



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

**Comparativa de parámetros biométricos pre y post
cirugía de catarata.**

**Comparison of biometric parameters before and
after cataract surgery.**

Autor

Gabriel Urgel Fernández

Directores

Francisco Javier Castro Alonso

Rubén Hernández Vian

Ponente

Francisco Javier Segura Calvo

Grado en Óptica y Optometría

Curso 2023/2024

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1- ESTRUCTURAS DEL GLOBO OCULAR:	4
2.1.1- CRISTALINO:.....	4
2.1.2- CÓRNEA:	4
2.1.3- CAMARA ANTERIOR:	5
2.1.4-CAMARA VITREA:	6
2.1.5-RETINA:.....	6
2.2-TRATAMIENTO DE LAS CATARATAS:.....	6
2.3-BIOMETRIA OCULAR:.....	7
2.4-Cálculo de LIOs:.....	8
3. METODOLOGÍA	9
3.1-MUESTRA POBLACIONAL DE ESTUDIO:.....	9
3.1.1- CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION:.....	9
3.2-PROTOCOLO PREOPERATORIO Y POSTOPERATORIO:	10
3.2.1- PROTOCOLO PREOPERATORIO:.....	10
3.2.2- PROTOCOLO POSTOPERATORIO:	14
3.3-VARIABLES EMPLEADAS EN EL ESTUDIO:	15
3.4-ANALISIS ESTADISTICO:.....	15
4. HIPOTESIS Y OBJETIVOS	16
5. RESULTADOS.....	16
6. DISCUSIÓN	23
7. CONCLUSIÓN	24
8. BIBLIOGRAFÍA	25

LISTA DE ABREVIATURAS

Agudeza Visual	AV
Lente Intraocular	LIO
Longitud Axial	AL
Grosor Central Corneal	CCT
Profundidad de la Cámara Anterior	ACD
Swept Source	SS
Grosor del Cristalino	LT
Posición Efectiva de la Lente	ELP
Unidad de Alta Resolución de Cirugía de Catarata	ARCCA
Tomógrafo de Coherencia Óptica	OCT
Poder Corneal del Meridiano más Curvo	K curvo
Poder Corneal del Meridiano más Plano	K plana
Poder Medio de Ambos Meridianos	K media
Distancia Blanco-Blanco o White to White	WTW
Profundidad del Humor Acuoso	AQD
Aberración esférica	AE
Aberraciones de alto orden	RMS HOA
Longitud del Camino Óptico	OPL

1. RESUMEN

Objetivo: El objetivo principal de este estudio es comparar las diferencias en las medidas biométricas oculares entre el preoperatorio y el postoperatorio en la cirugía de cataratas, con la utilización del biómetro óptico Anterion (OCT-Swept Source), así como determinar si dichas variaciones podrían tener implicaciones clínicas.

Material y Métodos: El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Función Visual del servicio de Alta Resolución de Cirugía de Catarata (ARCCA) y se incluyeron un total de 159 ojos. En la consulta postoperatoria al mes de la cirugía se llevó a cabo una revisión oftalmológica y optométrica, que incluyó una refracción subjetiva completa y la evaluación de los parámetros biométricos postoperatorios con Anterion. Tras la última revisión se llevó a cabo la exportación de los datos biométricos preoperatorios recogidos en la base de datos de Anterion, con el objetivo de compararlos con los valores postoperatorios y evaluar las posibles variaciones inducidas en la cirugía.

Resultados: Se observaron diferencias estadísticamente significativas en: AL, WTW y LT (cuyas medidas postoperatorias son inferiores); y en el astigmatismo, AQD, CCT, ACD y RMS HOA que aumentaron respecto al preoperatorio. No se observan diferencias estadísticamente significativas en la queratometría ni en la AE.

Conclusiones: Los parámetros relacionados con la cámara anterior son los que experimentan un mayor cambio cuantitativo, debido al posicionamiento de la LIO en saco capsular. La técnica quirúrgica, especialmente las incisiones corneales, no ha modificado de una forma clínicamente relevante ni el astigmatismo ni la potencia corneal preoperatorios. El conocimiento de las variaciones biométricas analizadas tras la cirugía de catarata es interesante ya que puede contribuir a la mayor precisión futura en los cálculos de la potencia de la LIO.

2. INTRODUCCIÓN

2.1- ESTRUCTURAS DEL GLOBO OCULAR:

El ojo es un órgano complejo y fundamental para el sistema visual, debido a que permite la percepción de la luz y, por ende, la visión. Para que esta función pueda realizarse son necesarios una serie de estructuras y tejidos especializados que desempeñan diversas tareas en el proceso de la visión.

2.1.1- CRISTALINO:

El cristalino es un componente fundamental del órgano de la visión, que consiste en una lente convergente y biconvexa que hace posible que se forme una imagen nítida en la mácula. El cristalino va a constituir el límite entre la cámara anterior y la posterior del globo ocular y, está insertado en el cuerpo ciliar por las fibras de la zónula. En el ojo humano el cristalino va a desempeñar la función óptica de aportar poder convergente positivo para enfocar objetos lejanos cuando el músculo ciliar está en reposo. Cuando este músculo se contrae, el cristalino aumenta su poder convergente para enfocar objetos cercanos, proceso que se conoce como acomodación. El poder dióptrico del cristalino está comprendido entre 15-20 D cuando está relajado, pudiendo alcanzar las 30 D con la acomodación. (1)

2.1.1.1-Catarata:

La catarata consiste en una opacificación del cristalino, lo que provoca una pérdida de la transparencia y, ocasiona una disminución de las capacidades visuales. La catarata es la principal causa de ceguera evitable en el mundo, especialmente por la dificultad de acceso de los pacientes a un servicio oftalmológico por diversas situaciones, ya sean geográficas o culturales.

Existen varios tipos de cataratas, siendo la senil (producida por la edad) la más común, y que, a su vez se va a dividir en tres subgrupos, nuclear, cortical y subcapsular posterior. Otras causas por las que pueden surgir las cataratas son por traumatismos, diabetes, exposición a radiaciones, uso de esteroides y de forma congénita. En los últimos años se ha progresado en el estudio de las cataratas, pero aún no se encuentra ningún tratamiento efectivo para prevenirlas, así que la mejor opción para tratarlas es la cirugía. (1)

2.1.2- CÓRNEA:

La córnea es la lente transparente del ojo que recubre el iris y la pupila, y permite que la luz que pase a través de ella focalice en la retina. Se trata de la estructura con mayor poder refractivo del ojo humano (43 D). La córnea carece de vasos sanguíneos, es decir es avascular, y está rodeada de fluidos: lágrimas en la parte frontal y humor acuoso en la posterior. El grosor corneal (535 μ m) es un dato que es importante conocer, ya que de él depende si se pueden hacer las diferentes intervenciones quirúrgicas, como es el caso de las operaciones refractivas. Otro parámetro que caracteriza a la córnea es el radio de curvatura, siendo la variación irregular de este a lo largo de las diversas superficies corneales la principal causa de la aparición de ametropías como el astigmatismo.

La cornea está constituida por dos caras, una anterior y otra posterior, las cuales tendrán una serie de diferencias, tanto en estructura como en anatomía. La cara anterior será más curvada por lo que tendrá una forma convexa con un radio de curvatura de 7,8mm y una potencia de 48,83 D, a su vez estará formada por el epitelio corneal y la membrana de Bowman. La cara posterior será cóncava al tener una curvatura menor, ya que el radio está comprendido entre 6,2-6.8 mm y la potencia es de -5,88 D, por su parte estará constituida por el endotelio corneal y la membrana de Descemet. Ambas caras estarán separadas por una estructura llamada estroma, el cual supone el 90% de espesor corneal y es fundamental para la transparencia, nutrición y soporte corneal. (2)

2.1.2.1-Astigmatismo:

El astigmatismo es un defecto refractivo en el que la córnea tiene una forma irregular, generalmente más ovalada que redonda. Esta irregularidad provoca visión borrosa tanto para objetos cercanos como lejanos, debido a una variación del radio de curvatura a lo largo de la superficie de la córnea, haciendo que los rayos no focalicen de forma uniforme en la retina.

Existen varios tipos de astigmatismo, cada uno con características específicas, que se pueden clasificar en función de diversos factores:

- Dependiendo de donde se encuentre el meridiano con mayor potencia se puede clasificar el astigmatismo como a favor de la regla (curvatura más pronunciada en el meridiano vertical) o contra la regla (más curvado el meridiano horizontal).
- También el astigmatismo se puede clasificar en función del lugar donde focalizan los rayos de luz, pudiendo ser astigmatismos simples (uno de los meridianos enfoca la imagen antes o después de la retina, y el otro enfoca correctamente) o compuestos (enfocan todos los haces de luz por delante o por detrás de la retina).
- Por último, se pueden clasificar los astigmatismos en función de si los meridianos son perpendiculares entre sí y forman un ángulo de 90º grados, llamados astigmatismos regulares si cumplen dicha condición, y en caso de no cumplirla se denominan astigmatismos irregulares.

