

## Estudio comparativo de la pérdida celular endotelial entre las técnicas de facoemulsificación por ultrachop y prechop

### Comparative study of the endothelial cell loss between the ultrachop and the prechop phacoemulsification techniques

Zucell Ana Veitía Rovirosa<sup>I</sup>; Yaumary Bauza Fortunato<sup>II</sup>; Juan Raúl Hernández Silva<sup>III</sup>; Meisy Ramos López<sup>IV</sup>; Luís Curbelo Cunill<sup>IV</sup>; Iván López Hernández<sup>I</sup>

<sup>I</sup>Especialista de II Grado en Oftalmología. Profesor Auxiliar. Investigador Agregado. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

<sup>II</sup>Especialista de I Grado en Oftalmología. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Hospital General Docente "Ernesto Guevara de la Serna". Las Tunas, Cuba.

<sup>III</sup>Doctor en Ciencias Médicas. Especialista de II Grado en Oftalmología. Profesor Titular. Investigador Auxiliar. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

<sup>IV</sup>Especialista de II Grado en Oftalmología. Profesor Asistente. Investigador Auxiliar. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

**OBJETIVO:** Comparar la pérdida celular endotelial en los pacientes operados de catarata mediante facoemulsificación por ultrachop y prechop.

**MÉTODOS:** Se realizó un estudio observacional descriptivo prospectivo de 120 pacientes (ojos) atendidos en el Centro de Microcirugía Ocular del Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" operados de catarata mediante facoemulsificación por ultrachop y prechop en el período comprendido de noviembre 2006 a julio 2008 a los que se les realizó microscopia endotelial antes y después de la cirugía con el objetivo de determinar las alteraciones del endotelio corneal ocasionadas por ella. Se analizaron las variables edad, alteraciones endoteliales, tiempo efectivo de facoemulsificación y agudeza visual. La información se procesó a través de frecuencias absolutas, relativas, media y prueba T de Student.

**RESULTADOS:** Se encontró que predominaron los pacientes entre 60 y 87 años; existió pérdida celular proporcional al aumento de la edad y al tiempo efectivo de facoemulsificación. Se produjo aumento del polimegatismo en relación con el tiempo

efectivo de facoemulsificación en el grupo operado mediante ultrachop y no fue significativa la modificación del pleomorfismo en ambos grupos. La agudeza visual con corrección mejoró en más de cuatro líneas en la escala de Snellen equivalente a 25 VAR en la escala de Logmar. La presencia de alteraciones endoteliales no influyó en el resultado visual posoperatorio.

**CONCLUSIONES:** Este estudio permite al cirujano del segmento anterior establecer un pronóstico antes de efectuar la cirugía, por lo que su realización en el preoperatorio constituye un pilar fundamental antes de su ejecución.

**Palabras clave:** Facoemulsificación, ultrachop, prechop, endotelio corneal.

---

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To compare the endothelial cell loss in patients operated on from cataracts through ultrachop and prechop phacoemulsification.

**METHOD:** A prospective observational study of 120 patients (eyes) treated at the Ocular Microsurgery Center in «Ramón Pando Ferrer» Cuban Institute of Ophthalmology and operated on from cataract through prechop and ultrachop phacoemulsification techniques in the period from November 2006 to July 2008. They were performed endothelial microscopy before and after surgery in order to determine the corneal endothelial disorders caused by it. Variables such as age, endothelial problems, effective phacoemulsification time (PET) and visual acuity were analyzed. The Information was processed through absolute, relative, mean frequencies and Student's T test

**RESULTS:** The patients aged 60 - 87 years predominated, the cell loss was proportional to increased age and the PET. Polymegatism increased in relation to PET in the group operated on by the ultrachop whereas the change of pleomorphism in both groups was not significant. Corrected visual acuity improved by more than four lines on the Snellen's chart, which is equivalent to 25 VAR in the Logmar scale. The endothelial alterations did not influence the postoperative visual outcome.

**CONCLUSIONS:** This study allows the surgeon operating the anterior segment to set prognosis prior to the surgery, and this is an important pillar before the surgical procedure.

**Key words:** Phacoemulsification, ultrachop, prechop, corneal endothelium.

---

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad en la cirugía de catarata se han empleado numerosos procedimientos quirúrgicos, inicialmente se hacía por declinación, que consistía en empujar el núcleo hacia el vítreo, pero con el decursar de los años ya en 1967 *Charles Kelman* inició el desarrollo de nuevas técnicas (facoemulsificación), con la utilización del ultrasonido que ha facilitado la fragmentación del núcleo y de esta forma la salida de este a través de una incisión pequeña, con lo cual se mantiene la estabilidad intraocular durante la cirugía.<sup>1-3</sup>

---

En los últimos años la facoemulsificación ha recorrido un largo camino debido a la aplicación de nuevas tecnologías en la búsqueda de una cirugía mínimamente invasiva y de pequeña incisión, lo cual se está alcanzando a través del perfeccionamiento de la técnica con implantación de la lente intraocular endosacular.<sup>4-7</sup>

Posterior a este descubrimiento -que significó una revolución en la cirugía del cristalino- un punto importante en el desarrollo de esta técnica quirúrgica es que está encaminada a disminuir el tamaño de la incisión que permite solucionar un número importante de problemas.<sup>1-3</sup>

En la actualidad, se estima que 20 millones de personas están ciegas debido a catarata<sup>2,3</sup> y según datos publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2004, el número de personas en el mundo que están desarrollando esta patología está en aumento debido al envejecimiento de la población del planeta. Las personas mayores de 60 años se duplicarán durante los próximos 20 años y este aumento redundará en un número mayor de personas con pérdida visual y ceguera debido a esta afección, razón por la cual se necesitarán aún más los servicios de salud ocular.<sup>7</sup>

En Cuba la prevalencia de ceguera por edad aumenta desde 2,6 % con 50 años y 15,2 % con 80 y más años.<sup>8-12</sup>

