

**CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA OCULAR EN UNA POBLACIÓN
ADULTA DE SANTANDER Y SU COMPORTAMIENTO COMO FUENTE DE
ERROR EN EL RESULTADO REFRACTIVO DE LA CIRUGÍA DE CATARATA**

DIEGO FERNANDO ARDILA RIVERA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD, ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA
BUCARAMANGA**

2016

**CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA OCULAR EN UNA
POBLACIÓN ADULTA DE SANTANDER Y SU COMPORTAMIENTO COMO
FUENTE DE ERROR EN EL RESULTADO REFRACTIVO DE LA CIRUGÍA DE
CATARATA**

DIEGO FERNANDO ARDILA RIVERA

**Protocolo de investigación presentado para optar al título de
Especialista en Oftalmología**

Tutor

ALEJANDRO TELLO

M.D. Oftalmólogo. Segmento anterior y refractiva

Fundación Oftalmológica de Santander Carlos Ardila Lülle

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD, ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA
BUCARAMANGA**

2016

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA OCULAR EN UNA POBLACIÓN ADULTA DE SANTANDER Y SU COMPORTAMIENTO COMO FUENTE DE ERROR EN EL RESULTADO REFRACTIVO DE LA CIRUGÍA DE CATARATA*

AUTOR: DIEGO FERNANDO ARDILA RIVERA**

Palabras clave: parámetros biométricos, catarata

Descripción:

Objetivo: Determinar el comportamiento de las medidas anatómicas oculares obtenidas de la biometría y las asociaciones entre ellas, en una población del oriente colombiano, y determinar si estas variaciones son fuente de errores en la refracción final del paciente en cirugía de catarata.

Diseño de estudio: Corte transversal.

En estudios poblacionales no se analizó de manera directa la relación entre LA, K y CA, que son datos fundamentales para el cálculo del poder del lente intraocular a implantar en cirugía de catarata.

Se analizaron 2 muestras: 4003 ojos de base de datos de biómetro ultrasónico y 264 ojos a los que se realizó cirugía de catarata.

Las variables biométricas se distribuyeron de la siguiente forma: LA promedio 23,11 mm, CA promedio 3,09 mm, Espesor del cristalino 4,6 mm, Longitud de la cavidad vítrea 15,41 mm, K media promedio 43,9 D.

Analizamos la relación entre las variables biométricas longitud axial, queratometría y cámara anterior para caracterización ocular encontrando relación indirectamente proporcional entre LA y K, relación indirectamente proporcional entre K y CA y relación directamente proporcional entre LA y CA.

Al utilizar las fórmulas de tercera generación en nuestra población estamos asumiendo relaciones de variables biométricas que no se cumplieron en la población analizada y que pueden responder a la distribución tanto del error de predicción como del defecto refractivo residual.

Al analizar el resultado refractivo y el error de predicción en función del tipo de lente utilizado y el tipo de fórmula empleada en el cálculo del poder del lente intraocular en la muestra 2 del estudio encontramos que la tendencia fue similar entre los diferentes subgrupos.

*Trabajo de grado

** Universidad Industrial De Santander, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento De Cirugía, Segmento anterior y refractive, Fundación Oftalmológica de Santander Carlos Ardila Lülle. Director: Alejandro Tello M.D. Oftalmólogo.

ABSTRACT

TITLE: OCULAR MORPHOLOGY CHARACTERIZATION IN AN ADULT POPULATION OF SANTANDER AND ITS BEHAVIOR AS A SOURCE OF ERROR IN THE REFRACTIVE RESULT OF CATARACT SURGERY*

AUTHOR: DIEGO FERNANDO ARDILA RIVERA**

Description:

Key words: biometric parameters, cataract

Objective: To determine the behavior of the ocular anatomical measurements obtained from biometrics and their associations in a population of eastern Colombia and to determine if these variations are a source of errors in the patient's final refraction in cataract surgery.

Study design: Cross section.

In population studies the relationship between LA, K and CA was not directly analyzed which are fundamental data for the calculation of the intraocular lens's power to be implanted in cataract surgery.

Two samples were analyzed: 4003 eyes of ultrasonic biometer database and 264 eyes that underwent surgery of cataract.

The biometric variables were distributed as follows: LA average 23.11 mm, AC average 3.09 mm, crystalline thickness 4.6 mm, length of vitreous cavity 15.41 mm, mean K average 43.9 D.

We analyzed the relationship between biometric variables: axial length, keratometry and anterior chamber for ocular characterization, finding an indirectly proportional relationship between LA and K, an indirect proportional relation between K and CA and a directly proportional relationship between LA and CA.

When we use third generation formulas in our population we are assuming relations of biometric variables that we don't find in the analyzed population and that can respond to the distribution of both prediction error and residual refractive defect.

Both the refractive result and the prediction error according to the type of lens used and the type of formula used in the calculation of the power of the intraocular lens in sample 2 of the study we found that the trend was similar between the different subgroups.

*Degree paper

** Universidad Industrial De Santander, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento De Cirugía, Segmento anterior y refractive, Fundación Oftalmológica de Santander Carlos Ardila Lülle. Director: Alejandro Tello M.D. Oftalmólogo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	12
1.2 PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GENERAL	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4. METODOLOGÍA	22
4.1 DISEÑO	22
4.2 POBLACIÓN	22
4.3 MUESTRA	22
4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	22
4.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	23
4.6 PROCESO DE CAPTACION DE PACIENTES	23
5. RESULTADOS ESPERADOS	24
6. ASPECTOS ÉTICOS	25
6.1 ANALISIS ESTADÍSTICO	26
7. DISCUSIÓN	37
8. CONCLUSIONES	43

9. CRONOGRAMA	44
10. PRESUPUESTO	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Relación entre variable biométricas longitud axial, queratometria y cámara anterior	27
Tabla 2. Relación entre longitud axial y la camara anterior	29
Tabla 3. Relación entre cámara anterior y queratometría	30
Tabla 4. Cronograma	44
Tabla 5. Presupuesto	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Longitud axial vs K mean	28
Figura 2. Longitud axial vs Cámara anterior	29
Figura 3. Cámara anterior vs K mean	31
Figura 4. Error refractivo residual en el total de la muestra	33
Figura 5. Error refractivo residual vs. tipos de lente	34
Figura 6. Error refractivo residual vs fórmula	35
Figura 7. Error de predicción vs. tipo de lente vs. fórmula	36

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Variables	49

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las características anatómicas oculares en una población adulta de Santander que acude a consulta del centro oftalmológico Virgilio Galvis; inducen estas un error en el cálculo del poder del lente intraocular al utilizar las fórmulas de tercera generación?

1.2 PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ojo es el órgano encargado de recibir estímulos luminosos del exterior y transformarlos en impulsos eléctricos para que al ser enviados a través de la vía óptica hasta el sistema nervioso central sean procesados como información visual del medio externo, podemos asimilarlo como un complejo sistema óptico compuesto por lentes dispuestos de tal forma que la delicada interacción entre los poderes ópticos de los lentes que lo componen y la distancia a la cual se encuentran ubicados entre sí, permitan que en condiciones normales el sistema tome los rayos del medio externo y los enfoque en la retina, donde se encuentran las células fotorreceptoras, para generar una imagen de calidad aceptable, y así también son responsables en gran medida de los errores refractivos cuando este sistema no se encuentra sincronizado¹.

Dentro de los principales componentes de este sistema óptico tenemos a la córnea y al cristalino como los lentes más importantes, en cuanto a distancias importantes tenemos la cámara anterior que determina la distancia entre la córnea y el cristalino, y la longitud axial que representa la distancia entre la córnea y la retina. No existe una técnica quirúrgica que dependa en la actualidad

en mayor proporción para sus resultados refractivos de estas relaciones anatómicas que la cirugía de catarata. El estudio de la morfología ocular es indispensable para obtener buenos resultados refractivos, que es lo que en la actualidad el paciente y el médico esperan. Las nuevas técnicas de cirugía de catarata, en la cual se extrae el cristalino patológico y se reemplaza por un lente intraocular con un poder ajustado para que este sistema óptico a pesar de presentar defectos refractivos, pueda equilibrarlo permitiendo el enfoque adecuado de los rayos que provienen del exterior en la retina, acercándolo lo más posible a la emetropía.