2.1.3- CAMARA ANTERIOR:

La cámara anterior se trata de una cavidad dentro del ojo que va desde la cara posterior de la córnea al iris, y esta rellena de un líquido llamado humor acuoso. Esta sustancia tendrá las funciones de nutrir la córnea y el cristalino, mantener la presión intraocular y eliminar los desechos metabólicos. Para la operación de cataratas es de suma importancia conocer cuál es la profundidad de la cámara anterior del paciente examinado, ya que son datos que van a influir en el cálculo y en la posición de la lente intraocular (LIO). Sabiendo que la cámara anterior tiene unas pequeñas variaciones en función del sexo, siendo los ojos de las mujeres 0.53mm más cortos que los hombres, se espera un valor más bajo en estas. (4,5)

La cámara posterior es la cavidad comprendida desde el iris hasta la cara posterior del cristalino, este espacio también está llenado por el humor acuso y tiene una profundidad de 0.4-0.6mm. (5)

2.1.4-CAMARA VITREA:

La cámara vítreo es una cavidad comprendida desde la cara posterior del cristalino hasta la retina. Dicha cámara está rellena por una sustancia gelatinosa llamada humor vítreo, que tiene como función principal el dar soporte al globo ocular siendo el responsable de la forma esférica del ojo, esto se consigue gracias a que el humor vitreo supone un 80% del volumen total del globo ocular. (5)

2.1.5-RETINA:

La retina es la estructura que va a recubrir la parte posterior del ojo, se trata de una capa delgada de tejido nervioso que es fundamental para el proceso de visión. Esta zona estará altamente vascularizada y estará constituida por fotorreceptores (conos y bastones), los cuales desempeñan papeles de vital importancia en la captación y entendimiento de la información visual. (6)

2.2-TRATAMIENTO DE LAS CATARATAS:

Para que la operación de cataratas se pueda realizar es necesaria la aprobación del oftalmólogo, el cual tiene que comprobar que haya una serie de condiciones para que dicho tratamiento pueda hacerse, como por ejemplo que la catarata dificulte significativamente la visión provocando una disminución considerable en la calidad de vida del paciente. La razón por la que se suele tardar en realizar las intervenciones de cataratas es porque el médico tiene que evaluar cuidadosamente los riesgos y beneficios de la cirugía en función de la salud del paciente, y en el momento en el que los beneficios superen a los riesgos es la ocasión perfecta para realizar la operación. Las refracciones frecuentes con cambios en la prescripción de las lentes correctoras pueden servir para mantener una visión útil mientras se desarrolla la catarata. En el momento en el cual la agudeza visual (AV) es muy baja e impide la realización de actividades de la vida cotidiana se procederá a operar. (7)

La cirugía de cataratas consiste básicamente en la extracción del cristalino opaco y sustituirlo por una LIO (1). La técnica más ampliamente utilizada para la cirugía de cataratas es la facoemulsificación, que consiste en que el cristalino es emulsificado y aspirado a través de una aguja que vibra en alta frecuencia. Durante los últimos años se ha visto un avance en esta técnica, haciéndola bastante más segura y rápida, disminuyendo las complicaciones postquirúrgicas. Al reducir el tiempo de la operación también disminuye la presión que se le ejerce a las estructuras del ojo, sobre todo en el endotelio, ya que se trata de una parte muy importante en la transparencia y carece de capacidad regenerativa. (8)

Cuando sometemos a un paciente a una operación de cataratas se espera que se alcance una buena AV sin la necesidad de usar corrección óptica, o sea, que se va a intentar convertir aquellos ojos que son amétropes en emétropes. Para conseguir estos objetivos usaremos la potencia de las LIOs, la cual habremos seleccionado varios días antes de la operación a través de una serie de aparatos oftalmológicos. Por lo que poniendo un mayor o menor poder dióptrico en las LIO podremos corregir la miopía e hipermetropía del paciente. En cuanto al astigmatismo existirán las LIO tóricas que intentaran compensar dicha ametropía, pero a priori será el parámetro que más cambio experimentará tras la operación. (9)

2.3-BIOMETRIA OCULAR:

Se trata de una técnica de diagnóstico utilizada por el oftalmólogo u optometrista que proporciona información sobre los parámetros, dimensiones y patologías de determinadas partes del globo ocular. Es imprescindible en el análisis preoperatorio de las cataratas, ya que aporta la información necesaria para el cálculo de la potencia de la LIO que se implantará durante la cirugía. (10,11)

El cálculo de la potencia de la LIO se basa en unas medidas biométricas del segmento anterior y posterior del globo ocular, por lo que la longitud axial (AL), el grosor corneal central (CCT), la profundidad de la cámara anterior (ACD) y el grosor del cristalino (LT) suponen un importante protagonismo a la hora de obtener la LIO apropiada. La biometría más utilizada actualmente para la operación de cataratas es la biometría óptica, que sustituyó a la biometría ultrasónica gracias a su exactitud, precisión y facilidad de manejo. (12)

La biometría óptica mide la distancia que la luz recorre desde la córnea hasta la retina a partir del patrón de interferencias producidos por los reflejos generados en las diferentes estructuras anatómicas que hay en el transcurso del haz de luz. Por lo que la biometría óptica requiere de un mínimo de transmisión de la luz para que se puedan calcular los distintos parámetros oculares, así que cualquier opacidad significativa puede imposibilitar la medida y obligar al profesional a usar la biometría ultrasónica, ya que este instrumento al utilizar ultrasonidos si es capaz de obtener resultados, pero empeorara la precisión de cálculo de la LIO. La biometría óptica también se caracteriza por la gran repetitividad que tienen sus medidas, siendo las diferencias en el valor promedio de AL clínicamente irrelevantes. (12)

Con el paso de los años los biómetros ópticos han ido experimentando cambios y mejoras, que los han llevado a ser el aparato clínico más importante en el cálculo de la LIO. A través de varias investigaciones se pudo comercializar el IOL Master en 1999, que fue el único biómetro en el mercado hasta la aparición del Lenstar LS900 en 2009. A partir de este momento ya se empezaron a fabricar y distribuir diferentes modelos de biómetros, e incluso se combinaron con otros instrumentos ópticos con el objetivo de poder realizar ambas funciones en un mismo aparato. Actualmente uno de los biómetros más usados se trata del IOL Master 700, que proporciona una gran reproducibilidad y repetibilidad. (12)

A raíz de la interferometría Swept source (SS) usada en el IOL Master 700 surgieron otros instrumentos basados en esta misma tecnología, como por ejemplo el Argos, el Anterion y el Eyestar. Dentro de este grupo de aparatos cabe destacar el Anterion, ya que se trata de un OCT de segmento anterior que proporciona una gran variedad de datos, gracias a su capacidad de análisis tomográfico a partir de las imágenes del OCT. (12)

Otro aspecto interesante a destacar es que los dispositivos tecnológicos actuales que realizan biometría óptica incorporan fórmulas modernas de cálculo que han optimizado de una forma muy notable los resultados refractivos tras la cirugía de catarata.

2.4-Cálculo de LIOs:

La cirugía de cataratas ha ido evolucionando con el tiempo, haciendo que actualmente sea considerada un éxito, debido en gran parte al correcto cálculo del poder dióptrico que debe tener la LIO. Para llevar a cabo un cálculo acertado de la LIO hay que tener en cuenta una serie de factores, como son la biometría, queratometría y el uso de las fórmulas adecuada a cada situación. Conocer y saber aplicar todas estas variables es fundamental para lograr un buen resultado quirúrgico y que la capacidad visual del paciente no se vea perjudicada. (13)

En la cirugía actual de cataratas los errores postoperatorios tienen una gran influencia en la satisfacción final del paciente, por lo que muchos de los estudios recientes centran sus investigaciones en aumentar la precisión del cálculo de la LIO. El factor que más influencia tiene en los errores refractivos tras la cirugía es la posición efectiva de la lente (ELP), siendo su estimación el proceso más importante para el cálculo de la LIO. Otras de las fuentes de error más comunes que hay a la hora de calcular la LIO es la medida de la AL del globo ocular. Si no se determina de forma correcta la longitud axial puede conducir a problemas graves, como resultados no precisos en el poder dióptrico de la LIO y posicionamiento erróneo de la lente. (14,15)

Las fórmulas para el cálculo de la LIO que tienen en su base de datos los biómetros se pueden clasificar en primera, segunda, tercera y cuarta generación. Las fórmulas de 1º generación basan sus cálculos en una ELP constante, siendo su valor dependiente del tipo de LIO y su posicionamiento en el ojo; al principio se estableció un valor de 4mm, pero con el paso del tiempo fue experimentando cambios hasta aumentar a 5,25mm. Dentro de la primera generación destaca la fórmula de Fyodorov, la cual sería la primera fórmula de cálculo de potencias para LIOs, siendo la Binkhorst original, Colenbrander, Van Der Heijer y Thijssen derivadas de esta fórmula. (16) Pero durante el uso de dichas formulas se descubrió que en los ojos con parámetros normales no presentaban errores refractivos en el postoperatorio, en cambio aquellos ojos que tuviesen valores por encima o por debajo de la media sí que tenían errores. (17)

