



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

**FACULTAD ENRIQUE ORTEGA MOREIRA DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE MEDICINA**

Título:

**VARIACIÓN DE LA PRESIÓN INTRAOCULAR Y LA LONGITUD
AXIAL POST FACOEMULSIFICACIÓN SEGÚN EL GRUPO DE EDAD Y
LA MADUREZ DE LA CATARATA**

**Trabajo de titulación que se presenta como requisito previo a
optar el título de Médico**

Autor: Ana Carolina Navarrete Borja

Tutor: Ms. Geovanny Alvarado Villa

Samborondón, 17 de Mayo del 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil 17 de Mayo del 2015

Yo, Lcdo. Geovanny Alvarado, en calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema “VARIACIÓN DE LA PRESIÓN INTRAOCULAR Y LA LONGITUD AXIAL POST FACOEMULSIFICACIÓN SEGÚN EL GRUPO DE EDAD Y LA MADUREZ DE LA CATARATA” presentado por la alumna Ana Carolina Navarrete Borja, egresada de la carrera de Medicina:

Certifico que el trabajo ha sido revisado de acuerdo a los lineamientos establecidos y reúnen los criterios científicos y técnicos de un trabajo de investigación científica, así como los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo de Facultad “Enrique Ortega Moreira “ de Medicina, de la Universidad Espíritu Santo.

El trabajo fue realizado durante el periodo de Octubre hasta el mes de Abril en la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte.

Lcdo. Geovanny Alvarado

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado de especial manera a Dios y la Virgen María por ser mi fuente de inspiración y mayor apoyo durante toda la carrera de Medicina, en las buenas y en las malas, siempre fueron mi motor y es por ellos que he podido llegar hasta este punto de mi carrera.

A mis padres, por su apoyo incondicional desde siempre, por creer en mi y en entrega por todos esos días que no los pude acompañar por mis deberes con la universidad, la tesis y el internado.

A todos los pacientes que de una u otra manera tocaron mi corazón y me inspiran a dar todo de mi por ellos.

RECONOCIMIENTO

La realización de este trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo de varias personas durante este tiempo y algunas desde siempre.

Al Espíritu Santo, que desde el inicio de mi carrera fue mi fuente de iluminación. Por ser el motor y fuerza para realizar este trabajo.

A mis padres, el Dr. Julio Navarrete Ortega y la Dra. Ana Borja Zavala y a mis hermanos, Julio y Juliana por ser mi mejor ejemplo de superación, por sus consejos médicos oftalmológicos durante la realización de la tesis, y principalmente por ser mi apoyo en los momentos de mayor dificultad.

A mi futuro esposo Pablo por ser mi mano derecha, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo, y por la luz de esperanza brindada en cada tribulación.

A la Universidad Espíritu Santo, y las personas pertenecientes a la institución que estuvieron siempre dispuestas a brindarme su ayuda, la Dra. Priscilla Diaz, Dr. Daniel Tettamanti, Dr. Enrique Ortega docente de la cátedra de Oftalmología.

Al Master Geovanny Alvarado por su paciencia y enseñanza imprescindible durante la realización de este trabajo.

A la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte y todo su personal por su amabilidad y ayuda en lo que fuera necesario.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|------------------------------|---|
| 1. Introducción | 1 |
|------------------------------|---|

Capítulo 1:

| | |
|---|----|
| 1.1. Antecedentes | 2 |
| 1.2. Descripción del problema..... | 6 |
| 1.3. Alcance y delimitación del objeto..... | 9 |
| 1.4. Preguntas de investigación..... | 10 |
| 1.5. Objetivos generales y específicos..... | 11 |
| 1.6. Justificación..... | 11 |
| 1.7. Formulación de hipótesis..... | 12 |

Capítulo 2: Marco Referencial

| | |
|--|----|
| 2.1. Estructuras que conforman el globo ocular..... | 13 |
| 2.2. Longitud axial del ojo..... | 15 |
| 2.2.1. Definición y variabilidad de la longitud axial..... | 15 |
| 2.2.2. Patologías asociadas a la longitud axial..... | 18 |
| 2.3 . Presión Intraocular..... | 20 |
| 2.4. Catarata..... | 21 |
| 2.4.1 Características de las cataratas..... | 21 |
| 2.4.2 Fisiopatología de las cataratas..... | 23 |
| 2.4.3 Cataratas e hipertensión ocular..... | 26 |
| 2.5. Definiciones importantes. | 28 |
| 2.6 Leyes del ecuador y la aplicación en ciencias de la salud..... | 31 |

Capítulo 3: Metodología

| | |
|---|----|
| 3.1 Diseño de la Investigación..... | 33 |
| 3.1.1 Tipo de investigación..... | 33 |
| 3.1.2 Conceptualización y operacionalización de las variables ... | 33 |
| 3.2 Población y muestra, criterios de inclusión y de exclusión..... | 36 |
| 3.3 Instrumentos de medición de datos..... | 36 |
| 3.4 Técnicas de medición y pasos a utilizar..... | 37 |
| 3.5 Análisis estadístico..... | 38 |
| 3.6 Consideraciones éticas..... | 39 |

Capítulo 4: Análisis y discusión de los resultados

| | |
|---------------------|----|
| 4.1 Resultados..... | 41 |
| 4.2 Discusión..... | 50 |

Capítulo 5: Propuesta de mejoramiento de la situación práctica

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1 Conclusión..... | 53 |
| 5.2 Recomendaciones | 55 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| Bibliografía | 56 |
|---------------------------|-----------|

| | |
|--------------------|-----------|
| Anexos..... | 66 |
|--------------------|-----------|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Características basales de los sujetos en estudio | 42 |
| Tabla 2: Media de las mediciones pre y post operatorias, y de la variación de estructuras de la cámara anterior el ojo..... | 46 |
| Anexo 6: Base de datos..... | 71 |
| Anexo 7: Cronograma de actividades..... | 83 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Variación de la PIO. | 44 |
| Gráfico 2: Relación entre la variación de la PIO y la PIO previa cirugía | 45 |
| Gráfico 3: Variación de la longitud axial.. | 47 |
| Gráfico 4: variación de la PIO según los grupos de edad y la madurez de la catarata. | 48 |
| Gráfico 5: Relación entre la variación de la longitud axial y los grupos de edad..... | 49 |
| Anexo 1: Sistema de Clasificación LOCS III..... | 66 |

RESUMEN

Propósito: Relacionar la variación de la presión intraocular y la longitud axial en pacientes sometidos a facoemulsificación con la edad y madurez de la catarata.

Metodología: Estudio observacional. Realizado en 104 ojos sometidos a facoemulsificación. Las mediciones fueron tomadas previo y 1 mes post cirugía. La PIO fue tomada con el Oculus Corvis, la longitud axial con el IOL Master y estructuras de la cámara anterior con el Pentacam. La relación entre la variación de la PIO y de la longitud axial con la edad y madurez de la catarata fueron evaluadas.

Resultados: La media de edad fue 67, 2 años. La media de PIO pre quirúrgica fue 15,30mmHg y su variación $-5,38 \pm 2,47$ mmHg. La longitud axial 23,30 mm con una media de variación de $-0,11 \pm 0,33$ mm. Las cataratas predominantes fueron nucleares (80,8%) grado 3. El ángulo camerular, la profundidad y volumen de la cámara anterior aumentaron. Al relacionar la variación de la PIO con la edad y madurez de la catarata se encontró diferencia entre los grupos de madurez conforme aumenta la edad. La variación de la longitud axial no se modifica por la madurez de la catarata pero si entre los grupos de edad.

Conclusiones: Existe variación de la PIO y de la longitud axial post facoemulsificación. Hay relación entre la variación de la PIO con la edad y la madurez del cristalino. No se encontró relación entre la variación de la longitud axial con la madurez de la catarata pero si con la edad.

INTRODUCCIÓN

La función visual es el sentido que de mejor manera comunica al ser humano con su entorno. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 285 millones de personas presentan discapacidad visual, de ellos el 80% son mayores de 50 años y se sabe que en los países de ingresos medios y bajos las cataratas siguen siendo la principal causa de ceguera.

La cirugía de cataratas, diariamente devuelve nitidez a la visión en especial a los adultos mayores que son los que comúnmente presentan cataratas llamadas seniles. La técnica de facoemulsificación trae mejores resultados y menos complicaciones que la extracapsular. Esto es una motivación intrínseca para determinar si factores asociados a la cirugía de catarata, antes y después se ven alterados por la misma. Entre estos se encuentran la longitud axial y la presión intraocular. De manera más estudiada y de mayor repercusión clínica es la variación de la presión intraocular.