Múltiples son las técnicas quirúrgicas que se han descrito hasta el momento. El prechop es un procedimiento fácil y rápido, que disminuye el tiempo de ultrasonido a menos de la mitad, si se compara con otros métodos convencionales. Es una técnica de fractura del núcleo que está diseñada para usar con viscoelástico previo a la facoemulsificación; el cirujano puede dividir el núcleo sin esculpirlo, lo cual facilita significativamente la facoemulsificación.<sup>4,5</sup> Esta técnica es usada para tratamiento de núcleos cuya dureza oscile entre dos y tres cruces (++ y +++) con zónulas intactas a nivel del cuerpo ciliar.<sup>13</sup> Otra técnica frecuentemente utilizada es la de ultrachop en la cual se utiliza el ultrachopper (diseñado por el doctor *Luis Escaff* de Colombia), desarrollado con la idea de un cuchillo de ultrasonido que permitiera dividir el núcleo cristalino más fácilmente sobre todo en núcleos de alta dureza.<sup>14</sup>

El *ultrachopper* permite disminuir 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.<sup>9,15,16</sup>

La aplicación de nuevas técnicas predice cierta probabilidad de alteración de estructuras intraoculares, por lo que se debe brindar especial atención a ellas, a fin de lograr que el acto quirúrgico sea lo menos traumático posible, sobre todo para el endotelio corneal que es una de las estructuras que más suele sufrir durante el acto quirúrgico.<sup>9</sup>

El mosaico endotelial fue examinado por primera vez por *Vogt* en 1920 cuando creó el método de reflexión especular y *David Maurice* usó el primer microscopio de retroiluminación en 1968; fue entonces cuando se publicaron las primeras fotografías del endotelio corneal.<sup>18</sup>

Uno de los métodos no invasivos que permite la observación del endotelio corneal *in vivo* y que proporciona el número, forma y tamaño de la población celular endotelial es la microscopia especular.<sup>17,18</sup> En el adulto joven la densidad endotelial es de aproximadamente 3 500 células/mm<sup>2</sup>, a través de este se puede obtener un coeficiente de variación del área celular que en condiciones normales es de 0,25, al incrementarse da lugar a un polimegatismo y la hexagonalidad que normalmente es

de 0,60 pero su modificación puede provocar la aparición de un pleomorfismo.<sup>19,20</sup> Este examen realizado antes de la cirugía y después de ella puede ser importante en el diagnóstico y control evolutivo de alteraciones endoteliales.

Después de la cirugía de catarata pueden aparecer complicaciones que causen disminución de la agudeza visual, como por ejemplo, el edema corneal. Este puede expresarse clínicamente en el posoperatorio inmediato cuando se han producido complicaciones transoperatorias, o aparecer más tardíamente en casos no complicados como consecuencia de la pérdida progresiva de células endoteliales, originada por la propia cirugía.<sup>21,22</sup> Aunque en la actualidad las técnicas quirúrgicas son cada vez más seguras, y prueba de ello es que ha descendido el número de pacientes que requieren un trasplante de córnea poscirugía de catarata; ya que la cifra actual es del 13 % según los registros del Centro de Oftalmología Barraquer, de Barcelona, es importante mantenerse alertas para continuar disminuyendo estos registros con la finalidad de ofrecerle al paciente una mejor calidad de vida luego de la intervención quirúrgica.<sup>23</sup>

Los biomicroscopios endoteliales de que disponemos permiten conocer el número de células y estudiar las variaciones morfológicas lo que posibilita obtener más información del estado del endotelio y de su capacidad para resistir a un trauma quirúrgico.<sup>13,24</sup> 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.<sup>9,25-28</sup>

En el centro de microcirugía ocular del Instituto Cubano de Oftalmología constantemente se están desarrollando diversas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la catarata entre ellas la facoemulsificación por prechop y mediante ultrachop o ultramics como también la denominara el doctor *Luis Escaff*.<sup>9</sup> Con el objetivo de comparar las modificaciones del endotelio corneal después de la cirugía de catarata mediante estas técnicas quirúrgicas se decidió realizar este estudio, el cual permitió conocer los cambios en el endotelio después de efectuada la operación.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo prospectivo cuyo universo estuvo constituido por 120 pacientes (ojos) operados de catarata mediante facoemulsificación, 60 por ultrachop y los restantes 60 por la variante de prechop en el Centro de Microcirugía Ocular del Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" en el periodo comprendido de noviembre de 2006 hasta julio de 2008 con la finalidad de conocer las modificaciones del endotelio corneal que se pudieron inducir a estos pacientes.

Los pacientes que fueron incluidos en el estudio se agruparon en dos grupos de 60 ojos cada uno a los que se les realizó la técnica de facoemulsificación por ultrachop y por prechop.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con el diagnóstico de catarata, operados mediante facoemulsificación por ultrachop y prechop que no presentaron complicaciones transquirúrgicas. Los criterios de exclusión fueron: pacientes con trastornos mentales y retraso mental, catarata traumática, degeneración y/o distrofias corneales severas, leucoma corneal central y extenso, glaucoma con cirugía filtrante previa, enfermedad ocular activa, paquimetría mayores 600 y con conteo de células endoteliales preoperatorio menores de 1 000 células/mm<sup>2</sup>. El examen

---

posoperatorio incluyó microscopia endotelial y mejor agudeza visual sin corrección y con ella.

La facoemulsificación por ultrachop consistió en una incisión en zona temporal de córnea clara con tunelización corneal autosellante 1,8 mm con bisturí de diamante, se realiza incisión auxiliar de 1,5mm a 90° de la principal, se aplica anestesia intracameral y viscoelástico para conformar la cámara anterior y proteger el endotelio corneal, se realiza capsulorresis circular continua con pinza Utrata 5,5 o 6 mm, hidrodisección e hidrod laminación, se fragmenta el núcleo con la utilización de chopper con ultrasonido diseñado por Scaff, emulsificación del núcleo el que se fragmenta paso a paso dentro del saco capsular, finalmente se aspiran los restos corticales mediante el sistema de irrigación aspiración bimanual y se coloca el lente intraocular.

