

ARTÍCULO ORIGINAL

Correlación de la densidad del cristalino medida por imágenes de Scheimpflug y parámetros facodinámicos en la optimización de la facoemulsificación

Neisy Bernal-Reyes^{a,*}, Iraisi Hormigó-Puertas^b y Alejandro Arias-Díaz^a

^a Especialista de I grado en Medicina General Integral y Oftalmología, Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”, La Habana, Cuba

^b Especialista de II Grado en Oftalmología y I Grado en Medicina General Integral, Profesor Auxiliar, Máster en Enfermedades Infecciosas, Investigador Agregado, Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”, La Habana, Cuba

PALABRAS CLAVE

Densitometría;
Cristalino; Catarata;
Facoemulsificación;
Endotelio Corneal;
Cuba.

Resumen

Introducción: Correlacionar el grado de la opacidad cristaliniana según el sistema Lens Opacities Classification System (LOCS III) y la densitometría por sistema de imágenes de Scheimpflug, y los beneficios de la densitometría como método eficaz en la optimización de la cirugía de catarata por facoemulsificación.

Método: Se estudiaron 266 ojos con diferentes grados de dureza del cristalino que tenían criterio de cirugía. Se clasificaron por el mismo observador según el sistema de LOCS III, luego se les realizó densidad del cristalino según sistema de imágenes de Scheimpflug, y se tomaron los datos de poder de ultrasonido (PU), tiempo de ultrasonido (TU), tiempo de facoemulsificación efectiva (TFE), conteo celular endotelial preoperatorio y posoperatorio a los 30 días de la cirugía. Calculándose el porcentaje de pérdida celular endotelial (PPCE). Se calcularon valores de media y desviaciones estándar, y correlación de Pearson, utilizando el paquete estadístico SPSS® versión 19.

Resultados: La correlación del sistema LOCS III para opalescencia nuclear (NO) y color nuclear (NC) con la densitometría medida por sistema de imágenes de Scheimpflug fue positiva y alta, sin hallar diferencias significativas para NO y NC. Al correlacionar los parámetros facodinámicos con la densidad cristaliniana la correlación resultó lineal alta entre los mismos, al igual que la correlación entre densitometría y, PPCE y TEF con PPCE.

Conclusiones: La medición de la densidad del cristalino a través del sistema de imágenes de Scheimpflug ha demostrado ser superior al sistema de clasificación LOCS III, demostrándose las ventajas de este método en la planificación preoperatoria de los parámetros facodinámicos en la cirugía de cataratas por facoemulsificación, permitiendo además la personalización de esta cirugía.

*Autor de correspondencia: Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”. Calle 76 N° 3104 e/ 31 y 41, Marianao, La Habana, Cuba. Teléfono: (0537) 265 4800, ext. 883. Correo electrónico: neisyb@horpf.sld.cu (Neisy Bernal-Reyes).

KEYWORDS

Densitometry; Lens;
Cataract;
Phacoemulsification;
Endothelium Corneal;
Cuba.

Correlation of lens density by Scheimpflug images and phacodynamic parameters in phacoemulsification optimization

Abstract

Objective: To correlate the degree of lens opacity according LOCS III system and densitometry by system of Scheimpflug images and benefits of the densitometry as an effective method to optimize cataract surgery by phacoemulsification.

Method: Two hundred sixty-six eyes were studied with different degrees of hardness of the lens that had surgery criteria. There were classified by the same observer according to LOCS III system and density lens by Scheimpflug images were determined. Ultrasound Power (UP), ultrasound time (UT) and Phacoemulsification Effective Time (EPT) were taken during surgery. Endothelial cell counts preoperative and postoperative at 30 days of surgery were taken and calculate the percentage of endothelial cell loss (PECL). Mean and standard deviation and Pearson correlation were calculating using SPSS® version 19.

Results: The correlation LOCS III system for NO and NC with densitometry by Scheimpflug images was calculate and resulted positive and high, no significant differences were found for NO and NC. The correlation between lens density and phacodynamic parameters was calculate too and resulted lineal and high, like densitometry and PECL, EPT and PECL too.

Conclusions: The measure of crystalline density by Scheimpflug images is an objective system for quantification of crystalline hardness, and is a superior system to LOCS Classification System III. It demostrate the advantages in preoperative planning phacodynamic parameters in cataract surgery phacoemulsification, also customization of surgery

0187-4519 © 2014 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Elsevier México. Todos los derechos reservados.