Con el fin de evitar los errores que surgían después de la operación en los ojos con ACD anormal, se crearon las fórmulas de segunda generación, las cuales tenían en cuenta la AL para el cálculo del ELP. El funcionamiento de este nuevo método consistía en que aquellos ojos con una mayor ACD tendrían un ELP más grande, y lo mismo pasaría de forma opuesta en los ojos más cortos. Pero se dedujo que, aunque la AL tuviese una mayor variabilidad en ojos largos en los cortos influye más en el error dióptrico de las LIO, dificultando su viabilidad en las personas que tengan ojos por debajo de la media. (18)

Las fórmulas de tercera generación siguen siendo muy utilizadas actualmente, y predicen la ELP en función de la AL y la queratometría. Dentro de este grupo destacan la SRK-T, Holladay 1 y Hoffer Q. La diferencia más importante entre las distintas fórmulas de la tercera generación radica en el algoritmo de estimación de la ELP, mientras que el comportamiento predictivo es similar, excepto en los ojos cortos, donde Hoffer Q siempre calcula la LIO más potente y la SRK-T la menos potente. (19) Estas fórmulas de tercera generación mejoran la precisión del cálculo de la LIO respecto a las generaciones anteriores, pero siguen teniendo el mismo problema que las de segunda generación. (20)

A partir de aquí, surgieron nuevas fórmulas, que incorporaban más variables para la predicción de la ELP y de la estimación de la potencia de la LIO, como Olsen, Holladay 2, Barrett Universal II, etc. Posteriormente, hemos asistido a la aparición de nuevas fórmulas desarrolladas con diferentes metodologías (vergencia, trazado de rayos, inteligencia artificial...) o combinaciones de ellas. Y debido a la confusión que supone hablar de generaciones de fórmulas, se ha propuesto recientemente una nueva terminología para clasificarlas según el método de cálculo utilizado (21). Actualmente, podemos destacar fórmulas como Kane, Evo, Pearl-DGS, Ladas, Okulix, Hill-RBF, Karmona o Castrop.

3. METODOLOGÍA

3.1-MUESTRA POBLACIONAL DE ESTUDIO:

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Función Visual del servicio de Alta Resolución de Cirugía de Catarata (ARCCA), perteneciente al Hospital Universitario Miguel Servet, y ubicada en el Hospital Provincial de Nuestra Señora de Gracia en Zaragoza. La muestra que se seleccionó para el estudio fueron pacientes que ya habían sido operados de cataratas en el área de oftalmología, a los cuales se les informó previamente acerca de las pruebas que se les iba a realizar y cuál era el objetivo. En concreto, se escogieron a aquellas personas que hacia un mes que habían tenido la cirugía, siendo su última revisión antes de darles el alta. Todas las pruebas se realizaron después de la consulta médica, descartando a aquellos pacientes que no alcanzaron una AV de 0,8. El número total de ojos agrupados durante el periodo de recogida de datos (entre octubre y febrero) asciende a 163, de los cuales se descartaron aquellos de los que no se obtuvo información previa a la operación. El número final de ojos seleccionados para el estudio es de 159.

3.1.1- CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION:

CRITERIOS DE INCLUSION:

- Pacientes diagnosticados de cataratas por el oftalmólogo y que se ha sometido a una cirugía con el fin sustituir el cristalino por una LIO.
- Pacientes que acuden a la revisión de alta al mes de la cirugía.
- Todos los ojos analizados deben tener registrados correctamente los parámetros biométricos requeridos para el estudio

CRITERIOS DE EXCLUSION:

- Aquellos pacientes que tengan una dificultad en el desplazamiento y una visión deficiente.
- Irregularidades o distrofias corneales que supongan un error en las medidas.
- Existencia de patologías oculares concomitantes.
- Falta de información de las medidas oculares previas a la operación de cataratas.

3.2-PROTOCOLO PREOPERATORIO Y POSTOPERATORIO:

3.2.1- PROTOCOLO PREOPERATORIO:

El objetivo principal de este examen es valorar si el paciente cumple con los requisitos para someterse a una cirugía de cataratas y hacer las pruebas pertinentes para el cálculo y elección de la LIO.

Todas las pruebas fueron realizadas en el mismo departamento, y se describen en los siguientes apartados.

3.2.1.1- *Auto Kerato-refractómetro:*

Se trata de un aparato que sirve para medir de forma objetiva el error refractivo ocular sin la intervención de las apreciaciones del paciente y del examinador. El autorefractómetro nos proporciona los valores de esfera, cilindro y eje del paciente que estamos evaluando, por lo que es sumamente útil para los optometristas, ya que establecemos un punto de partida en la refracción subjetiva. Desde su creación estos instrumentos se han ido incorporando cada vez más a las clínicas oftalmológicas ya que su manejo es sumamente fácil e intuitivo, y además proporcionan unos resultados precisos en poco tiempo, evitando que el paciente se cansé y se tenga que repetir la toma de datos. (22)

Hay algunos autorefractómetros que también nos miden las curvaturas de la córnea, como es el caso del KR-8000 de Topcon (Figura 1), que fue el instrumento utilizado durante todo el periodo de recogida de datos. Además, también tiene la capacidad de hacer pupilometría (consiste en medir el diámetro pupilar), que depende de la iluminación de la sala, llegando a tener un límite de diámetro mínimo de medida de 2 mm.



Fig 1.KR-8000 de Topcom

3.2.1.2-Microscopía Endotelial:

El microscopio endotelial tiene el propósito de estimar la cantidad de células endoteliales que hay por mm^2 , indicando el valor máximo y mínimo, y también aporta información acerca de la geometría de dichas células, es decir, si son hexagonales o no.

En este caso las pruebas se llevaron a cabo con el sistema SP-1P de la casa Topcon.

3.2.1.3-Tomografía de Coherencia Óptica:

El tomógrafo de coherencia óptica (OCT) sirve para la evaluación del segmento posterior del globo ocular. En nuestro caso hemos empleado el 3D OCT-1 Maestro de la casa Topcon (Figura 2). Este aparato tiene en su sistema la capacidad de realizar multitud de diversos análisis, ofreciendo la posibilidad de evaluar a través de fotografías el fondo de ojo, las cuales podrán ir desde la visualización de una sección en concreto, como por ejemplo la mácula y la fóvea, hasta el poder tener una vista más general de la retina.



Fig 2. 3D OCT-1 Maestro de la casa Topcon

Para que esta prueba pueda hacerse de forma exitosa y sin ninguna complicación al paciente se le pondrá una gota oftálmica (Tropicamida de 10mg/ml) en el ojo para dilatar la pupila y que su exploración sea más sencilla. Esta prueba es muy útil para determinar si el paciente tiene alguna alteración en el fondo de ojo que pueda conllevar algún riesgo para la operación de cataratas.

3.2.1.3-Biometría:

El biometro es un instrumento que nos proporciona información acerca de las diversas estructuras del globo ocular, durante la evaluación del paciente hemos utilizado tres diferentes equipos basados en la tecnología SS-OCT para comparar los parámetros resultantes.

ANTERION:

El Anterion (Figura 3) se trata de topógrafo OCT de segmento anterior basado en la tecnología Swept source, que además tiene la capacidad de medir la AL del globo ocular con la interferometría óptica de última generación. La tecnología usada por el Anterion se caracteriza por el uso de un haz de luz capaz de emitir un cierto ancho de banda cambiando secuencialmente la frecuencia, lo que le permite una separación de la luz en sus diferentes frecuencias desde el inicio del proceso de medida, haciendo que cada longitud de onda sufra un retardo temporal preciso que será captado por el fotodetector para generar el interferograma. Estos cambios de fase son los que van a indicar el grado de profundidad de cada estructura interna. (23)

El Anterion al tener un haz de luz de longitud de onda larga (1300 nm) tiene una serie de ventajas respecto a otros modelos, como una mayor penetración en tejido y una mayor rapidez de escaneo al poder usar unas potencias más grandes, ya que gran parte de esta longitud de onda es absorbida por el humor vitreo, por lo que poca luz llega a la retina. Gracias a las características técnicas del Anterion podemos conseguir una imagen de muy alta calidad del segmento anterior del ojo, haciendo bastante fácil el descubrir la existencia de alguna alteración o malformación que impida el posicionamiento de la LIO. (17)



Fig 3. Anterion

En el último modelo que han sacado al mercado contiene en su software 4 aplicaciones. A continuación, se explicarán las funciones y características de cada aplicación:

- **Corneal:** Ofrece información de la geometría corneal del ojo examinado, aportándonos el astigmatismo y los coeficientes de Zernike (hasta el 4º orden). Gracias a este mapeado podemos diagnosticar la presencia de alguna patología corneal, ya sea queratocono o alguna erosión.
- **Imagen (Imaging):** Esta aplicación es utilizada para obtener imágenes de muy alta calidad de todo el segmento anterior. Las imágenes que obtenemos pueden llegar a tener una profundidad de hasta 14mm, por lo que se podrá visualizar en detalle la sección comprendida entre la córnea y el vitreo anterior. Por lo general este tipo de fotografías serán usadas para observar el ángulo esclerocorneal.

