

Evaluación de la curva de aprendizaje en la cirugía de catarata.

Evaluation of the learning curve in cataract surgery.

Autor:

Ana M^a Lázaro Barranco

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Óptica-Optometría

Director:

Dr. Antonio Ferreras Amez

Codirector:

Dra. Pilar Calvo Pérez



Departamento de Cirugía, Ginecología y Obstetricia

Área OFTALMOLOGÍA

HOSPITAL UNIVERSITARIO MIGUEL SERVET

Zaragoza 2018

Índice

1. RESUMEN	2
2. ABSTRACT	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	4
4. INTRODUCCIÓN	5
4.1.1 Técnicas quirúrgicas	
4.2 Complicaciones en la cirugía	
4.3 Biometría	
4.4 Fórmulas de cálculo	
4.5 Innovaciones para mejorar el resultado refractivo	
5. HIPÓTESIS	13
6. OBJETIVOS	13
7. MATERIAL Y MÉTODOS	13
7.1 Aspectos éticos	
7.2 Diseño del estudio	
7.3 Grupo de pacientes	
7.4 Protocolo de exploración y recogida de datos	
7.5 Análisis estadístico	
8. RESULTADOS	15
8.1 Estadística descriptiva	
8.2 Variables cualitativas	
8.3 Estadística analítica	
9. DISCUSIÓN	20
10. CONCLUSIONES	23
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
12. ANEXOS	26

1. Resumen

Evaluación de la curva de aprendizaje en la cirugía de cataratas.

Objetivo: Evaluar la curva de aprendizaje en la cirugía de cataratas realizada por un residente de Oftalmología en su último año de residencia.

Método: Estudio retrospectivo que incluyó 140 ojos de 140 pacientes operados de catarata por el mismo cirujano. Se evaluaron datos pre-quirúrgicos (agudeza visual (AV), presión intraocular (PIO), tomografía de coherencia óptica (OCT), clasificación de la catarata según la LOCS, refracción y equivalente esférico, datos biométricos (longitud axial, fórmula empleada y marca y potencia de la lente intraocular), complicaciones quirúrgicas (el uso de azul, rotura de capsula posterior (CP), sutura o desinserción, uso retractores...) y datos post-quirúrgicos al día siguiente de la cirugía, a la semana y al mes (AV, refracción final, PIO, presencia de edema corneal y OCT).

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre la AV final (0,84) y la AV basal (0,35). En cuanto a la refracción (tabla 6), no hubo cambios significativos entre la esfera preoperatoria (-0,26D) y la esfera final (0,28D), $p = 0,393$. Sin embargo, sí que encontramos diferencia estadística significativa entre el cilindro preoperatorio (-1,47D) y final (-1,25D) con $p < 0,001$; y entre el eje preoperatorio (86,36) y final (96,69), $p < 0,001$. Se observaron cambios significativos ($p < 0,001$) entre la PIO final (15,04 mmHg) y la basal (16,36 mmHg). Entre las posibles complicaciones, no se produjo ninguna rotura de la CP ni suturas, ni desinserción. Se utilizaron retractores en el 1,4% de los casos, y azul para teñir la CP en un 2,1%. Hubo edema corneal al día siguiente de la operación en un 87,4% de los pacientes. Un mes tras la cirugía presentaban edema un 0,7% de los pacientes.

Conclusión: Se encontró una mejora considerable entre la AV final y la AV basal tras la intervención quirúrgica realizada por un residente de Oftalmología de último año y no se observaron complicaciones intraoperatorias graves.

PALABRAS CLAVE: curva de aprendizaje, cirugía catarata, cristalino, residencia, IOL Master 500.

2. Abstract

Evaluation of the learning curve in cataract surgery.

Objective: To evaluate the learning curve cataract surgery performed by a senior ophthalmology resident.

Method: Retrospective study that included 140 eyes of 140 patients operated by the same surgeon (a senior ophthalmology resident). Pre-surgical data (visual acuity (VA), intraocular pressure (IOP and refraction), biometric data and surgical complications (posterior capsule break...) and post-surgical data (1, 7 and 30 days post-surgery) were collected and analysed.

Results: A statistically significant difference was found ($p < 0,001$) between final VA (0,84) compared with baseline (0,35). Regarding refraction, there was no significant change between the preoperative sphere (-0,26) and the final sphere (0,28), $p = 0,393$. However, a significant difference was found between the preoperative cylinder (-1,47) and the final cylinder (-1,25) with $p < 0,001$, and between the preoperative (86,36) and the final axis (96,69), $p < 0,001$. Significant changes ($p < 0,001$) were observed between the final IOP (15,04 mmHg) and the basal (16,36 mmHg). No surgical complications were observed. 87,4% of the patients presented corneal edema the first day after the surgery. A month later, only 0,7% of patients remained with corneal edema.

Conclusion: We found a considerable improvement between the final VA and the baseline. No serious postoperative complications were observed.

KEY WORD: curve of learning, cataract surgery, lens, residence / IOL Master 500.

3. Justificación del tema

La catarata está considerada como la principal causa de ceguera evitable en todo el mundo. Se define como cualquier opacidad del cristalino, suponiendo una pérdida de transparencia del mismo debido a un edema, alteración o desnaturalización proteica debido a una desorganización de sus fibras. La consecuencia es una pérdida de visión, y con frecuencia afecta al adulto. ⁽¹⁾

Hay distintos tipos de catarata. Según la edad de aparición, encontramos: congénita, juvenil, presenil y senil. Nos vamos a centrar en esta última ya que es la más frecuente. Se manifiesta en el 90% de las personas mayores de 60 años y tiene etiología idiopática de progresión lenta. Los signos clínicos característicos de este tipo de cataratas son: miopización progresiva, diplopía monocular, disminución de la agudeza visual (AV), fotofobia y visión de halos. La podemos clasificar según la zona de afectación en:

- 1) **Nuclear:** esclerosis progresiva del núcleo, volviéndolo más denso y amarillento.
- 2) **Cortical:** desestructuración e intumescencia de las fibras corticales.
- 3) **Subcapsular posterior:** es la menos frecuente (5%), pero produce una gran disminución de AV.
- 4) **Madura e hipermadura:** el núcleo comienza a deshidratarse. Cuando la corteza se licúa, la catarata se convierte en hipermadura o morganiana. ⁽¹⁾

Las cataratas adquieren gran relevancia clínica si las enmarcamos en el actual contexto epidemiológico. Según la OMS, en América Latina y el Caribe, la prevalencia de ceguera en mayores de 50 años debida a catarata varía en un rango entre 39%-65%. ⁽²⁾

En 2015, la catarata fue la causa más común de ceguera, afectando a 70.000 personas de la población Australiana; 980.000 en América del Norte y 1,16 millones en Europa Occidental. Hay estudios que demuestran que la catarata afecta al 46% de la población de EEUU entre los 75 a 85 años, mientras que en países en vías de desarrollo como, la India, este porcentaje es tres veces mayor (82%). ⁽³⁾

La cirugía de catarata es uno de los procedimientos quirúrgicos más comunes a nivel mundial, ya que cada año se realizan en el mundo casi 22 millones de intervenciones. Cifra que se prevé que aumente durante los próximos años debido al envejecimiento de la población y al mayor acceso a la atención médica en todo el mundo.