Siendo un estudio de carácter observacional, por medio del cumplimiento de los objetivos planteados se proyecta encontrar datos sugestivos que evidencien los cambios posterior a una cirugía de cataratas con la técnica de facoemulsificación, y relacionarlo con características propias de paciente que pueden relacionarse con la variación de la longitud axial y presión intraocular como son la edad y la madurez u opacificación de la catarata.

CAPÍTULO 1

1.1 ANTECEDENTES

Cada año la cirugía de cataratas mejora la visión y por ende la calidad de vida de millones de personas en el mundo. Se conoce que las primeras cirugías de catarata se realizaron alrededor del siglo 5 A.C, donde se la seccionaba y se la posicionaba detrás del vítreo o se la absorbía en fragmentos, pero recién en 1748 se comenzó a extraer la catarata abriendo la cápsula del cristalino y utilizando incisiones en la córnea, llamada cirugía extracapsular. Posteriormente en el siglo 20, se fue desarrollando técnicas más complejas y menos invasivas como la técnica intracapsular, aunque se seguía dejando al paciente sin un lente con el cual enfoque la imagen en la retina. En 1940, Harold Ridley en Inglaterra utilizó los lentes intraoculares (LIO), los cuales son lentes transparentes, de plástico, que se implantan en reemplazo del cristalino en la cápsula posterior con lo cual el paciente tendría una visión clara y corregida.

En 1960, Charles Kelman, utilizó técnicas de vibraciones ultrasónicas mediante las cuales emulsificaba la catarata y luego la aspiraba, siendo el nacimiento de la técnica de facoemulsificación. Actualmente, los LIOs han evolucionado en material, diseños, medidas, haciéndolos personalizados a cada paciente para una visión final de mayor satisfacción.

Adicional a los efectos beneficiosos en la agudeza visual de los pacientes sometidos a cirugía de cataratas, en 1963, luego de varias observaciones clínicas, Gormez estudió la disminución de la presión intraocular (PIO) una semana después de la cirugía de cataratas, a valores

menores que los preoperatorios, pero concluyó que la fisiología de la hipotonía que se presenta no está explicada.

En 1994, Suzuki, Tanaka, Sagara y Fujiwara, analizaron el comportamiento de la PIO en 1,118 ojos sanos luego de ser sometidos a cirugía con la técnica de facoemulsificación, donde concluyeron que mientras la PIO se mantenga menor a 20, el descenso luego de seis meses será del 40% del valor preoperatorio y estos cambios dependerán de la PIO inicial. Kee y Moon en el año 2000, encontraron en 42 pacientes coreanos que luego de dos meses de la cirugía, hay una disminución de la PIO únicamente en una media de 2.4mmHg. Observaron que la variación de la PIO ocurría gracias a que la cirugía facilita el flujo del humor acuoso, pero sin existir cambios en la cámara anterior. Se han visto casos en ojos miopes que la PIO incrementa, lo cual pudo darse por procesos inflamatorios o edema corneal, incluso pacientes pueden necesitar tratamientos para el glaucoma como la trabeculoplastia, si es que no se pudo controlar la PIO (Guell, Rodriguez-Arenas, Gris, Malecaze y Velasco, 2003).

Hay diferentes factores que influyen en la variabilidad de la presión intraocular. La estructura de la cámara anterior del ojo es el más implicado y estudiado, pero aún así no es el único. Links, Haring y Hedderich (2004), encontraron que los pacientes beneficiados de la reducción de la PIO post cirugía de cataratas, no sólo son aquellos que presenten glaucoma de ángulo cerrado. En ellos el factor influyente en la variabilidad de la PIO es la estrechez de la cámara anterior del ojo, ya que la catarata puede producir bloqueo pupilar y como consecuencia cierra el ángulo camerular dificultando el drenaje del humor acuoso. De modo que luego de una cirugía de cataratas se libera el ángulo y disminuye la PIO; pero se evidenció que existe disminución de la PIO en pacientes con glaucoma de ángulo abierto, aunque su mecanismo aún no está del todo claro. Sin embargo, Liu, Chiu, Chan, y Lam (2005) tuvieron resultados

opuestos a los esperados, ya que la PIO incrementó y empeoró en comparación con los valores preoperatorios en pacientes con glaucoma de ángulo abierto, contradiciendo lo encontrado en los estudios previamente nombrados.

La evidencia científica sugiere que si un paciente presenta la PIO elevada previo a la cirugía, disminuirá más en comparación con aquellos que ingresan con una presión normal. Lindstrom, Poley y Samuelson (2008), en su investigación de 10 años demostraron que aquellos que tenían la PIO más baja, disminuyeron muy poco o no variaron y aquellos que tenían presiones más altas resultaron con una reducción mayor de la PIO. La edad fue un factor que no influyó en la variación y los cambios al primer año de la cirugía se mantuvieron durante los 10 siguientes años.

Según la Academia Americana de Oftalmología (2014), la edad es un factor de riesgo para la hipertensión ocular. Uno de los pocos estudios que ha dado seguimiento, para ver la variación de la PIO con la edad, fue el de Astrom, Stenlund & Linden (2014), que luego de 21 años, en 353 pacientes, encontraron un leve pero estadísticamente significativo aumento de la PIO con la edad, excluyendo a aquellos pacientes que se sometieron a cirugía de cataratas en los cuales disminuyó.

En cuanto a las características de la catarata, Chylack, et al. (1993), desarrollaron el Sistema de Clasificación de la Opacidad del Cristalino III (LOCS III) para clasificar las cataratas según su localización y la opacidad o madurez del cristalino. En relación a la PIO, Huang et al. (2012) encontraron que el tamaño del saco del cristalino está relacionado a la disminución de la PIO post facoemulsificación. Yang, Lee & Choi (2013) en ojos sanos comprobaron que el grosor del cristalino está significativamente asociado a los cambios en la PIO.

Hasta el momento no se han realizado investigaciones que estudien como la edad del paciente o el grado de madurez de la catarata se relacionan con la variación de la PIO post cirugía de cataratas.

Por lo que respecta a la longitud axial está evidenciado que es significativamente mayor en los ojos miopes que en los hipermétropes (Llorente, Barbero, Cano, Dorronsoro & Marcos, 2004). Se sabe que en las miopías axiales predominarán las cataratas nucleares, y Praveen et al. (2008), encontraron por primera vez, que las cataratas de los ojos con alta miopía axial serán de mayor madurez que en los emétopes.

En los adultos mayores a 50 años, las variaciones de los defectos refractivos serán mayormente influenciadas por variaciones en la longitud axial y poder refractivo del cristalino afectado por la catarata. En 10 años puede ocurrir una reducción de la longitud axial relacionada con la edad, en pacientes mayores de 75 años (Fotedar, Mitchell, Burlutsky & Wang, 2008). En el 2012, Iribarren, Morgan, Nangia & Jonas en 1885 pacientes, encontraron que si separaban en grupos de catarata de alto grado y bajo grado, se cumplían altas correlaciones negativas ya que a menor longitud axial, mayor poder refractivo del lente. Hasta el momento no se ha estudiado si la edad condiciona la variación de la longitud axial posterior a una cirugía de cataratas.

Se ha demostrado como ciertos procedimientos quirúrgicos como la trabeculectomía, tienen efectos en la longitud axial del ojo. En la investigación de Usui et al. (2013), hubo una disminución significativa con una media de 25.12 ± 1.42 mm a 24.86 ± 1.43 mm. Adicionalmente, literatura sobre la cirugía de catarata aporta asociaciones entre los tipos de catarata y la longitud axial, la relación con la madurez de la catarata y la variación de la longitud axial no se ha reportado.

Con esta evidencia se puede analizar los resultados de diferentes estudios y buscar si luego de una cirugía de cataratas, con la técnica de facoemulsificación, habrá variación de la PIO y de la longitud axial, en los pacientes estudiados en la unidad oftalmológica donde se efectúa la investigación, para luego relacionarla con la edad de los pacientes y la madurez u opacidad del cristalino. Además estudiar las modificaciones que pueden existir con los factores asociados a la variabilidad de la presión intraocular como son las estructuras de la cámara anterior del ojo. Hay que tener en cuenta que ningún estudio de este tipo, ni de los nombrados anteriormente han sido realizados en nuestro país.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La OMS en el 2010, encontró que alrededor de 20 millones de personas en el mundo sufren de cataratas, siendo responsable del 51% de la ceguera mundial. El único estudio nacional de ciegos realizado en el Ecuador, RAAB (2009), nos indica una prevalencia de ciegos (agudeza visual menor a 20/400) mayores de 50 años, de 1,7% en la población ecuatoriana. De estos el 74,3% se debe a catarata, el 21,4% a enfermedades del segmento posterior del ojo y 7% por retinopatía diabética.