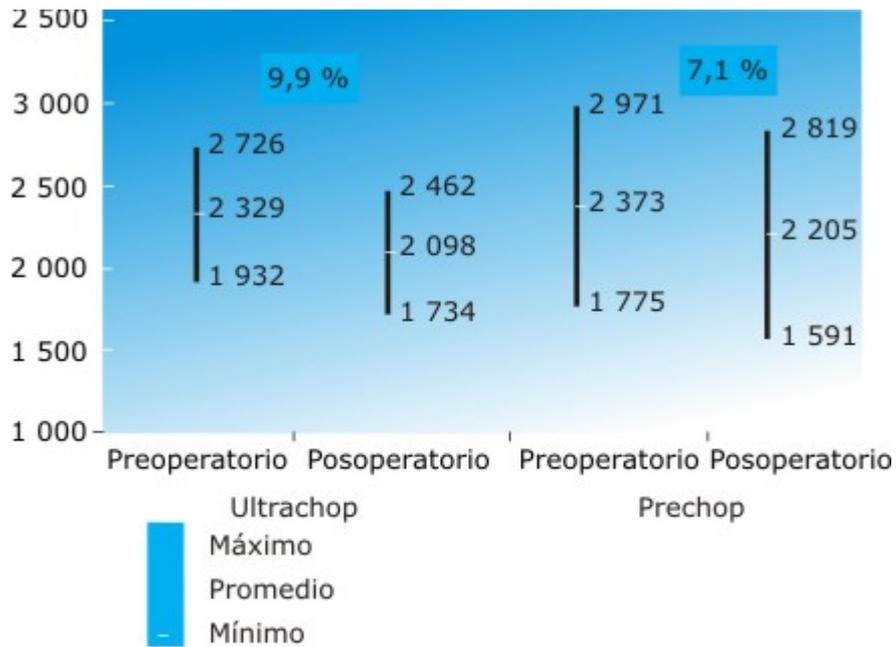
La facoemulsificación por prechop constituyó una incisión de 2,8 mm o 3,2 con bisturí trapezoidal de 2,6 a 3,2 mm en zona temporal de córnea clara con tunelización corneal autosellante, se realiza incisión auxiliar de 1,5 mm a 90° de la principal, se aplica anestesia intracameral y viscoelástico para conformar la cámara anterior y proteger el endotelio corneal, se realiza capsulorresis circular continua con pinza de Utrata 5,5 o 6 mm, hidrodisección, se fragmenta el núcleo en cuatro cuadrantes auxiliado de dos chopper con el filo hacia abajo, se emulsifican dentro del saco capsular previamente ajustados los parámetros facodinámicos, finalmente se aspiran los restos corticales mediante el sistema de irrigación aspiración bimanual y se coloca el lente intraocular en el saco capsular.

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

## RESULTADOS

El grupo de edad que predominó fue el de mayores de 60 años representado por el 51,6 % de los casos operados mediante facoemulsificación por ultrachop y el 83,3 % de los operados por prechop, respectivamente.

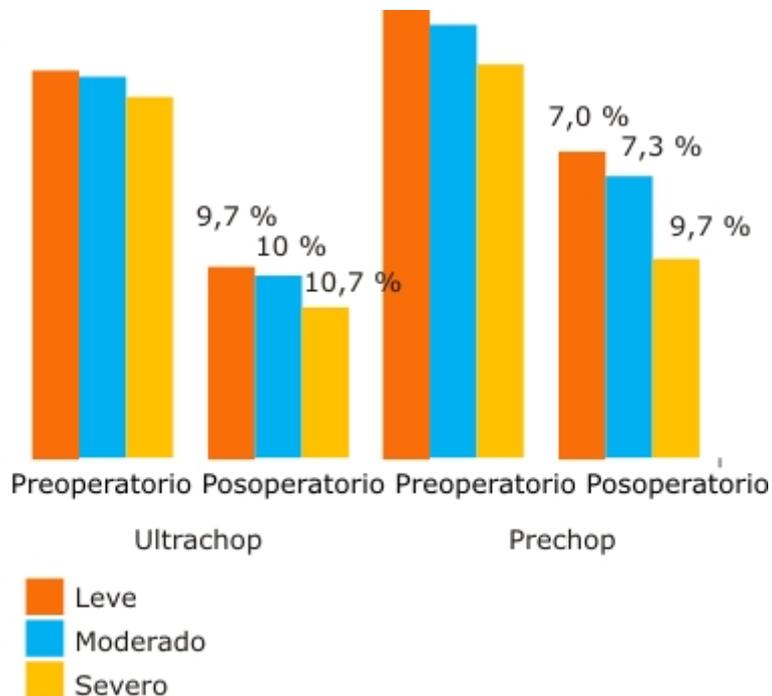
En la figura 1 se muestra el comportamiento de la densidad celular antes de la cirugía y después de ella, en ambos grupos de estudio, la cual disminuyó en el posoperatorio, se perdieron 231 células/mm<sup>2</sup> como promedio que representó el 9,9 % de pérdida celular en los ojos operados mediante facoemulsificación por ultrachop y 168 células/mm<sup>2</sup> que representó un 7,1 % de pérdida celular en los ojos operados mediante facoemulsificación por prechop.



Fuente: Base de datos CMO

**Fig. 1.** Promedio celular preoperatorio y posoperatorio.

En relación con los diferentes grupos de edades y el promedio celular preoperatorio y posoperatorio (fig. 2) perdieron mayor cantidad de células como promedio los pacientes entre 60 y 87 años representado por el 10,7 % y el 9,7 % de los casos operados por ultrachop y prechop, respectivamente.