La cirugía de catarata es una de las intervenciones quirúrgicas más frecuentemente realizadas en el campo de la oftalmología y es el arma para combatir la principal causa de ceguera reversible en el mundo. La cirugía de catarata ha avanzado a pasos agigantados hasta el punto de llegar a convertirse en un procedimiento refractivo con obtención de excelentes resultados en cuanto al defecto refractivo residual y por ende la agudeza visual: los rangos de precisión para los defectos refractivos post-cirugía de catarata se han establecido en $\pm 0,50$ dioptrías en el 55% de los casos, y de $\pm 1,00$ Del 85% de los casos².

Para obtener estos resultados no solo es necesario escoger adecuadamente al paciente, dominar las técnicas quirúrgicas en particular la cirugía con incisión pequeña, la capsulorexis continua curvilínea, realizar una cirugía limpia, usar tecnología de avanzada; también el resultado final se ve influenciado ampliamente en el cálculo del poder de los lentes intraoculares y para esto el cirujano se basa en el estudio biométrico empleando las fórmulas que también se han ido refinando con el tiempo; estas permiten pronosticar el poder del lente intraocular que necesita determinado paciente para lograr que los rayos paralelos que provienen de un objeto lejano al pasar por el sistema óptico se puedan enfocar en la retina, alcanzando una agudeza visual óptima. Estas fórmulas basan su cálculo en las mediciones anatómicas de dos o tres de las siguientes variables:

Longitud axial, profundidad de la cámara anterior y queratometría³.

Las fórmulas que consideran solo dos de estos datos (queratometría y longitud axial) emplean algoritmos para predecir la profundidad de la cámara anterior basándose en ellos y otros datos, dependiendo de si son fórmulas de tercera o de cuarta generación.

Teniendo en cuenta que nuestra población se origina a partir del mestizaje, es necesario analizar el comportamiento de los patrones de las medidas anatómicas oculares, las cuales son tomadas a través de la biometría que se puede realizar por medio de ultrasonografía y tomografía de coherencia parcial, siendo esta última un método no invasivo que se basa en el principio de la interferometría parcialmente coherente; esta técnica es muy similar a la ultrasonografía pero en vez de proyectar ondas ultrasónicas se proyecta luz infrarroja sobre el globo ocular y se mide la reflexión de estos haces de luz sobre las distintas superficies oculares. Este doble haz permite eliminar la influencia de los movimientos longitudinales del ojo durante las mediciones, usando la córnea como superficie de referencia. Es una variación de la tomografía de coherencia óptica que se emplea para obtener imágenes de las capas retinianas con gran precisión, esta técnica tiene una alta repetitividad intra e interobservador lo que nos permite arrojar datos más exactos y reproducibles⁴¹⁵.

Tras comparar los varios tipos de biómetros, numerosos estudios concluyen que el biómetro óptico de no contacto demuestra una mayor precisión que el biómetro ultrasónico con la técnica de contacto⁵, aunque para algunos autores la precisión del biómetro ultrasónico con la técnica de inmersión es equivalente al del sistema óptico³⁶. Lo que sí podemos inferir, es que por su simplicidad y rapidez a la hora de realizar la prueba su uso está siendo cada vez más extendido y se asocia a esta técnica un resultado más satisfactorio⁷.

En un estudio 90,8% de los pacientes obtuvieron un error absoluto <1 dioptría con la Interferometría de Coherencia Parcial (fórmula SRK/T) comparado con un 53,9% usando la biometría por ultrasonidos usando la técnica de aplanación¹⁶. Sin embargo dos estudios recientes han mostrado que no existe una diferencia significativa entre los resultados refractivos de la biometría óptica (IOL Master) y la ultrasónica por inmersión⁸⁹.

También es importante la medición del radio de curvatura de la superficie anterior de la córnea para estimar el poder dióptrico de esta. La córnea aporta 2/3 del poder dióptrico total del sistema óptico ocular, el cálculo de su poder o queratometría se efectúa analizando el tamaño de la imagen reflejada sobre esta por un objeto de tamaño conocido. A partir de este valor en mm se calcula la potencia corneal total, en dioptrías, mediante una fórmula matemática aplicando el índice queratométrico el cual es un valor compensatorio del índice de refracción que se introduce en el cálculo, para poder determinar el poder total de la córnea, midiendo solo el radio de curvatura de la cara anterior. Este índice queratométrico no corresponde al índice de refracción de ningún tejido o medio real, e involucra la relación normal entre las caras anterior y posterior de la córnea, este modelo no da un valor exacto del poder corneal el cual es deseable para el cálculo del LIO pero es bastante aproximado.

Un error de 1 dioptría en la medición de la curvatura corneal, conlleva a un error de aproximadamente 1 dioptría en el poder del LIO, y aproximadamente 0,7 D de error en la refracción final. Refiriéndose a radio de curvatura, un error de 0.1 mm en el cálculo del radio corneal conllevaría un trastorno en la refracción postoperatoria de 0.5 D.

El otro dato que se requiere en las fórmulas biométricas es imposible de medir, ya que se trata de predecir un evento futuro: la posición del lente en el ojo. Para aproximarse a este valor las fórmulas de tercera generación la deducen

basándose en la longitud axial y la queratometría. Las de cuarta generación emplean el valor de la cámara anterior preoperatoria junto a factores adicionales (longitud axial, queratometría, edad, espesor del cristalino, entre otros).

Una variación de 1 mm en la posición efectiva del lente, puede generar un error muy significativo en la refracción (aproximadamente 1.5 a 2.0 Dioptrías)¹.

En 1992 Olsen determinó teóricamente que el 54% de los errores biométricos podrían ser atribuidos a errores en la medición de la longitud axial, el 8% a errores en el poder corneal y el 38% a errores en la predicción de la ACD posoperatoria (ELP).

Este mismo autor en 2007 recalculó, de acuerdo a los resultados obtenidos con la biometría óptica moderna (IOL Master), y determinó que el 36% de los errores biométricos podrían ser atribuidos a errores en la medición de la longitud axial, el 22% a errores en el poder corneal y el 42% a errores en la predicción de la ACD posoperatoria⁸. Esto refuerza el concepto que el dato de la ACD postoperatoria (ELP) sigue siendo una fuente muy importante de errores (la más importante en la actualidad), ya que depende totalmente de presunciones con datos preoperatorios. Adicionalmente que debido a las tecnologías más confiables la longitud axial disminuyó como fuente de errores (pasando de 54 a 36%), pero los errores en la medición del poder corneal se incrementaron (pasando del 8% en 1992 al 22% en 2007).

En 2008 Norrby publicó sus propios cálculos del porcentaje de contribución de cada error a los errores totales de los cálculos biométricos: errores en estimación preoperatoria de la ELP correspondieron a un 35 % y los errores en la medida de la longitud axial a un 17%¹⁰.

Con respecto a las fórmulas matemáticas para el cálculo del poder del lente

intraocular, como ya se indicó, las de tercera generación, ampliamente utilizadas en la actualidad, realizan el cálculo de la posición efectiva del lente asumiendo que las medidas del ojo están relacionadas proporcionalmente con la longitud axial y la queratometría, lo que puede ser una de las causas de los errores a la hora de los resultados refractivos postquirúrgicos; se supone que la longitud axial, la curvatura corneal y la profundidad de la cámara anterior tienen relaciones directamente proporcionales, se estima así que los ojos con longitudes axiales largas y córneas curvas tienen cámaras anteriores profundas y los ojos con longitudes axiales cortas y córneas menos curvas (“planas”) tienen cámaras anteriores planas. El objetivo de este estudio es determinar si estas premisas se cumplen para las medidas oculares en nuestra población.

Existen diversas publicaciones sobre la variabilidad y el comportamiento de estos parámetros biométricos oculares demostrando su dependencia con respecto a la edad, género, raza, estatura, tipo de ametropía y nivel educativo, dentro de los más significativos.

Los estudios oculares existentes se desarrollan en poblaciones que no necesariamente se correlacionan con la población de Colombia por su condición mestiza. No tenemos conocimiento de estudios específicos sobre las características biométricas de esta población, por lo que se realiza este estudio a fin de describir la distribución de la longitud axial y su interacción con los demás parámetros biométricos oculares.