Dentro del Programa Formativo de la especialidad de Oftalmología, el residente debe aprender bajo supervisión a realizar la cirugía de la catarata. Por lo tanto, los estudios encaminados a profundizar en los resultados de las cirugías realizadas de forma independiente por un residente de Oftalmología de último año, pueden ser de gran ayuda para mejorar la formación de estos profesionales, así como evaluar los resultados obtenidos en los pacientes.

4. Introducción

El cristalino es una lente biconvexa, avascular y transparente, situada entre el humor acuoso (HA) y el humor vítreo (HV). Se inserta en el cuerpo ciliar a través de la zónula. Esta cubierto por una cápsula que contiene el epitelio subcapsular, encargado del nacimiento y crecimiento de las fibras cristalinas organizadas de manera concéntrica. Éstas forman el núcleo y la corteza. ⁽⁴⁾

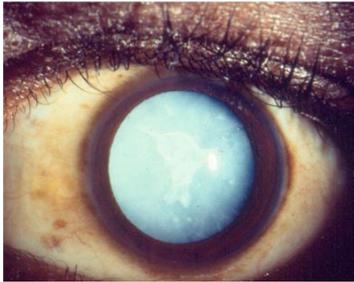
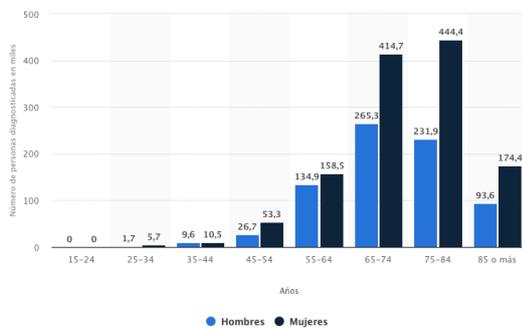


IMAGEN 1. Catarata madura. Fuente: American Academy of Oftalmology

Como se menciona anteriormente, la catarata es cualquier opacidad del cristalino que causa una pérdida en la calidad visual. Según el grado de afectación y evaluando los problemas que ocasiona al paciente, se llevará a cabo la extracción del cristalino.



GRÁFICA 1. Distribución del número de personas diagnosticadas con catarata en España en 2017, por géneros y en grupos de edad. Fuente: Statista; portal de estadística

Técnicas quirúrgicas

El estudio preoperatorio, es una parte fundamental para lograr el objetivo de la cirugía que es obtener un buen resultado refractivo junto con una calidad visual satisfactoria. Hay que advertir al paciente que en algunas ocasiones puede percibir halos o disfotopsias.

Es importante realizar una buena anamnesis. Ésta proporciona información sobre el grado de pérdida visual del paciente y sus limitaciones, sobre la edad y sobre la refracción pre-operatoria. La historia clínica también es relevante, ésta facilita información previa y da una idea sobre posibles complicaciones o enfermedades a tener en cuenta a la hora de la cirugía.

En las pruebas preoperatorias se deben incluir: un examen con lámpara de hendidura (LH) para observar el estado del cristalino; microscopia especular para realizar un conteo endotelial; medida de la presión intraocular (PIO) y un fondo de ojo para evaluar el estado de la mácula y la retina. También es importante conocer el tamaño pupilar, la sensibilidad al contraste, tomografía de coherencia óptica (OCT) macular, los radios de curvatura corneales (queratometría), y la aberrometría corneal.

Es una intervención realizada normalmente bajo anestesia local, aunque en ocasiones, por seguridad, se realiza bajo anestesia general. Existen diferentes tipos de técnicas entre las que encontramos: extracción intracapsular del cristalino, extracción extracapsular del cristalino, lensectomía vía pars plana y facoemulsificación. Se explican a continuación:

a. Facoemulsificación

Técnica quirúrgica desarrollada en 1960, permite la extracción del cristalino mediante el uso de ultrasonidos. Actualmente, es la técnica más empleada en Europa, América, Australia y parte de Asia. Es una técnica segura, de rápida recuperación, permite mantener el astigmatismo preoperatorio y apenas provoca molestias.

Durante la técnica de facoemulsificación, se emplea un separador palpebral para mantener el ojo abierto. La facoemulsificación se puede realizar con instrumentos coaxiales: terminal de facoemulsificación, el segundo instrumento, el viscoelástico y las pinzas de microsuros. O mediante técnica bimanual: terminal de faco bimanual sin funda, chopper irrigador y pinzas de microcapsulorrexis.⁽⁶⁾

La facoemulsificación consta de las siguientes etapas:

- 1. Paracentesis:** realización de una pequeña incisión lejos de la zona donde se realizará la incisión principal. Es un plano de entrada del dispositivo viscoelástico oftalmológico (DVO), que protege las estructuras intraoculares y permite controlar la incisión creada para la pieza de mano.⁽⁵⁾⁽⁶⁾
- 2. Incisión de la córnea transparente:** incisión entre 2.7-3.2 mm. El objetivo es formar un túnel para introducir la LIO, y su función es estabilizar el núcleo sin interferir en el astigmatismo preexistente. Los métodos de realización de estas incisiones son:

incisión multiplanar con un surco corneal vertical, incisión multiplanar con surco corneal vertical y bisagra o incisión multiplanar y auto sellante. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

3. **Capsulorrexis curvilínea continúa (CCC):** incisión capsular realizada para estabilizar y centrar la LIO. Permite evitar desgarros radiales (pueden extenderse alrededor de la cápsula anterior); estabilizar el núcleo; realizar maniobras para desarticular el núcleo dentro de la bolsa capsular y reducir el traumatismo endotelial. Una CCC más pequeña que el diámetro de la zona óptica de la lente, reduce la probabilidad de opacificación de la CP (mayor contacto entre la cara posterior de la LIO y del cristalino). ⁽⁵⁾⁽⁶⁾
 - a. Se realiza un corte lineal central sobre la cápsula anterior para que se envuelva sobre si misma. Se coge el borde libre de la cápsula y se traslada el colgajo para dirigir la tensión hacia el centro del cristalino. Si no se puede realizar la CCC, se puede practicar una capsulotomía en abrelatas. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾
4. **Hidrodissección:** inyección suave de líquido de irrigación para separar corteza periférica de la CP. Facilita la rotación del núcleo para simplificar su aspiración una vez extraído. Se introduce la cánula de hidrodissección aplanada bajo el colgajo de la cápsula anterior para inyectar solución salina y comprimir suavemente la parte posterior del centro nuclear, evitando así la ruptura de la cámara posterior. La irrigación continúa debe mantenerse hasta que el núcleo puede rotarse. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾
5. **Hidrodelineación:** separación de las distintas capas del cristalino. Permite separar el endonúcleo central (duro) del epinúcleo externo (blando) encargado de proteger la CP de posibles traumatismos. Se puede realizar mediante instrumentos coaxiales (busca la aspiración hasta bloquear la luz del facó, no efectiva en cataratas muy densas) o técnica bimanual (aspiración-irrigación son independientes). ⁽⁵⁾⁽⁶⁾
6. **Facoemulsificación:** proceso de fragmentación del cristalino mediante ultrasonidos. Conforme se va fragmentando el núcleo, se van aspirando los restos. La CA se va irrigando, para evitar complicaciones en la CP o en el endotelio corneal. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾
7. **Implante de LIO de una pieza o plegable:** en la mayoría de los casos se introducen lentes plegables de acrílico o silicona con ayuda de un inyector. Tras el implante de la LIO, la incisión se sella para evitar la salida de líquido, y se elimina el viscoelástico para evitar la muerte celular.
Otra posibilidad es implantar lentes de polimetilmetacrilato (PMMA). En este caso la LIO se implanta en la bolsa capsular (cámara posterior). ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Complicaciones en la cirugía