La aparición de la catarata senil es un hecho inevitable. Si no se la trata progresivamente, se va perdiendo agudeza visual hasta llegar a la ceguera. No existe un tratamiento médico que retrase esta patología, actualmente el tratamiento ideal es la extracción del cristalino. La facoemulsificación es la más utilizada y es una técnica reproducible con alta tasa de éxito visual postoperatorio.

Así como la catarata, la hipertensión ocular también es un enemigo de la visión pero a diferencia de la catarata, ésta ocurre de manera silenciosa. Poco a poco va desarrollando cambios intraoculares que aunque al

principio no sean notados por el paciente, a lo largo de los años limitará su función visual y la mayoría de veces es diagnosticada cuando ha desarrollado su perjuicio más complicado que es el glaucoma. Puede estar asociada o presentarse al mismo tiempo que la catarata, empeorando aún más la calidad de visión y el pronóstico visual.

Los efectos que la hipertensión ocular puede ocasionar en el ojo están relacionados con el tiempo que esta PIO se encuentre elevada y la severidad de su elevación. Hay gran relación entre la PIO, con la gravedad y velocidad de los daños ocasionados al nervio óptico, los cuales se basan en lesiones ganglionares retinianas con afectación del campo visual del paciente. El daño dependerá también de la tolerancia del ojo a la PIO elevada.

Es importante tener en cuenta que el mecanismo por el cual la PIO ocasiona daño del nervio óptico, no está totalmente aclarado. Independiente del tipo de ángulo camerular del ojo, una PIO elevada podría inducir una disfunción vascular de los vasos que irrigan las neuronas ópticas, lo cual ocasionaría con el paso del tiempo disminución del flujo sanguíneo, anoxia y muerte neuronal. Otro mecanismo que podría darse es la compresión de los axones del nervio óptico y el bloqueo consecuente del transporte axonal en la cabeza del nervio.

Es muy común que el paciente vaya a la consulta por alteraciones en la visión por motivo de cataratas y se le detecte hipertensión ocular, o que su PIO se encuentre cerca del límite superior antes de ser considerado como hipertensión ocular. Por medio de observaciones y experiencias clínicas de médicos oftalmólogos, se ha evidenciado que luego de la cirugía de cataratas a partir del control al primer mes, hubo reducción de la PIO.

Otra condición que afecta comúnmente y es uno de los principales motivos de consulta oftalmológica son las aberraciones refractivas. La estabilidad refractiva del globo ocular depende principalmente de la longitud axial, por lo que alteraciones en la longitud provocarán diferentes afectaciones a la visión del paciente y su calidad de vida. En los hipermétropes axiales la visión de cerca y en los miopes axiales la visión de lejos, serán afectadas.

En consecuencia a la longitud axial del ojo, existirán diferentes patologías retinianas de gran complejidad como la degeneración macular asociada a la edad, patologías maculares y la prevalencia de varias formas de glaucoma, que estarán asociadas a la miopía o hipermetropía. Por lo cual la importancia de ésta radica en ser un parámetro anatómico importante para la calidad de la imagen en la retina y por lo tanto la calidad de visión del paciente. La longitud axial también es un criterio básico para la correcta elección del LIO que se utilizará en la cirugía de cataratas, el cual necesita ser de medidas precisas para cada paciente. A pesar de esto, pocos estudios se enfocan en las modificaciones que puede sufrir.

Dado que existe evidencia que la cirugía de catarata causa variación en la presión intraocular, es sugestivo también investigar la influencia directa de la cirugía de catarata con facoemulsificación en la longitud axial del ojo y estructuras de la cámara anterior. Relacionar estos cambios con la edad del paciente y la madurez de la catarata aporta información útil debido a que la mayoría de la población que acude a cirugías de catarata son adultos mayores, que están limitados de realizar sus actividades diarias por su mala de visión.

Radica en lo antes expuesto, la importancia de realizar una investigación, en la que se analice a una población de pacientes, que han sido operados en un centro médico y estudiar como varía la presión y la

longitud axial de los ojos y adicionalmente bajo que condiciones se está dando. Es considerable tenerlo en cuenta en personas que serán intervenidas en una cirugía de catarata ya que se ve la significancia de comprender como se modifican estos aspectos, por la necesidad que tiene el paciente de prevenir daños y complicaciones relacionados con la presión intraocular y por la longitud axial.

1.3 ALCANCE Y DELIMITACIÓN

La investigación forma parte del área de la salud, específicamente el campo médico en la especialidad de Oftalmología, línea de investigación cirugía de cataratas.

El alcance que se desea obtener en los meses de estudio, mediante la realización de la presente investigación y como parte de la misma, es aportar al campo de investigación en oftalmología, al estudiar el efecto de la cirugía de cataratas con facoemulsificación, realizada en la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte, en la PIO y la longitud axial en diferentes grupos de edad y tipos de catarata según su madurez. Además estudiar los cambios morfológicos que va a sufrir la cámara anterior, debido que algunas de sus estructuras están influenciadas por la longitud axial del ojo y a su vez pueden influir en la PIO.

Es necesario tener en cuenta que se trata de pacientes que asisten a una consulta en una clínica privada en la cual hay los medios e instrumental moderno y actualizado, disponibles para realizar un examen preoperatorio completo y de gran complejidad. Por lo cual abarcará y será de utilidad para centros especializados donde cuenten con la tecnología avanzada de la unidad oftalmológica donde se realiza la investigación.

El trabajo de investigación busca aportar una utilidad clínica al cirujano que la practica y al paciente para sugerirles que existe la expectativa de

que haya cambios en la presión intraocular y la longitud axial; ya que el mecanismo exacto por el cual se eleva la presión intraocular en el glaucoma sigue siendo en parte desconocido y ciertas enfermedades oftalmológicas de importante repercusión en la visión están relacionadas con la longitud axial del ojo, puede ser provechoso el realizar una cirugía electiva de catarata en pacientes que tengan riesgo de desarrollar en algún momento de su vida una de estas patologías e incluso a los que no tengan riesgo un beneficio adicional a la extracción de la catarata.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En cuanto a la formulación del problema, una vez planteado se busca responder a la siguiente interrogante:

¿Existe una relación entre la variación de la presión intraocular y de la longitud axial del ojo post facoemulsificación con la edad y los grados de madurez de la catarata?

Esto se sistematiza por lo expuesto anteriormente sobre la posible variación de la presión intraocular y la longitud axial post cirugía de cataratas y, por lo cual se buscar conocer si:

- ¿Existe variación de la presión intraocular luego de someterse a una cirugía de cataratas?
- ¿Sufre cambios la longitud axial posterior a una cirugía con facoemulsificación?
- ¿Qué factores como: la edad, la madurez de la catarata, entre otros, influyen en la variación de la PIO?
- ¿Existe una relación entre la edad del paciente y los grados de madurez catarata con la variación de la longitud axial?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Analizar la relación entre la variación de la presión intraocular y de la longitud axial del ojo en pacientes sometidos a facoemulsificación con la edad y la madurez de la catarata.

1.5.2 Objetivos específicos

- Describir las variables incluidas en el estudio
- Describir las variaciones post quirúrgicas de la PIO y la longitud axial
 - Relacionar la variación de la presión intraocular con la edad y la madurez de la catarata
 - Relacionar la variación de la longitud axial con la edad y la madurez de la catarata

1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La extracción de las cataratas va a presentar diversos efectos además de la mejoría de la agudeza visual. Entre estos se puede resaltar la variación de la presión intraocular la cual la mayoría de veces resulta en su disminución. De igual manera la longitud axial se ve alterada aunque hasta el momento pocas son las investigaciones que lo han estudiado. Adicionalmente, puede ocurrir cambios con estructuras que conforman la cámara anterior como el volumen, el ángulo y la profundidad.

La realización de esta investigación es importante, debido a que la información obtenida y analizada de los resultados, pueden aportar al campo médico oftalmológico y de investigación, información que será útil en el estudio de la fisiología de la PIO de la mano de la patogénesis de la

hipertensión ocular ya que, sigue siendo un tema poco aclarado, así como llamaría la atención estudiar el comportamiento de la longitud axial posterior a una cirugía de cataratas y su relación con la edad del paciente y la madurez de la catarata, ya que son temas que aún no se han investigado.