Por ejemplo en un estudio en una población hindú residente en Singapur se evidenció que los hombres tenían una longitud axial más larga, cámaras anteriores más profundas y corneas más planas que las mujeres. Hubo una tendencia significativa de disminución de la longitud axial y de la cámara anterior con el aumento de la edad de la población tanto en los análisis de la población en conjunto como para los hombres y mujeres por separado¹¹.

En un estudio que tomó como población una muestra de habitantes de la india central demostró que el poder refractivo corneal aumentó con la edad, menor nivel de educación, baja estatura, corneas más delgadas en el centro, cámaras anteriores más profundas, longitud axial más corta, y miopía¹².

En otra población multiétnica en Singapur se encontró que la profundidad de la cámara anterior fue significativamente menor en las mujeres en comparación con los hombres y disminuyó significativamente con la edad¹³.

En una población caucásica de edad avanzada se evidenció que los hombres tenían longitudes axiales significativamente más largas, cámaras anteriores más profundas y más plano radio de curvatura. Hubo una tendencia significativa de disminución de longitud axial y profundidad de cámara anterior con el aumento de la edad de la población total y para los hombres y mujeres por separado¹⁴.

Un estudio que arrojó resultados que pueden ser útiles para explicar las relaciones anatómicas del segmento anterior del ojo, y para dilucidar factores de riesgo de glaucoma de ángulo cerrado encontró en una población china relaciones de cámara anterior panda y un ángulo de la cámara angosto asociados con la edad, el sexo femenino, la hipermetropía, la catarata nuclear, disco óptico pequeño, estatura baja, y glaucoma crónico de ángulo cerrado¹⁵.

En un estudio de adultos de raza china los pacientes más jóvenes tenían longitudes axiales más largas, cámaras anteriores más profundas, mayor profundidad de cámara vítrea, cristalinos más delgados y menos opacidad nuclear. la curvatura corneal no variaba con la edad, con respecto a variaciones según el sexo en mujeres menor longitud axial y profundidad de cámara vítrea, cámaras anteriores pandas, cristalinos más gruesos y curvatura corneales más curvas, además se encontró hipermetropía más frecuentemente en adultos que en

jóvenes¹⁶.

Nos llama la atención que en estos estudios poblacionales no se analizó de manera directa la relación entre la longitud axial, la queratometría y la profundidad de la cámara anterior, que son los datos fundamentales para el cálculo del poder del lente intraocular a implantar en cirugía de catarata. Nuestro estudio estará directamente enfocado a estudiar esa relación.

2. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se realiza con el fin de describir las características anatómicas de la biometría ocular en una población de Santander, teniendo en cuenta que las diferentes series expuestas en la literatura permiten apreciar que existen diferentes patrones en dichas características dependiendo de la raza, y de otras variables, y que es necesario investigarlas en nuestro medio, pues estas características pueden intervenir de forma negativa en los resultados refractivos de las cirugías de catarata. Es necesario analizar de manera directa la relación entre la longitud axial, la queratometría y la profundidad de la cámara anterior, que son los datos fundamentales para el cálculo del poder del lente intraocular a implantar en cirugía de catarata al usar las fórmulas de tercera generación.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento de las medidas anatómicas oculares obtenidas de la biometría y las asociaciones entre ellas, en una población del oriente colombiano, y determinar si estas variaciones son fuente de errores en la refracción final del paciente sometido a cirugía de catarata por facoemulsificación.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la distribución de la profundidad de la cámara anterior y su relación con la queratometría y la profundidad de la cámara anterior.
- Estudiar la correlación entre la refracción ocular y los componentes refractivos (poder corneal, poder del cristalino y la longitud axial) en una muestra basada en la población de sujetos normales sometidos a cirugía de catarata.

4. METODOLOGÍA

4.1 DISEÑO

El diseño de estudio propuesto es observacional tipo corte transversal, descriptivo de una población única de una institución oftalmológica de 3er nivel de complejidad de referencia regional.

4.2 POBLACIÓN

Pacientes a los cuales se les realizó cirugía de catarata entre Enero de 2012 y Junio de 2015 en el Centro Oftalmológico Virgilio Galvis.

4.3 MUESTRA

Pacientes que tengan los datos completos de las variables de interés para este estudio, sin patologías maculares, ni neuropatías ópticas que intervengan en el resultado visual postquirúrgico.

4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes del Centro Oftalmológico Virgilio Galvis que van a ser sometidos a cirugía de catarata.
- Procedencia de la región del oriente colombiano.
- Pacientes con toma de biometría ocular por interferometría parcialmente coherente y por biometría ultrasónica.
- Pacientes con toma de biometría ocular por ultrasonografía.

- Pacientes con registro de refracción en su historia clínica.

4.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Edad menor de 20 años y mayor de 90.
- Cirugía ocular previa.
- Patología macular.
- Patología del nervio óptico.
- Datos de interés incompletos.

4.6 PROCESO DE CAPTACION DE PACIENTES

- Se captaron los datos almacenados en el biómetro ocular ultrasónico del departamento de oftalmología de la fundación oftalmológica de Santander.
- Se captaron los datos tomados de las historias de los pacientes que hayan sido sometidos a cirugía de catarata en el centro oftalmológico Virgilio Galvis.
- Toda la información recogida será almacenada en una base de datos con el programa Microsoft Excel 2011.
- Para el análisis estadístico se usará el programa Stata 11.1.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Este estudio constituye una contribución al fortalecimiento de la capacidad científica nacional según la clasificación de conciencias, dado que permitirá determinar en nuestra población cual es el comportamiento de las variables biométricas oculares con el fin de extrapolar estos resultados y evaluar si se corresponden a los modelos propuestos en las fórmulas de tercera generación para el cálculo de los lentes intraoculares en cirugía de catarata y determinar si pueden influenciar en forma negativa en el resultado refractivo de esta así como también poder comparar datos demográficos y su relación con las variables anatómicas biométricas oculares.

6. ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto se pondrá a consideración del comité de ética de Investigación de la Universidad Industrial de Santander.

Según la resolución 8430 del 4 de octubre de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, esta es una investigación sin riesgo, dado que se tomarán en forma transversal datos clínicos y paraclínicos de la historia clínica de pacientes que ya fueron intervenidos para cirugía de catarata en el centro oftalmológico Virgilio Galvis.

El equipo de investigación está compuesto por personal idóneo y comprende los principios de respeto a la dignidad y protección de los derechos y bienestar de los pacientes incluidos en este estudio.

Se protegerá la identidad del paciente, la información será compilada en una base de datos en la cual se tendrá el nombre completo del paciente y las variables biométricas obtenidas y resultados visuales postoperatorios, no se guardará documento de identidad, la base de datos será custodiada por el residente de oftalmología encargado del proyecto en formato excel, en ningún momento se publicaran los datos individuales de los pacientes garantizando la confidencialidad y el anonimato de cada paciente, solo tendrán acceso a la base de datos el tutor del proyecto, el residente encargado del proyecto y el estadista encargado del análisis de los datos, una vez culminado el proyecto la base de datos será eliminada, no se ha identificado ningún daño que pueda ocurrirle al paciente como consecuencia de su participación en el estudio.

Los pacientes se beneficiarán al colaborar con el aporte de los datos obtenidos de sus exámenes previos a la cirugía de catarata y el impacto que este proyecto

pueda causar en la comunidad médica, además el principio de justicia esta previamente cumplido debido a que a cada paciente se le solicitaron los exámenes que ameritan para su caso en particular, por ultimo cada paciente que participa en el estudio ha obrado de manera autónoma al decidir sin presiones realizarse la cirugía en cuestión y dejar prueba de ello al firmar el consentimiento informado para la misma.

6.1 ANALISIS ESTADÍSTICO

Para la realización de este estudio se realizaron 2 bases de datos, la primera obtenida de los datos del biómetro ultrasónico (incluyendo queratometría manual) y la segunda obtenida de la recolección de datos de las historias clínicas de pacientes sometidos a cirugía de catarata en el consultorio Virgilio Galvis Ramírez.

