida por la catarata, después de la cirugía la agudeza visual mejoró a 0,93. En relación a los pacientes con alteraciones endoteliales, en el preoperatorio tuvieron una BCVA de 0,11 como promedio, después de la cirugía fue de 0,90 con una mejoría clínica y estadísticamente significativa, por lo que la presencia de alteraciones endoteliales no influyó en el resultado visual de los pacientes objeto de estudio.

Las alteraciones morfológicas que se produjeron, no fueron significativas; por tanto, no se alteró la fisiología del endotelio corneal, por lo que ningún paciente desarrolló descompensación corneal que requiriese otro proceder quirúrgico. Se logró el objetivo fundamental de la cirugía: mejorar la calidad de vida del paciente.

DISCUSIÓN

La facoemulsificación no es una técnica nueva para la extracción del cristalino, pero han tenido que transcurrir más de 30 años para que adquiriera la importancia que hoy se le concede. El principio de la facoemulsificación moderna es movilizar y luego debilitar y dividir el núcleo dentro del mismo saco capsular. Múltiples son las variedades de la propia técnica que permiten disminuir el tiempo y el poder de facoemulsificación durante la cirugía, ayudadas por instrumentos accesorios que permiten la ruptura mecánica del núcleo y la disminución del riesgo de lesión a nivel de otras estructuras intraoculares.²⁹

La córnea es una estructura transparente formada por cinco capas, de ellas la más profunda, el endotelio, es la más susceptible a sufrir modificaciones tras una cirugía de catarata; el mismo está constituido por una monocapa de células distribuidas uniformemente, con un tamaño homogéneo de 20 μ de diámetro, un espesor de 4-6 μ y una forma predominantemente hexagonal.^{17,18}

La incapacidad del endotelio corneal de regeneración provoca, que las situaciones que producen una alteración persistente del mismo pueden conducir a una descompensación corneal. Por eso es importante conocer el grado de lesión del endotelio corneal durante la cirugía de catarata.³⁰⁻³⁶

Nuestro estudio estuvo dirigido a determinar los resultados del estado corneal, a través de la microscopía endotelial, en los pacientes operados de catarata mediante ULTAMICS.

Existen múltiples factores que se pueden medir para describir los cambios en el endotelio corneal, entre ellos la densidad celular, la variación en el tamaño y forma celular y la presencia de espacios acelulares.

Las situaciones que producen daño endotelial no solo disminuyen la densidad celular sino que provocan alteración del patrón morfológico celular. Así, hoy se considera que las variaciones en el tamaño y la forma celular son indicadores más específicos del daño endotelial que la sola medida de la densidad celular.³⁷⁻³⁹

Según la literatura consultada, *Boyd* plantea que el porcentaje de pérdida celular luego de la cirugía de catarata varía ampliamente de 4-17 % según la experiencia del cirujano y la técnica empleada⁴⁰. El doctor *Hernández Silva* en estudios realizados, plantea que la pérdida celular promedio tras la cirugía de catarata no debe sobrepasar el 10 % aproximadamente, pero llega al 30 % en algunas series.^{20,41,42}; en otras variedades de la técnica de facoemulsificación encontró que el promedio de pérdida celular fue de 18 %, por lo cual los valores están lejos del umbral de descompensación corneal.²⁰ Resultados que se asemejan a los encontrados en nuestro estudio en el que el porcentaje de pérdida celular fue escaso; se mantuvo dentro de los esperados para que no se produzca descompensación corneal.

Nuestros hallazgos se corresponden con estudios realizados por el doctor *Laurent* y otros, que plantean que la densidad celular disminuye con la edad y se estima que está entre 3 500 células/mm² en pacientes menores de 20 años y alrededor de 2 300 células/mm² como promedio después de los 80 años por lo que se admite que el umbral de descompensación endotelial se sitúa por debajo de 500 células/mm² y que por debajo de 1 000 células/mm², la realización de un acto quirúrgico en el segmento anterior podría causar un edema corneal crónico,^{20,41,42} los pacientes de mayor edad fueron los que tuvieron una mayor pérdida celular como promedio pero no estuvo en los niveles del umbral de descompensación corneal.