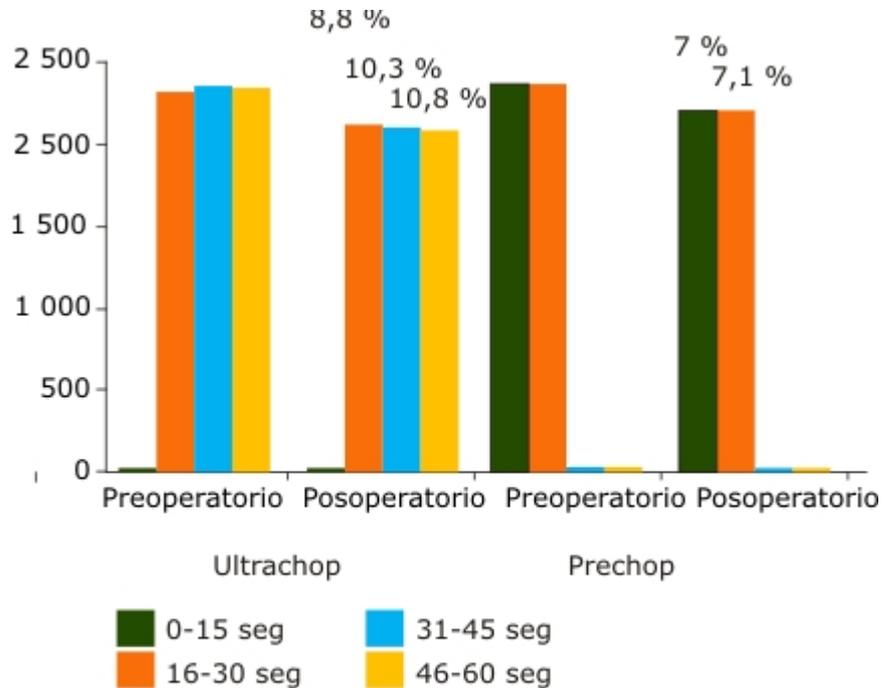


Fuente: Base de datos CMO

**Fig. 2.** Relación promedio celular y grupos de edades.

La figura 3 representa la relación entre el promedio celular y el tiempo efectivo de facoemulsificación (EPT- por sus siglas en inglés) empleado durante la cirugía; los

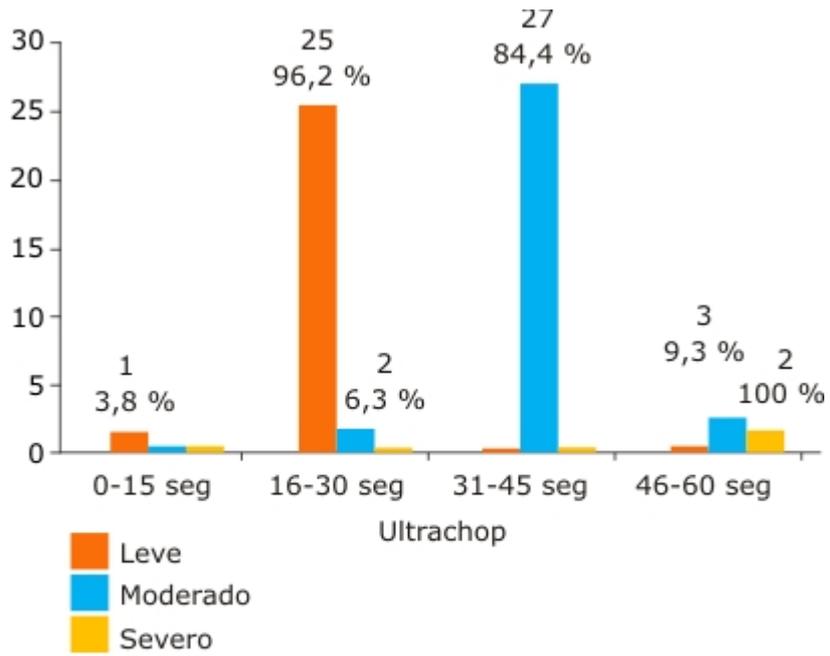
ojos operados mediante ultrachop que recibieron entre 46 y 60 segundos de EPT (el mayor EPT utilizado) tuvieron una pérdida celular del 10,8 % y los operados mediante prechop que recibieron entre 16 y 30 segundos de EPT ( el mayor EPT utilizado) tuvieron una pérdida celular del un 7,1 %, debido a que en esta técnica quirúrgica el EPT que se utiliza es considerablemente menor al fracturar el núcleo sin utilizar energía ultrasónica.



Fuente: Base de datos CMO

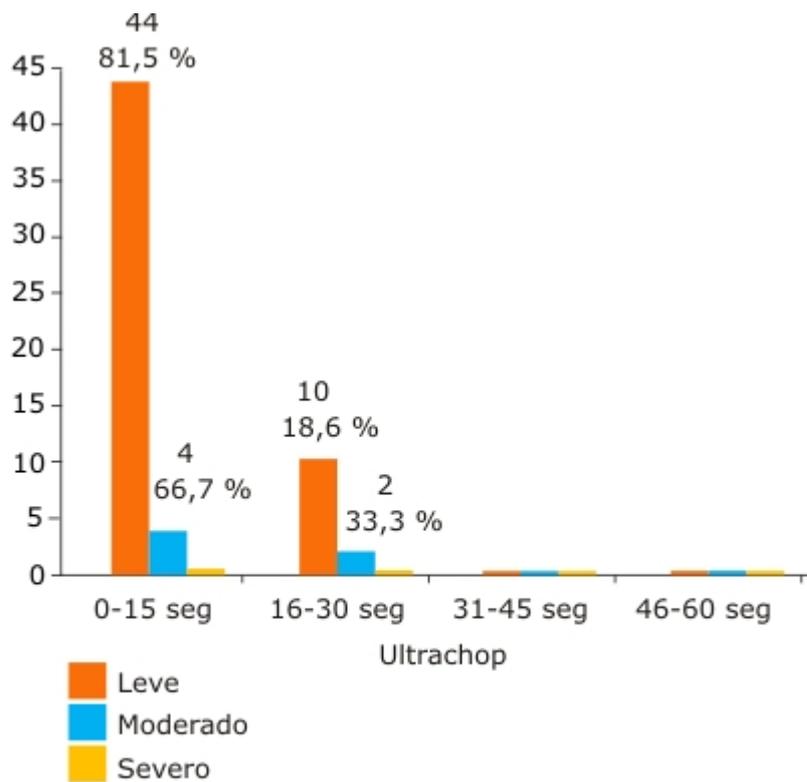
**Fig. 3.** Relación promedio celular y tiempo efectivo de facoemulsificación.