El número total de ojos evaluado en la muestra 1 fue de 4003, de los cuales 2309 correspondieron a pacientes del sexo femenino (57,68%), y 1694 correspondieron a pacientes del sexo masculino (42,32%), la edad promedio correspondió a 68,8 años con un rango de edades entre los 40 y los 98 años, el número de ojos derechos corresponden a 2001 (49,99%) y el número de ojos izquierdos correspondieron a 2002 (50,01%), las variables biométricas se distribuyeron de la siguiente forma:

En cuanto a la longitud axial el promedio fue de 23,11 mm, con rango entre 19,04 y 34,24 mm con una desviación standard de 1,18, promedio de la cámara anterior fue de 3,09 con rango entre 1,7 y 4,85 mm con una desviación standard de 0,43, el promedio del espesor del cristalino fue de 4,6 con rango entre 3,05 y 7,29 mm; con una desviación standard de 0,5, el promedio de la longitud de la cavidad vítrea correspondió a 15,41 mm con rango entre 11,13 y 26,87 mm, con una desviación standard de 1,14 el promedio de la k media fue de 43,9 D con rango entre 33,06 y

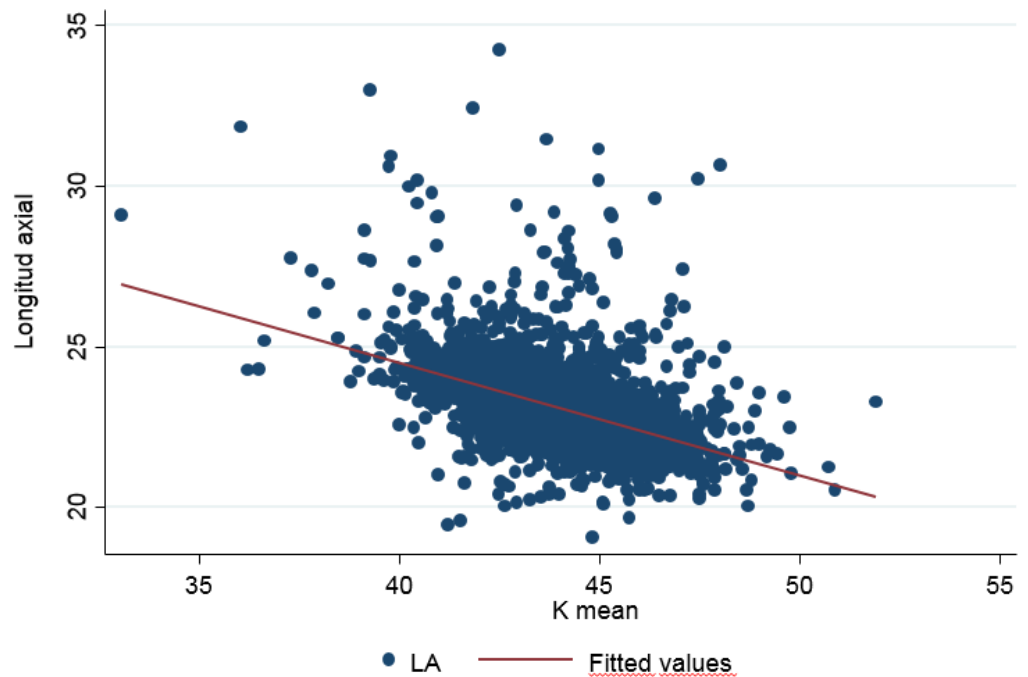
51,91 D con una desviación standard de 1,64,

Analizamos la relación entre las variables biométricas longitud axial, queratometría y cámara anterior para caracterización ocular. En el grupo de ojos con longitud axial menor a 22 mm el porcentaje de ojos con K media menores a 42 D correspondieron al 2,25%, en este grupo ojos con K media entre 42 y 44,9 D correspondieron al 35,58% y ojos con K mayores iguales a 45 D correspondieron al 62,17%, en el grupo de ojos con longitud axial entre 22 y 22,74 mm, la distribución de la K media fue así: ojos con K media menores a 42 D correspondieron al 10,07%, en este grupo ojos con K media entre 42 y 44,9 D correspondieron al 70,01% y ojos con K mayores a 45 correspondieron al 19,92%, en el grupo de ojos con longitud axial mayor a 24,74 mm el porcentaje de ojos con K media menores a 42 D correspondieron al 39,98%, en este grupo ojos con K media entre 42 y 44,9 D correspondieron al 45,13% y ojos con K mayores a 45 correspondieron al 15,49%, hubo una relación indirectamente proporcional entre estas 2 variables.

Tabla 1. Relación entre variable biométricas longitud axial, queratometria y cámara anterior

LONGITUD AXIAL	QUERATOMETRIA			TOTAL
	Menor de 42	42 a 44,99	Mayor de 44,99	
MENOR A 22	2.55% 11	6,75% 174	30,58% 304	489
	2.25%	35.58%	62,17%	
22 A 24,74	76,8% 331	89,3% 2302	65,9% 655	3288
	10,07%	70,01%	19,92%	
MAYOR A 24,75	20.65% 89	3,95% 102	3.52% 35	226
	39,98%	45,13%	15,49%	
TOTAL	431	2578	994	4003

Figura 1. Longitud axial vs K mean



Pearson's Correlation Coefficient test (r)= -0.485 , $p < 0.001$

$Y(\text{Long axial}) = 38.44 - 0.349 (\text{k means})$.

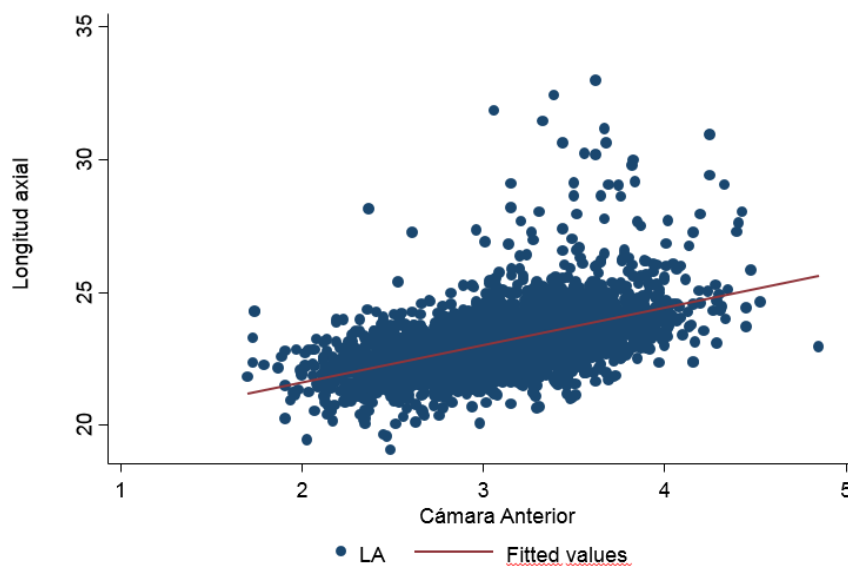
Al relacionar la longitud axial con la cámara anterior los resultados fueron los siguientes: en el grupo de ojos con longitud axial menor a 22 mm el porcentaje de ojos con cámara anterior menores a 2,8 mm correspondieron al 60,74%, en este grupo ojos con cámara anterior entre 2,8 y 3,39 mm correspondieron al 33,74% y ojos con cámara anterior mayores a 3,4 mm correspondieron al 5,52%, en el grupo de ojos con longitud axial entre 22 y 24,74 mm el porcentaje de ojos con cámara anterior menores a 2,8 mm correspondieron al 21,20%, en este grupo ojos con cámara anterior entre 2,8 y 3,39 mm correspondieron al 54,65% y ojos con cámara anterior mayores a 3,4 mm correspondieron al 24,15%, por último en el grupo de ojos con longitud axial mayor a 24,75 el porcentaje de ojos con cámara anterior mayores a 3,4 mm correspondieron al 1,33%, en este grupo ojos con cámara anterior entre 2,8 y 3,39 mm correspondieron al 29,65% y ojos con cámara anterior mayores a 3,4 mm correspondieron al 69,03%, hubo una relación

directamente proporcional entre estas dos variables.