- **Medidas (Metrics):** Esta aplicación permite hacer una serie de medidas automáticas y manuales sobre imágenes de OCT de alta resolución. Las capturas realizadas en el segmento anterior se dividen en seis cortes radiales, identificando el iris, la córnea y el cristalino. Esta medida aporta mucha información para el cálculo de la LIO, ya que es capaz de medir de forma muy detallada el espacio de la cámara anterior, pudiendo obtener su volumen, así como las distancias que hay entre ángulo y cámara anterior (ACA), distancia de apertura angular (AOD), etc. Gracias al poder medir con precisión las distancias entre las diversas estructuras de la cámara anterior se puede hacer un seguimiento adecuado de patologías y cirugías.
- **Catarata (Cataract):** Esta aplicación está enfocada en la obtención de datos e información que ayuden en la selección y cálculo de la LIO, para ello se basara en los resultados obtenidos de una queratometría (SimK) central y una aberrometría de la cara anterior y total de la córnea. Todo el estudio biométrico se basará en la interferometría Swept source, obteniendo el valor de la AL y ACD.

La calidad del Anterion viene determinada por su gran precisión en las medidas que obtiene, siendo esta razón la por la que es escogido como uno de los instrumentos preferentes a la hora de calcular las LIO, aun teniendo poco tiempo en el mercado. (23)

IOLMaster 700:

El IOLMaster 700 (Figura 4) se trata de un biómetro de la marca Zeiss que combina todas las mediciones necesarias para las fórmulas de cálculo de la potencia de las LIO modernas con un nivel de precisión y fiabilidad muy grandes. Con las nuevas tecnologías que se aplican en este instrumento, es capaz de medir directamente la cara anterior y posterior de la córnea, y aplicar los resultados en nuevas fórmulas de cálculo de LIO, como son las Barrett TK Universal II y la Barrett TK Toric. Además, el IOLMaster permite la omisión de los pasos de marcado manual, debido a que logra una gran alineación de la LIO tórica con el menor astigmatismo residual. (24)

El IOLMaster 700 utiliza la tecnología OCT-SS, la cual se caracteriza por el uso de longitudes de onda largas, lo que provoca que el haz penetre mejor los medios oculares con la menor dispersión de luz. Este aparato realizara múltiples mediciones para cada estructura ocular en un proceso de captura-medición en seis meridianos distintos (0º, 30º, 60º, 90º, 120º y 150º), y tiene un escáner meridional, a partir del cual se derivan todos los datos biométricos axiales, como son el grosor corneal central, profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino y LA.

El IOLMaster usa la queratometría telecéntrica con el fin de obtener el valor de la queratometría anterior. También cuenta con la capacidad de medir la curvatura posterior de la córnea, lo que permite determinar la curvatura total corneal. Otras mediciones que puede hacer este instrumento son el diámetro pupilar con una imagen de alto contraste, la cuerda de ángulo alfa (ángulo entre el eje visual y el eje óptico) y la cuerda de ángulo kappa (ángulo entre el eje pupilar y eje visual) permitiendo optimizar el alineamiento de la LIO en el saco capsular.



Fig 4. IOLMaster 700

El IOLMaster tiene en su sistema una gran variedad de fórmulas para el cálculo de la LIO, que van desde medidas para el cálculo de LIO tóricas hasta fórmulas para ojos especiales, como aquellos que son largos, cortos o que se hayan sometido previamente a una operación queratorefractiva. (24)

3.2.2- PROTOCOLO POSTOPERATORIO:

Una vez finalizada la operación de cataratas el paciente recibe el alta quirúrgica, y durante un mes deberá acudir periódicamente al hospital para comprobar que no haya ningún tipo de alteración que le pueda llegar a causar algún daño. A los treinta días de salir del quirófano el paciente tendrá la última revisión, en la cual se espera darle el alta definitiva si en el transcurso de esta etapa se han seguido los cuidados y medidas preventivas de forma rigurosa.

El protocolo por seguir durante la última revisión es el siguiente:

1. Comenzaremos con una revisión completa por parte del optometrista, que realizará una medición de la refracción objetiva con el auto kerato-refractómetro, luego pasará a tomar la AV con el optotipo de Snellen en condiciones mesópicas y en monocular. Si el paciente mejora con la refracción medida se le prescribirá para una graduación de lejos, aquellos que lleguen a una $AV \geq 0.8$ serán incluidos en el estudio, mientras los que tengan una $AV \leq 0.8$ serán descartados.
2. A continuación, se dilata la pupila del paciente mediante la aplicación de gotas tropicamida, luego se le llevará a la sala de exploraciones, donde se realizarán las mediciones postoperatorias al ojo dilatado, dichas exploraciones se harán con el Anterion, en concreto con las aplicaciones de Cataract y Metrics. En aquellos casos en los que los pacientes no colaboren o haya una imposibilidad de tomar las medidas a causa de que no puedan mantener el ojo quieto y abierto sin parpadear a causa de una inestabilidad lagrimal, serán considerados no aptos.

Tras la finalización de la recogida de datos se comprobaron las LIO implantadas en cada uno de los pacientes, de los cuales se descartaron 4 ojos por no tener registro preoperatorio. En 14 casos la revisión mes alta era del segundo ojo operado, por lo que al

cumplir con las condiciones adecuadas se incluyeron ambos ojos dentro del estudio. Finalmente, el tamaño de muestra fue de 159 ojos.

3.3-VARIABLES EMPLEADAS EN EL ESTUDIO:

Los parámetros que se tendrán en cuenta para el estudio son los siguientes:

- AL.
- Poder Corneal del Meridano más Curvo (K curva).
- Poder Corneal del Meridano más Plano (K plana).
- Poder Medio de Ambos Meridianos (K media).
- Astigmatismo anterior, posterior y total.
- ACD.
- Profundidad del Humor Acuoso (AQD).
- Aberración esférica (AE).
- ELP.
- White to White (WTW).
- CCT.
- LT.
- Aberraciones de alto orden (RMS HOA).

Los parámetros biométricos proporcionados por el Anterion fueron utilizados en el cálculo de la LIO y para la comparación entre los parámetros anatómicos pre y postoperatorios.

3.4-ANALISIS ESTADISTICO:

Una vez recopilados todos los datos de las pruebas experimentales, se creó una base de datos en un archivo de Microsoft Office Excel donde se ingresaron todas las medidas representativas para el estudio. El estudio se centra en la variación de los datos biométricos del ojo después de someterse a la cirugía de cataratas, en donde se comparan la Kmedia, la Kcurva, la Kplana, el astigmatismo anterior, posterior y total, el CCT, el WTW, la AL, la ACD, el LT, el diámetro pupilar, la aberración esférica (AE) y las de alto orden. El análisis estadístico se llevó a cabo con el software IBM SPSS Statistics 26 a partir de dicha base de datos. En primer lugar, se estudió la normalidad de los parámetros con el test de Shapiro-Wilk. Se consideró una distribución normal si el p-valor fue mayor de 0,05. Si la muestra a analizar es normal se realizó el test T de Student para muestras relacionadas; mientras que, si no era normal, se llevó a cabo el test no paramétrico de Wilcoxon. Se consideró que existen cambios significativos si $p < 0,05$.

Para la evaluación de cada variable se usó el diagrama de Bland-Altman, el cual consiste en una herramienta para comparar la medición entre dos condiciones de medición diferentes, permitiendo visualizar la existencia de un error significativo y comprobar con una confianza del 95% si el error de medición no es superior a las dos desviaciones estándar. En los casos a analizar, la diferencia entre el preoperatorio y postoperatorio se encuentra en el eje de coordenadas y, mientras que el promedio individual entre pre/postoperatorio esta en el eje de coordenadas x.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis: Tras la cirugía de cataratas existen modificaciones en los parámetros biométricos oculares determinados mediante biometría óptica.

Objetivo: El objetivo principal de este estudio es comparar las diferencias en las medidas biométricas oculares entre el preoperatorio y el postoperatorio en la cirugía de cataratas, con la utilización del biómetro óptico Anterion (OCT-Swept Source), así como determinar si dichas variaciones podrían tener implicaciones clínicas.

5. RESULTADOS

Los 159 ojos fueron sometidos a una intervención quirúrgica consistente en la facoemulsificación del cristalino con implante de LIO intrasacular, y no tuvieron complicaciones intraoperatorias ni durante el postoperatorio. En la Tabla 1 se pueden observar los valores calculados del promedio y desviación estandar de los parámetros biométricos del ojo previos y posteriores a la operación, medidos con el biómetro óptico y topógrafo del segmento anterior, Anterion.