En relación con las modificaciones en el tamaño celular (figs. 4 y 5) después de la cirugía, los casos operados mediante ultrachop que recibieron el mayor EPT, fueron 2 que representó el 40 % de este grupo, desarrolló un polimegatismo severo y 3 (60 %) un polimegatismo moderado. Los operados mediante prechop, el mayor EPT empleado fue entre 16 y 30 segundos y la mayoría de los pacientes presentaron un polimegatismo leve representado por el 83,3 % de los casos de este grupo.



Fuente: Base de datos CMO

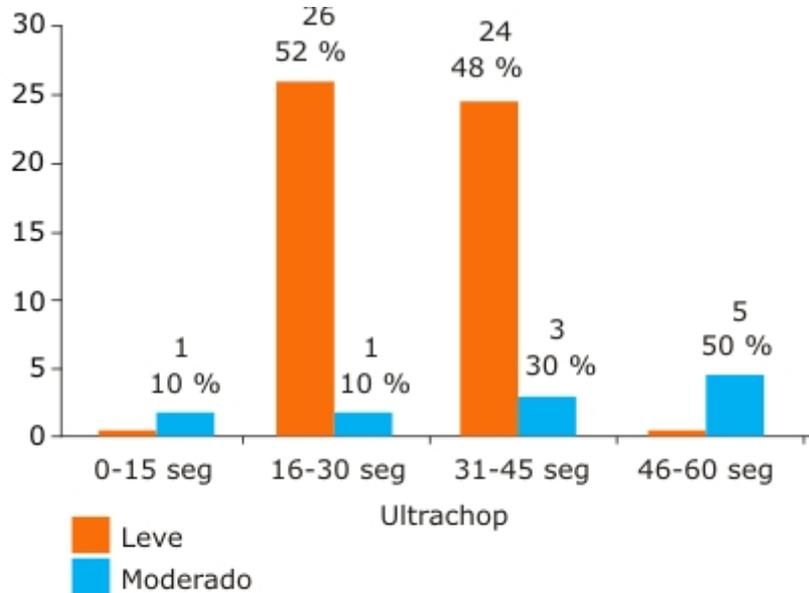
**Fig. 4.** Relación polimegatismo y tiempo efectivo de facoemulsificación.



Fuente: Base de datos CMO

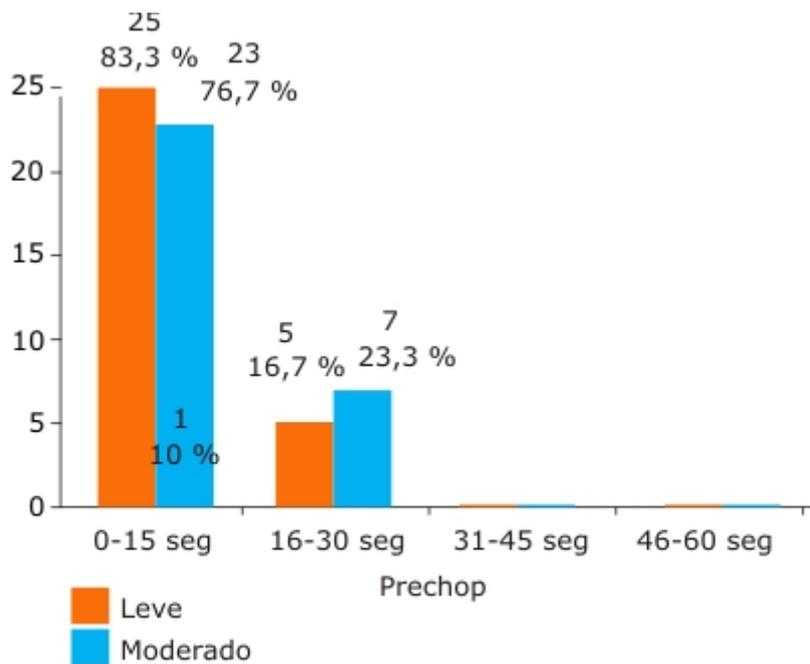
**Fig. 5.** Relación polimegatismo y tiempo efectivo de facoemulsificación.

La forma celular o pleomorfismo (fig. 6 y 7) se comportó de manera similar, los casos operados mediante ultrachop a los que se les aplicó entre 46 y 60 segundos de EPT (5, el 100 %) desarrolló un pleomorfismo moderado y los que se operaron mediante prechop que recibieron el mayor EPT utilizado (16-30 segundos), 7 casos que representó el 58,3 % de los pacientes de este grupo se mantuvo con un pleomorfismo leve.