Tabla 2. Relación entre longitud axial y la cámara anterior

	CAMARA ANTERIOR			TOTAL
LONGITUD AXIAL	Menor de 2,8	2,8 a 3,39	Mayor de 3,4	
MENOR A 22	29,8% 297	8,14% 165	2,76% 27	489
	60,74%	33,74%	5,52%	
22 A 24,74	69,9% 697	88,56% 1797	81,27% 794	3288
	21,20%	54,65%	24,15%	
MAYOR A 24,75	0,3% 3	3,3% 67	15,97% 156	226
	1,33%	29,65%	69,02%	
TOTAL	997	2029	977	4003

Figura 2. Longitud axial vs Cámara anterior



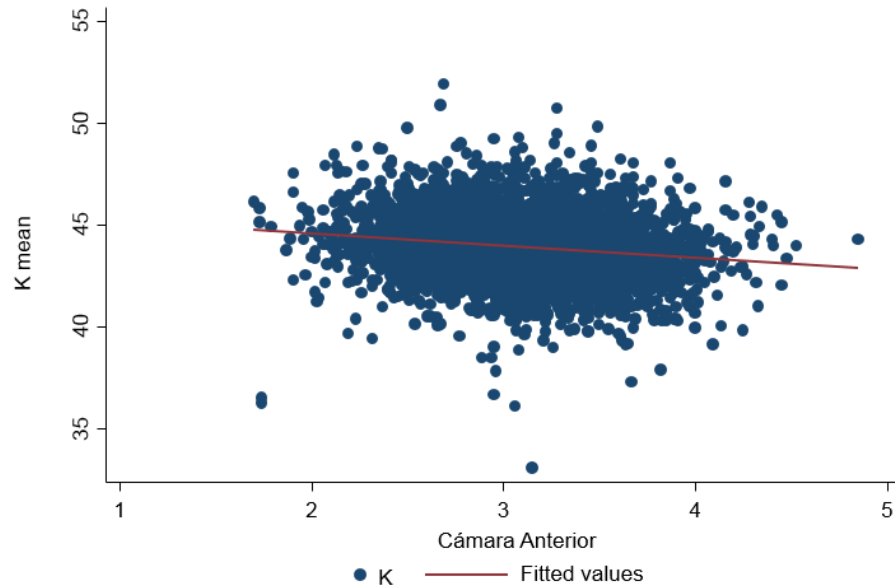
Pearson's Correlation Coefficient test (r)= 0.511 , $p < 0.001$
 $Y(\text{Long axial}) = 18.76 + 1.407 (\text{Camara anterior})$

Al relacionar la cámara anterior con la K media los resultados fueron los siguientes: en el grupo de ojos con cámara anterior menor a 2.8 mm el porcentaje de ojos con K media menor a 42 D correspondieron al 6,62%, en este grupo ojos con K media entre 42 y 44,9 D correspondieron al 62,59% y ojos con K media mayores a 44,99 D correspondieron al 30,79%, en el grupo de ojos con cámara anterior entre 2,8 y 3,39 mm el porcentaje de ojos con K media menor a 42 D correspondieron al 10,84%, en este grupo ojos con K media entre 42 y 44,9 D correspondieron al 64,76% y ojos con K media mayores a 44,99 D correspondieron al 24,4%, por último en el grupo de ojos con cámara anterior mayor a 3,39 el porcentaje de ojos con K media menor a 42 D correspondieron al 14,84%, en este grupo ojos con K media entre 42 y 44,9 D correspondieron al 65,51% y ojos con K media mayores a 44,99 D correspondieron al 19,65%, hubo una relación indirectamente proporcional entre estas dos variables.

Tabla 3. Relación entre cámara anterior y queratometría

CAMARA ANTERIOR	QUERATOMETRIA			TOTAL
	Menor de 42	42 a 44,99	Mayor de 44,99	
MENOR A 2,8	15,35% 66 6,62%	24,2% 624 62,59%	30,88% 307 30,79%	997
2,8 A 3,39	51% 220 10,84%	50,96% 1314 64,76%	49,8% 495 24,4%	2029
MAYOR A 3,4	33,65% 145 14,84%	24,84% 640 65,51%	19,32% 192 19,65%	977
TOTAL	431	2578	994	4003

Figura 3. Cámara anterior vs K mean



Pearson's Correlation Coefficient test (r)= -0.151, p<0.001
Y(K mean)= 45.69 – 0.578 (Cámara anterior)

El número total de ojos evaluado en la muestra 2 fue de 264, de los cuales 148 ojos eran de pacientes de sexo femenino, y 116 ojos correspondieron a pacientes de sexo masculino, la edad media de los pacientes sometidos a cirugía de catarata fue de 67,65 años, con una desviación standard de 10,53, con un rango de edades entre los 38 y los 89 años, 134 de los ojos operados correspondían a ojos derechos (50,76%), y 130 correspondían a ojos izquierdos (49,24%), la media de LA fue de 23,02 mm (rango entre 20.49 a 28.16), la profundidad de CA media fue de 3,14 mm (rango entre 2,1 y 4,4), la longitud media del cristalino fue de 4,54 con un rango entre 3,33 y 5,46 mm, la media de la K menor fue de 43,71 D(39,27-47,62 D), la media de la K mayor fue de 44,54 (41-51.87 D), la media de la K promedio fue de 44,12 D (40,13-48,87 D), la media del poder de lente implantado + 22,2 D (rango de +8,00 a +33,00 D), el error refractivo target promedio fue de -0,37 D,

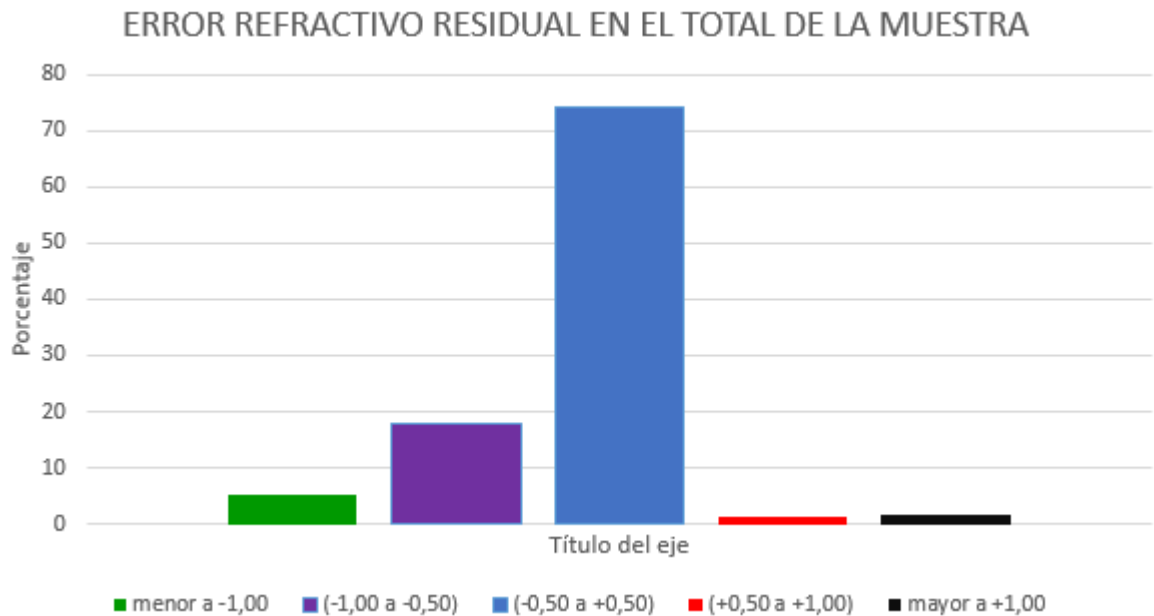
La fórmula que se usó para el cálculo de lente intraocular correspondió en 87,50%

(231 ojos con LA mayor a 22 mm) a SRKT y en 12,5% (33 ojos con LA menor a 21,99 mm) a Hoffer Q.

Los tipos de lente implantados se distribuyeron en la siguiente relación; SA60AT 81 ojos (30.68%) SN60WF 125 ojos (47.35%), SN6AD1 58 ojos (21.97%).