Podrían verse beneficiados tanto los médicos oftalmólogos como los pacientes, ya que puede tenerse en cuenta en el manejo de un paciente con hipertensión ocular, u otras patologías relacionadas con una mayor o menor longitud axial y que a su vez el paciente tenga catarata, e inclusive para el correcto cálculo del LIO. Los resultados podrían ayudar a explicar mecanismos que influyen en las variaciones de la PIO y factores asociados, así como las modificaciones en la longitud axial, teniendo en cuenta que la mayoría de los sometidos a cirugía de catarata son adultos mayores con diferentes grados de madurez de la catarata, y que su longitud axial puede predisponerlos a diferentes patologías asociadas.

Es relevante analizar por primera vez en el Ecuador los cambios en la PIO y longitud axial post cirugía de cataratas y de ésta manera aportar al campo de investigación del país información útil, tanto para los médicos como los pacientes afectados por estas condiciones.

1.7 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

H_{i1} : Existe variación de la PIO y de la longitud axial

H_{i2} : Hay relación entre la variación de la PIO, los grupos de edad y los diferentes grados de madurez de la catarata.

H_{i3} : Hay relación entre la variación de la longitud axial, los grupos de edad y los diferentes grados de madurez de la catarata.

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

2.1 ESTRUCTURAS QUE CONFORMAN EL GLOBO OCULAR

El conocer correctamente la anatomía del globo ocular es indispensable para que los médicos oftalmólogos y generales, sepan lograr una correcta interpretación de las patologías oftálmicas, y de esta manera realizar una correcta planificación y resultado de las microcirugías que se realizan como tratamiento de distintas enfermedades oculares.

Según la Academia Americana de Oftalmología (2014), el ojo consta de tres compartimientos: la cámara anterior, la cámara posterior y la cavidad vítrea. La cámara anterior es el espacio ubicado entre el iris y la córnea. La cámara posterior está ubicada detrás del iris y anterior al cristalino. Entre la cámara anterior y posterior fluye el humor acuoso. El compartimiento más amplio es la cavidad vítrea que contiene el humor vítreo.

Existen estructuras que conforman el ojo desde su parte exterior comenzando por la conjuntiva que es una membrana transparente que cubre la superficie posterior de los párpados y la superficie anterior de la esclerótica. La cápsula de Tenon, es una membrana fibrosa que cubre desde el limbo hasta el nervio óptico al globo ocular. La esclerótica y epiesclerótica, la cual es de color blanco y está formada principalmente por colágeno y está relacionada en su parte anterior con la cornea y en su parte posterior con la duramadre del nervio óptico. La córnea está insertada en la esclerótica por el limbo. Es transparente, tiene un espesor de aproximadamente 550 micras en el centro y consta de cinco capas que son el epitelio, la cápsula de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio.

El limbo es la zona de transición entre la córnea periférica y la esclera anterior. Es importante debido a su relación con el ángulo camerular y su uso como punto de referencia quirúrgico.

La cámara anterior en un adulto normal emétrope cuenta con volumen de 200ul y 3 mm de profundidad en su centro y conforme se va acercando al ángulo la profundidad de la cámara disminuye. El ángulo de la cámara anterior, también llamado ángulo camerular o ángulo iridocorneal se extiende en la unión de la córnea y el iris y presenta cinco estructuras: la línea de Schwalbe, el canal de Schlemm y red trabecular, el espolón escleral, el borde anterior del cuerpo ciliar y el iris. En aquellos pacientes afáquicos, pseudofáquicos y miopes es más profundo, mientras que en la hipermetropía y en pacientes con catarata el ángulo camerular será poco profundo.

El tracto uveal o úvea, está compuesto por el iris, cuerpo ciliar y coroides. El iris es el encargado de regular que cantidad de luz ingresa al ojo y va a dividirlo en cámara anterior y cámara posterior. El cuerpo ciliar consta de procesos ciliares y epitelio ciliar que producen el humor acuoso; y la coroides que constituye la parte posterior del tracto uveal, consta de tres partes la membrana de Bruch, vasos sanguíneos coroidales y supracoroides. Está en su parte externa relacionado con la esclerótica y de manera más interna con la retina.

En cuanto al cristalino, es un lente biconvexo, avascular, transparente, que mide alrededor de 4mm de grueso y 9 mm de diámetro. Está ubicado por detrás del iris y sostenido por la zónula que lo tendrá en contacto con los músculos ciliares para el proceso de acomodación. El cristalino consta de una cápsula, epitelio subcapsular, núcleo y corteza. No contiene fibras nerviosas ni vasos sanguíneos. Delante del cristalino se encuentra el humor acuoso y por detrás el humor vítreo.

El humor acuoso es un líquido transparente producido por el cuerpo ciliar. Su circulación y flujo es fundamental para la presión intraocular. Pasa desde la cámara posterior por la pupila hacia la cámara anterior.

Por último, el ojo está conformado detrás del iris donde se forma la cámara posterior, por la retina y el cuerpo vítreo. La retina es una lámina transparente, delgada que cubra las 2/3 partes internas del ojo y cuenta con la presencia de numerosas capas de tejido neural. En su parte anterior se va a extender casi hasta el cuerpo ciliar terminando en la ora serrata, y en su parte posterior externa está en contacto con la membrana de Bruch, coroides y esclerótica. La retina consta de diez capas que son: membrana limitante interna, capa de fibras nerviosas, capa de células ganglionares, capa plexiforme interna, capa nuclear interna, capa plexiforme externa, capa nuclear externa, membrana limitante externa, conos y bastones y por último el epitelio pigmentario que se está en contacto con la membrana de Brusck. En el centro de la retina está la mácula que se encarga de la visión de cerca, la fovea que se permite la discriminación visual fina, y la foveola la agudeza visual óptima. Y la papila o disco óptico que se encuentra en la retina y es donde las fibras ganglionares pasarán a formar el nervio óptico. Tiene una copa la cual su relación copa/disco es normalmente de 0.3 mm.

El cuerpo vítreo es un líquido gelatinoso, avascular, transparente, que ocupa los 2/3 del peso del ojo y las 2/3 partes del volumen del ojo que en total es de 6.5 a 7 ml. Presenta una membrana hialoidea con la cual se mantiene en contacto con la cara posterior del cristalino, el epitelio subcapsular, retina y cabeza del nervio óptico. Esta formado principalmente por agua (99%), ácido hialurónico y colágeno (1%).

2.2 LONGITUD AXIAL DEL OJO

2.2.1 Definición y variabilidad de la longitud axial

La longitud axial de los ojos pueden ser diferentes en un mismo paciente. Según el libro *Oftalmología General* (Vaughan y Asbury, 2011), el globo ocular en un adulto normal es de forma casi esférica y tiene una longitud axial de aproximadamente 23-25 milímetros medida desde el epitelio de la córnea hasta el epitelio pigmentario de la retina. Stone, A. Et al (2004) demostraron que esta longitud puede variar por micras por fluctuaciones diurnas normales, con un patrón de una longitud máxima al medio día; Chakraborty, Read y Collins (2011) observaron en su estudio una media de variación de longitud de 0.032 ± 0.018 mm. Aunque esto no ocurre regularmente en todas las personas, sugieren que deben influir otros mecanismos.

La base de los defectos refractivos es la longitud axial del ojo. Los ojos miopes tienden a ser más largos mientras que los hipermétropes tienden a ser más cortos. Esto es un problema de salud pública y ocupacional que es altamente conocido a nivel mundial. La corrección de estos defectos refractivos es generalmente manejable y de gran pronóstico visual, ya que existen varias opciones terapéuticas siendo la más aplicada el uso lentes, con lo cual logra corregir el defecto refractivo que presenta.

La longitud axial puede medirse mediante ecografía tipo A , o mediante la interferometría. Fekete, Németh & Pseztenlehrer (2003), demostraron que la interferometría láser realizada con la máquina IOL Master es el método más recomendado debido a que es más fácil y preciso, no necesita contacto ni anestesia por lo que reduce también el riesgo de infección.

Se ha demostrado que la longitud axial del ojo puede verse alterada por diferentes situaciones. Read y Collins (2011) indicaron que cuando se realiza ejercicio moderado e intenso van a haber variaciones en la longitud axial del ojo, y por previas investigaciones se lo relaciona a los

cambios en la presión intraocular que el ejercicio también ocasionará. Una elevación importante de la PIO está relacionada a ocasionar cambios de estrés y deformación en estructuras del ojo como la esclera y coroides, resultando en la elongación de la longitud axial del ojo, aunque este mecanismo no está totalmente entendido. Sin embargo, años más tarde Hong, J. et al (2014), concluyeron en su estudio que la variación de la longitud axial luego de realizar ejercicio no es significativa, y aunque si existe disminución de la presión intraocular, no hay relación entre las dos variables bajo la influencia del ejercicio en sujetos sanos.