En la actualidad, a pesar de las mejoras e innovaciones en las técnicas quirúrgicas, todavía hay riesgo de que se produzcan ciertas complicaciones como:

1. **Rotura de la CP:** la CP mantiene separadas la CA y la cámara posterior. Si esta se rompe se produce el desplazamiento del vítreo hacia la CA, dando lugar a tracciones vítreas y aumentando la posibilidad de desprendimiento de retina (DR) y edema macular quístico. ⁽⁷⁾
2. **Caída de la catarata a cámara vítrea** ⁽⁷⁾
3. **Caída de la LIO a cámara vítrea:** consecuencia de la rotura de la CP. Puede suceder en el momento de la cirugía, o meses o años más tarde.
4. **Endoftalmitis:** la infección es una complicación grave que requiere tratamiento inmediato. La tasa es muy baja ya que se administran antibióticos intraoculares para evitarla. ⁽⁷⁾
5. **Hemorragia expulsiva** ⁽⁷⁾
6. **Opacificación de la CP:** efecto secundario debido a la secreción de fibrina. ⁽⁷⁾
7. **Edema macular quístico (EMQ):** en algunas ocasiones, aparece retención de líquido a nivel macular (síndrome de Irvine Gass), tras la intervención. ⁽⁷⁾
8. **Edema corneal:** es una de las complicaciones más frecuentes. Supone la retención de líquido en el estroma corneal debido al daño producido en el endotelio. Se produce por las soluciones de irrigación, ultrasonidos y manipulación del instrumental. Si hay riesgo (contaje celular bajo), es mejor usar viscoelástico dispersivo para proteger el endotelio. ⁽⁷⁾
9. **Desprendimiento de retina** ⁽⁷⁾
10. **Pérdida de células en el endotelio corneal:** las células del endotelio corneal se dañan por la energía de los ultrasonidos durante la fragmentación de la catarata. ⁽⁷⁾
11. **Quemaduras de la incisión** ⁽⁷⁾
12. **Perforación corneal durante la realización de incisiones anastigmáticas** ⁽⁷⁾
13. **Rotura de las fibras zonulares inducida:** una rotura significativa de estas será necesario implantar un anillo de tensión capsular. ⁽⁷⁾

Table 2. List of 1-Day Postoperative Complications, Oxford Cataract Treatment and Evaluation Team Grades, and Frequency of Incidence

First-Day Postoperative Complication	Oxford Cataract Treatment and Evaluation Team Grade	No. of Eyes	% of Eyes
Wound leak, iris prolapse	3	9	0.07
Striate keratopathy 3+	2	36	0.27
DM strip more than one third of cornea	2	1	<0.001
Shallow AC with iris touching cornea	2	10	0.08
Vitreous in AC touching cornea or in wound	2	4	0.03
Severe iritis, FM	2	67	0.51
Residual cortex	3	61	0.46
Hyphema >3 mm in AC	3	12	0.09
IOL decentration or dislocation into AC	3	30	0.23
Endophthalmitis	3	4	0.03
Total postoperative complications		234	1.78

AC = anterior chamber; DM = Descemet membrane; FM = fibrin membrane; IOL = intraocular lens.

IMAGEN2-Complicaciones post-operatorias que se dan con mayor frecuencia al día siguiente de la intervención⁽²²⁾.
Fuente: Outcomes and complication rates of primary resident-performed cataract surgeries at a large tertiary-care county hospital. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*,

Biometría

Técnica de medición de los diferentes parámetros físicos del globo ocular. Mide los parámetros necesarios para el cálculo de la LIO, siendo el más importante es la longitud axial (LA). Existen dos tipos⁽⁸⁾:

a. Biometría ultrasónica o de contacto:

Técnica de medición mediante ultrasonidos. Emite un haz de ultrasonidos sobre la córnea que atraviesa las diferentes estructuras oculares.

Cada estructura atravesada emite un eco recogido por un captador. Se cronometra el tiempo entre la emisión inicial y la captura del eco, y de ese modo se obtiene la amplitud entre: HA-cristalino, cristalino-HV y entre HV-retina. La suma de dichas medidas, proporciona la LA. Las medidas obtenidas resultan útiles para determinar la amplitud de CA y grosor del cristalino. ^{(8) (9)}

b. Biometría óptica o de no contacto:

El objetivo es el mismo que el de la biometría de contacto. En este caso se emplea un haz de láser mediante interferometría óptica sin necesidad de contacto directo con la córnea. Este biómetro nos proporciona el valor de la LA (distancia entre córnea y retina), la amplitud de la CA y el grosor del cristalino. También proporciona información sobre la queratometría (K) y medida del blanco-blanco (B-B). ^{(8) (9)}

Fórmulas de cálculo

Fórmulas teóricas desarrolladas para el cálculo de la potencia de la LIO. El objetivo final de la sustitución del cristalino por una LIO es conseguir la emetropía refractiva del paciente. ⁽⁹⁾

a. Fórmulas de primera generación

Primeras fórmulas desarrolladas para el cálculo de la LIO. Tenían en cuenta la posición efectiva de la lente (ELP), es decir, la posición final de la LIO tras la extracción del cristalino. Fueron desarrolladas por Colenbrander (1973), Hoffer (1974), Thijssen (1975), Van Der Heijde (1975) y Binkhorst (1976), ⁽⁹⁾

b. Fórmulas de segunda generación

Durante la década de los 80, Retzlaff desarrolló la fórmula SRK . teniendo en cuenta la LA y la K. Ésta tenía buen comportamiento con valores biométricos normales. En 1990, se desarrolló la fórmula SRKII. ⁽⁹⁾

c. Fórmulas de tercera generación

En este caso, las fórmulas dan especial importancia a la LA y la K de cada paciente. Holladay (1988) publicó la primera fórmula teniendo en cuenta nuevos parámetros como: ELP, la altura corneal (H) y el factor del cirujano (SF). En 1990, se desarrolló la fórmula SRK/T; que optimizó la ELP, el factor de grosor retiniano y el índice de refracción corneal. ⁽⁹⁾

d. Fórmulas de cuarta generación

Fórmulas desarrolladas en la de cada de los 90. En 1990 Olsen et al. desarrollaron una fórmula que tenía en cuenta: la profundidad de cámara anterior (ACD) y el grosor del cristalino. En 1997, Holladay modificó su fórmula (Holladay II), introduciendo parámetros como: LA, K, ACD, diámetro corneal horizontal, grosor del cristalino, refracción preoperatoria y edad; ofreciendo así mejores resultados. ⁽⁹⁾