Introducción

La catarata es la primera causa de ceguera reversible en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 50% de la ceguera en el mundo es causada por ella¹. En Cuba, la prevalencia de catarata entre los 65 y 74 años es del 50%, y en los mayores de 75 años del 70%².

Con el transcurso de los años han surgido numerosos métodos de clasificación de la misma, uno de los primeros fue: Lens Opacities Classification System (LOCS)³. El sistema LOCS I³ valoraba las cataratas en corticales, subcapsulares posteriores y nucleares, y las nucleares a su vez las subdividía en función del color y la opacidad nuclear.

El Oxford Clinical Cataract Classification and Grading System³, divide el cristalino en zona nuclear y cortical, y ésta, en zonas concéntricas alrededor del núcleo, a su vez cada una de ellas en zona anterior y posterior.

El Beaver Dam Eye Study³ clasificaba la esclerosis nuclear en 5 niveles y las corticales en base al área afectada.

EL LOCS II catalogaba las cataratas en corticales y subcapsulares posteriores.

EL LOCS III establece grados intermedios con respecto a LOCS I y LOCS II; aumentando la escala de opacidades nucleares, y evaluando grados más precoces de catarata subcapsular, con una escala decimal que define el tipo y grado de la catarata^{3,4}.

El National Eye Institute Scheimpflug System, divide las cataratas en cuanto a densidad nuclear comparativamente con LOCS II y estudia además el efecto que tienen diversas medicaciones en disminuir la opacidad nuclear³.

En el 2001 surge el Age-Related Eye Disease Study (AREDS), que toma en cuenta imágenes obtenidas por lámpara de hendidura y retroiluminación, diferenciando en opacidades nucleares con escala numérica del 0.9 al 7.1, y las opacidades corticales y subcapsulares posteriores³.

Barraquer en el 2007 desarrolla su propia clasificación muy similar al LOCS III, para determinar la densidad de las cataratas, dividiéndolas en: nucleares, corticales y subcapsulares posteriores³.

El LOCS III a pesar de su reproducibilidad del 95%, tiene como desventaja que no siempre se correlaciona con la severidad de la catarata, sobre todo en el momento de realizar la facoemulsificación para valorar una adecuada utilización de los parámetros facodinámicos a emplear, y así lograr la optimización de la cirugía de catarata⁵.

Las imágenes que se obtienen por biomicroscopía sólo permiten enfocar una imagen a la vez, cápsula anterior o posterior y el resto del cristalino queda desenfocado, no siendo posible una clasificación óptima. Este método aunque sencillo, es un método cualitativo influenciado por la percepción y experiencia del oftalmólogo, y por los ajustes de la lámpara de hendidura; ocurriendo que el sistema cuando se analiza en el tiempo, y es evaluado por diferentes médicos, no es capaz de ofrecer coherencia. Debido a todos estos factores anteriormente mencionados es que se han buscado métodos cuantitativos que sean objetivos y reproducibles⁶.

Brown en 1972 fue el precursor de fotografiar las cataratas por el sistema de fotografía de Scheimpflug, y luego Hockwin en 1979. A partir de estos estudios fueron creados otros sistemas como el Oxford Scheimpflug System, Topcon SL-45, la video cámara Zeiss® Scheimpflug, el Nidek EAS-1000® y por último el Pentacam®⁷.

El Pentacam® utiliza una cámara rotacional con una alta profundidad de foco basada en el principio de Scheimpflug, que establece que se consigue la máxima profundidad de campo en el plano del motivo, cuando las prolongaciones imaginarias de éste, el del objetivo y el de la imagen coinciden en un punto común. Se utiliza sobre todo para determinar

la posición óptima de la cámara cuando el motivo ocupa un plano oblicuo a la misma, pero también permite obtener la máxima nitidez en ampliadoras con portanegativos inclinable².

Esta cámara rotatoria genera imágenes de Scheimpflug en 3 dimensiones, con una matriz fina de puntos en el centro de la rotación, tomadas como máximo en 2 segundos, generando una imagen completa del segmento anterior del ojo. Una segunda cámara detecta cualquier movimiento del ojo y corrige las imágenes. El equipo genera un modelo en 3 dimensiones del segmento anterior a partir de 500 puntos reales de elevación⁸.

En el 2003 surge la posibilidad de evaluar la densitometría del cristalino a través de esta tecnología. Solamente moviendo el mouse es posible evaluar cada capa del cristalino. La densidad del cristalino se calcula midiendo la transmittancia de este y se le asigna una graduación que puede ir de 0% a 100%.