Leydolt, Findl y Drexler (2007), demostraron en vivo por primera vez, cambios en la longitud axial del ojo dependientes a la presión intraocular a corto plazo, es decir cuando existe un aumento de la PIO la esclera sufre un estiramiento lo cual ocasiona expansión del ojo. De la misma manera cuando se reduce la PIO va a disminuir la longitud axial del ojo y aparte existirá un aumento de la profundidad de la cámara anterior, lo cual también lo comprobaron Ebnetter, Wagels y Zinkernagel, M (2009), en su estudio en el cual se dio un hipotensor ocular oral (acetazolamida) y se observó como la PIO disminuyó, tanto en glaucomatosos como en normotensos oculares, pero la disminución de la longitud axial fue mayor en el segundo grupo.

Sin embargo, en un estudio Wilson, L.B et al. (2006) señalan que existe una variación de la PIO y de la longitud axial del ojo fluctuante durante el día, aunque las fluctuaciones de la PIO no parecen causar ni asociarse con las de la longitud axial. Por lo cual el mecanismo exacto de variaciones de la longitud axial no está totalmente claro. Incluso tan solo el hecho de tomar agua puede ocasionar disminución en la longitud axial como lo demostraron Read & Collins (2010).

Ciertas técnicas quirúrgicas van a influenciar también en la variación de la longitud axial del ojo como lo es la trabeculectomía que

comúnmente se utiliza para el tratamiento del glaucoma de ángulo abierto crónico, cuando las medidas con tratamiento médico no hay conseguido disminuir o controlar la PIO. Kara, Baz, Altan, Satana, Kurt y Demirok (2013), concluyeron en su estudio que la importante disminución de la PIO luego de una trabeculectomía va a ocasionar engrosamiento de la coroides y esto estará asociado con la reducción de la PIO y la longitud axial, y al aumento de la presión de perfusión ocular.

2.2.2 Patologías asociadas a la longitud axial

Se debe de tomar en consideración las complicaciones oculares que estos aumentos o disminuciones exageradas en la longitud axial podrían manifestar. Para considerar a la miopía como maligna o patológica debe tener un equivalente esférico igual o mayor a -6.0 D y si esta presenta características de progresión es factible llegar a problemas en el fondo ocular.

No se conoce la relación directa entre la miopía y el desarrollo de glaucoma de ángulo abierto, pero si se ha demostrado que los ojos con longitudes axiales mayores tienen un promedio de relación copa-disco mayor, un aumento en el defecto de capa de fibras neuroretinales y posiblemente mayor deformación de la lamina cribosa que conlleva a la susceptibilidad de aumentar su riesgo de presentar los daños glaucomatosos del nervio óptico. (Fong *et al.*, 1990).

Con respecto a las anormalidades coriorretinales el aumento de la longitud axial conduce al estiramiento y adelgazamiento mecánico del epitelio pigmentario retiniano y coroideo con cambios vasculares y degenerativos concomitantes (Pierro *et al.*, 1992). Entre la anormalidades más comúnmente observadas en los pacientes miopes están los desgarros y desprendimientos de retina, atrofia coriorretinal, degeneración pigmentaria, punto de Fuch's, estafiloma posterior, etc. Dentro de estas

lesiones está englobada una patología propia del aumento de la longitud axial que es la degeneración macular miópica que en algunas ocasiones puede aparecer con neovascularización. Esta patología corresponde al 1.7 al 2.1% de la población general.

Los paciente con ojos miopes tiene una tasa significativamente mayor de discos ópticos grandes, rotados e inclinados y la distancia entre la foveola y disco es mayor. Aunque esto puede parecer inofensivo clínicamente son importantes debido a que dificultan la evaluación oftalmológica. La detección de glaucoma como de la degeneración óptica glaucomatosa, puede estar atrasada en estos pacientes. Está demostrado que estos discos ópticos grandes son mas susceptibles a sufrir los efectos e injurias relacionadas a la presión intraocular. (Bellezza *et al.*, 2000).

Por otro lado la hipermetropía es una condición ocular en la cual la longitud axial del ojo es menor al promedio normal, y así como la miopía, esta se relaciona con otras patologías oculares por un mecanismo fisiopatológico no realmente claro. La mayoría de las alteraciones visuales identificadas en los pacientes que tienen hipermetropía alta es la degeneración macular asociada a la edad y las cataratas según un estudio publicado por Simpson, et al., en Singapur (2014).

Existe la hipótesis que la relación entre la hipermetropía y la degeneración macular asociada a la edad está dada por una reducción en el flujo sanguíneo coroideo en ojos con longitudes axiales más cortas, lo cual produce a largo plazo la predisposición a desarrollar neovascularización coroidea por hipoxia y así el inicio de una serie de reacciones que generan estrés oxidativo por falta de nutrientes. Por lo cual, podría decirse que cuando un ojo presente una escalera corta, gruesa y rígida como en el caso de los ojos hipermétropes producen un aumento en la resistencia del flujo de salida venoso.

2.3 PRESIÓN INTRAOCULAR Y RELEVANCIA CLÍNICA

El globo ocular está en incesante dinamismo ya que se encuentra constantemente siendo recorrido por el humor acuoso. La presión intraocular está determinada por la velocidad en la que se produce el humor acuoso y la resistencia a su excreción en el ojo. El humor acuoso es un líquido transparente que se encuentra en las cámaras anterior y posterior el cual es un ultra filtrado del plasma sanguíneo que producen y modifican los procesos ciliares, y epitelio ciliar. Se dirige a la cámara anterior pasando por la pupila. Luego se excreta por medio de la red trabecular ubicado en el ángulo camerular, pasa a través de porosidades al canal de Schlemm antes de ser drenado hacia el flujo uveoesclerótico para posteriormente pasar al sistema venoso sistémico.

Esto tiene gran importancia clínica debido a que el principal factor de riesgo para la aparición del glaucoma es la hipertensión ocular. La presión ocular de una persona normal determinada por largos estudios epidemiológicos es de 15.55 mmHg con una desviación estándar de 2.6 mmHg. La PIO puede tener fluctuaciones a lo largo del día, y a su vez ser modificada a corto plazo por mecanismos como el ejercicio e inclusive disminuir proporcionalmente al esfuerzo realizado. Sin embargo al no ser el único factor que influye en la presentación del glaucoma, se puede encontrar pacientes con glaucoma con presiones de 18 mmHg o pacientes sanos que toleran presiones de 30mmHg. Por lo tanto cuando se considera si un daño glaucomatoso está verdaderamente ocurriendo en un paciente con una PIO normal, el oftalmólogo corrige el valor real de la presión que puede verse alterado por el espesor central corneal y las variaciones diurnas de la PIO.

Las correcciones de las PIO según el espesor central de la cornea se pueden ajustar mediante la paquimetría óptica del paciente utilizando fórmulas de Dresden, la cual se realiza automáticamente en la máquina

Pentacam. Ésta mide la paquimetría y se introduce la presión tomada anteriormente con aparatos como el tonómetro de Goldmann, el cual es un tonómetro de contacto y nos da la presión no corregida. En el caso de esta investigación se realiza con la máquina Oculus Corvis, la cual utiliza tecnología más avanzada y no requiere contacto. El beneficio de esta máquina es que es de fácil realización y se obtiene medidas más precisas según la paquimetría del paciente sin importar la insuficiente fijación a la hora de la toma, o una película lagrimal no intacta, lo cual si influye en los tonómetros de contacto.

La PIO es el principal factor de riesgo para el desarrollo del glaucoma. Una vez que ha generado los cambios en el nervio óptico y por ende afectado a la visión periférica del paciente, no hay mecanismo que pueda retroceder el daño producido. Se conoce poco acerca de la fisiopatología del daño nervioso que ocasiona la hipertensión ocular, pero se cree que es por efectos en la vasculatura que irriga las neuronas del nervio óptico, ocasionando anoxia y muerte axonal. Otro mecanismo estudiado es la compresión que la PIO elevada hace en el disco o cabeza del nervio óptico, de esta manera ocasionando que disminuya el transporte axonal limitando la función de las neuronas y así provocando su defunción. Una vez instaurado el daño nervioso no hay tratamiento que lo corrija, y es en éste momento cuando se ocasiona la enfermedad más degenerativa que causa la hipertensión ocular que es el glaucoma.