El daño endotelial por efectos ultrasónicos está ampliamente demostrado, de ahí que toda la tecnología ultrasónica se ha dirigido, en técnicas y equipos automatizados, a disminuir el riesgo de lesión. El daño está directamente relacionado con el tiempo de exposición a este y la vecindad o lejanía del ultrasonido a la capa endotelial; por lo que todas estas nuevas técnicas quirúrgicas tienen como objetivo disminuir el tiempo de facoemulsificación y con esto reducir la pérdida celular.²¹ Nuestros pacientes tuvieron mayor pérdida celular mientras mayor tiempo efectivo de facoemulsificación, se les aplicó, resultado que tiene similitud con estudios realizados por otros autores.

La variabilidad celular es una medida objetiva del polimegatismo, es un número menor que 1 que procede de dividir la desviación estándar de un área celular entre la medida de dicha área y en condiciones normales es de un 0,25; un aumento de este valor implica un incremento en la superficie de las células. En estudios realizados por *Pablo Chiaradía*, este observó que cuanto mayor sea la variación en el tamaño (polimegatismo), mayor es el riesgo de descompensación corneal por la cirugía, sobre todo en pacientes de edad avanzada, donde ocurre una apoptosis celular programada que condiciona la variación morfológica de la célula; aunque la presencia de una adecuada reserva endotelial, que posibilita una recuperación luego de la mejoría del proceso inflamatorio postoperatorio, evita que se produzca una queratopatía pseudofáquica,⁴³ como se evidencia en los resultados de la investigación que se asemejan a los obtenidos en estos estudios.

En el endotelio corneal normal más del 60 % de las células tienen forma hexagonal,³⁷ que puede modificarse por el trauma quirúrgico y está basado en la distribución de las formas celulares (pentagonal, hexagonal y heptagonal).^{12,17,18} En nuestra investigación coincidimos con autores como *Charukamnoetkanok* y otros, que en estudios realizados observaron que la modificación de la hexagonalidad celular, evaluada a través del pleomorfismo, se produce más tardíamente en relación con la variabilidad celular.^{43,44} al conservarse por más tiempo la forma celular normal y recuperarse con mayor rapidez aún después de haber sido sometida a estrés quirúrgicos,⁴⁴ como ocurrió en el pleomorfismo posoperatorio de los pacientes estudiados.

La presencia de espacios acelulares es un signo importante de fallo endotelial, la cirugía de catarata es una de las causas más comunes de edema corneal y además puede influir en la aparición de espacios acelulares sobre todo en edades avanzadas donde el conteo celular suele ser menor, aunque con el uso de nuevas técnicas en las que se realiza la emulsificación del núcleo dentro de la bolsa capsular se produce un menor daño que condicione la aparición de grandes espacios acelulares como consecuencia de la misma.⁴⁴ Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por otros autores pues los espacios acelulares que aparecieron luego de la cirugía no tuvieron variación en relación con su tamaño durante el período de evolución posoperatoria.

La literatura reporta que la utilización de menor tiempo efectivo de facoemulsificación, así como instrumentos accesorios que ayuden a la ruptura del núcleo, facilitan la emulsificación más rápida de este. Esto se evidencia en la recuperación, aunque no hasta los niveles iniciales, de la morfología celular en la capa endotelial con lo cual la salud del endotelio corneal no es afectada.^{20,21,44} De esta manera existe coincidencia entre nuestra investigación y la literatura, pues la mayoría de los pacientes recibieron un tiempo efectivo de facoemulsificación bajo; tuvieron variaciones morfológicas mínimas y no condicionaron alteración endotelial posterior.

El objetivo fundamental de la cirugía de catarata, siempre que no se presenten otras causas de disminución de la visión, es lograr proporcionar una mejoría en la calidad visual en los pacientes.^{20,21,43,44} La literatura reporta que aunque se pueden producir cambios endoteliales en la zona central de la córnea, la región periférica interviene en la repoblación para la zona afectada.^{3,45} En estudios realizados por el doctor *Hernández Silva* se encontró mejoría de la AV de varias líneas en la escala de Snellen,^{2,10,45} lo cual se relaciona con nuestros resultados al obtenerse similar mejoría de la agudeza visual sin corrección en el posoperatorio.