La transmitancia es la luz que deja pasar un objeto cuando un rayo de luz incide a través de él. Un objeto diáfano dejaría pasar absolutamente toda la luz, la transmitancia en este caso es del 100% y la absorbancia es del 0%. La densidad relativa es una relación entre los niveles de grises y los niveles observados de grises, asumiendo que puede haber un máximo de 256 niveles de gris⁹.

El equipo permite obtener imágenes de secciones del cristalino muy bien enfocadas desde la cápsula anterior a la posterior, analizando la densidad en los diferentes puntos hasta en un centenar de radios, posibilitando el cálculo densitométrico casi tridimensional; brindando la posibilidad de revelar progresiones muy sutiles de las opacidades del cristalino en pequeños períodos de tiempo⁹.

Este sistema tiene como ventajas: el cálculo de la densidad cristaliniana en 360° con un solo barrido de 180°, y en sólo dos segundos captura hasta 100 imágenes sin tener que obtener diferentes imágenes en varios meridianos; como ocurría con sistemas anteriores que sólo permitían la densitometría en un solo meridiano¹⁰.

La técnica no está exenta de limitaciones ya que las imágenes de estructura interna del cristalino que se obtienen para análisis, son obtenidas a través de las superficies refractivas que la anteceden, la córnea y superficie anterior del cristalino, contribuyendo la reflexión sobre estas superficies a distorsionar la estructura interna del cristalino. Otros factores que pudieran interferir son los pacientes con síndrome de seudoexfoliación, cataratas blancas, síndrome de iris flácido, o pacientes en los que la pupila está poco dilatada¹¹.

El presente estudio tenía como propósito correlacionar el grado de la opacidad cristaliniana obtenida por el sistema LOCS III y la densitometría obtenida por sistema de imágenes de Scheimpflug y la utilización de la densitometría como método eficaz en la optimización y personalización de la cirugía de catarata por facoemulsificación.

Método

Se realizó un estudio prospectivo comparativo longitudinal, con un universo de pacientes que acudieron al Servicio de Catarata del ICO "Ramón Pando Ferrer" entre los meses de enero de 2012 a noviembre de 2012, tomando una población en estudio de 266 ojos.

Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 15 años con opacidades del cristalino que serían intervenidos quirúrgicamente; como criterios de exclusión: pacientes con cataratas que no fueran posibles de clasificar con la escala de LOCS III, pacientes con diagnóstico de catarata que no serán intervenidos quirúrgicamente, pacientes que no cooperen para la realización de los estudios, pacientes en los que no se obtenga una dilatación pupilar de al menos 5 mm, pacientes con antecedentes de cirugía previa, y pacientes con otra patología ocular presente.

Las variables estudiadas fueron: clasificación de la catarata según sistema de LOCS III (sólo se analizaron las escalas de NO y NC), densidad del cristalino medido mediante sistema de imágenes de Scheimpflug con el equipo Pentacam® de Oculus, correlación entre estas 2 últimas variables, correlación de la densitometría con poder de ultrasonido, con el tiempo de ultrasonido, el tiempo efectivo de facoemulsificación y con el porcentaje de pérdida de células endoteliales.

Los pacientes fueron evaluados por un médico del Servicio de Catarata con 12 años de experiencia como especialista de oftalmología, realizándoseles examen oftalmológico completo.

Para la clasificación de la opacidad del cristalino según el sistema de LOCS III (fig. 1), se les aplicó una gota de tropicamida con fenilefrina y a los 15 minutos una segunda dosis del medicamento para obtener una midriasis farmacológica mayor de 5 mm. Se procedió a exploración biomicroscópica con lámpara de hendidura con una angulación del haz de luz a 45° con respecto al ojo y enfocando el sistema óptico a nivel del núcleo, para de esta forma poder graduar el color del núcleo (NC) y la opalescencia del núcleo (NO). El LOCS III tasa el NC y la NO, basándose en 6 imágenes tomadas en lámpara de hendidura. Para la catarata nuclear =C utiliza 5 imágenes tomadas por retroiluminación y otras 5 imágenes mediante esta misma iluminación para estratificar la subcapsular posterior =P. La severidad es tasada en una escala decimal^{3,4}.