2.4 CATARATA

2.4.1 Características de las cataratas

La catarata afecta a todos los seres humanos en algún momento de su vida. Es la opacidad del cristalino que causa disminución progresiva de la visión. Puede deberse a múltiples causas como traumatismos, corticoides, diabetes, etc. pero su causa principal es el envejecimiento.

Según su madurez o grado de opacidad pueden ser:

- Cataratas inmaduras o incipientes: el lente ha desarrollado algunas opacidades pero aún hay áreas normales separadas, el lente es en su mayoría claro.
- Madura: progresa de la inmadura, el cristalino es completamente opaco y turbio.
- Intumesciente: Son cataratas maduras en las cuales el cristalino se ha edematizado y alargado debido a la absorción de agua.
- Hipermadura: El cristalino y la cápsula se contraen y se vuelven atróficos y arrugados debido a la fuga de fluido afuera del cristalino.
- Catarata Morgagni: son cataratas hipermaduras en las que la porción central del cristalino se liquiefectua.

Según su localización pueden ser cataratas nucleares, cataratas corticales o cataratas subcapsular posterior. Existe una escala estandarizada con un 95% de confianza para clasificar a las cataratas dentro de su localización según su opacidad o madurez llamada "Lens Opacities Classification System (LOCS III).

El LOCS III, es un sistema estandarizado de clasificación de las cataratas relacionada a la edad a través de una serie fotografías donde se evalúa la opacidad y coloración nuclear, opacidad cortical y opacidad subcapsular posterior. Entró en vigencia desde el año 1993, cuando fue publicado por primera vez en la Asociación Médica Americana. Ha sido y es la clasificación más aceptada y comprobada a nivel mundial y es referencia de los diferentes estudios cuando de clasificación de cataratas se discute.

En un examen en lámpara de hendidura se analiza cada catarata y se identifica el tipo opacidad o madurez e intensidad de coloración, el cual

se categoriza al compararlo con un grupo de fotografías. La opacidad y coloración nuclear tiene 6 fotografías de 6 diferentes grados, mientras que la opacidad cortical y la opacidad subcapsular posterior tienen 5 fotografías que indican 5 diferentes grados.

Al realizar el análisis adecuado del grado de la catarata, esta clasificación es útil para el médico, para la valoración de la progresión de la enfermedad en una historia clínica y para planificar el tipo de cirugía que se llevará a cabo y así evitar de manera mas segura complicaciones postoperatorias lo cual beneficiaría tanto al médico como al paciente.

Varios estudios han demostrado la efectividad del LOCS III y su aportación como método pre quirúrgico. Pan, Wang, Huang & Bao, en un estudio en el 2014, concluyeron que la escala LOCS III es un método económico y efectivo para clasificar las opacidad de los cristalinos, especialmente aquellos en estados incipientes en la corteza. En un estudio realizado en Croacia se demostró que el LOCS III se relacionó de manera positiva con el poder y el tiempo promedio de facoemulsificación ya que a mayor madurez de la catarata, mayor tiempo implicado en la facoemulsificación. (Goran, Mia, Saric, Corak & Mandie, 2002).

2.4.2 Fisiopatología de la catarata

La transformación del cristalino a una catarata requiere de varias alteraciones nutricionales, electrolíticas y degenerativas. Se considera catarata cuando el cristalino a perdido su transparencia, ya sea por crecimiento de fibras corticales en parte superficial, por esclerosis del núcleo del cristalino o por agregados proteicos. Pero básicamente estos cambios fisiopatológicos ocurren de la siguiente manera:

Existen dos tipos de proteínas en el cristalino: las solubles son la mayoría de las cuales 80% se las denomina cristalinas que se dividen en

dos grupos principales: alfa, beta y gamma, y las insolubles que forman el citoesqueleto, es decir la estructura celular. La alteración de los genes formadores de la cristalina alfa repercutirá a futuro para la formación de cataratas, mas no en los genes formadores de las otras cristalinas.

La función principal de las cristalinas es mantener la transparencia del lente y conservar las propiedades refractivas. Otra función de las cristalinas es el remodelar y proteger el citoesqueleto del cristalino, resistir al estrés y impedir la apoptosis del las células.

Con el paso del tiempo, la edad se convierte en el principal factor de riesgo para el desarrollo de cataratas, de manera más específicas las de tipo senil, y las proteínas comienzan a sufrir ciertos cambios como es la proteólisis cristalina, la fragmentación y la agregación de estos productos. La correcta interacción entre los tipos cristalinas es necesario para evitar estos cambios fisiopatológicos entre las subunidades alfa, beta y gama, ya que al mantenerse indemnes se evita la dispersión de la luz. Si llega a ocurrir la acumulación de fragmentos de cristalinas en la lente durante el envejecimiento va a ocupar la posición central en el camino de la opacificación de la lente.

No necesariamente tiene que existir opacidades en el cristalino para determinar la presencia de una posible catarata, sino que existen cambios morfológicos que dispersan la luz sin la presencia de cataratas, como es la alteración en el córtex profundo, que se hace mas evidente con el paso de los años y suele aparecer en conjunto con la perdida de la capacidad de elasticidad del lente lo cual se traduce como presbicia o pérdida de la capacidad de acomodación a la fijación de objetos mas cercanos.

La opacificación del lente o su madurez empezará en un lugar característico, y según ese criterio se las puede clasificar en catarata

nuclear, cortical y subcapsular posterior. Siendo las nucleares las más comunes entre las cataratas seniles.

La catarata cortical se caracteriza por su naturaleza osmótica, debido al ingreso de moléculas de agua en su interior, por un posible desbalance electrolítico secundaria a alteración de las bombas iónicas quien en condiciones normales mantiene la homeostasis del cristalino. Esta alteración de bomba iónica conlleva a la disminución del potasio, aumento del cloro, sodio y calcio que induce a un aflujo de agua. La tendencia al ingreso de agua produce una característica clínica que es clave para su diferenciación de las otras cataratas y es la presencia de vacuolas de agua que empeoran aun mas el poder refractivo del paciente al desviar la luz que se producen cuando el agua ingresa al lente.

Las cataratas nucleares, se producen por una acumulación de restos proteicos producto del estrés oxidativo in situ, que a futuro ocasionan un conglomerado de proteínas que desaviarán la luz y con el tiempo adquirirán un pigmento que pueden llegar a ser desde muy pálidos hasta negras. En estos casos suele ser producto de la absorción de luz mas que la misma desviación. A diferencia de las cataratas corticales, las nucleares tiene un centro duro que será la principal característica a evaluar en el acto quirúrgico.

La catarata subcapsular posterior ocurre debajo de la cápsula y por delante de la corteza posterior. Está documentado que se producen por un cierre inadecuado de la sutura posterior o por una diferenciación de las fibras del lente. En ultima instancia las células epiteliales del lente podrían migrar al polo posterior. Su formación esta asociada la exposición constante a rayos X, uso prolongado de corticoides, degeneraciones retinales, etc.

2.4.2 Cataratas e hipertensión ocular

El cristalino puede influenciar en la aparición de hipertensión ocular, hasta un glaucoma de ángulo abierto o cerrado de varias maneras. El glaucoma de ángulo abierto secundario a cambios en el cristalino puede verse en tres entidades clínicas: glaucoma facolítico, glaucoma por partículas de cristalino y glaucoma facoantigénico.

El glaucoma facolítico es inflamatorio y es causado por la fuga de proteínas de la cápsula del cristalino de una catarata madura o hipermadura. Esto ocurre debido a que hay aperturas microscópicas de la cápsula del cristalino, lo cual libera proteínas de alto peso molecular que se han formado con el paso de los años. Se genera una reacción inflamatoria conjunto con la actividad de macrófagos, lo cual obstruirá la red trabecular generando glaucoma secundario. Clínicamente se puede ver a un paciente de edad avanzada, con disminución de la agudeza visual donde se evidencia catarata. En los casos agudos puede venir acompañado de dolor e hiperemia conjuntival. El tratamiento médico aparte de los que disminuyen la PIO debe ser la extracción de la catarata.

El glaucoma por partículas de cristalino, ocurre cuando hay una obstrucción de la red trabecular por partículas de la corteza del cristalino posterior a la extracción de cataratas, traumas oculares o capsulotomía. Ocurre semanas después de la cirugía pero se ha visto casos luego de meses o años. La elevación de la presión intraocular va a ser proporcional al material liberado, a la capacidad del trabéculo para limpiarlo y la inflamación. Es necesaria la extracción de las partículas si no se han reabsorbidos.