En cuanto a la agudeza visual con corrección, estudios multicéntricos en Alemania recogieron AVCC entre 0,2 y 0,6 que mejoró a 0,6 y 1,0 en su totalidad. Por su parte el doctor *Wehner* encontró AVCC preoperatoria de 0,34 como promedio que mejoró a 0,82 en el posoperatorio y el doctor *Kammann* reportó de 0,35 a 0,45 de AVCC en el preoperatorio que mejoró a 0,85 y 0,9 en el posoperatorio.^{4,15,44,46,47} Esto se relaciona con el mínimo daño endotelial debido a la realización de la facoemulsificación a nivel del saco capsular y no en la cámara anterior, lugar donde sí se ocasionaría mayor daño -lo que no permitiría obtener mejoría considerable de la visión.^{2,5,29,47-54} En nuestra investigación se obtuvo similar mejoría en la AVCC tanto en pacientes que presentaron alteraciones endoteliales como los que no la presentaron, al realizarse la técnica quirúrgica alejada del mosaico endotelial, lo que influyó junto a otros factores en la protección del mismo que finalmente resultó en la mejoría de la visión.

Conclusiones

- Predominaron los pacientes del sexo masculino entre 60 y 87 años.
- Existió un pequeño porcentaje de pérdida celular como promedio en los pacientes operados por ULTRAMICS, lo cual no produjo alteraciones funcionales del endotelio corneal.
- Se evidenció un aumento gradual del polimegatismo en el posoperatorio que se relaciona con la edad y con el tiempo efectivo de facoemulsificación empleado, sin significación clínica.
- No hubo variaciones significativas del pleomorfismo y los espacios acelulares en el posoperatorio.
- La agudeza visual corregida en el posoperatorio mejoró más de cuatro líneas en la escala de Snellen.
- La presencia de alteraciones endoteliales no influyó en el resultado de la agudeza visual final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Merino Guillermo MD. Aspectos quirúrgicos de la catarata. UDA Oftalmología. 2002;8:15-7.
2. Hernández Silva JR, Curbelo L. Resultado de la cirugía de catarata por microincisiones. Rev Cubana de Oftalmol. 2005 [consultado: 15 nov 2006]; 18(1):[aprox. 2 p.]. Disponible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol18105/oft09105.htm>
3. Curbelo CL, Río TM. Integración del *faco chop* en la moderna cirugía de cataratas: técnica de *multichop*. Rev Cubana de Oftalmol. 2006 [consultado: 15 nov.] 2006;19(1):[aprox. 2 p]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol19106/oft_10106.htm
4. Foster A. Visión 2020: el desafío de la catarata. Revista de Salud Ocular Journal. 2001 [consultado: 15 nov. 2006]. Disponible en: http://www.Revistasaludocular.org/journal/01_09.htm
5. Moreno PL, Miranda HT. La discapacidad visual en el municipio Artemisa. Rev Cubana de Oftalmol. 2004 [acceso: 15 nov. 2006];10(2):[aprox. 2 p.]. Disponible en: http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol10_2_04/hab03204.htm
6. Boyd BF. Nuevos adelantos permitirán realizar una facoemulsificación más efectiva. Highlights of Ophthalmology. 2002;30(2):19.
7. Alió JL, Emilia Mulet M. Phacoemulsification in the anterior chamber. J Cataract Refract Surg. 2002;28:67-75.
8. Alió JL. MICS: Micro-incision cataract surgery. Panamá: Highlights of Ophthalmology International; 2004.
9. Luis J, Escaf MD, Virgilio Galvis MD, Alejandro Tello MD. Ultrachopper: a new way to divide the nucleus. Cataract & Refractive Surgery Today. 2007 March/April.
10. Dahan E, Gimbel HV. Step by Step Pediatric Cataract Surgery. New Delhi: Jaypee Brothers; 2005;1:22-7.
11. Billson F. The future of pediatric ophthalmology. Clin Experiment Ophthalmol. 2000;28:334-7.
12. Pandey SK, Werner L, Wilson ME. Capsulorhexis ovaling and capsular bag stretch after rigid and foldable intraocular lens implantation. Experimental study in pediatric human eyes. J Cataract Refract Surg. 2004;30:2183-91.
13. Alemañy MJ. Oftalmología. La Habana: Ciencias Médicas; 2005.
14. Hernández Silva JR, Ballesteros A. Facoemulsificación en casos especiales. Rev Cubana de Oftalmol. 2006;19(1):[acceso:14 nov 2006]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol19_1_06/oft11106.htm
15. Escaf LJ. Ultrachopper: Choper ultrasónico. En: Centurión V. El libro del cristalino de las Américas. Brasil: Livraria Santos; 2007. 44:471-8.
16. Pérez Torregrosa A. Método de análisis endotelial mediante microscopia especular de no contacto y sistema de análisis por la imagen. Valencia. España: Servicio Oftalmología Hospital Universitario "La Fe"; 2002.