Se realizó examen de cada ojo con catarata por medio de la cámara rotatoria de Scheimpflug. Se realizó la toma de 50 imágenes desde la superficie anterior de la córnea a la superficie posterior de cristalino por cada ojo. Se registró el valor obtenido aproximadamente 1 500 micras de la superficie anterior del cristalino, trazando una línea de medición

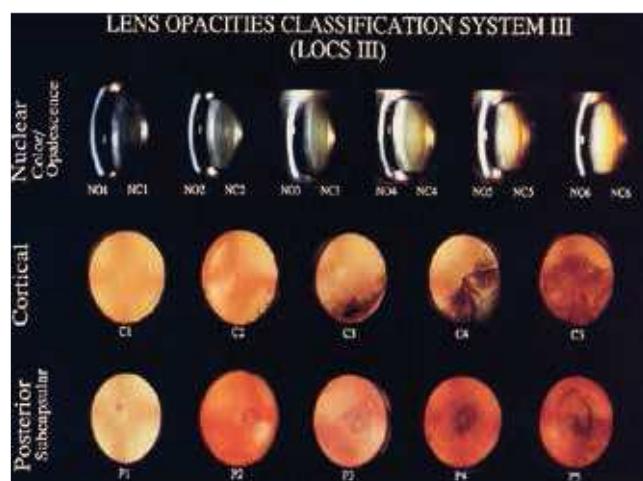
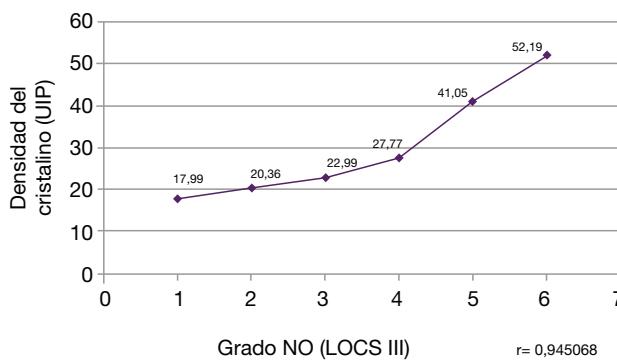


Figura 1 Sistema de clasificación LOCS III.



NO: opalescencia del núcleo.

Figura 2 Densidad media del cristalino y sistema LOCS III.

anteroposterior vertical, obteniéndose una medida densitométrica máxima, mínima y un promedio.

El sistema de imágenes de Scheimpflug calcula la densidad relativa a partir de la reflectometría, ya que mide la luz reflejada, utilizando la siguiente fórmula:

Densidad del lente = Niveles de gris máximos posibles (Densidad Óptica Relativa) Niveles de gris observados.

Se asume que puede haber un máximo de 256 niveles de grises.

La unidad de medida se informa en unidades de intensidad de pixeles (UIP).

Todos los pacientes fueron operados por facoemulsificación con técnica de FacoChop por el mismo cirujano, con equipo Nidek CV 7000®. Del mismo fueron tomados los datos de poder de ultrasonido, tiempo de ultrasonido, los que se introdujeron en la base de datos, en la cual se calculó el tiempo efectivo de facoemulsificación dado por la fórmula siguiente:

Tiempo efectivo = Potencia media de facoemulsificación x tiempo de facoemulsificación ultrasonido $\div 100$.

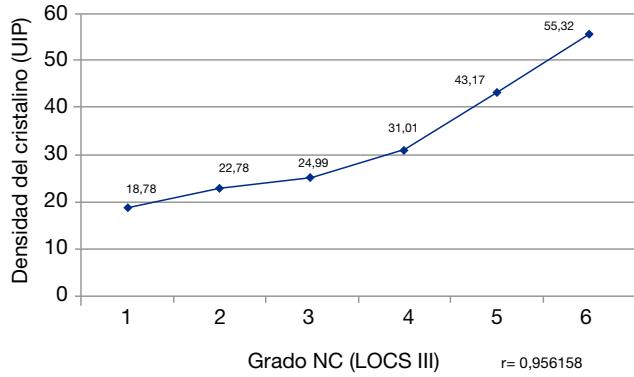
La microscopia endotelial fue realizada con microscopio endotelial TopCon Sp 3000® preoperatoriamente y posoperatoriamente a los 30 días de realizada la facoemulsificación.

Se confeccionó una base de datos en sistema Microsoft Access® y con los resultados obtenidos se realizaron gráficos. Se hallaron las medias y desviaciones estándar utilizando el paquete estadístico SPSS® versión 19. La relación entre el sistema LOCS III y la densidad cristaliniana y, entre la densidad del cristalino y los parámetros facodinámicos y el porcentaje de pérdida de células endoteliales se analizó según la correlación de Pearson.

Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes que aceptaron participar en el estudio y se respetaron las normas éticas de confidencialidad de la información.