Parámetros biométricos y queratométricos oculares	Preoperatorio Media±SD	Postoperatorio Media±SD	P-valor
<i>Kmedia (D)</i>	43,80 ± 1,64	43,78 ± 1,68	0,77
<i>Kcurva (D)</i>	44,27 ± 1,69	44,33 ± 1,72	0,04
<i>Kplana (D)</i>	43,33 ± 1,66	43,25 ± 1,70	0,03
<i>Astigm Anterior (D)</i>	0,94 ± 0,68	1,08 ± 0,70	<0,01
<i>Astigm Posterior (D)</i>	-0,26 ± 0,13	-0,28 ± 0,15	<0,01
<i>Astigm Total (D)</i>	1,05 ± 0,73	1,19 ± 0,77	<0,01
<i>CCT (μm)</i>	540 ± 34	546 ± 39	<0,01
<i>AQD (mm)</i>	2,57 ± 0,40	4,18 ± 0,30	<0,01
<i>ACD (mm)</i>	3,11 ± 0,40	4,73 ± 0,30	<0,01
<i>WTW (mm)</i>	11,65 ± 0,41	11,62 ± 0,39	<0,01
<i>LT (mm)</i>	4,71 ± 0,43	0,78 ± 0,08	<0,01
<i>AL (mm)</i>	23,45 ± 1,26	23,42 ± 1,32	<0,01
<i>Aberración Esférica</i>	0,16 ± 0,06	0,16 ± 0,07	0,74
<i>RMS HOA</i>	0,37 ± 0,12	0,48 ± 0,20	<0,01

Tabla 1. Valores medios y desviación estandar pre/postoperatoria de los parámetros biométricos del ojo

Las variables *Kmedia*, *Kcurva*, *Kplana*, *AE*, *CCT* y *WTW* siguen una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba T de student. Mientras que los parámetros de *Astigmatismo*, *AQD*, *ACD*, *LT*, *HOA* y *AL* no tienen una distribución normal, por lo que se llevó a cabo el test no paramétrico de Wilcoxon.

Respecto a la queratometría media se obtuvieron valores ligeramente más altos en el preoperatorio ($43,80 \pm 1,64$ D) que en el postoperatorio ($43,78 \pm 1,68$ D), siendo las diferencias estadísticamente no significativas ($p=0,77$).

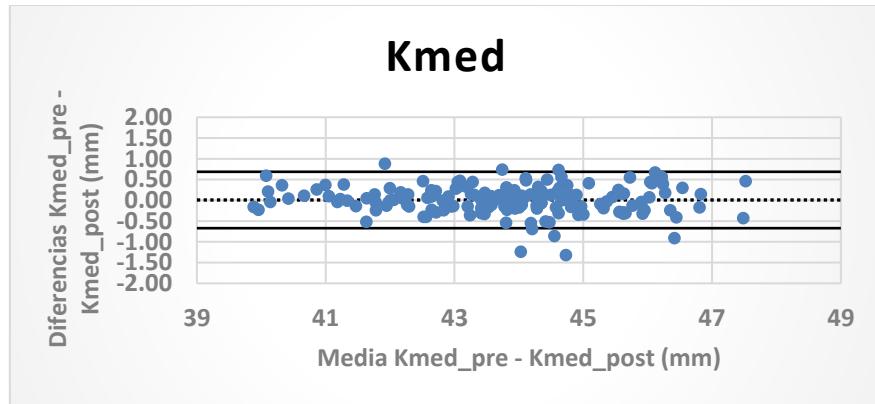


Fig 5. Diagrama Bland-Altman para K media

Se puede observar en la Figura 5 que existe congruencia entre las medidas evaluadas, ya que el promedio de las diferencias se encuentra muy próximo a 0, lo que significa que las diferencias entre pre/postoperatorio normalmente son mínimas, y además la gran mayoría de puntos están dentro de los límites de dos desviaciones estándar.

En la K curva se obtuvieron valores ligeramente superiores en el postoperatorio ($44,33 \pm 1,72$ D) respecto al preoperatorio ($44,27 \pm 1,69$ D), al contrario de lo que sucede en la K plana, con resultados de $43,33 \pm 1,66$ D en el preoperatorio y de, $43,25 \pm 1,70$ D en el postoperatorio. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p= 0,04$ para la K curva y $p= 0,03$ para la K plana).

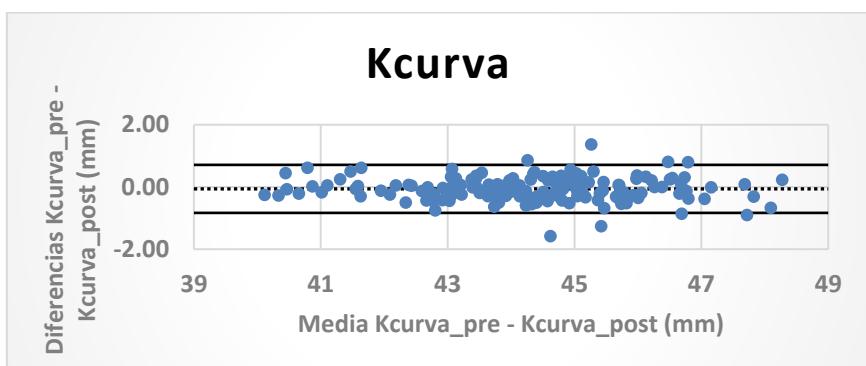


Fig 6. Diagrama Bland-Altman para K curva

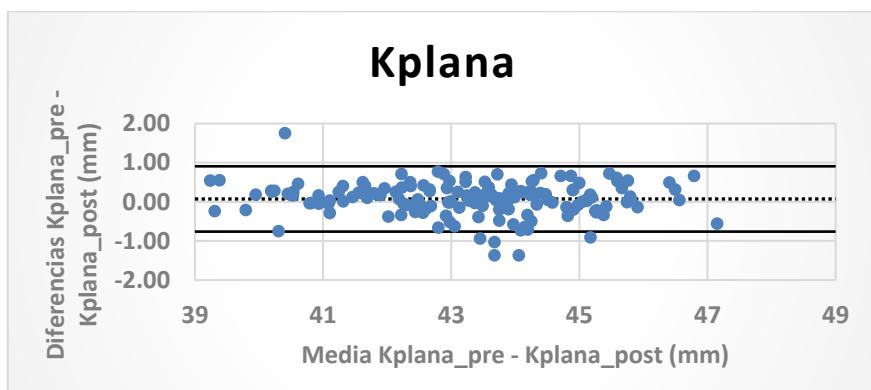


Fig 7. Diagrama Bland-Altman para K plana

En la Figura 6 (K curva) y 7 (K plana) se aprecia la existencia de congruencia entre las medidas evaluadas, ya que el promedio de las diferencias está en el 0 y la gran mayoría de puntos están dentro de los límites.

En cuanto a los astigmatismos se puede ver que experimentan una pequeña variación cuando los pacientes son sometidos a la cirugía. Respecto al astigmatismo anterior hay un incremento en las medidas postoperatorias ($1,08 \pm 0,70$ D) si las comparamos con las preoperatorias ($0,94 \pm 0,68$ D). En el astigmatismo posterior también se aprecia un aumento en el postoperatorio ($-0,28 \pm 0,15$ D), respecto al preoperatorio ($-0,26 \pm 0,13$ D), aunque la diferencia es mínima. Por último, está el astigmatismo total, en el cual se puede ver un ligero aumento en el postoperatorio ($1,19 \pm 0,77$ D) respecto al preoperatorio ($1,05 \pm 0,73$ D). En el astigmatismo, tanto el anterior como el posterior y el total, las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p<0,01$).

Estas diferencias se pueden observar en los diagramas Bland-Altman. Aunque en las tres variables el promedio de las diferencias es muy cercano al 0, en el astigmatismo anterior (Figura 8) y total (Figura 10) encontramos diferencias negativas en la mayoría de los casos, siendo positivas para el astigmatismo posterior (Figura 9), lo que indica astigmatismos (en valor absoluto) ligeramente mayores en el postoperatorio respecto al preoperatorio.