En la actualidad, la fórmula más empleada es la SRK/T de tercera generación. Ésta fue desarrollada en 1990, y tiene en cuenta la ELP, el grosor retiniano y el índice de refracción corneal (1,336). A diferencia de la de Holladay, se realiza la siguiente corrección, la disminución gradual de la LA provoca el aumento de ELP. Esto permitió que el cálculo de la posición de la lente y su potencia, fuesen más exactos. También se emplea fórmulas como Hoffer-Q. ⁽⁹⁾

$$P = \frac{1336}{ALX - ELP} - \frac{1336}{\frac{1000}{RX} - dv} - K - ELP$$

ALX: Longitud axial

K: Queratometría media

ELP: Posición efectiva de la lente

dv: distancia de vértice corneal

RX: Refracción postoperatoria deseada

IMAGEN 3- Fórmula de Fyodorov⁽¹⁴⁾ Fuente: *COMPARACIÓN DE FÓRMULAS BIOMÉTRICAS EN EL CÁLCULO DE LENTES INTRAOCULARES MEDIANTE EL USO DE BIOMETRÍA ÓPTICA.*⁽⁹⁾

A partir de la fórmula de Fyodorov, mediante diferentes modificaciones, se han desarrollado las más actuales.⁽⁹⁾

	Valores utilizados para la estimación de la ELP	Fórmulas
1º Generación	ELP constante	Fyodoroy, Binkshort I, Colenbrander
2º Generación	LA	Binkshort II, Shamas, SRK, SRK II
3º Generación	LA, K	Hoffer Q, Holladay 1, SRK/T
4º Generación	LA, K, ACD, B-B, Rx, Edad...	Holladay 2, Haigis, Olsen, Barret Universal II

TABLA 1. Clasificación de las fórmulas y variables empleadas para el cálculo de la potencia de la LIO según la generación. Fuente: elaboración propia.

- **Holladay 1** optimized AL = 0.829 x IOLM AL + 4.27
- **Haigis** optimized AL = 0.929 x IOLM AL + 1.56
- **SRK/T** optimized AL = 0.854 x IOLM AL + 3.72
- **HofferQ** optimized AL = 0.853 x IOLM AL + 3.58

IMAGEN 4. Fuente: *COMPARACIÓN DE FÓRMULAS BIOMÉTRICAS EN EL CÁLCULO DE LENTES INTRAOCULARES MEDIANTE EL USO DE BIOMETRÍA ÓPTICA.*⁽⁹⁾

Los valores que se muestran en la imagen 4, hacen referencia a los valores de optimización empleados en ojos con una LA mayor o igual a 25,2mm.

Innovaciones para mejorar el resultado refractivo

Respecto a la cirugía. En algunas ocasiones la intervención se realiza con ayuda de láser de femtosegundo. Éste proporciona mayor precisión en la realización de incisiones corneales, la capsulotomía y fragmentación del cristalino.

Respecto a la LIO. El éxito de la operación se basa en conseguir la emetropía del paciente, en visión lejana (VL) y visión próxima (VP). En esta ocasión, intervienen dos factores: cirugía y diseño de la LIO que se va a implantar. ⁽¹⁰⁾

El diseño de las LIOs ha evolucionado con las nuevas necesidades y con el desarrollo de las nuevas tecnologías. En la actualidad, podemos encontrar LIOs para compensar simultáneamente la refracción en VL y VP, o compensar astigmatismos elevados. Para conseguir un buen resultado final, es igual de importante el cálculo de la potencia compensadora de la LIO y la correcta elección del paciente. Podemos clasificar las LIOs en dos grandes grupos: según potencia refractiva y según su diseño. ⁽¹⁰⁾

I. Según potencia refractiva:

a. Monofocales

Son lentes que sólo tienen un punto de enfoque nítido, es decir, si se compensa el foco de VL, en VP será necesario el uso de gafas; y viceversa. Anteriormente, en algunos casos, se implantaba una LIO para dejar un ojo emétrope y en el otro ojo una LIO que dejaba cierto grado de miopía para enfocar en VP. Para realizar esto, es importante conocer cual de los dos ojos es el dominante. Esta práctica es desaconsejable, salvo casos muy específicos, ya que deja al paciente con mono visión. En caso de miopes magños, se deja al paciente ligeramente miope. ⁽¹¹⁾

5. Hipótesis

La realización de cirugías de catarata mediante facoemulsificación por un residente de Oftalmología de último año permite obtener buenos resultados de AV.

6. Objetivos

1. Evaluar la AV post-operatoria en los pacientes operados de catarata por un residente de último año de Oftalmología.
2. Evaluar los cambios refractivos tras la cirugía.
3. Evaluar los cambios en la presión intraocular tras la cirugía.
4. Evaluar las complicaciones quirúrgicas.

7. Métodos y objetivos

Aspectos éticos

Los datos de los pacientes fueron recogidos preservando el derecho de intimidad y confidencialidad de modo que ningún participante pudiese ser identificado. El estudio fue aprobado por el comité ético de investigaciones clínicas de Aragón (CEICA).

Diseño del estudio

Se trata de un estudio observacional y retrospectivo. La recogida de datos se realizó entre el 20 de marzo de 2018 y el 6 de abril de 2018.

Grupo de pacientes

En el estudio se analizó una muestra formada por un grupo de pacientes intervenidos de cirugía de catarata por el mismo residente de Oftalmología (BAA) durante el último año de residencia.

Todos ellos fueron diagnosticados e intervenidos de catarata. La selección de los pacientes se llevó a cabo de manera retrospectiva desde las consultas de Unidad de Función Visual (UFV) del Hospital Provincial Nuestra Señora de Gracia de Zaragoza.

Criterios de inclusión

- 1) Edad mayor de 18 años.
- 2) Cirugía de catarata realizada por completo (desde el inicio hasta el final del caso) por el mismo residente de Oftalmología (BAA) y de forma independiente (sin ayuda de ningún adjunto).

Criterios de exclusión

- 1) Cirugías que no se completaron por el residente y tuvo que intervenir el adjunto.
- 2) Cirugías que no fueron en el último año de la residencia.

Protocolo de exploración y recogida de datos

Los datos obtenidos fueron recogidos en una base de datos codificada aplicando el software Excel.

Datos pre-quirúrgicos obtenidos: ojo (derecho/izquierdo), AV preoperatoria (escala decimal), PIO, tratamiento, OCT (se clasificó en normal/membrana epiretiniana/DMAE/EMD), contaje endotelial, clasificación de la catarata según la LOCS, refracción (esfera, cilindro y eje) así como el equivalente esférico.

Para la biometría se utilizó el IOL Master 500 (Carl Zeiss Meditec, Jena Germany). Se extrajeron del IOL Master: LA, K, ACD, fórmula empleada y también se recogió la marca y potencia en dioptrías de la LIO.

En cuanto a las complicaciones quirúrgicas se recogieron los siguientes datos: el uso de azul, rotura de capsula, sutura o desinserción y el uso de retractores.

Respecto a los datos post-quirúrgicos, se recogieron las siguientes variables al día siguiente de la cirugía, a la semana y al mes: presencia o ausencia de edema; PIO, AV, refracción final (esfera, astigmatismo y eje), equivalente esférico final y el OCT.



IMAGEN 5. IOL Master 500 de Zeiss. Biómetro óptico que emplea un haz de láser clase 1 mediante interferometría óptica.