Resultados

La población en estudio quedó conformada por 266 ojos de 266 pacientes, de ellos, el 52% eran del sexo femenino y el



NC: color del núcleo.

Figura 3 Densidad media del cristalino y sistema de LOCS III.

48% del sexo masculino, con un rango de edades entre 40 y 90 años, con una edad media de 65.3 años.

La media de la densidad del cristalino en todo el estudio realizado fue de 28.59 unidades de intensidad de pixeles (UIP) ± 12.74 desviación estándar (DE).

Cuando se realizó la correlación de la densidad media del cristalino con la gradación NO del sistema LOCS III (fig. 2), se halló un alto nivel de correlación positiva según el cálculo de correlación de Pearson ($r=0.945068$).

Al correlacionar la densidad media del cristalino con la gradación NC del sistema LOCS III (fig. 3), resultó un alto nivel de correlación positiva según el cálculo de correlación de Pearson ($r=0.956158$).

La potencia media de ultrasonido utilizada en todo el estudio fue de $31\% \pm 9.42$ DE. El cálculo de la correlación de la densidad del cristalino y la potencia media de ultrasonido utilizada durante la facoemulsificación (fig. 4), reflejó que entre estos 2 parámetros existe una alta correlación positiva ($r=0.890312$).

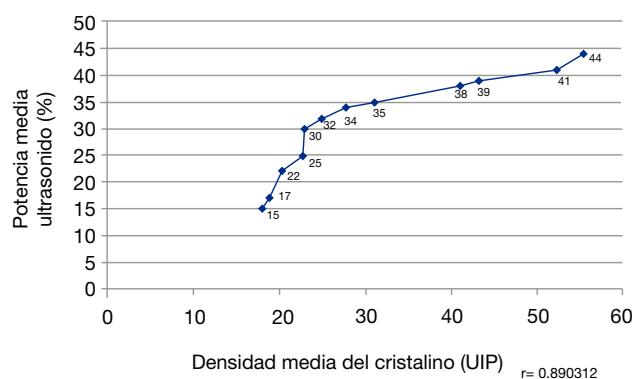


Figura 4 Densidad media del cristalino y potencia media de ultrasonido.

El tiempo de ultrasonido medio consumido fue de 68.33 segundos \pm 25.73 DE. Al procesar los datos para correlacionar la densidad del cristalino y el tiempo medio de ultrasonido utilizado (fig. 5), se halló que entre estas 2 variables existe una alta correlación positiva ($r=0.897637$).

La media del tiempo de facoemulsificación efectivo utilizado fue de 29.58 segundos \pm 13.10 DE. La figura 6 muestra la correlación de la densidad del cristalino y el tiempo medio de facoemulsificación efectivo consumido, notando que entre las 2 mediciones existe una alta correlación positiva ($r=0.913886868$).

El porcentaje de pérdida de células endoteliales medio de toda la investigación fue de 7.55% \pm 1.47 DE. La correlación de la densidad media del cristalino y el porcentaje de pérdida de células endoteliales medio (fig. 7), resultó ser alta según la correlación de Pearson ($r=0.95682138$).

La correlación entre el porcentaje de pérdida de células endoteliales medio y el tiempo de facoemulsificación efectiva medio (fig. 8), arrojó una correlación alta positiva entre los 2 parámetros ($r=0.97943297$).

Discusión

La optimización de los parámetros facodinámicos en la facoemulsificación del cristalino utilizando como guía la densidad cristaliniana medida cuantitativamente, significa planificar la cirugía con el mínimo de energía ultrasónica precisa para cada caso individualmente.

Existen estudios anteriores que ya han correlacionado el sistema de LOCS III con la densidad del cristalino medida por imágenes de Scheimpflug.

Grewal et al. en la Reunión Anual de la Academia Americana del 2007, presentan un estudio que demuestra la correlación lineal del promedio de la densidad del cristalino medida con imágenes de Scheimpflug por Pentacam® con el sistema de LOCS III, con la agudeza visual mejor corregida (AVMC) y con la densidad al contraste fototópica, siendo más significativa esta correlación con la densidad del núcleo

medida por imágenes de Scheimpflug mediante el Pentacam®. Pero no utiliza el sistema de software en 3D de gradación del núcleo que viene incorporado en el equipo (PNS), sino que utiliza el software Imagen J.(A), obteniendo una mayor correlación de las variables con la densidad específicamente del núcleo, revelando además la mayor influencia del núcleo cristaliniano en la calidad de la visión¹².