17. Sánchez A. Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopatía bulosa pseudofáquica. *Rev Mex Oftalmol.* 2001; 74(6):267-70.
18. Escalona LE, Casas AX. Electrocoagulación de la membrana de Bowman para el tratamiento de la queratopatía bulosa dolorosa. *Rev Cubana Oftalmol.* 2002[acceso: 15 de noviembre de 2006]; 15(1): [aprox. p.]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol15_1_02/oftsu102.htm
19. Dwight H, Patric M. *Clinical Specular Microscopy.* En: Foster C, Dimitri T. *The Cornea. Scientific Fundation and Clinical Practice.* 4th ed. USA: Lippincott William and Wilkins. 2005; 10,2: 199.
20. Abib F. Microscopia especular de córnea. En: Centurion V. *El Libro del cristalino de las Américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007; 15: 141-50.
21. Croxatto JO. Anatomía de la Córnea. En: Chiaradía P. *La Córnea en apuros.* Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2006. 1: 1-8.
22. Miyagawa A, Kobayashi M. Surface ultrastructure of collagen fibrils and their association with proteoglycans in human cornea and sclera by atomic force microscopy cornea. USA. 2001: 651-6.
23. Maurice DM. Cellular Memb. Activity in the corneal endothelium of the intact eye. USA. 1968: 1094-5.
24. Hernández SJR, Padilla GCM. Resultados quirúrgicos de la facoemulsificación por técnica de *prechop.* *Rev Cubana de Oftalmol.* 2006[acceso: 15 de noviembre de 2006]; 19(1): [aprox. 2 p.]. Disponible en: http://www.Nexusediciones.com/np_ao1995_5_3_003.htm
25. Graves E. El edema corneal. Una complicación que puede ser evitada. En: Centurión V. *El Libro del cristalino de las Américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007; 60: 613-617.
26. Oren P. El edema corneal tras cirugía puede exigir trasplante de cornea. Barcelona: *Diario Médico*; 2003.
27. Steinert RF. Corneal edema after cataract surgery. *Cataract Surgery.* Saunders, Philadelphia. USA 1995; 30: 358-363.
28. Lu LW, Arena A. Que hay de nuevo en córnea. Madrid: Hospital Clínico "San Carlos"; 2000.
29. Rodríguez MA, Manzanaro P. Características de las células del endotelio corneal en la ciclitis heterocrómica de fuchs. *Microcirugía Ocular.* 2002; sep(3):
30. Álvarez-Marin J, Hernández Brito A, Pérez Silguero MA. Surgery of small and medium incision. 5 comparative studies. *Oftalmol. Medic.* 2001; 4: 8-10.
31. Lemes Freitas Lincoln, Sánchez di Martino Daniel, Mori Edson. Estudo comparativo de duas técnicas cirúrgicas de extração extra-capsular planejada de catarata com implante de lente intra-ocular: incisão limbar e incisão escleral tunelizada. *Archivos Brasileiros de Oftalmología.* 2002; 68(1): 318-22.
32. Cruañes JCE. Facoemulsificación del cristalino y pérdida de células endoteliales. *Revista de las Ciencias Médicas. Cirugía Ocular.* 2004 [15 de nov. 2006]. Disponible en: <http://www.cibernetia.com/tesises/CIENCIASMEDICAS/CIRUGIA/CIRUGIAOCULAR/5>
33. Hernández JR, Curbelo CL. Resultados de la técnica de Cho-Choo-Chop and Flip en la cirugía de catarata por facoemulsificación. *Rev Cubana de Oftalmol.* 2005 [acceso: 15 nov 2006]; 18 (1): [aprox. 2 p.]. Disponible en: <http://bvs.sld.cu/revistas /oft / vol18 1 05/oft05105.htm>