Fuente: Base de datos CMO

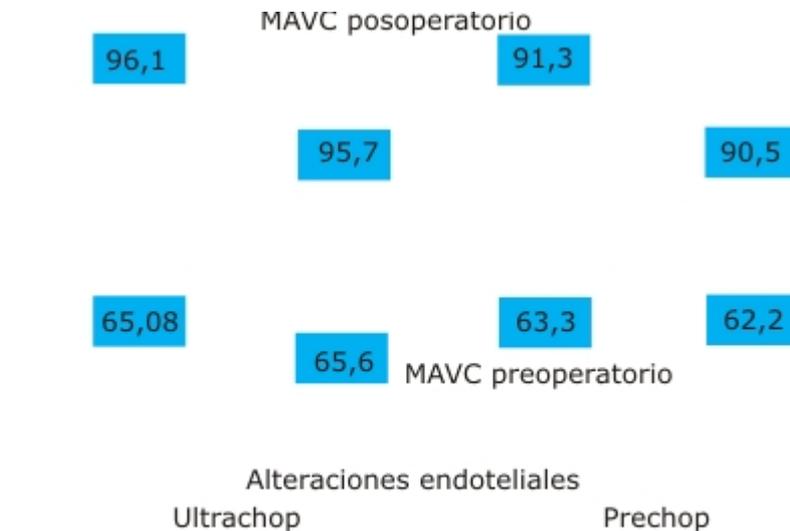
**Fig. 6.** Relación pleomorfismo y tiempo efectivo de facoemulsificación.



Fuente: Base de datos CMO

**Fig. 7.** Relación pleomorfismo y tiempo efectivo de facoemulsificación.

La figura 8 muestra la relación entre la mejor agudeza visual corregida (MAVC) según la cartilla de Logmar y la presencia o no de alteraciones endoteliales. En ambos grupos de estudio, los pacientes que tuvieron modificaciones del endotelio corneal y los que no las presentaron mejoraron su agudeza visual corregida más de cuatro líneas en la escala de Snellen tanto en los operados mediante ultrachop como los operados mediante prechop, lo que equivale a 25 VAR en la escala de Logmar, por lo que las modificaciones del endotelio corneal no influyeron en el resultado visual de los pacientes objeto de estudio.



Fuente: Base de datos CMO

**Fig. 8.** Relación entre mejor agudeza visual corregida (MAVC) según cartilla de Logmar y alteraciones endoteliales.

## DISCUSIÓN

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, auxiliadas por instrumentos accesorios que posibilitan la ruptura mecánica del núcleo y la disminución del riesgo de lesión a nivel de otras estructuras intraoculares;<sup>9,29</sup> muestra de ello lo es la facoemulsificación por prechop donde se disminuye considerablemente la utilización de energía ultrasónica en comparación a la facoemulsificación por ultrachop en la cual aunque se utiliza mayor energía que en la antes mencionada se aplica menos si se compara con otras formas de facoemulsificación, además si se tiene en cuenta que el ultrachopper se utiliza en forma de cuchillo combinado con energía ultrasónica.

La hasta ahora conocida incapacidad del endotelio corneal de regeneración provoca, que las situaciones que producen su alteración persistente, puedan conducir a una descompensación corneal, por eso es importante conocer el grado de lesión del endotelio corneal durante la cirugía de catarata.<sup>30-36</sup>

El presente estudio estuvo dirigido a comparar el estado del endotelio corneal a través de microscopia endotelial de los pacientes operados mediante facoemulsificación por ultrachop y prechop.

En la literatura se plantea que existe una variación del porcentaje de pérdida celular que va desde un 4- 17 % lo cual puede estar en relación con la experiencia del cirujano y la técnica quirúrgica utilizada. *Hernández Silva* ha planteado que la pérdida celular promedio no debe exceder el 10 % aunque sí puede tener sus oscilaciones. Al comparar los resultados, estos se mantuvieron dentro de los esperados para que no ocurra una descompensación corneal.<sup>13,37</sup>

Diversos autores en estudios realizados plantean que la densidad celular disminuye conforme aumenta la edad y se estima que está entre 3 500 células/mm<sup>2</sup> en los menores de 20 años y alrededor de 2 300 células/mm<sup>2</sup> como promedio después de los 80 años; por lo que realizar un acto quirúrgico en el segmento anterior en pacientes con menos de 1 000 células/mm<sup>2</sup> podría causar un edema corneal crónico.<sup>9,13,38,39</sup> En ambos grupos de estudio los pacientes de mayor edad fueron los que experimentaron mayor pérdida celular como promedio sin llegar al umbral de descompensación corneal.

El daño endotelial está directamente relacionado con el tiempo de exposición a los efectos ultrasónicos y a la vecindad o lejanía de su aplicación al endotelio corneal; no obstante, nuevas técnicas quirúrgicas que se utilizan en la actualidad tienen como objetivo disminuir el tiempo de exposición a la energía ultrasónica y con ello reducir la pérdida celular.<sup>22</sup> En ambos grupos de estudio la pérdida celular fue mayor mientras más EPT fue utilizado.

Las modificaciones de la variabilidad celular, sobre todo su aumento, puede producir un incremento de la superficie celular lo que generaría un polimegatismo en diferentes grados. *Pablo Chiaradía* plantea que es mayor el riesgo de descompensación corneal como consecuencia de las modificaciones morfológicas de la célula cuanto más ellas se presenten como respuesta al stress quirúrgico y sobre todo cuanto más energía ultrasónica se utiliza.<sup>9,13,22,40</sup>

En relación con la hexagonalidad, en estudios realizados por diversos autores, se plantea que la modificación en la forma celular se produce más tardíamente aún después de sufrir un trauma quirúrgico.<sup>9,40,41</sup> Los resultados se manifestaron de manera similar a los revisados en la literatura en ambos grupos estudiados.