Pei et al. en el 2008 realizan un estudio que correlaciona el sistema LOCS III con la densidad cristaliniana medida por imágenes de Scheimpflug por Pentacam® con NO y NC, y la densidad con la AVMC según la cartilla de LogMAR, resultando una mayor correlación de la densidad con NO que con NC. Al correlacionar la AVMC con la densidad del cristalino, resultó esta correlación mayor que la correlación de la AVMC con NC y con NO¹³.

Alió et al. publican una investigación donde correlacionan la densidad del núcleo con el sistema LOCS III, pero sólo para NO desde el grado 1 al 3, hallando una relación lineal entre estas variables¹⁴.

Magalhães et al. en 2011, correlacionan el sistema LOCS III con la densidad medida por imágenes de Scheimpflug utilizando el Pentacam® Lens Densitometry Program (PLDP) y el Pentacam® Nucleus Staging (PNS), detectando una correlación positiva entre el LOCS III y ambos programas¹⁵.

En nuestro estudio, al analizar la correlación de la densitometría del cristalino con NO y NC, los resultados hallados fueron una correlación positiva alta entre estas variables, similares a los Jung-Sub et al. en el 2009¹⁶.

El análisis de los parámetros facodinámicos correlacionados con la densidad del cristalino por imágenes de Scheimpflug, fueron publicados en el anterior estudio mencionado pero utilizando máquinas de facoemulsificación con ultrasonido torsional, resultando una correlación positiva con la amplitud torsional, el tiempo utilizado y la energía disipada, siendo más fuerte la correlación con esta última¹⁶.

El estudio de Nixon en 2010 demostró que conocer la densidad del cristalino medida por imágenes de Scheimpflug antes de realizar la facoemulsificación, permitía reducir el poder de ultrasonido utilizado, el tiempo de

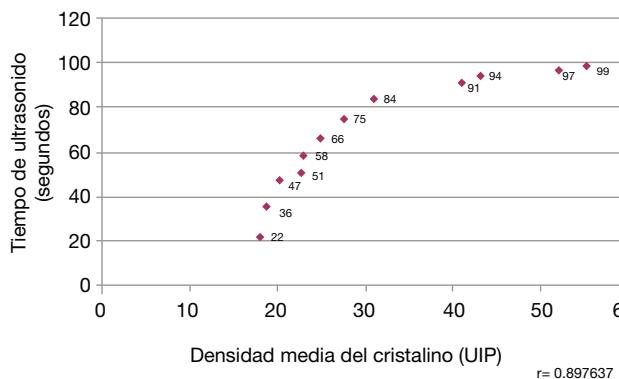


Figura 5 Densidad media del cristalino y tiempo de ultrasonido medio.

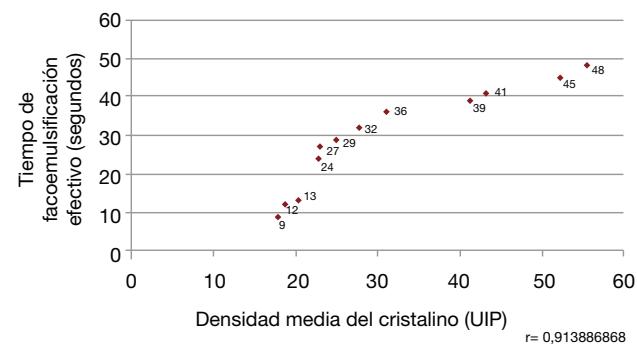


Figura 6 Densidad media del cristalino y tiempo de facoemulsificación efectivo medio.

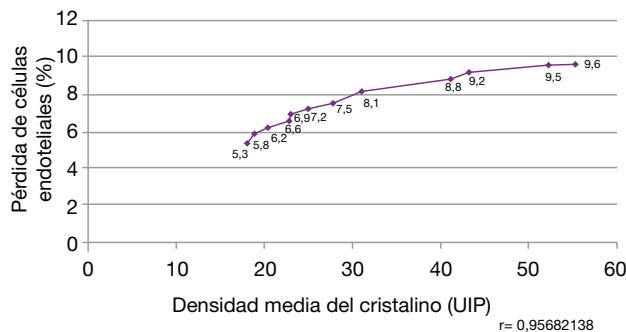


Figura 7 Densidad media del cristalino y porcentaje medio de pérdida de células endoteliales.

facoemulsificación efectivo y la cantidad de solución salina balanceada empleada¹⁷.