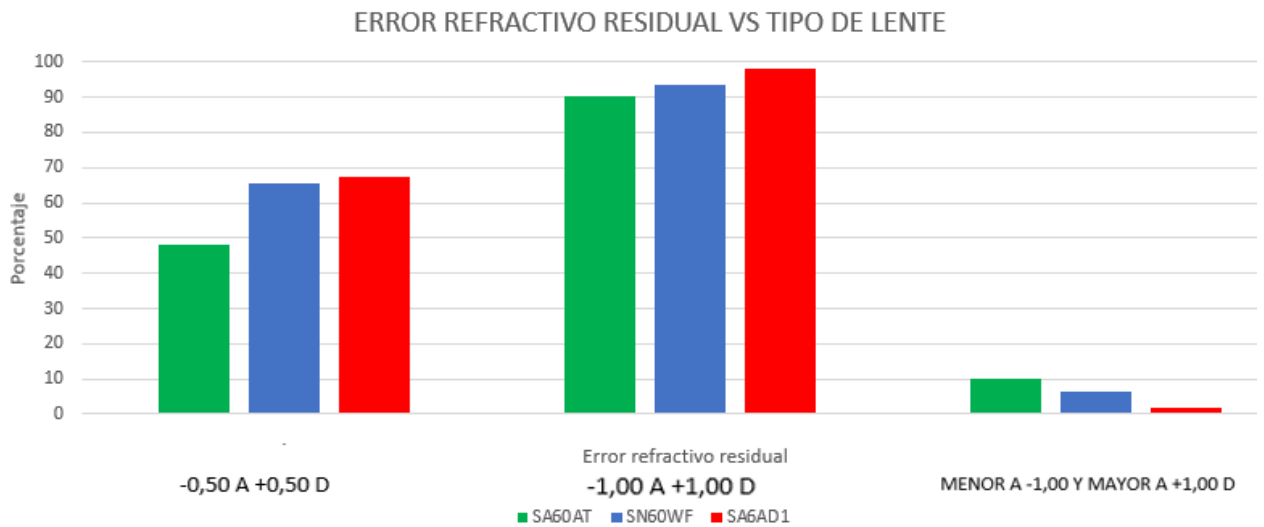
En cuanto a resultados refractivos generales el equivalente esférico promedio obtenido posterior a cirugía de catarata fue de -0,28 D con un rango entre -3,00 y +1,38 D, la esfera promedio fue de -0,05 D con un rango entre -3,00 y +1,50, la media del cilindro correspondió a -0,74 con un rango entre -2,50 y 0. El error refractivo residual (equivalente esférico) varió entre el valores menores a -1,00 D en el 5,30% de los ojos, entre -1,00 y -0,50 en el 17,8% de los pacientes, entre -0,50 y +0,50 en el 74,24%, entre +0,50 y +1,00 en el 1,14%, y valores superiores a +1,00 D en el 1,52. Al analizar el error refractivo residual (equivalente esférico) para el grupo total de ojos se encontró en el rango de -0,50 a +0,50 un 74,24 % de los ojos, en el rango de -1,00 a +1,00 un 93,18%, y errores por fuera de este rango correspondieron al 6,82%. La agudeza visual con corrección fue de 20/20 en el 25,1% de los pacientes, entre 20/20 y 20/30 en el 81,76% de los pacientes, y entre 20/40 y 20/60 en el 18,24%.

Figura 4. Error refractivo residual en el total de la muestra



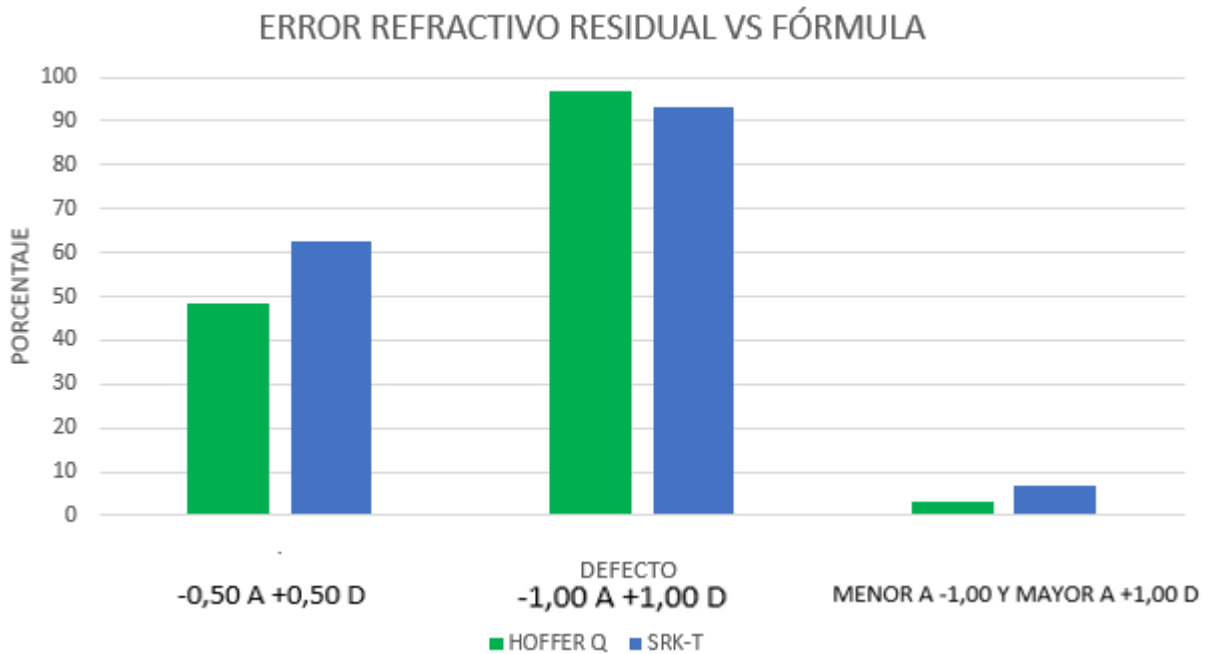
Al analizar el defecto refractivo residual en función del tipo de lente instaurado se encontró que con respecto al lente SA60AT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 48,15% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 90,12% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 9,88%. Con respecto al lente SN60WF en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 65,6% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 93,6% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 6,4%. Con respecto al lente SN6AD1 en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 67,24% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 98,28% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 1,72%.

Figura 5. Error refractivo residual vs. tipos de lente



Al analizar el defecto refractivo residual en función del tipo de formula encontramos que con respecto a la formula Hoffer Q en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 48,48% de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 96,97% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondieron al 3,03%. Con respecto a la formula SRK-T en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 62,34 % de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 93,07% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondió al 6,93%.

Figura 6. Error refractivo residual vs fórmula



El error de predicción del biómetro óptico en la población total arrojó que en el 74,14% de los casos se encontró en el rango de -0,50 a +0,50, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 91,64% y errores por fuera de este rango correspondieron al 8,36%.

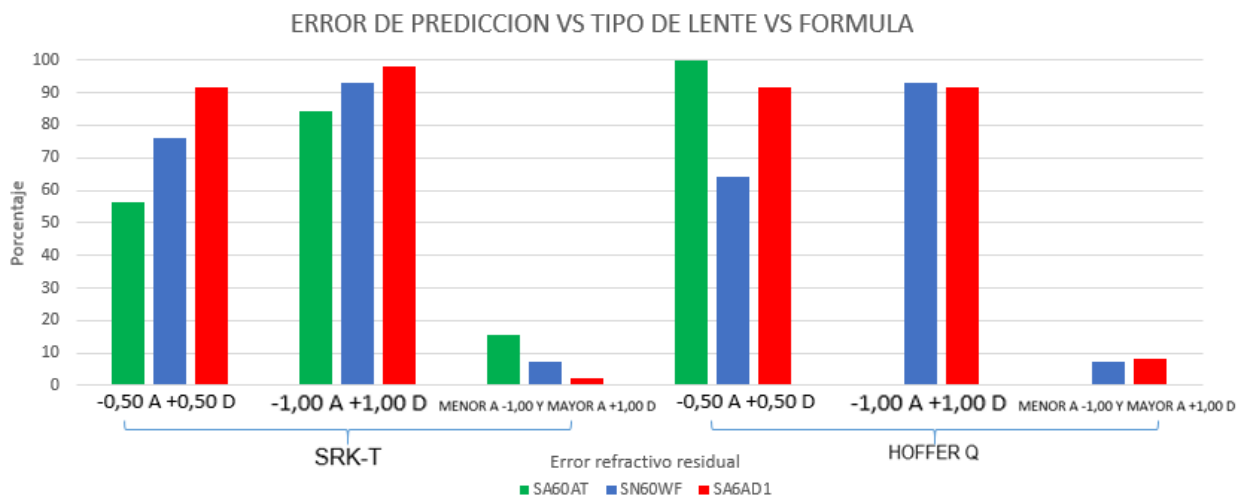
Al analizar el error de predicción del biómetro óptico en función del tipo de lente instaurado se encontró que con respecto al lente SA60AT al utilizar la fórmula SRKT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 56,34% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 84,5% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 15,5%. En el grupo de casos en los que se utilizó la fórmula Hoffer Q con este mismo lente en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 100% de los casos.