Fuente: <https://www.zeiss.es/meditec/productos/oftalmologia-y-optometria/catarata/diagnostics/optical-biometry/iolmaster-500.html#opciones-y-accesorios>

El protocolo seguido en la recogida de datos fue el siguiente:

a. Solicitud de las historias clínicas

Se solicitaron las historias clínicas de los diferentes pacientes a los archivos del Hospital Provincial Nuestra Señora de Gracia de Zaragoza.

b. Recogida de datos en la historia del paciente

Se recogieron de forma retrospectiva la variable principal, junto con las secundarias (mencionadas anteriormente) procedentes de las distintas historias clínicas de los diferentes pacientes. Además se recogió si era ojo único.

Los datos obtenidos se recogieron en una base de datos codificada empleando el software Excel (Microsoft, EEUU).

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS (versión 23.0; IBM Corporation, Somers, NY, EEUU) tras importar la base de datos creada en Excel a los mismos.

a. Estadística Descriptiva:

Para describir las variables de estudio se utilizaron la media, la desviación estándar y los máximos y mínimos.

b. Estadística Analítica:

En el estudio se comprobó el ajuste de la normalidad de las variables por el test de Kolmogorov-Smirnov y se observó que todas las variables del estudio no siguieron una distribución normal.

Para comparar y analizar las diferencias en las medias de la AV, la PIO, la esfera, cilindro y eje medidos en el preoperatorio y después de la cirugía se utilizó el test de Wilcoxon.

Se consideran diferencias estadísticamente significativas cuando la $p < 0,05$.

8. Resultados

Estadística descriptiva

En el estudio se incluyeron 140 ojos de 140 pacientes.

En la siguiente tabla (tabla 2), se observan los datos descriptivos preoperatorios de los pacientes (valores medios, mínimo, máximo y desviación estándar). La AV basal (escala decimal) media fue de $0,35 \pm 0,16$. La PIO media fue de 16,36 mm Hg. Respecto a la refracción, la esfera media fue de -0,26 D pero con un amplio rango (desde -18,75 D a 7,75

D). El cilindro medio fue de -1,47 D (rango: -4,50 D a 2,00 D) y el eje medio fue a 86,36°. El equivalente esférico medio fue de -1,05 D.

Análisis estadístico descriptivo preoperatorio					
	N	Media	Mínimo	Máximo	DE
AV	140	0,35	0,04	0,80	0,16
PIO	140	16,36	10,00	27,00	2,72
Contaje endotelial	138	2444,67	547,00	3330,00	426,05
Esfera	139	-0,26	-18,75	7,75	3,70
Cilindro	138	-1,47	-4,50	2,00	0,94
Eje	138	86,36	2,00	180,00	34,46
EE	139	-1,05	-19,75	6,50	3,74

TABLA 2- Datos descriptivos preoperatorios.

AV: agudeza visual; DE: desviación estándar; PIO: presión intraocular; EE: equivalente esférico

En la tabla 3 observamos los datos preoperatorios obtenidos mediante el IOL MASTER.

Análisis estadístico descriptivo IOL MASTER					
	N	Media	Mínimo	Máximo	DE
LA	140	23,58	20,83	30,91	1,49
K1 D	140	43,49	38,75	49,75	1,73
K1 eje	133	88,02	0,00	179,00	46,51
K2 D	140	44,46	39,25	49,50	1,74
K2 eje	134	84,90	0,00	180,00	63,08
EE	138	43,94	39,00	47,55	1,65
ACD	139	3,03	1,94	3,93	0,42

TABLA 3- Datos descriptivos recogidos con el IOLMASTER.

DE: desviación estándar; LA: longitud axial; K1: radio corneal principal; K2: radio corneal perpendicular; EE: equivalente esférico; ACD: profundidad de cámara anterior.

La tabla 4, nos muestra los datos descriptivos postoperatorios. En cuanto a la AV final de los 140 ojos obtuvimos una media de $0,84 \pm 0,17$. También observamos los cambios en la PIO en el día 1 y 7 post-cirugía y los cambios refractivos al mes de la operación.

Análisis estadístico descriptivo postoperatorio					
	N	Media	Mínimo	Máximo	DE
PIO post 1 día	139	18,05	8,00	42,00	5,40
PIO post 7 días	138	16,17	10,00	32,00	3,41
AV final	140	0,84	0,20	1,00	0,17
Esfera final	122	0,28	-2,75	7,50	0,96
Cilindro final	136	-1,25	-9,00	0,00	0,98
Eje final	136	96,69	0	198,00	40,20
EE final	122	-0,44	-3,50	3,00	0,74

TABLA 4- Datos descriptivos postoperatorios.

DE: desviación estándar; PIO: presión intraocular; AV: agudeza visual; EE: esfera equivalente

La tabla 5, muestra el cambio medio de valores en las principales variables estudiadas. La AV final mejoró 0,50 (escala decimal) \pm 0,23 respecto a la basal.

Análisis estadístico descriptivo de diferencia					
	N	Media	Mínimo	Máximo	DE
AV	140	0,50	0,00	0,90	0,23
EE	122	0,55	-6,75	19,25	3,82
Esfera	121	0,55	-6,75	19,50	3,88
Cilindro	135	0,24	-8,00	1,75	1,07
Eje	135	10,50	-115,00	173,00	43,81
PIO 1 día	139	1,66	-8,00	22,00	4,95
PIO 7 días	138	-0,21	-11,00	12,00	3,45
PIO 1mes	138	-1,30	-11,00	7,00	2,96

TABLA 5- Datos descriptivos de la diferencia entre los preoperatorios y los postoperatorios.

DE: desviación estándar; AV: agudeza visual; EE: esfera equivalente; PIO: presión intraocular

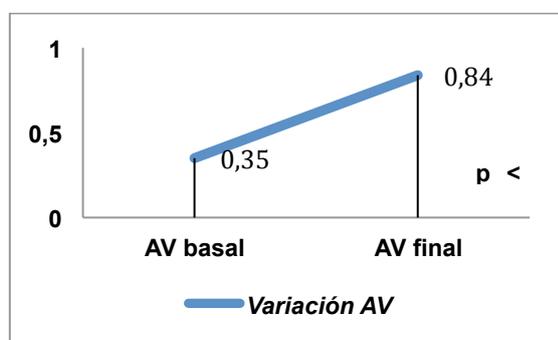


FIGURA 2- Representación gráfica de la variación de la AV.

Variables cualitativas

Los ojos operados en total fueron 140, de los cuales 81,4% fueron ojos derechos y un 18,6% fueron ojos izquierdos. No hubo ningún caso de ojo único. Un 13,6% de los pacientes estaban tratados con hipotensores previos a la cirugía para controlar la PIO.

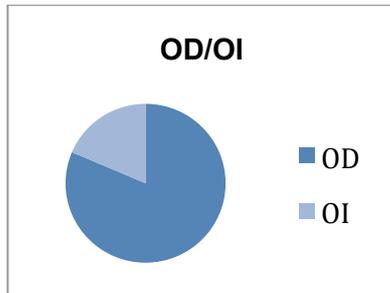


FIGURA 3- Representación gráfica del porcentaje de OD y OI intervenidos.