El glaucoma facoantigénico, es muy raro y está relacionado a una alergia a las proteínas del cristalino luego de una cirugía de catarata o post trauma ocular, esto genera una inflamación granulomatosa que

puede causar vitritis, sinequias, y residuos en cámara anterior lo que ocasionaría obstrucción del flujo del humor acuoso con aumento de la PIO en consecuencia.

El glaucoma secundario de ángulo cerrado, con bloqueo pupilar influenciado por el cristalino, puede verse en el glaucoma facomórfico, ectopia de cristalino y glaucoma de ángulo cerrado afáquico o pseudofáquico.

El glaucoma facomórfico es una condición clínica caracterizada por el cierre del ángulo camerular secundario a un cristalino maduro y edematizado. Se caracteriza por la estrechez patológica del ángulo, que está relacionada con el efecto de masa adquirido de la catarata, lo que ocasionaría bloqueo pupilar. El cierre facomórfico del ángulo va a tener un desarrollo lento y progresivo conforme la catarata se vaya desarrollando. Existen dos factores de riesgo para presentar esta patología, mundialmente aceptados y son: ser mayor de 60 años y tener una longitud axial menor a 23.7 mm. Los posibles factores de riesgo es ser de sexo femenino y tener un estrecho ángulo camerular, aunque se han reportado casos de personas que han desarrollado glaucoma facomórfico en ojos miopes con edades jóvenes.

El aumento del diámetro anteroposterior del cristalino conlleva a un estrechamiento del ángulo camerular y un bloqueo pupilar subsecuente. Estas condiciones producen un aumento de la presión intraocular por resistencia al drenaje del humor acuoso, que si no se trata en un tiempo adecuado a largo plazo produciría los daños ópticos que lo harían una patología glaucomatosa. Existen varios criterios para el diagnóstico de glaucoma facomórfico y se basan clínicamente en un aumento de la PIO sobre 21 mmHg, catarata intumesciente junto con signos de glaucoma agudo como edema corneal, pupila en dilatación media, inyección conjuntival, y una cámara anterior estrecha en la parte central.

Distinguir un glaucoma de ángulo cerrado primario y un glaucoma facomórfico, no siempre tiene relevancia a la hora del tratamiento a elección debido a que ambos se prefiere ser tratados por iridotomía más extracción de la catarata, sin embargo en algunos casos la iridotomía no es necesaria ya que con la cirugía de catarata se obtiene el resultado deseado y es el tratamiento definitivo en aquellos ojos que tienen la capacidad de presentar una mejoría de la visión.

La ectopia del cristalino es el desplazamiento anterior del cristalino desde su ubicación normal, lo cual ocasionaría bloqueo pupilar, provocando un cierre angular. El tratamiento a elegir es la iridotomía, pero se realiza la extracción de la catarata para mejorar la visión, y reducir la recurrencia de bloqueo pupilar y cierre de ángulo. Pacientes afáquicos o pseudofáquicos podrían presentar también glaucoma por diversos mecanismos que incluyen el bloqueo pupilar por un desplazamiento anterior del vítreo o por la dislocación lente intraocular hacia iris.

Con la evolución y mejoría de la cirugía de facoemulsificación, la extracción del cristalino se torna beneficioso antes estas entidades clínicas ya que se evidencia apertura del ángulo y un mejor flujo trabecular, lo cual disminuiría la PIO y los síntomas asociados. En muchas ocasiones puede incluso reducir la PIO de manera importante y así evitar que se desarrolle el glaucoma con el paso del tiempo.

2.5 DEFINICIONES IMPORTANTES

Para el propósito del trabajo y su entera comprensión se definen los siguientes términos:

- Acomodación: capacidad del cristalino de modificar su forma por medio de los músculos ciliares para enfocar imágenes cercanas.

- Afaquia: ausencia de cristalino.
- Agudeza visual: capacidad óptica del ojo percibida por el paciente.
- Ecobiometría: tipo de ecografía oftálmica que permite evaluar la distancia axial del ojo, profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino y longitud del vítreo. Muy útil en el estudio de glaucoma.
- Emetropía: ausencia de errores de refracción.
- Facoemulsificación: técnica para extracción de la catarata, la cual consiste en desintegrar en fragmentos al cristalino utilizando vibraciones ultrasónicas para luego aspirarlos, a través de una pequeña incisión.
- Glaucoma normotenso: glaucoma primario de ángulo abierto sin aumento de la presión intraocular.
- Glaucoma primario de ángulo abierto: glaucoma sin asociación secundaria ocular o sistémica que ocasione el aumento de la PIO.
- Glaucoma secundario de ángulo abierto: glaucoma asociado a otras condiciones como el uso de corticoides, glaucoma facolítico, etc.
- Hipermetropía: error de refracción donde la imagen se forma por detrás de la retina.

- Hipertensión ocular: aumento de la PIO en valores mayores a 19 mmHg.
- Interferometría: principio óptico que por luz infrarroja penetra los tejidos oculares, genera haces de luz que chocan y forman interferencias, las cuales son captadas por un detector y se interpretan en imágenes que dan mediciones de estructuras oculares como la longitud axial del ojo, curvatura corneal, y profundidad de cámara anterior.
- Iridotomía: técnica mediante la cual se realiza un orificio en el iris para crear una comunicación entre las cámaras anterior y posterior.
- Miopía: error de refracción en el cual la imagen se enfoca por delante de la retina.
- Paquimetría: examen complementario oftalmológico que mide el espesor de la córnea.
- Pseudofaquia: implantación de lente intraocular post extracción de cristalino.
- Sinequias: formación de adherencias que pueden ser anteriores cuando se forman entre el iris y la córnea, y posteriores cuando son entre el iris y cristalino.
- Sospecha de glaucoma: cambios en el disco óptico o en el campo visual sin alteraciones de la PIO.
- Trabeculectomía: Técnica quirúrgica para el tratamiento del glaucoma, que consiste en crear una ventana en la esclera para

que el humor acuoso drene en mayor cantidad y así disminuya la presión intraocular.

- Vitritis: hallazgos de células inflamatorias en la cavidad vítrea lo que producirá visión borrosa.

2.6 LEYES DEL ECUADOR Y LA APLICACIÓN EN CIENCIAS DE LA SALUD

Según la Constitución del Ecuador, realizada en el año 2008, en el campo de la salud se dictan los siguientes derechos y obligaciones:

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Art. 358.- El sistema nacional de salud tendrá por finalidad el desarrollo, protección y recuperación de las capacidades y potencialidades para una vida saludable e integral, tanto individual como colectiva, y reconocerá la diversidad social y cultural. El sistema se guiará por los principios generales del sistema nacional de inclusión y equidad social, y por los de bioética, suficiencia e interculturalidad, con enfoque de género y generacional.

Art. 360.- El sistema garantizará, a través de las instituciones que lo conforman, la promoción de la salud, prevención y atención integral, familiar y comunitaria, con base en la atención primaria de salud; articulará los diferentes niveles de atención; y promoverá la complementariedad con las medicinas ancestrales y alternativas.

Art. 362.- La atención de salud como servicio público se prestará a través de las entidades estatales, privadas, autónomas, comunitarias y aquellas que ejerzan las medicinas ancestrales alternativas y complementarias. Los servicios de salud serán seguros, de calidad y calidez, y garantizarán el consentimiento informado, el acceso a la información y la confidencialidad de la información de los pacientes.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

La investigación es de tipo descriptiva, observacional, longitudinal y prolectiva. Se ha realizado durante los meses de Octubre del 2014 hasta el mes de Abril del 2015, en la ciudad de Guayaquil-Ecuador, en la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte. Los ojos que han sido sujetos a investigación son aquellos diagnosticados de catarata que se rigieron bajo los criterios de inclusión y exlcusión.