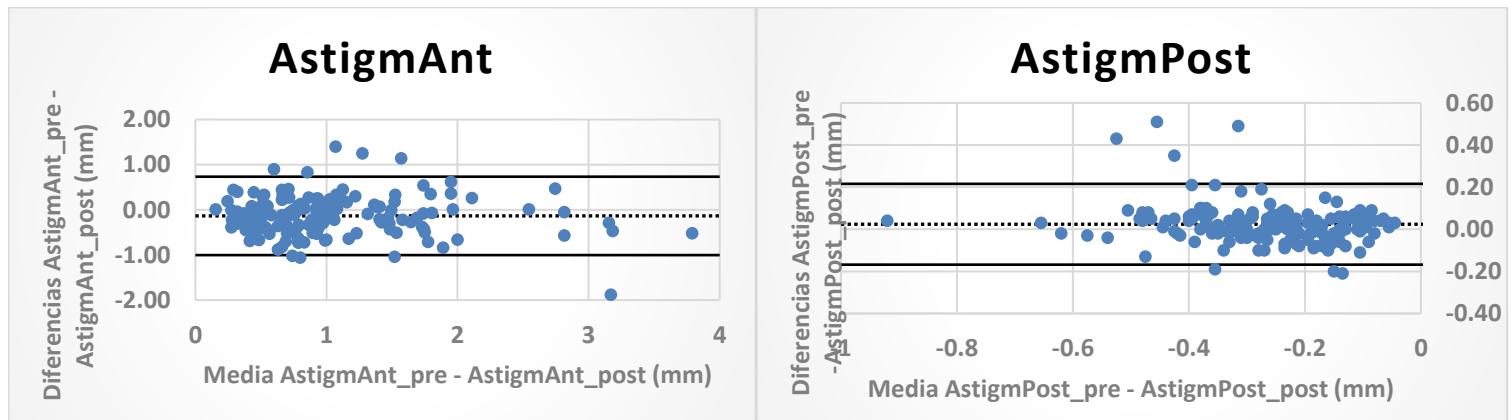


Fig 8. Diagrama Bland-Altman para Astigmatismo Anterior

Fig 9. Diagrama Bland-Altman para Astigmatismo Posterior

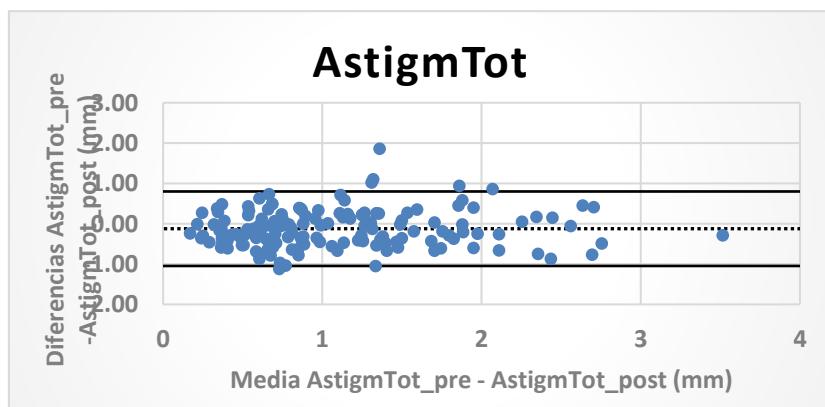


Fig 10. Diagrama Bland-Altman para Astigmatismo Total

Respecto a la CCT, se obtuvieron valores mayores en el postoperatorio ($546 \pm 39 \mu\text{m}$) que en el preoperatorio ($540 \pm 34 \mu\text{m}$), mientras que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p<0,01$). En la Figura 11 se confirman los resultados observándose diferencias negativas en la mayoría de los casos.

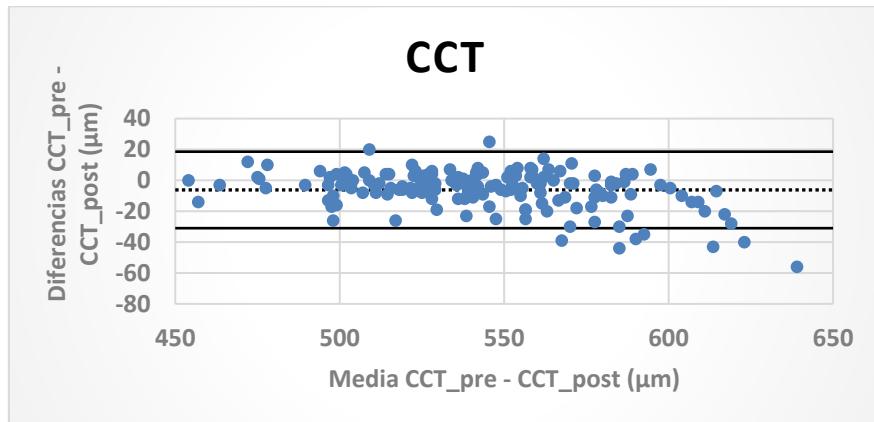


Fig 11. Diagrama Bland-Altman para CCT

En la ACD se obtuvieron valores mayores en el postoperatorio ($4,73 \pm 0,30\text{mm}$) que en el preoperatorio ($3,11 \pm 0,40 \text{ mm}$), mientras que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p<0,01$). En la Figura 12 se observan valores negativos, ya que la totalidad de los ojos después de haberse sometido a la operación de cataratas obtuvieron valores mayores del ACD, con una diferencia promedio de 1,62 mm.

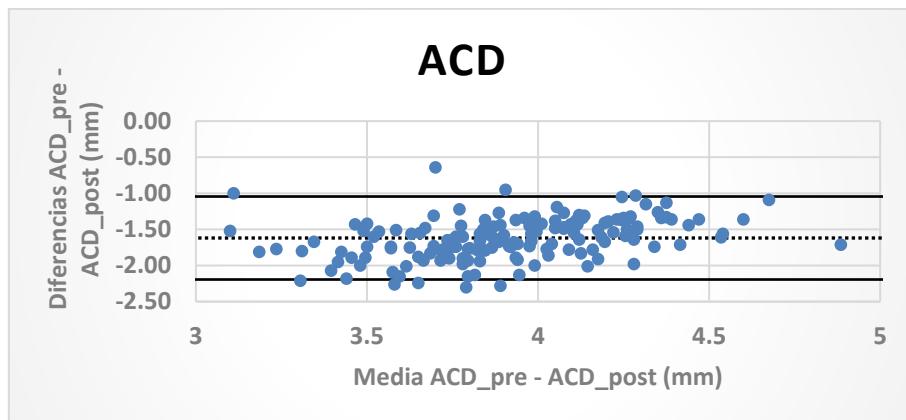


Fig 12. Diagrama Bland-Altman para ACD

En la AQD se obtuvieron valores mayores en el postoperatorio ($4,18 \pm 0,30\text{mm}$) que en el preoperatorio ($2,57 \pm 0,40 \text{ mm}$), mientras que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p<0,01$). En la Figura 13 se observa un diagrama muy similar al de la ACD, siendo la diferencia promedio también de 1,62 mm.

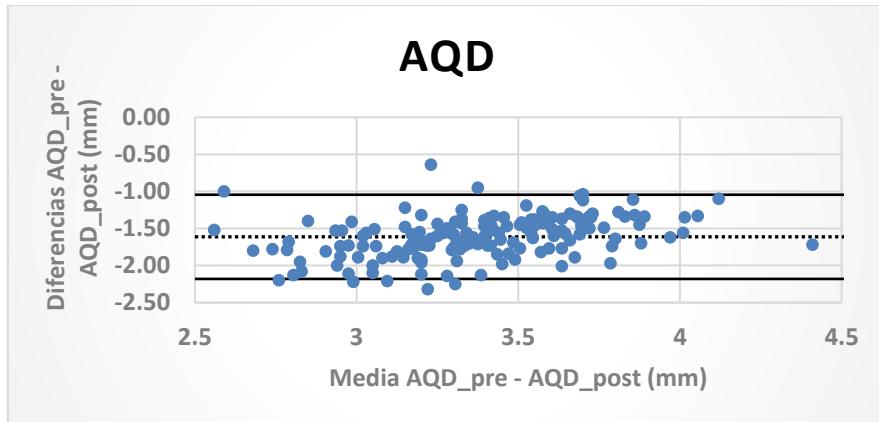


Fig 13. Diagrama Bland-Altman para AQD

Respecto a la AL se describen valores ligeramente mayores en el preoperatorio ($23,45 \pm 1,26$ mm) que en el postoperatorio ($23,42 \pm 1,32$ mm). Las diferencias fueron estadísticamente significativas, con una $p<0,01$. En la Figura 14 se puede ver que el promedio de las diferencias tiene un valor que se encuentra algo por encima de 0 (0,06 mm), y en casi todos los casos las diferencias son positivas, lo que significa que la gran mayoría de ojos tienen una AL mayor antes de someterse a la cirugía.

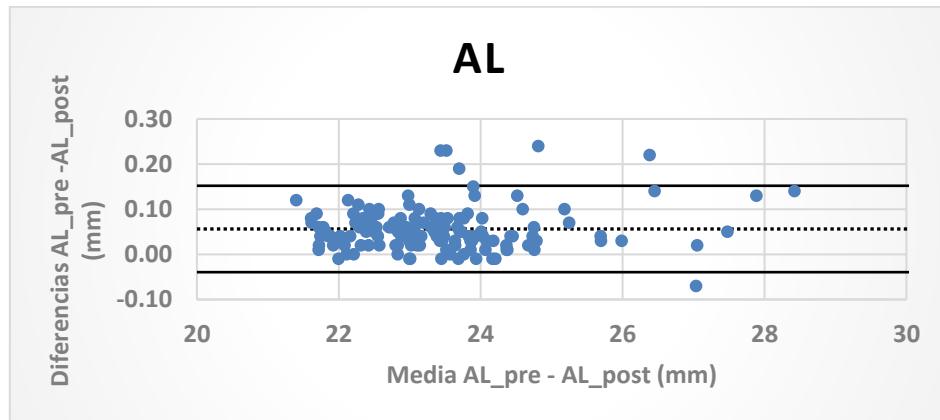


Fig 14. Diagrama Bland-Altman para AL

En cuanto al HOA se observó un valor mayor en el postoperatorio ($0,48 \pm 0,20$) que en el preoperatorio ($0,37 \pm 0,12$), siendo las diferencias estadísticamente significativas ($p<0,01$). En la Figura 15 se confirma esta tendencia ya que, para la inmensa mayoría de ojos, las diferencias son negativas.