Respecto a los resultados observados en el OCT, en el 90% de los pacientes era normal. El 8% presentaba membrana epi-retiniana (MER) y un 2,1% edema macular diabético (EMD).

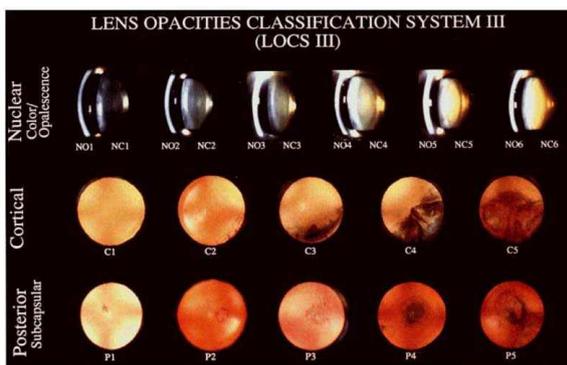


IMAGEN 6-Clasificación opacificación del cristalino según LOCS III. Fuente: Chylack, L. (1993). The Lens Opacities Classification System III. *Archives of Ophthalmology*.

La clasificación LOCS nos permite clasificar las cataratas en tres grandes grupos: nuclear, cortical y posterior. En nuestro caso, el mayor porcentaje de cataratas extraídas fueron nucleares, seguidas de las corticales y por último, posteriores.

Dentro de las cataratas nucleares intervenidas, la mayoría fueron del tipo NC3 (47,2%). El mayor porcentaje de catarata cortical, fue del tipo C2 (37,3%), seguido del tipo C3 (32,2%). Finalmente, en el caso de cataratas posteriores, los porcentajes más elevados de intervención fueron P2 y P3 (22,9%).

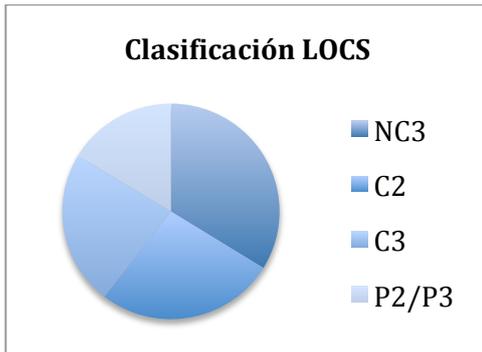


FIGURA 4- Representación gráfica clasificación LOCS III.

Para el cálculo de potencia de la LIO se empleó en todos los casos (100%) la fórmula SRKT. Actualmente, en el mercado hay gran variedad de casas comerciales dedicadas al diseño de LIOs. A continuación, se muestran los porcentajes de las marcas utilizadas en el estudio. Un 68,3% de Tecnis, un 17,3% de Alcon; un 11,5% de Topcon y un 2,5% de Bausch&Lomb.

Entre las posibles complicaciones presentes en la cirugía de cataratas, en nuestro estudio no se produjo ninguna rotura de la capsula posterior, ni suturas, ni desinserción. Durante la intervención se utilizaron retractores en el 1,4% de los casos, y azul para teñir la capsula posterior en un 2,1% de los casos.

Respecto a las complicaciones post-quirúrgicas, encontramos: edema corneal al día siguiente de la operación en un 87,4% de los pacientes. A la semana de la cirugía, presentaban edema corneal un 15,1% de los pacientes. Y a la hora de recibir el alta (un mes tras la cirugía) presentaban edema un 0,7% de los pacientes. Por otro lado, el tratamiento varió del 81,3% al día siguiente de la intervención quirúrgica; a un 11,5% a los 7 días.

Finalmente, respecto a los resultados obtenidos en la exploración de OCT tras la cirugía; el 94,2% de los pacientes presentaban un OCT normal y un 5,8% presentaba edema macular quístico (EMQ).

Estadística Analítica

Tras la recogida de datos y la comparativa entre la AV final y la AV basal. Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre la AV final (0,84) y la AV basal (0,35) con una $p < 0,001$ como se muestra en la figura 2.

En cuanto a los cambios en la refracción (tabla 6), no hubo cambios significativos entre la esfera preoperatoria (-0,26D) y la esfera final (0,28D), $p=0,393$. Sin embargo, sí que encontramos diferencia estadística significativa entre el cilindro preoperatorio (-1,47D) y final (-1,25D) con $p < 0,001$; y entre el eje preoperatorio (86,36) y final (96,69), $p < 0,001$. Tampoco encontramos diferencias significativas respecto al equivalente esférico (EE) preoperatorio (-1,05) y final (-0,44).

Comparativa Rx final con Rx inicial			
	Pre-operatorio	Post-operatorio	P
Esfera	-0,26	0,28	0,393
Cilindro	-1,47	-1,25	0,001
Eje	86,36	96,69	0,001
EE	-1,05	-0,44	0,425

Tabla 6- Datos descriptivos de la comparativa entre la Rx final y la Rx inicial.

Rx: refracción; EE: esfera equivalente

Si nos fijamos en la PIO (tabla 7), observamos cambios significativos con $p < 0,001$ entre la PIO final (15,04 mmHg) y la basal (16,36 mmHg). Así como, entre la PIO tras 1 día (18,05 mmHg) y la PIO basal (16,36 mmHg).

	PIO	
	Media	Desviación Estándar
Basal	16,36	2,72
1 día	18,05	5,40
7 días	16,17	3,41
1 mes	15,04	2,28

Tabla 7- Datos recogidos sobre la PIO basal, 1 día, 7 días y tras 1 mes.

9. Discusión

En este trabajo, se recogen los resultados quirúrgicos de 140 pacientes operados de cataratas por un residente de último año. De forma global, la AV mejoró de forma significativa y no se observaron grandes complicaciones (lo más frecuente fue el edema corneal y el aumento de la PIO que se resolvieron durante el post-operatorio).

Gracias a la disponibilidad y acceso a los diferentes estudios realizados anteriormente sobre la curva de evaluación de aprendizaje en la cirugía de cataratas, disponemos de la información necesaria para contrastar los datos obtenidos en nuestro estudio.

Se han contrastado varios artículos para la evaluación de la curva de aprendizaje en la cirugía de cataratas. En todos ellos, se ha demostrado la importancia de la formación en las diferentes técnicas quirúrgicas de los residentes. En el año 2000 en EEUU se produjo la transición en la residencia a la práctica de la facoemulsificación.⁽³⁾

Según el estudio "Supervised resident manual small-incision cataract surgery outcomes at large urban United States residency training program", en el cual se evaluaron 52 casos en un país en vías de desarrollo. Se observó que resultaba más eficaz la cirugía de catarata de incisión pequeña mediante extracción manual debido a los medios ofrecidos

y porque los paciente mostraban cataratas maduras y densas (57,7%). Esta técnica es mas fácil y segura de realizar en este tipo de cataratas. ⁽¹²⁾

La revista Ophthalmology, recoge un estudio realizado entre el 15 de octubre de 2012 y el 24 de agosto de 2016. En él, se documenta la intervención de 13179 intervenciones realizadas por 38 residentes. Cada residente realizo una media de 346,3 cirugías, de las cuales 342 presentaron complicaciones intraoperatorias, 234 complicaciones al día siguientes y 154 fueron re-operados. ⁽¹³⁾