La meta a alcanzar en toda cirugía de catarata, siempre que no ocurran complicaciones graves causantes de modificaciones de la anatomía ocular que puede dar al traste con la agudeza visual del paciente, es lograr proporcionar una mejoría en la calidad visual en ellos. En la literatura se reporta una mejoría de la agudeza visual corregida de más de cuatro o cinco líneas en la escala de Snellen; equivalente a 25 VAR en la escala de Logmar, según estudios multicéntricos realizados en Alemania; lo cual está relacionado con un mínimo de daño endotelial al disminuir el tiempo de la cirugía y realizar la facoemulsificación en sus diversas variedades alejadas del mosaico endotelial.<sup>7,11,12,17,29,41,42-50</sup> En nuestro estudio, en ambos grupos se obtuvo similar mejoría de la agudeza visual corregida después de la cirugía.

## CONCLUSIONES

El grupo operado mediante técnica de ultrachop resultó ser el de mayores modificaciones del endotelio corneal debido al mayor uso de energía ultrasónica en comparación con los operados mediante técnica de prechop, por lo que este estudio es de vital importancia y permite establecer un pronóstico antes de la cirugía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dahan E, Gimbel H. V. Step by Step Pediatric Cataract Surgery. New Delhi: Jayppe Brothers; 2005.
2. 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(10): p.2183-91. Disponible en: [http://hinari-gw.who.int/whalecomwww.sciencedirect.com/whalecom0/science?\\_ob=ArticleURL&\\_u=di=B6VSF-4DGSN03-23&\\_user=2778716&\\_coverDate=10%2F31%2F2004&\\_rdoc=51&\\_fmt=high&\\_orig=browse&\\_origin=browse&\\_zone=rslt\\_list\\_item&\\_srch=doc\\_info\(%23toc%236261%232004%23999699989%23522532%23FLA%23display%23Volume\)&\\_cdi=6261&\\_sort=d&\\_docanchor=&\\_ct=73&\\_acct=C000049744&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=2778716&\\_md5=b4f7acc4ea5f84abdafa154e48cdf97&\\_searchtype=a](http://hinari-gw.who.int/whalecomwww.sciencedirect.com/whalecom0/science?_ob=ArticleURL&_u=di=B6VSF-4DGSN03-23&_user=2778716&_coverDate=10%2F31%2F2004&_rdoc=51&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc_info(%23toc%236261%232004%23999699989%23522532%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=6261&_sort=d&_docanchor=&_ct=73&_acct=C000049744&_version=1&_urlVersion=0&_userid=2778716&_md5=b4f7acc4ea5f84abdafa154e48cdf97&_searchtype=a)
3. Alemañy MJ. Oftalmología. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2005.
4. Klein R, Klein BEK, Linton KLP. Prevalence of age related lens opacities in a population: The Beaver Dam eye study. Ophthalmology. 1992;99:p.546-52. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1584573>
5. Jaffe NS. History of cataract surgery. Clinical Ophthalmology Update. Eye Net. 1999; p. 21-2.
6. Daniel M. Albert MD, Frederick A. Jakobiec, M.D, D.Sc. (Med.) Principles and Practice of Ophthalmology 2000.
7. Hernández Silva JR, Curbelo CL, Padilla G. C. M. Resultados de la técnica de Karate Prechop en la cirugía de catarata por facoemulsificación. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", 2002-2004. Rev. Cub. Oftalmol. 2006;19(1). Disponible en: [http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762006000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762006000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
8. Hernández Silva JR. Resultados del RACSS en Ciudad de La Habana, Cuba, 2005. Rev Cub Oftalmol. 2006; 19(1). Disponible en: [http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762006000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762006000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
9. Hernández Silva JR., Bauza F. Y, Veitía R. Z. A. ULTRAMICS: Microemulsificación por *ultrachop*. Rev. Cub. Oftalmol. 2008; 21(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762008000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762008000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
10. Merino G. Aspectos Quirúrgicos de la Catarata. Oftalmología. 2002;8: 15-17.
11. Hernández S. JR, Curbelo L. Resultado de la cirugía de catarata por microincisiones. Rev. Cub. Oftalmol. 2005; 18(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762005000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762005000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

12. Moreno PL, Miranda HT. La discapacidad visual en el municipio Artemisa. Revista de Ciencias Médicas de La Habana 2004; 10(2). Disponible en: [http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol10\\_2\\_04/hab03204.htm](http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol10_2_04/hab03204.htm)
13. Hernández Silva JR. Resultados quirúrgicos de la facoemulsificación por técnicas de prechop. Rev. Cub. Oftalmol. 2004; 17(2). Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol17\\_2\\_04/oft10204.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol17_2_04/oft10204.htm)
14. Escaf L. J, Galvis V, Tello A. Ultrachopper: a new way to divide the nucleus. Cataract & Refractive Surgery Today Europe. 2007 March/April. Disponible en: [http://bmctoday.net/crstodayeurope/2007/03/article.asp?f=0307\\_08.php](http://bmctoday.net/crstodayeurope/2007/03/article.asp?f=0307_08.php)
15. Dahan E, Gimbel H. V. Step by Step Pediatric Cataract Surgery. New Delhi: Jaypee Brothers; 2005.
16. Escaf L J. Ultrachopper: Choper ultrasónico. En: Centurión V. El libro del Cristalino de las Américas. Brasil: Livraria Santos; 2007. p.471-8.
17. Dwight H. Clinical Specular Microscopy. En: Foster C, Dimitri T. The Cornea. Scientific Fundation and Clinical Practice. 4ª ed. USA. Philadelphia: Lippincott William and Wilkins; 2005: p. 199-202.
18. Pérez TA. 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.
19. Croxatto JO. Anatomía de la Córnea. En: Chiaradía P. La córnea en apuros. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2006. p. 1-8.
20. Miyagawa A, Kobayashi M. Surface ultrastructure of collagen fibrils and their association with proteoglycans in human cornea and sclera by atomic force microscopy cornea. Córnea. 2001;20(6). Disponible en: [http://journals.lww.com/corneajrnl/Abstract/2001/08000/Surface\\_Ultrastructure\\_of\\_Collagen\\_Fibrils\\_and.19.aspx](http://journals.lww.com/corneajrnl/Abstract/2001/08000/Surface_Ultrastructure_of_Collagen_Fibrils_and.19.aspx)
21. Maurice DM. Cellular Membrane Activity in the corneal endothelium of the intact eye. Cellular and Molecular Lifes Sciences 1968;24(11) Disponible en: <http://www.springerlink.com/index/H660465513870U27.pdf>
22. 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. p. 613-7.
23. Oren P. El edema corneal tras cirugía puede exigir trasplante de cornea. Barcelona: Diario Médico; 2003.
24. Lu LW, Arena A. Que hay de nuevo en córnea. Madrid: Hospital Clínico "San Carlos"; 2000.
25. Rodríguez MA, Manzanaro P. Características de las células del endotelio corneal en la ciclitis heterocrómica de fuchs. Microcirugía Ocular. 2002;3. Disponible en: <http://www.oftalmo.com/secoir/secoir2002/rev02-3/02c-05.htm>
26. Álvarez-Marin J, Hernández Brito A, Pérez Silguero MA. Surgery of small and medium incision. 5 comparative studies. Oftalmol. Medic. 2001;4:8-10.