Con respecto al lente SN6AD1 al utilizar la fórmula SRKT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 91,49% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 97,87% de los casos, y errores por fuera de este rango

correspondieron al 2,13%. En el grupo de casos en los que se utilizó la fórmula Hoffer Q con este mismo lente en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 91,67% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 no hubo variación en el porcentaje, y errores por fuera de este rango correspondieron al 8,33%.

Con respecto al lente SN60WF al utilizar la fórmula SRKT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 75,9% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 92,86% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 7,14%. En el grupo de casos en los que se utilizó la fórmula Hoffer Q con este mismo lente en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 64,29% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 92,86% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 7,14%.

Figura 7. Error de predicción vs. tipo de lente vs. fórmula



7. DISCUSIÓN

La fortaleza de nuestro estudio se basa en el tamaño de su muestra, el cual nos permite analizar las variables biométricas las cuales se distribuyeron de la siguiente forma:

En cuanto a la longitud axial el promedio fue de 23,11 mm, el promedio de la cámara anterior fue de 3,09 mm, el promedio de la longitud del cristalino fue de 4,6 mm; el promedio de la longitud del vítreo correspondió a 15,41 mm y el promedio de la k media fue de 43,9 D valores que se corresponden con otros estudios poblacionales.

No existe una técnica quirúrgica que dependa en la actualidad en mayor proporción para sus resultados refractivos de las relaciones biométricas oculares que la cirugía de catarata. El estudio de la morfología ocular es indispensable para obtener buenos resultados refractivos, que es lo que en la actualidad el paciente y el médico esperan. En nuestro estudio analizamos la distribución de los parámetros biométricos tomando 3 grupos de ojos divididos en ojos cortos (LA menor a 22 mm), ojos con longitud promedio (LA entre 22 y 24,74 mm) y ojos largos (LA mayor a 24,74 mm), al compararlo con la K media encontramos que en el grupo de ojos cortos predominaban K medias curvas 62,17% (mayores a 45 D), seguido del grupo de K medias promedio 35,58% (entre 42 a 44,99 D), y se presentaba un muy pequeño grupo de ojos cortos con K media planas (menores a 42 D), en los ojos con longitud promedio (LA entre 22 y 24,74 mm) predominaron los ojos con K media promedio 70,01% (24 -44,9 D), seguido por ojos con K media curvas 19,92% (mayores a 45 D), y un pequeño porcentaje 10,07% tenían K media planas (menores a 42 D), en el grupo de ojos largos predominaron los ojos con K media promedio 45,13%, seguido por ojos con K media plana 39,98%, y por ultimo ojos con K media curva 15,49% .

Al relacionar la longitud axial con los datos de cámara anterior encontramos que en el grupo de ojos cortos (LA menor a 22 mm) predominaron los ojos con CA cortas (menores a 2,8 mm) 60,74%, seguidos por el grupo de ojos con CA promedio (entre 2,8 y 3,39 mm) 33,74% y un pequeño porcentaje 5,52% correspondieron a CA amplias (mayores a 3,4 mm), en el grupo de ojos con longitud promedio predominaron los ojos con CA promedio (entre 2,8 y 3,39 mm) 54,65%, seguidos del grupo con ojos con CA amplia (mayores a 3,4 mm) 24,15%, y con un porcentaje muy similar se encontró el grupo de ojos con CA corta (menores a 2,8 mm) 21,20%, por último en el grupo de ojos largos (LA mayor a 24,75 mm) el grupo que predominio fue el de ojos con CA amplia 69,03%, seguido por el grupo de ojos con CA promedio 29,65%, y un pequeño porcentaje de ojos tuvieron CA cortas en este grupo 1,33%.

Si bien las fórmulas de tercera generación para el cálculo de lente intraocular parten de la premisa que al relacionar la LA vs la cámara anterior estas guardan una relación directamente proporcional encontramos en nuestro estudio que se mantiene un promedio importante de pacientes que cumplen esta premisa, pero también existe un porcentaje significativo de ojos que no cumplen esta condición llevando a que se afecte de alguna manera la precisión del cálculo del LIO, en nuestro estudio la relación entre la cámara anterior y la K media, en los grupos de ojos con queratometrías planas, queratometrías normales y queratometrías curvas la mayoría de ojos tenían cámaras anteriores promedio y una distribución similar entre cámaras anteriores cortas y cámaras anteriores amplias, las fórmulas de tercera generación para el cálculo del poder del lente intraocular para cirugía de catarata para calcular la posición efectiva del lente hacen una relación entre la queratometría y la longitud axial, partiendo de la premisa que la relación entre la longitud axial y la queratometría también es directamente proporcional; en nuestro estudio, al hacer esta relación encontramos que ojos con longitudes axiales cortas tienden a tener queratometrías curvas, y los grupos de ojos con longitudes axiales

normales y ojos largos tienden a tener queratometrías promedio, la tendencia al relacionar estas 2 variables muestra que hay una relación indirectamente proporcional, existe una distribución más compleja en la relación entre las variables biométricas analizadas (LA, CA y K media) que es necesario tener en cuenta para aumentar la precisión de las fórmulas para el cálculo del LIO.

En cuanto al comportamiento de las variables biométricas de la segunda muestra la media de LA fue de 23,02 mm, la profundidad de CA promedio fue de 3,14 mm, la longitud promedio del cristalino fue de 4,54 mm, la media de la K promedio fue de 44,12 D, valores que se correlacionan con los valores de la primera muestra.

La fórmula que se usó para el cálculo de lente intraocular correspondió en 87,50% (231 ojos con LA mayor a 22 mm) a SRKT y en 12,5% (33 ojos con LA menor a 21,99) a Hoffer Q.

En cuanto a resultados refractivos generales el equivalente esférico promedio obtenido posterior a cirugía de catarata fue de -0,28 con un rango entre -3,00 y +1,38, la esfera promedio fue de -0,05 D con una desviación entre -3,00 y +1,50, la media del cilindro correspondió a -0,74 con un rango entre -2,50 y 0, el error refractivo residual (equivalente esférico) varió entre valores menores a -1,00 D en el 5,30% de los ojos, entre -1,00 y -0,50 en el 17,8% de los pacientes, entre -0,50 y +0,50 en el 74,24%, entre +0,50 y +1,00 en el 1,14%, y valores superiores a +1,00 D en el 1,52%, rangos de precisión que se encuentran por encima de lo encontrado en otros estudios.

La agudeza visual con corrección fue de 20/20 en el 25,1% de los pacientes, entre 20/20 y 20/30 en el 81,76% de los pacientes, y entre 20/40 y 20/60 en el 18,24%, lo que nos habla de la seguridad del procedimiento.

Al analizar el error refractivo residual en función del tipo de lente instaurado se

encontró que con respecto al lente SA60AT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 48,15% de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 90,12% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondieron al 9,88%. Con respecto al lente SN60WF en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 65,6% de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 93,6% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondieron al 6,4%. Con respecto al lente SN6AD1 el 32,76% de los pacientes tuvieron un resultado refractivo de neutro, en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 67,24% de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 98,28% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondieron al 1,72%, los 3 tipos de lente tuvieron un comportamiento similar con una discreta ventaja del SN6AD1, y un menor desempeño del SA60AT.

Al analizar el defecto refractivo en función del tipo de formula encontramos que con respecto a la formula Hoffer Q el 21,21% de los pacientes tuvieron un resultado refractivo de neutro, en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 48,48% de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 96,97% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondieron al 3,03%. Con respecto a la formula SRK-T el 20,35% de los pacientes tuvieron un resultado refractivo de neutro, en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 62,34 % de los pacientes, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 93,07% de los pacientes, y errores por fuera de este rango correspondió al 6,93% lo cual nos muestra un comportamiento muy similar en estos grupos.