Se observó que las complicaciones intraoperatorias disminuían conforme aumentaba la experiencia de los residentes, variando de un 17% al principio de la residencia, a un 2% al finalizar la residencia. Por ello, se hace hincapié en la importancia de la formación de los residentes. ⁽¹³⁾

En cuanto a las complicaciones intraoperatorias, se comprobó que la complicación más frecuente es la rotura de la capsula posterior (77,2%), y en caso de las post-operatorias encontramos la caída (34%) y el desplazamiento de la LIO (19%). ⁽¹³⁾

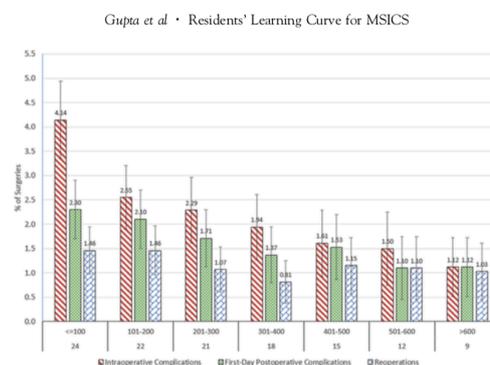


IMAGEN 7-Gráfica que muestra como varían los efectos en la cirugía de catarata en los residentes conforme adquieren experiencia.

Respecto a la biometría en la cirugía de cataratas, hay diversos estudios que demuestran su importancia para un correcto calculo de la potencia de la LIO y un buen resultado refractivo final.

En un estudio realizado sobre el IOL Master 500, se demostró la importancia de una medida correcta de la ACD, la LA y el ELP, ya que están relacionados significativa con la potencia de la LIO necesaria y el error refractivo estimado final. Se realizó una revisión retrospectiva, en la cual se comprobó que los parámetros significativamente más importantes en la diferencia de la refracción final y la refracción estimada son la ACD y la LA, y una menos importancia del valor de K. ⁽¹⁴⁾

En conclusión, es muy importante realizar una biometría, que nos permita obtener todos los datos necesarios para la correcta elección de la fórmula y obtener un resultado en la refracción final que se aproxime lo máximo posible a lo predicho. ⁽¹⁴⁾

En otro estudio realizado entre septiembre de 2013 y agosto de 2015, a 729 pacientes. Se demostró que un error de medida de 0,10 mm en los parámetros de la

biometría, supone un error refractivo de 0,27D. Así mismo se comprobó que los errores refractivos entre lo esperado y el resultado final, mayoritariamente varía entre 0,5D (79,1) y 1,00D (97,2%).⁽¹⁵⁾

Actualmente, las expectativas de los resultados refractivos tras la cirugía de catarata e implantación de la LIO son cada vez mayores, debido a los avances en esta intervención. A pesar de la mayor resolución, reproducibilidad y repetitividad del biómetro óptico; un biómetro ultrasónico es más fiable en caso de opacidades severas (catarata subcapsular posterior).⁽¹⁶⁾

En nuestro trabajo se han obtenido unos resultados refractivos muy buenos, ya que el cilindro postoperatorio se redujo de forma significativa ($p < 0,001$) de -1,47 D a -1,25 D. Lo que quiere decir que el residente que realizó las cirugías no indujo mayor astigmatismo al realizar las incisiones quirúrgicas. A pesar que la esfera media no presentó cambios, cabe recordar que se operaron ojos con un amplio rango refractivo (desde -18,75 D a 7,75 D). Esto es importante ya que los ojos miopes magnos tienen más riesgo de complicaciones (desprendimiento de retina, por ejemplo) y los ojos con hipermetropía elevada generalmente tienen una LA más corta y tienen más riesgo de edema corneal post-quirúrgico.

En nuestra serie de pacientes no se produjeron complicaciones intraoperatorias como rotura de la capsula posterior, ni sutura, ni desinserción. Esto puede deberse a que se intenta que el residente opere ojos lo más “sanos” posible; es decir, evitar ojos con pseudoexfoliación, mala midriasis, catarata hipermadura... donde los riesgos de complicaciones son mayores.

Para evitar que el residente opere cataratas más complicadas es muy importante una buena clasificación de la catarata, así como la toma de una buena biometría. La clasificación nos va a permitir conocer la localización, la dureza y la forma en la que esta afecta a la visión del paciente y a su vida diaria. La clasificación del tipo de catarata se realiza mediante el sistema LOCS. El Sistema de Clasificación de Opacidades del Lente (LOCS) dispone de dos versiones diferentes: LOCS II y LOCS III.

La versión LOCS II, emplea un juego de transparencias de color con la LH y sistema de retroiluminación para clasificar la catarata en nuclear, cortical y subcapsular. El sistema emplea la opacificación y el color para realizar la clasificación en los diferentes niveles. Tanto a nivel nuclear como subcapsular encontramos cuatro rangos, mientras que a nivel cortical tenemos cinco rangos. Es una clasificación útil para estudios transversales y longitudinales de cataratas.⁽¹⁷⁾

La versión LOCS III, permite la clasificación en relación a las imágenes con la LH, retroiluminación y relación con la edad. Fue desarrollado para superar las limitaciones de la versión anterior. Entre las limitaciones encontramos, los intervalos desiguales entre rangos; solo hay un rango para la graduación el color, el uso de graduación de enteros y los límites de tolerancia (95%).

El LOCS III, dispone de un amplio conjunto de rangos. Consta de seis imágenes de LH para clasificar el color y opacidad nuclear; cinco imágenes con retroiluminación para evaluar la catarata cortical y cinco para clasificar la catarata subcapsular posterior.⁽¹⁸⁾

Respecto a las complicaciones post-operatorias, las más frecuentes son opacificación de la Cap. P y edema corneal. En nuestro caso, evaluamos el edema al día siguiente de la intervención, tras 7 días y en el momento del alta. Se comprobó como el edema corneal se resolvió de un 87,4% al día siguiente de la intervención a sólo un 0,7% cuando el paciente recibió el alta. Cabe recordar que el edema corneal postquirúrgico es muy frecuente, sobre todo cuando el cirujano no tiene todavía mucha experiencia y se produce como consecuencia de una potencia excesiva de ultrasonidos, maniobras de extracción del cristalino o durante el implante de la LIO.

Otro factor a tener en cuenta es la variación de la PIO. En la tabla 7, se recoge la PIO media basal, tras el paso de un 1 día (valor más alto), a los 7 días y a la hora de recibir el alta. Es frecuente que aumente la PIO al día siguiente post-quirúrgico debido a la inflamación durante la cirugía. Respecto al tratamiento de la PIO, antes de la intervención el 86,4% de los pacientes no requerían tratamiento. Mientras que entre el días 1 y el días 7 tras la intervención solo el 18,7% de pacientes no necesitaron tratamiento para la PIO, debido a un aumento de esta. Sin embargo, a la hora de recibir el alta el 88,9% de los pacientes ya no necesitaron ningún tratamiento para controlar la PIO.

10. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en el estudio podemos concluir que:

1. La AV final de los pacientes operados de cirugía de catarata por un residente de último año mejoró de forma significativa de 0,35 en el preoperatorio a 0,84 al mes de la operación ($p < 0,001$)
2. Los resultados refractivos fueron muy buenos, ya que el cilindro postoperatorio se redujo de forma significativa ($p < 0,001$) de -1,47 D a -1,25 D. El eje también cambió de forma significativa ($p < 0,001$) de 86,36° a 96,69°. La esfera y EE medio se mantuvieron estables.
3. La PIO se incrementó al día siguiente de la cirugía para después reducirse significativamente al mes de la intervención (PIO basal 16,36 mmHg vs PIO final 15,04 mmHg; $p < 0,001$).
4. No se observaron complicaciones intraoperatorias graves (rotura CP, luxación del cristalino a cámara vítrea, desinserciones...). El edema corneal postquirúrgico se resolvió en todos los pacientes excepto 1 al mes de la intervención.

11. Referencias Bibliográficas

- (1) Clement Casado, F. ed., (1994). Capítulo XIII, Patología del cristalino. In: *Oftalmología*, 2nd ed. Madrid: Luzan, 5, pp.189-195. [Búsqueda: 9 Abril 2018].
- (2) *Pan American Health Organization | Organización Panamericana de la Salud*. [online] Disponible en: https://www.bing.com/cr?IG=83153F97F0A6444AACCD08D06F63C1C3&CID=037C2BB9B6B8689410C52787B7456976&rd=1&h=OhXz_eavksxfCCIZtxcVhuVPQnYn-zq0rDN0ealarIE&v=1&r=https%3a%2f%2fwww.paho.org%2fhq%2findex.php%3foption%3dom_content&p=DevEx.LB.1,5539.1 [Búsqueda: 10 Abril 2018].
- (3) Yen, A. and Ramanathan, S. (2017). Advanced cataract learning experience in United States ophthalmology residency programs. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 43(10), pp.1350-1355. [Búsqueda: 14 Abril 2018].
- (4) Rosas A., J. (2018). *Catarata*. [online] Med.javeriana.edu.co. Disponible en: <http://med.javeriana.edu.co/oftalmologia/materiales/catarata.htm> [Búsqueda: 12 Abril. 2018].
- (5) Sánchez Reyes, M. (2012). *Facoemulsificación versus Extracción Extracapsular de Catarata en pacientes de la COFCA*. Licenciatura. Fundación Universitaria San Martín, pp. 21-28. [Búsqueda: 20 Abril 2018].
- (6) Benjamin, L. and Gayá Moreno, R. (2009). *Cirugía de las cataratas*. Barcelona: Elsevier España, pp.1,11,27,33,39,49,5371,77,97101,111,115. [Búsqueda: 16 Abril. 2018].
- (7) Visiondiez. (2014). *Los 13 Riesgos y Complicaciones de la Operación de cataratas*. [online] Disponible en: <https://www.visiondiez.com/los-13-riesgos-y-complicaciones-de-la-operacion-de-cataratas/> [Búsqueda 28 Abril. 2018].
- (8) Admira Visión. (2018). *Biometría | Admira Visión*. [online] Disponible en: <https://www.admiravision.es/es/articulos/pruebas-diagnosticas/articulo/biometro> [Búsqueda: 13 Abril 2018].
- (9) Gómez Lara, F. (2013). *COMPARACIÓN DE FÓRMULAS BIOMÉTRICAS EN EL CÁLCULO DE LENTES INTRAOCULARES MEDIANTE EL USO DE BIOMETRÍA ÓPTICA*. Máster. Universidad Politécnica de Cataluña. [Búsqueda: 13 abril 2018]
- (10) Nuevas tecnologías en cirugía de catarata por facoemulsificación. (2018). *Revista Cubana de Oftalmología*, [online] (1, vol.26). Disponible en: <http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/179/html> [Búsqueda 30 Apr. 2018].

- (11) Blázquez Sánchez, V. and Díaz Castillo, E. (2018). Innovaciones en cirugía de catarata. *Gaceta Óptica*, (481), pp.64-67. [Búsqueda 30 Abril 2018].
- (12) Lynds, R., Hansen, B., Blomquist, P. and Mootha, V. (2018). Supervised resident manual small-incision cataract surgery outcomes at large urban United States residency training program. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 44(1), pp.34-38. [Búsqueda: 16 Julio 2018]
- (13) Gupta, S., Haripriya, A., Vardhan, S., Ravilla, T. and Ravindran, R. (2018). Residents' Learning Curve for Manual Small-Incision Cataract Surgery at Aravind Eye Hospital, India. *Ophthalmology*, pp.1-8. [Búsqueda: 20 Julio 2018]
- (14) Jeong, J., Song, H., Lee, J., Chuck, R. and Kwon, J. (2017). The effect of ocular biometric factors on the accuracy of various IOL power calculation formulas. *BMC Ophthalmology*, 17(1), pp.1-7. [Búsqueda: 14 Julio 2018]
- (15) Kansal, V., Schlenker, M. and Ahmed, I. (2018). Interocular Axial Length and Corneal Power Differences as Predictors of Postoperative Refractive Outcomes after Cataract Surgery. *Ophthalmology*, 125(7), pp.972-981. [Búsqueda: 14 Julio 2018]
- (16) Clarke, C., Ali, S., Murri, M., Patel, S., Wang, L., Tuft, M., Weikert, M. and Al-Mohtaseb, Z. (2017). Outcomes and complication rates of primary resident-performed cataract surgeries at a large tertiary-care county hospital. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 43(12), pp.1563-1570. [Búsqueda: 18 Julio 2018]
- (17) Chylack LT, Leske MC, McCarthy D, Khu P, Kashiwagi T, Sperduto R. Lens Opacities Classification System II (LOCS II). *Arch Ophthalmol*. 1989;107(7):991–997. doi:10.1001/archopht.1989.01070020053028. [Búsqueda: 10 Julio 2018]
- (18) Chylack, L. (1993). The Lens Opacities Classification System III. *Archives of Ophthalmology*, [online] 111(6), p.831. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/14685805_The_Lens_Opacities_Classification_System_III_The_Longitudinal_Study_of_Cataract_Study_Group [Búsqueda 10 Julio 2018].

12. Anexos

Abreviaturas

AV: Agudeza Visual

ACD: Profundidad Cámara Anterior

BAA: Mismo Residente de Oftalmología

CA: Cámara anterior

CCC: Capsulorrexis Curvilínea Continúa

CEICA: Comité Ético de Investigaciones Clínicas de Aragón

CP: Cápsula Posterior

DR: Desprendimiento de Retina

DVO: Dispositivo Viscoelástico Oftalmológico

EECC: Extracción Extracapsular del Cristalino

EICC: Extracción Intracapsular del Cristalino

ELP: Posición Efectiva de la Lente

EMD: Edema Macular Diabético

EMQ: Edema Macular Quístico

H: Altura corneal

HA: Humor Acuoso

HV: Humor Vítreo

K: Queratometría

LA: Longitud Axial

LH: Lámpara de Hendidura

LC: Lente de Contacto

LIO: Lente Intraocular

MER: Membrana Epi-Retiniana

PIO: Presión Intraocular

PMMA: Polimetilmetacrilato

SF: Factor del cirujano

VPP: Vitrectomía vía Pars Plana

UFV: Unidad de Función Visual