27. Lemes FL, Sánchez di Martino D, Mori E. Estudio 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). Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/abo/v64n3/12512.pdf>
28. Cruañes JCE. Facoemulsificación del cristalino y pérdida de células endoteliales. Rev. Ciencias Méd. Cirugía Ocular. España 2004. [15 de nov. 2006]. Disponible en: <http://www.cibernetia.com/tesises/CIENCIASMEDICAS/CIRUGIA/CIRUGIAOCULAR/5>
29. Hernández S. J. R, Curbelo C. L. Resultados de la técnica de Cho-Choo-Chop and Flip en la cirugía de catarata por facoemulsificación. Rev. Cub. Oftalmol. 2005; 18(1): p. 0-0. (15/11/06). URL disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol18\\_1\\_05/oft05105.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol18_1_05/oft05105.htm).
30. Waring G. O, Bourne W. M, Edelhauser H. F, Kenyon K. R. The corneal endothelium. Normal and pathologic structure and function. Ophthalmology. 1982; 89(6): 531-590. Disponible en: <http://preview.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7122038>
31. 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. 1991; 7(4): 277-81. Disponible en: <http://preview.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1911508>
32. Foster S. C, Aza D, Dolhman C. The Cornea. Smolin and Thoft. 4ª ed. USA. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p. 97.
33. Frances ME, López S. E, Martínez C. R. Queratopatía bullosa. Annals d' Oftalmología. 2005; 13(3). Disponible en: [http://www.nexusediciones.com/pdf/ao2005\\_3/of-13-3\\_003.pdf](http://www.nexusediciones.com/pdf/ao2005_3/of-13-3_003.pdf)
34. Coli A. F, Price FW, Whitson WE. Intraocular lens exchange for anterior chamber intraocular lens-induced corneal endothelial damage. Arch. Ophthalmology. 1993; 100(3). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8460010>
35. Matsuda M, Suda T, Manabe R. Serial alterations in endothelial cell shape and pattern intraocular surgery. Am. J. Ophthalmol. 1984; 98(3). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8460010>
36. Schultz R. O, Glasser D. B, Matsuda M, Yee RW, Edelhauser HF. Response of the corneal endothelium to cataract surgery. Arch. Ophthalmol. 1986; 104(8). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3741247>
37. Boyd S. Nuevas técnicas en cirugía de catarata. Panamá: Highlights Of Ophthalmology. 2005; 14. p. 163-4.
38. Laroche L, Dan A. Cirugía de la catarata. España: Masson; 2000.
39. Boyd B. El Arte y la ciencia en la cirugía de la catarata. Panamá: Highlights of Ophthalmology; 2001.
40. Chiaradía P. La Córnea en apuros. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2006.

41. Charukamnoetkanok P. Physical Injuries of the Cornea. En: Foster C. The Cornea. 4ª ed. USA. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005; 44: p. 797-808.
42. Sobottka V. A. C. Corneal Thickness and Endothelial Density before and after cataract surgery. Br Ophthalmol. 2001;85(1):18-20. Disponible em: <http://bjo.bmj.com/content/85/1/18.full>
43. Singh R, Vasavada A. R. Phacoemulsification of brunescant and black cataracts. J Cataract Refract Surg. 2001;27:1762- 1769. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0886335001008392>
44. Yih P. Corneal Endothelial Dystrophies. En: Foster C, Dimitri T. The Cornea. Scientific Fundation and Clinical Practice. 4ª. ed. USA. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005; 44. p. 849.
45. Alió JL. MICS: Micro-Incision Cataract Surgery. Panamá: Highlights of Ophthalmology International; 2004.
46. OMS. Vision 2020. The Right to Sight. Ginebra; 2001.
47. Masket S. Correlation of visual outcomes with equivalent phacoemulsification times. Symposium on cataract, IOL and refractive surgery. San Diego: CA. USA; 2001.
48. Boyd B.F. Nuevos adelantos permitirán realizar una facoemulsificación más efectiva. Panamá. Highlights of Ophthalmology. 2002;30(2):p. 19.
49. Buratto L. Phacoemulsification. Principles and Techniques. 2nd. ed. Italia: Slack; 2003.
50. Foster A. Visión 2020: el desafío de la catarata. Rev. Salud Ocular Journal 2001. Disponible en: [http://www.Revistasaludocular.org/journal/01\\_09.htm](http://www.Revistasaludocular.org/journal/01_09.htm)

Recibido: 28 de enero de 2011.

Aprobado: 18 de febrero de 2011.

Dra. *Zucella A. Veitía Rovirosa*. Servicio de Catarata. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, La Habana, Cuba. Correo electrónico: [zucella@infomed.sld.cu](mailto:zucella@infomed.sld.cu)