El error de predicción del biómetro óptico en la población total arrojó que en el 74,14% de los casos se encontró en el rango de -0,50 a +0,50, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 91,64% y errores por fuera de este rango correspondieron al 8,36% porcentajes que fueron similares comparándolo con los resultados del error refractivo residual.

Al analizar el error de predicción del biómetro óptico en función del tipo de lente instaurado se encontró que con respecto al lente SA60AT al utilizar la fórmula SRKT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 56,34% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 84,5% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 15,5%.

En el grupo de casos en los que se utilizó la fórmula Hoffer Q con este mismo lente en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 100% de los casos, Con respecto al lente SN6AD1 al utilizar la fórmula SRKT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 91,49% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 97,87% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 2,13%.

En el grupo de casos en los que se utilizó la fórmula Hoffer Q con este mismo lente en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 91,67% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 no hubo variación en el porcentaje, y errores por fuera de este rango correspondieron al 8,33%. Con respecto al lente SN60WF al utilizar la fórmula SRKT en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 75,9% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 92,86% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 7,14%.

En el grupo de casos en los que se utilizó la fórmula Hoffer Q con este mismo lente en el rango de -0,50 a +0,50 correspondieron al 64,29% de los casos, en el rango de -1,00 a +1,00 correspondieron al 92,86% de los casos, y errores por fuera de este rango correspondieron al 7,14%, el error de predicción tuvo un comportamiento similar al error refractivo residual, y que no tuvo variación dependiente del tipo de lente o fórmula utilizada para el cálculo de lente intraocular, concentrando la mayoría de los casos en el rango de -1,00 y +1,00, y dejando un muy pequeño grupo de casos fuera de este rango, por lo que vemos que hubo un patrón muy similar al encontrado en el análisis del defecto refractivo

residual, y que no vario con respecto a la fórmula utilizada, exceptuando el subgrupo de casos al que se les implanto el lente SA60AT cuyo cálculo se realizó con la formula Hoffer Q en el que tuvo un mejor desempeño al compararlo con el resto de grupos.

8. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados de los promedios de las variables biométricas estas se correspondieron con los resultados arrojados por otros estudios.

Nuestro estudio arrojó una distribución compleja en la relación entre las variables biométricas analizadas (LA, CA y K media) que es necesario tener en cuenta para aumentar la precisión de las fórmulas para el cálculo del LIO en pacientes a los que se le realiza cirugía de catarata.

Al utilizar las fórmulas de tercera generación en nuestra población estamos asumiendo relaciones de variables biométricas que no se cumplieron en la población analizada y que pueden responder a la distribución tanto del error de predicción como del defecto refractivo residual.

Al analizar el resultado refractivo y el error de predicción en función del tipo de lente utilizado y el tipo de fórmula empleada en el cálculo del poder del lente intraocular en nuestro estudio encontramos que la tendencia fue muy similar entre los diferentes subgrupos.

Es necesario realizar nuevos estudios con constantes optimizadas pues las que se emplearon en nuestro estudio fueron las constantes nominales y esto también puede influir en los resultados esperados en los casos sometidos a cirugía de catarata.

9. CRONOGRAMA

Tabla 4. Cronograma

ACTIVIDAD	MESES											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Investigación, marco teórico, preparación de protocolo	X	X	X									
Aprobación protocolo de investigación				X								
Prueba piloto				X								
Recolección de datos					X	X	X	X	X	X	X	
Análisis estadístico												X
Elaboración de Informe												X
Sometimiento a publicación												X

10. PRESUPUESTO

Tabla 5. Presupuesto

ITEM	HORA (1H)	SEMANA (6H)	AÑO (40SEM)
INVESTIGADOR TITULAR \$30 \$ 180.000			\$7.20
(Residente)	.000		0.000
INVESTIGADOR ASISTENTE	\$20.000	\$ 120.000	\$4.800.000
MATERIALES E INSUMOS		\$ 30.000	\$1.200.000
TRANSPORTE		\$ 30.000	\$1.20
			0.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO		\$ 15.000	\$ 600.000
SERVICIOS POSTALES		\$ 15.000	\$ 600.000

BIBLIOGRAFÍA

- Bjeloš Rončević, M. *et al.* Intraobserver and interobserver repeatability of ocular components measurement in cataract eyes using a new optical low coherence reflectometer. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv für klinische und experimentelle Ophthalmologie* **249**, 83–7 (2011).
- Fontes, B. M., Fontes, B. M. & Castro, E. Intraocular lens power calculation by measuring axial length with partial optical coherence and ultrasonic biometry. *Arquivos brasileiros de oftalmologia* **74**, 166–70 (2011).
- Fotedar, R. *et al.* Distribution of axial length and ocular biometry measured using partial coherence laser interferometry (IOL Master) in an older white population. *Ophthalmology* **117**, 417–23 (2010).
- Gale, R. P., Saldana, M., Johnston, R. L., Zuberbuhler, B. & McKibbin, M. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. *Eye (London, England)* **23**, 149–52 (2009).
- Jonas, J. B., Nangia, V., Sinha, A. & Gupta, R. Corneal refractive power and its associations with ocular and general parameters: the Central India Eye and Medical Study. *Ophthalmology* **118**, 1805–11 (2011).
- Master, Z. I. O. L., Verhulst, E. & Vrijghem, J. C. ACCURACY OF INTRAOCULAR LENS POWER CALCULATIONS USING THE. 61–65 (2001).
- Narváez, J. *et al.* Comparing immersion ultrasound with partial coherence interferometry for intraocular lens power calculation. *Ophthalmic surgery, lasers & imaging : the official journal of the International Society for Imaging in the Eye* **39**, 30–4 (2008).
- Nongpiur, M. E. *et al.* Novel association of smaller anterior chamber width with angle closure in Singaporeans. *Ophthalmology* **117**, 1967–73 (2010).
- Norrby, S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *Journal*

of cataract and refractive surgery **34**, 368–76 (2008).

- Olsen, T., Arnarsson, A., Sasaki, H., Sasaki, K. & Jonasson, F. On the ocular refractive components: the Reykjavik Eye Study. *Acta ophthalmologica Scandinavica* **85**, 361–6 (2007).
- Pan, C.-W. *et al.* Ocular biometry in an urban Indian population: the Singapore Indian Eye Study (SINDI). *Investigative ophthalmology & visual science* **52**, 6636–42 (2011).
- Rajan, M. S., Keilhorn, I. & Bell, J. a Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye (London, England)* **16**, 552–6 (2002).
- Raymond, S., Favilla, I. & Santamaria, L. Comparing ultrasound biometry with partial coherence interferometry for intraocular lens power calculations: a randomized study. *Investigative ophthalmology & visual science* **50**, 2547–52 (2009).
- Whang, W.-J., Jung, B.-J., Oh, T.-H., Byun, Y.-S. & Joo, C.-K. Comparison of Postoperative Refractive Outcomes: IOLMaster(®) Versus Immersion Ultrasound. *Ophthalmic surgery, lasers & imaging: the official journal of the International Society for Imaging in the Eye* **1–4** (2012). doi:10.3928/15428877-20120726-03
- Wong, T. Y. *et al.* Variations in ocular biometry in an adult Chinese population in Singapore: the Tanjong Pagar Survey. *Investigative ophthalmology & visual science* **42**, 73–80 (2001).
- Xu, L., Cao, W. F., Wang, Y. X., Chen, C. X. & Jonas, J. B. Anterior chamber depth and chamber angle and their associations with ocular and general parameters: the Beijing Eye Study. *American journal of ophthalmology* **145**, 929–36 (2008).

ANEXOS

Anexo A. Variables

VARIABLE	DEFINICION	NIVEL DE MEDICIÓN
Edad	Años cumplidos del paciente	Razón
Genero	Hombre/mujer	Nominal
Agudeza visual	Medición del nivel de visión según carta de Snellen	Razón
Longitud axial (LA)	Medida desde la superficie anterior de la córnea hasta el EPR (IOL Master)	Razón
Queratometría corneal	Dioptrías de poder de la córnea medido con el autoqueratómetro del IOL Master	Razón
Defecto refractivo	Tipo de defecto refractivo que presenta el paciente (miopía, hipermetropía, astigmatismo o su combinación)	Nominal
Profundidad de cámara anterior	Medida desde el endotelio hasta la capsula anterior del cristalino por hendidura óptica con el IOL Master	Razón