Grewal en el 2012 realiza una investigación donde compara la correlación de la densidad del núcleo promedio y la densidad del cristalino con el tiempo efectivo de facoemulsificación, resultando una mayor correlación entre la densidad del núcleo y el tiempo efectivo de facoemulsificación que con la densidad del cristalino, explicando que esto se debe, a que la mayor cantidad de energía se utiliza en la extracción del núcleo¹¹.

En nuestro estudio al analizar la correlación de los parámetros facodinámicos, dígase potencia media del cristalino, tiempo de ultrasonido y tiempo de facoemulsificación efectiva, con la densidad del cristalino, resultó una correlación positiva alta, demostrando la utilidad del conocimiento de la cuantificación de la densidad del cristalino en la planificación quirúrgica del paciente, considerando que el perfeccionamiento de esta técnica de medición del cristalino y del núcleo es un método que permite al cirujano programar los parámetros de facoemulsificación en dependencia de la densitometría del cristalino y de este modo individualizar la cirugía de cada paciente.

Múltiples investigaciones informan acerca del porcentaje de pérdida celular endotelial tras la facoemulsificación desde un 4% hasta un 17%, aunque en algunas series se reporta hasta un 30%¹⁸. Otros artículos comparan el tipo de técnica de facoemulsificación utilizada, sin que existan diferencias significativas en cuanto al tipo de técnica, al ser empleada por un mismo cirujano¹⁹⁻²¹. Otras publicaciones comparan el uso de viscoelásticos y el uso continuo de infusión en cámara anterior, hallándose diferencias similares en cuanto a pérdidas de células endoteliales²². Otros comparan las soluciones de lactato de Ringer y solución salina balanceada, sin hallar diferencias notables en el porcentaje de pérdida celular endotelial²³.

Coincidieron investigaciones con la nuestra en hallar relación entre los parámetros facodinámicos empleados y la pérdida celular endotelial^{18,24-26}. Resultando una relación lineal entre el poder de ultrasonido, el tiempo de ultrasonido empleado y el tiempo de facoemulsificación efectiva con la pérdida celular endotelial²⁴⁻²⁷. Explicado ya que a mayor

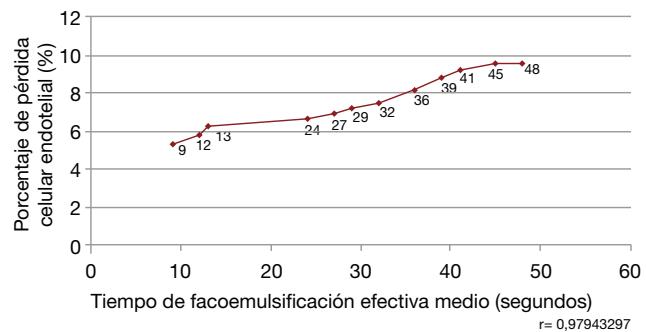


Figura 8 Porcentaje de pérdida de células endoteliales medio y tiempo de facoemulsificación efectiva medio.

densidad del cristalino, mayores son los parámetros empleados en la cirugía, lo que se traduce en mayor perjuicio del endotelio corneal. Demostrando que las menores cuantificaciones de estos parámetros van a resultar en mayor número de córneas transparentes en el posoperatorio, menor edema corneal posoperatorio, menor número de drogas y dosis de las mismas a usar en el posoperatorio, derivando todo esto en una recuperación visual más rápida y menores gastos en medicamentos para el paciente.

Conclusiones

La densidad del cristalino medida por imágenes es un sistema objetivo de cuantificación de la dureza del cristalino que ha demostrado ser superior al sistema de clasificación LOCS III, demostrándose las ventajas de este método en la planificación preoperatoria de los parámetros facodinámicos en la cirugía de cataratas por facoemulsificación, permitiendo además la personalización de esta cirugía.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Bibliografía

1. Consultado el 23 de enero del 2013. http://www.residentesoftalmologia.org.mx/smo_recepciontrabajos/archivos/247/Congreso%20Nac%20de%20Residentes.doc
2. Consultado el 23 de enero del 2013. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762008000100002&lng=es.
3. Consultado el 23 de enero del 2013. <http://books.google.es/books?id=5NL28L7iJpIC&pg=PA1&lpg=PA1&dq=Nuevas+aportaciones+a+la+correlaci%C3%B3n+Cl%C3%A1+C3%ADnico-Molecular+de+la+Catarata+Senil.+Universidad+de+Salamanca&source=bl&ots=UqFe>