34. Waring GO, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium. Normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology*. 2002;89:531-90.
35. Mimouni F, Colin J, Koffi V, Bonnet P. Damage to the corneal endothelium from anterior chamber intraocular lenses in phakic myopic eyes. *Refract. Corneal Surg*. 2001;7:277-81.
36. Foster SC, Aza D, Dolhman C. *The Cornea*. Smolin and Thoft. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.1:97.
37. Frances Muñoz E, López Sánchez E, Martínez Costa R. Queratopatía bullosa. Valencia. España: Hospital Universitario "La Fe". 2005;13(3):150-9.
38. Coli AF, Price FW, Whitson WE. Intraocular lens exchange for anterior chamber intraocular lens-induced corneal endothelial damage. *Arch. Ophthalmology*. 2003;100:384-93.
39. Matsuda M, Suda T, Manabe R. Serial alterations in endothelial cell shape and pattern intraocular surgery. *Am. J. Ophthalmol*. 2003;98:313-9.
40. Schultz RO, Glasser DB, Matsuda M. Response of the corneal endothelium to cataract surgery. *Arch. Ophthalmol*. 2001;104:1164-9.
41. Glasser DB, Matsuda M, Gager WE, Edelhauser HF. Corneal endothelial morphology after anterior chamber lens implantation. *Arch. Ophthalmol*. 2001;103:1347-49.
42. Mishima S. Clinical investigations on the corneal endothelium. XXXVIII Edward Jackson Memorial Lecture. *Am. J. Ophthalmol*. 2002;93:1-35.
43. Shaw EL, Rao GN, Arthur EJ, Aquavella JV. The function reserve of corneal endothelium. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol*. 2001;85:640-5.
44. Boyd S. Nuevas técnicas en cirugía de catarata. Vol. 1. Panamá: Highlights Of Ophthalmology. 2005;14:163-4.
45. Laroche L, Dan A. *Cirugía de la catarata*. España: Masson; 2000.
46. Boyd B. *El Arte y la ciencia en la cirugía de la catarata*. Panamá: Highlights of Ophthalmology; 2001.
47. Chiaradía P. *La Córnea en apuros*. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2006.
48. Charukamnoetkanok P. Physical Injuries of the Cornea. En: Foster CS. *The Cornea*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005;44:797-808.
49. Hernández SJR, Padilla CM. Resultados de la facoemulsificación en 4 años de experiencia. *Rev Cubana de Oftalmol*. 2004 [acceso: 14 nov. 2006];17(2): [aprox. 2 p.]. Disponible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol17204/oft09204.htm>
50. Hernández JR, Curbelo CL. Resultados de la técnica de Karate prechop en la cirugía de catarata por facoemulsificación. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" 2002-2004. *Rev Cubana de Oftalmol*. 2006 [acceso: 15 nov. 2006];19(1): [aprox. 2 p.]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol19_1_06/oft12106.htm
51. Sobottka Ventura AC. Corneal Thickness and Endothelial Density before and after cataract surgery. *Br Ophthalmol*. 2001;85:18-20.
52. Singh R, Vasavada AR. Phacoemulsification of brunescant and black cataracts. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:1762-69.

53. Yih P. Corneal Endothelial Dystrophies. En: Foster C, Dimitri T. The Cornea. Scientific Foundation and Clinical Practice. 4th. ed. Philadelphia: Lippincott William and Wilkins; 2005; 47: 849.
54. Alió JL. MICS: Micro-Incision Cataract Surgery. Panamá: Highlights of Ophthalmology International; 2004.
55. OMS. Vision 2020. The Right to Sight. Ginebra; 2001.
56. Masket S. Correlation of visual outcomes with equivalent phacoemulsification times. Symposium on cataract, IOL and refractive surgery. San Diego: CA. USA; 2001.
57. Boyd BF. Nuevos adelantos permitirán realizar una facoemulsificación más efectiva. Highlights of Ophthalmology. 2002; 30(2): 19.
58. Buratto L. Phacoemulsification. Principles and Techniques. 2nd. ed. Italia: Slack; 2003.

Recibido: 10 de agosto de 2007.

Aprobado: 10 de octubre de 2007.

Dr. *Juan Raúl Hernández Silva*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: jrhs@infomed.sld.cu