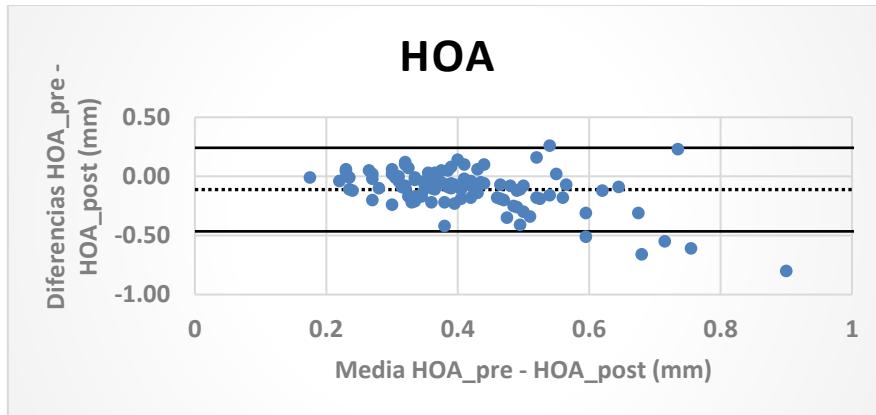


Fig 15. Diagrama Bland-Altman para RMS HOA

En el WTW se obtuvieron valores algo mayores en el preoperatorio ($11,65 \pm 0,41$ mm) que en el postoperatorio ($11,62 \pm 0,39$ mm). Las diferencias fueron estadísticamente significativas, con una $p<0,01$. En la Figura 16 se aprecia la existencia de congruencia entre las medidas evaluadas, ya que el promedio de las diferencias está en el 0 y la gran mayoría de puntos están dentro de los límites.

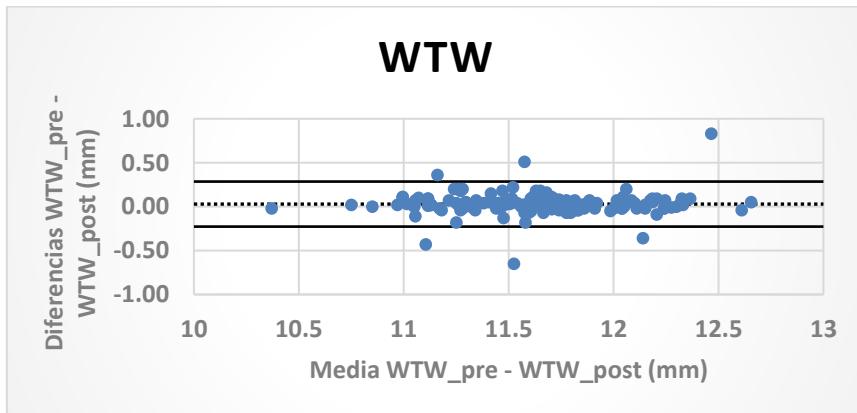


Fig 16. Diagrama Bland-Altman para WTW

Respecto a la LT tenemos que los valores durante el preoperatorio ($4,71 \pm 0,43$ mm) son mayores que en el postoperatorio ($0,78 \pm 0,08$ mm). Las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p<0,01$).

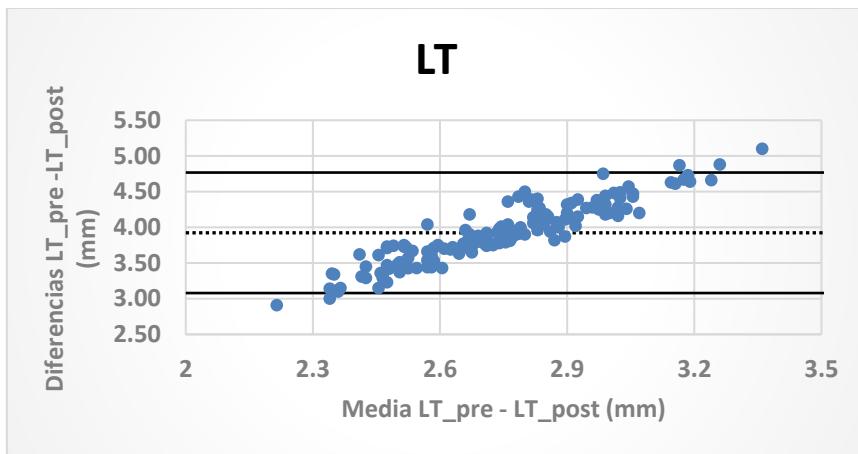


Fig 17. Diagrama Bland-Altman para LT

En la Figura 17 se aprecia que la gran mayoría de los puntos están comprendidos entre los límites, pero el promedio de las diferencias no está en el 0, sino en el 3,92 mm, lo que significa que las medidas preoperatorias siempre serán superiores a las postoperatorias. Además, se puede observar que hay una mayor diferencia pre/postoperatoria para aquellos cristalinos que tengan un grosor mayor.

En cuanto a la AE se observó que apenas hay una variación entre las medidas preoperatorias ($0,16 \pm 0,06$) y postoperatorias ($0,16 \pm 0,07$), siendo las diferencias estadísticamente no significativas ($p=0,74$). En la Figura 18 se aprecia la existencia de congruencia entre las medidas evaluadas, ya que el promedio de las diferencias está en el 0 y la gran mayoría de puntos están dentro de los límites.

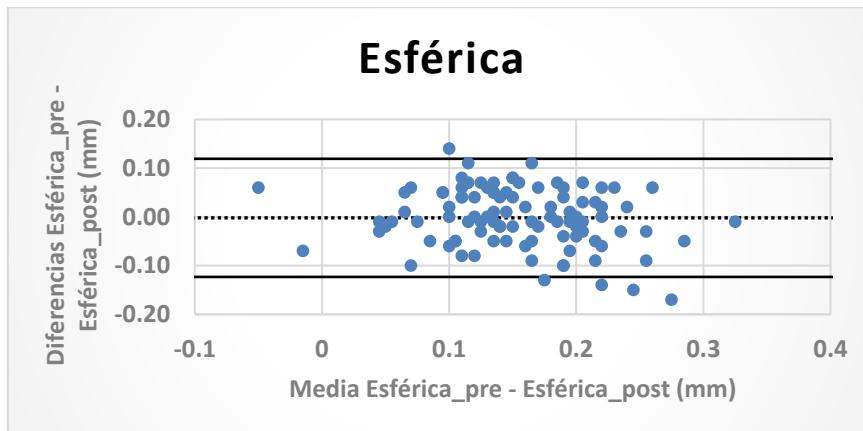


Fig 18. Diagrama Bland-Altman para AE

6.DISCUSIÓN

Actualmente, la cirugía de cataratas es una de las intervenciones quirúrgicas más comunes en el ámbito clínico. Su objetivo ha evolucionado de simplemente restaurar la visión, a lograr un resultado refractivo óptimo que permita a los pacientes prescindir de gafas para la mayoría de sus actividades diarias. Por ello, el desarrollo de nuevas tecnologías es crucial para comprender mejor las estructuras oculares, medir con precisión los parámetros biométricos y calcular e implantar adecuadamente la LIO. No obstante, es interesante valorar si la cirugía de cataratas provoca cambios estructurales en los parámetros biométricos oculares respecto a las medidas preoperatorias. Por este motivo, el objetivo principal planteado en nuestro estudio es valorar pre y postoperatoriamente las modificaciones en las variables biométricas.

En cuanto a la queratometría se observó una leve disminución del poder dióptrico total, sin diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, en la evaluación queratométrica de los meridianos curvo y plano se encontraron diferencias estadísticamente significativas, con resultados más elevados en el meridiano curvo y menores en el meridiano plano. Estos hallazgos explican, a su vez, los resultados obtenidos en la queratometría media... Estas variaciones pueden explicarse por las incisiones corneales realizadas durante la operación, que provocan una ligera alteración en la morfología corneal. (25) Estos cambios, no obstante, no suponen ninguna relevancia clínica para el paciente.

Respecto al astigmatismo total se experimentó un ligero incremento, debido fundamentalmente a los cambios en el astigmatismo anterior, que pueden estar directamente relacionados con las incisiones corneales realizadas durante la facoemulsificación (SIA, Surgical Induced Astigmatism)... (26) Aunque, esta variación sea estadísticamente significativa, no implica una relevancia clínica, ya que las alteraciones son inferiores a 0,25 D.

Las mayores diferencias se observaron en la ACD y AQD, ya que en el preoperatorio mide la distancia entre la cara anterior de la córnea (o posterior para la AQD) y la cara anterior del cristalino, mientras que en el postoperatorio mide hasta la cara anterior de la LIO, cuyo espesor es mucho menor. Otra de las razones por las que se puede ocasionar un incremento en la ACD es porque la CCT también aumenta. La CCT experimenta dicha variación tras la cirugía de cataratas debido a posibles traumatismos intraoperatorios, inflamación postoperatoria y aumentos de la presión intraocular, que alteran las capas celulares corneales haciendo que aumenten de grosor. Estudios recientes han demostrado resultados similares a los nuestros, encontrando diferencias estadísticamente significativas en la ACD, que es una variable clave para predecir errores refractivos postoperatorios. (27)

Se observó una disminución estadísticamente significativa de la AL tras la cirugía de cataratas, que podría deberse a la influencia de la longitud del camino óptico (OPL). La OPL toma en cuenta los diferentes índices de refracción de los medios oculares (córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo). Tras la cirugía de cataratas, el cristalino se reemplaza por una LIO, lo que implica que el índice de refracción del ojo cambia, haciendo que Anterior use este cambio para ajustar las mediciones de la AL. (12,28) Otros estudios actuales también han encontrado diferencias entre los valores pre y postoperatorios en la AL, similares a nuestro trabajo. (29)

Respecto al WTW, se ha observado una ligera disminución tras la cirugía, que a pesar de ser estadísticamente significativa no supone una relevancia clínica. Las aberraciones de alto orden experimentaron un incremento en el postoperatorio a consecuencia de la LIO y de las incisiones que modifican ligeramente la morfología corneal, mientras que la AE en los ojos operados sufren un ligero incremento, que no fue estadísticamente significativo.