- Ddqnx2&sig=fCOlnyuRnLK5teE4nsRGUEdu_ZA&hl=es&sa=X&ei=3o4CUfDTDuvU0gG82IDoBQ&ved=0CEAQ6AEwAg
4. Chylack LT Jr., Wolfe JK, Singer DM, et al. The Lens Opacities Classification System III; the Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol* 1993;111:831-836.
 5. Davison JA, Chylack LT. Clinical application of the Lens Opacities Classification System III in the performance of phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:138-145.
 6. Nixon DR. Pentacam-Guided Phacoemulsification. Supplement to Cataract & Refractive Surgery Today 2008;5-6.
 7. Turner SJ, Lee EJ, Hollick EJ. Scheimpflug imaging to determine intraocular lens power in vivo. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1041-1044.
 8. Beneyto P, Ibañez M, Leal M, et al. Medida de la densidad del cristalino con cámara de sheimpflug en pacientes diabéticos tipo II. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2007;82:141-146.
 9. Consultado el 23 de enero del 2013. <http://www.iom.es/manual-pentacam.pdf>
 10. Consultado el 23 de enero del 2013. http://www.oculus.de/en/downloads/dyn/oculus/presse/180/grewal_spanish.pdf
 11. Grewal D, Grewal SPS. Empleo del Pentacam en la práctica de la Catarata. En: Belin MW, Khachikian, Ambrosio R. Tomografía Corneal basada en la elevación. 2da Ed. Ciudad Panamá: Jaypee-Highlights Medical Publishers; 2012. p. 229-245.
 12. Grewal DJ, Brar GS, Grewal SP. Correlation of nuclear Lens Density Using Scheimpflug Images with Lens Opacities Classification System III and Visual Function. *Ophthalmology* 2009;116(8):1436-1143.
 13. Pei X, Bao Y, Chen Y, et al. Correlation of lens density measured using the Pentacam Scheimpflug system with the Lens Opacities Classification System III grading score and visual acuity in age-related nuclear cataract. *Br J Ophthalmol* 2008;92:1471-1475.
 14. Ortiz D, Alió JL, Ruiz-Colechá J, et al. Grading nuclear cataract opacity by densitometry and objective optical analysis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(8):1345-1352.
 15. Magalhaes FP, Costa EF, Cariello AJ, et al. Comparative analysis of the nuclear lens opalescence by the Lens Opacities Classification System III with nuclear density values provided by Oculus Pentacam: a cross-section study using Pentacam Nucleus Staging software. *Arq Bras Oftalmol* 2011;74(2):110-113.
 16. Kim JS, Chung SH, Joo SK. Clinical application of a Scheimpflug system for lens density measurements in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(7):1204-1209.
 17. Nixon DR. Preoperative cataract grading by Scheimpflug imaging and effect on operative fluidics and phacoemulsification energy. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(2):242-246.
 18. Consultado el 23 de enero del 2013. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762010000400007&lng=es&nrm=iso
 19. Pereira AC, Porfirio FJr, Freitas LL, et al. Ultrasound energy and endothelial cell loss with stop-and-chop and nuclear preslice phacoemulsification. *J Cataract Refrac Surg* 2006;32(10):1661-1666.
 20. Park JH, Lee SM, Kwon JW, et al. Ultrasound energy in phacoemulsification: a comparative analysis of phacochop and stop-and-chop techniques according to the degree of nuclear density. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010;41(2):236-241.
 21. Wilczynski M, Drobiewski I, Synder A, et al. Evaluation of early corneal endothelial cell loss in bimanual microincision cataract surgery (MICS) in comparison with standard phacoemulsification. *Eur J Ophthalmol* 2006;16(6):798-803.
 22. Nayak BK, Jain EK. Comparison of corneal endothelial cell loss during phacoemulsification using continuous anterior chamber infusion versus those using ophthalmic viscosurgical device: randomized controlled trial. *J Refract Surg* 2009;25(5):421-428.
 23. Nayak BK, Shukla RO. Effect on corneal endothelial cell loss during phacoemulsification: fortified balanced salt solution versus Ringer lactate. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(9):1552-1558.
 24. Barandaran-Rafii A, Rahmati-Kamel M, Eslani M, et al. Effect of hydrodynamic parameters on corneal endothelial cell loss after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(4):732-737.
 25. Gonon T, Sever O, Horozoglu F, et al. Endothelial cell loss: Biaxial small-incision torsional phacoemulsification versus biaxial small-incision longitudinal phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1918-1924.
 26. Consultado el 23 de enero del 2013. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762008000100002&lng=es
 27. Consultado el 23 de enero del 2013. URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762010000400009&lng=es&nrm=iso