Respecto a las limitaciones de nuestro estudio se incluyeron únicamente pacientes procedentes de un solo centro médico, y con un rango de edad de 60-80 años. Así mismo las cirugías fueron realizadas por diferentes cirujanos. Sería interesante realizar estudios posteriores con un número mayor de pacientes, fuera de este rango de edad y con cirugías realizadas con un mismo cirujano.

7.CONCLUSIÓN

Las variables biométricas determinadas pre y postoperatoriamente en pacientes intervenidos de catarata, y medidas con el OCT-SA Anterion (tecnología OCT Swept Source), muestran cambios estadísticamente significativos en: AL, WTW y LT (cuyas medidas postoperatorias son inferiores); y en el astigmatismo, AQD, CCT, ACD y RMS HOA que han aumentado respecto al preoperatorio.

No se observan diferencias estadísticamente significativas en la queratometría ni en la AE.

Los parámetros relacionados con la profundidad de la cámara anterior (ACD y AQD) son los que experimentan un mayor cambio cuantitativo, ya que la posición final de la LIO en el saco capsular se ubica en un plano más posterior a la cápsula anterior del cristalino.

En la muestra estudiada, la técnica quirúrgica, especialmente las incisiones corneales, no han modificado de una forma clínicamente relevante ni el astigmatismo ni la potencia corneal preoperatorios.

El conocimiento de las variaciones biométricas analizadas tras la cirugía de catarata es interesante ya que puede contribuir a la mayor precisión futura en los cálculos de la potencia de la LIO.

8.BIBLIOGRAFÍA

- 1-Galvis V, Tello A, Carreño N. El cristalino para el médico general. MedUNAB [Internet]. 11 de diciembre de 2008 [citado 25 de febrero de 2024];11(3):225-30. Pag 1-4
- 2- Villa, C., & Santodomingo, J. (2003). La córnea. Parte I. Mol Vis, 9, 440-448.
- 3-Rey-Rodríguez, D. V., Álvarez-Peregrina, C., & Moreno-Montoya, J. (2017). Prevalencia y factores asociados a miopía en jóvenes. Revista mexicana de oftalmología, 91(5), 223-228.
- 4- Jiménez-García M, Segura-Calvo FJ, Puzo M, Castro-Alonso FJ; UFR-ARCCA Group Zaragoza. Biometric description of 34 589 eyes undergoing cataract surgery: sex differences. J Cataract Refract Surg. 2024 Feb 28
- 5- Mora Villate MA, Bernal Méndez JD, Bernal Méndez JD, Paneso Echeverry JE, Paneso Echeverry JE. Anatomía quirúrgica del ojo: Revisión anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino. Morfolia [Internet]. 1 de septiembre de 2016 [citado 26 de abril de 2024];8(3):21-44.
- 6- Kolb H. Simple Anatomy of the Retina. 2005 May 1 [updated 2012 Jan 31]. In: Kolb H, Fernandez E, Nelson R, editors. Webvision: The Organization of the Retina and Visual System [Internet]. Salt Lake City (UT): University of Utah Health Sciences Center; 1995-. PMID: 21413391.
- 7- Khazaeni LM. Cataratas [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. [citado el 30 de mayo de 2023].
- 8-Mura, C. J. J. (2010). Cirugía actual de la catarata. Revista Médica Clínica Las Condes, 21(6), 912-919. Pag 3-4
- 9- Ballate NEM, Jiménez PR, Sosa GI, et al. Defectos esféricos residuales: diferencias entre el valor dióptrico del lente antes y después de la operación de catarata. Rev Acta Médica. 2017;18
- 10- Antonio, G., & Rivas, F. (2023, October). BIOMETRÍA OCULAR EN PACIENTES CON CATARATAS Y CRITERIO DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO. MANZANILLO SEPTIEMBRE 2020-2022. In CIBAMANZ-2023.
- 11- Clínica Oftalmológica / Blog / Biometría Ocular – Prueba diagnóstica previa a la Cirugía de Cataratas: <https://www.clinicasnovovision.com/blog/biometria-ocular-prueba-diagnostica/>
- 12- Aramberri J, biometría óptica. In: J. Aramberri and F. Ribeiro,ed. Cálculo de la lente intraocular, 1st ed. Madrid: SECOIR. 2002;131-144.
- 13-. Prado-Serrano, A., Camas-Benítez, J. T., Sosa-López, S. P., & Nava-Hernández, N. G. (2010). Como evitar la sorpresa refractiva (2a. Parte) Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares en casos especiales. Revista Mexicana de Oftalmología, 84(1), 39-48.
- 14- Montero Díaz, E., Serpa Valdés, M., Cuan Aguilar, Y., Pérez Candelaria, E. D. L. C., Hernández López, I., & Vidal del Castillo, M. (2014). Efectividad de la biometría de inmersión para el cálculo del poder dióptrico de la lente intraocular. Revista Cubana de Oftalmología, 27(3), 350-358.
- 15- Varela García, M., Mínguez Muro, E., & Castillo Laguarte, J. (2020). Fórmulas para el cálculo de la potencia de lentes intraoculares a implantar en cirugía de Catarata. Trabajo de Fin de Grado en la Universidad de Zaragoza.
- 16- Castro FJ. Fórmulas y estimación de la posición de la lente intraocular. In: J. Aramberri and F. Ribeiro, ed. Cálculo de la lente intraocular, 1st ed. Madrid: SECOIR. 2022; 321.

- 17-Flikier, D. (no date) Biometría, Cálculo de Lentes Intraoculares. Available at: <http://panaceaiolandtoriccalculator.com/assets/1--biometria-calculo-de-lentes-intraoculares.pdf> [1] (Accessed: 09 June 2024).
- 18- Iribarne, Y., Ortega Usobiaga, J., Sedó, S., Fossas, M., Martínez Lehmann, P., & Vendrell, C. (2003). Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares. *Ann Oftalmol* [Internet], 11(3), 152-65.
- 19- Prado-Serrano A, Nava-Hernández NG. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares ¿Cómo evitar la sorpresa refractiva? *Rev Mex Oftalmol*. 2009;83(5):272-280.
- 20-Holladay JT, Gills JP, Leidlein J, Cherchio M. Achieving Emmetropia in Extremely Short Eyes with two Piggyback Chamber Intraocular Lenses. *Ophthalmology*. 1996 Jul; 103(7):1118-23.
- 21- Savini G, Hoffer KJ, Kohnen T. IOL power formula classifications. *J Cataract Refract Surg*. 2024 Feb 1;50(2):105-107.
- 22-Rojas Villa, P. M., & Garzón Acosta, O. M. (2014). Determinación del grado de estandarización del autorefractómetro versus autorefractómetro bajo cicloplejia mediante la prueba piloto del protocolo reviso
- 23- Aramberri J, Schröpfer J. Anterion: OCT de segmento anterior y biometría óptica. In: J. Aramberri and F. Ribeiro,ed. Cálculo de la lente intraocular, 1st ed. Madrid: SECOIR. 2002;205-12.
- 24- Nuno Moura-Coelho, Filomena J Ribeiro. ZEISS IOLMaster 700. In: J. Aramberri and F. Ribeiro, ed. Cálculo de la lente intraocular, 1st ed. Madrid: SECOIR. 2022; 181-187.
- 25- Teodoru, CA; Cerghedean-Florea, M.-E.; Tănăsescu, C.; Dura, H.; Fleaca, R.; Munteanu, M.; Stanca, H.; Popescu, FG; Romano, MD; Nicula, GZ; et al. Evaluación de parámetros biométricos oculares tras cirugía de cataratas. *Informes* 2023 , 6 , 3
- 26- Ibáñez-Hernández MÁ, Ramos-Espinoza K. Astigmatismo inducido en facoemulsificación con incisiones de 3.0 mm ampliadas a 3.75 mm. *Rev Mex Oftalmol*. 2004;78(5):245-249.
- 27- Ning, X., Yang, Y., Yan, H., & Zhang, J. (2019). Anterior chamber depth—a predictor of refractive outcomes after age-related cataract surgery. *BMC ophthalmology*, 19, 1-9.
- 28- López CG, López VG, Juan V, Martin R (2016) Change in Axial Length Pre and Post Cataract Surgery Measured with IOL Master. *J Clin Exp Ophthalmol* 7: 544. doi:10.4172/2155-9570.1000544
- 29- Drexler, W., Findl, O., Menapace, R., Rainer, G., Vass, C., Hitzenberger, C. K., & Fercher, A. F. (1998). Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *American journal of ophthalmology*, 126.