3.1.2 Conceptualización y operacionalización de las variables:

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Instrumento de medición |
|-----------------|--|--|--------------------------------|
| Edad | Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento actual. | Variable tipo cuantitativa. Medida en años. | Historia clínica |

| | | | |
|---|---|---|--|
| Madurez de la catarata | Grado de madurez o de opacificación de la catarata. | Variable tipo cualitativa ordinal. | Biomicroscopía con una lámpara de hendidura. |
| Variación de la presión intraocular | Variación de la presión interna del ojo que va a estar dada por la velocidad en la que se produzca el humor acuoso y la resistencia a su excreción en el ojo. | Variable tipo cuantitativa, tomado en dos tiempos, pre y post quirúrgico. Medido en unidades de milímetros de Mercurio (mmHg). | Máquina: Oculus Corvis |
| Variación de la longitud axial del ojo | Variación de la distancia entre la córnea y la retina. Normal en adultos de 24mm. | Variable tipo cuantitativa, tomada en dos tiempos, pre y post quirúrgico. Medido en milímetros (mm). | Máquina: IOL master |
| Variación de la profundidad de la cámara anterior | Variación de la distancia entre la córnea y el iris. Normal de 3mm. | Variable tipo cuantitativa, tomada en dos tiempos, pre y post quirúrgico. Medido en milímetros (mm). | Máquina: Oculus Pentacam |
| | | | |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Variación del volumen de cámara anterior | Variación del volumen de la cámara desde el endotelio hasta el iris y cristalino evaluando una zona de 12mm alrededor del ápex corneal. | Variable tipo cuantitativa, tomada en dos tiempos, pre y post quirúrgico. Medido en milímetros cúbicos (mm ³). | Máquina: Oculus Pentacam |
| Variación del ángulo camerular | Variación del ángulo formado entre la periferia de la córnea y el iris. | Variable tipo cuantitativa, tomada en dos tiempos, pre y post quirúrgico. Medido en grados. | Máquina: Oculus Pentacam |
| Localización de la catarata | Tipo de catarata según su localización. | Variable tipo cualitativa, con modalidades de nuclear, cortical o subcapsular posterior. | Biomicroscopía con una lámpara de hendidura |
| Defecto refractivo dependiente de la longitud axial | Errores de refracción dependientes de la longitud axial del ojo. | Variable tipo cualitativa nominal con modalidades de miopía e hipermetropía. | Máquina: refractor |
| Sexo | Expresión fenotípica que | Variable tipo cualitativa, | Historia clínica |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | distingue a los seres femenino y masculino. | nominal, con modalidades femenino y masculino. | |
|--|---|--|--|

3.2 Población:

Al ser una investigación de carácter descriptivo, se estudia en su totalidad la población obtenida que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. Se obtiene un total de 104 ojos de 58 individuos estudiados por separado, teniendo en cuenta que pueden ser totalmente diferentes entre ellos.

Los criterios de inclusión son: todos aquellos ojos diagnosticados de catarata, que se hagan atender y sean intervenidos quirúrgicamente sin complicaciones en la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte, que presenten los exámenes complementarios para la realización del estudio y estén libres de toma de medicamentos que puedan alterar la PIO.

Los criterios de exclusión son: complicaciones relacionadas a la cirugía de cataratas, patologías oculares como pseudoexfoliación, glaucoma, uveitis, cirugías oculares previas o traumas, patologías del segmento posterior y errores de lectura del Iol Master, Pentacam u Oculus corvis por condiciones propias de los pacientes como patologías corneales.

3.3 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de investigación será principalmente :

- Historia clínica: donde debe constar el motivo de consulta, antecedentes personales y familiares, patologías oculares, defecto refractivo y el examen físico y rutinario de la consulta oftalmológica

(presión intraocular, agudeza visual, fondo de ojo, biomicroscopía). Aquí se le ha de diagnosticar de cataratas y su clasificación según la escala LOCS III.

- Máquina Oculus Pentacam: Proporciona las mediciones del segmento anterior del ojo: profundidad y volumen de la cámara anterior y ángulo camerular.

- Oculus Corvis: detecta la presión intraocular corregida según la paquimetría del paciente.

- IOL Master: utilizado para calcular el lente intraocular a usar en la cirugía, pero que en la investigación será útil ya que uno de los datos que proporciona es la longitud axial del ojo.

- Microsoft Excel 2013

- Computador Macbook Pro 2009

- IBM SPSS Statistics 22

3.4 Técnica de medición y pasos a usar

Los pasos necesarios para realizar la investigación fueron:

1. El paciente acude a la consulta donde se le realiza un detallado examen oftalmológico que incluye la agudeza visual, biomicroscopía en la lámpara de hendidura, fondo de ojo y PIO corregida con la máquina Oculus Corvis. Los grados de madurez u opacificación de la catarata fueron clasificados según la escala LOCS III.

2. Se mide la longitud axial con el IOL Master. El volumen y profundidad de la cámara anterior y ángulo camerular con el Pentacam.

3. El paciente se programa y acude a la cirugía de cataratas por técnica de facoemulsificación realizada por los médicos de la Unidad.

4. Luego de un mes en la consulta postoperatoria mediata se le vuelve a tomar las variables con mediciones temporales que son la presión intraocular, la profundidad y volumen de la cámara anterior, ángulo camerular y la longitud axial. Tanto la consulta médica como los exámenes fueron realizados en todo su momento por personal capacitado de la clínica.

5. Una vez culminada la recolección de los datos el autor principal se encarga de ingresar los datos desde las máquinas a la computadora en el programa Microsoft Excel 2013 y posteriormente se procede a tabular los valores en la base de datos de SPSS. La edad para su mejor estudio se la agrupa en 5 subgrupos: de 50 a 56 años, de 57 a 63 años, de 64 a 70 años, de 71 a 77 años y de 78 a 85 años.

3.5 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron realizados en el programa SPSS versión 22.0 para Macintosh.

En primer lugar se analizan las características demográficas de los sujetos de estudio. Las diferentes mediciones y variables fueron analizadas según su categoría en media, desviación estándar (DE) y

mínimo y máximo (rango) o en frecuencia y porcentaje si se tratan de variables cuantitativas y cualitativas respectivamente.

Se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov para determinar si los datos incluidos en el estudio tuvieron o no una distribución normal. En el caso de datos con distribución normal se utilizan pruebas paramétricas y para datos con distribución anormal, pruebas no paramétricas.

Entre las pruebas utilizadas están:

- Prueba de T Student, Wilcoxon, Kruskal-Wallis para muestras independientes, correlaciones de Pearson, pruebas Post-Hoc, entre otras.

3.6 Consideraciones éticas:

El trabajo de titulación se realizó previa autorización escrita del Director Médico de la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte, el Dr. Emiliano Galarza Valencia, para la realización de la investigación en la clínica y la utilización de datos e información médica necesaria.

Mediante una carta de certificación del Comité de Investigación emitida por el Dr. Daniel Tettamanti, Jefe del Departamento de Investigación del Hospital Luis Vernaza, quien previa consulta oral con el presidente del Comité de Ética el Dr. Alfonso Tafur, certificó que el presente estudio no necesita pasar al Comité de Ética, ni de consentimiento informado, por ser un trabajo observacional, no usar información sensible, tener los permisos del Jefe del Servicio donde se realizó el estudio y la aprobación por parte de Jefe de investigación y Comité Científico de la institución.

Sin embargo, los pacientes previo a la cirugía firman un consentimiento informado autorizando la intervención, todos los

procedimientos necesarios para la misma y la utilización de datos para análisis, estadística e investigación de la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

En el presente estudio se incluyeron 104 ojos de 58 pacientes. La media de la edad de los pacientes fue 67,2 años. De 104 ojos estudiados, 55 fueron de mujeres (52,9%) y 49 (47,1%) de hombres. Se empieza por dar un detalle de las características demográficas de los sujetos de estudio en la Tabla 1.

| Variables | Valores |
|--|------------------|
| Edad en años | |
| Media \pm DE | 67,2 \pm 9,53 |
| Grupos de edad | |
| 50-56 | 19 (18,3%) |
| 57-63 | 14 (13,5%) |
| 64-70 | 33 (31,7%) |
| 71-77 | 20 (19,2%) |
| 78-85 | 18 (17,3 %) |
| Sexo | |
| Femenino | 55 (52,9%) |
| Masculino | 49 (47,1%) |
| Ojo | |
| Derecho | 50 |
| Izquierdo | 54 |
| Defecto refractivo | |
| Emetropía | 3 (2,9%) |
| Hipermetropía | 60 (57,7%) |
| Miopía | 31 (29,8%) |
| No lectura | 10 (9,6%) |
| PIO Pre Quirúrgica | |
| Media \pm DE | 15,30 \pm 2,87 |
| Rango | 9,60-24,60 |
| Longitud Axial pre Quirúrgica | |
| Media \pm DE | 23,30 \pm 1,09 |
| Rango | 21,20-27,18 |
| Madurez de la catarata por LOCS III | |
| Grado 2 | 24 (23,1%) |
| Grado 3 | 43 (41,3%) |
| Grado 4 | 27 (26%) |
| Grado 5 | 10 (9,6%) |
| Localización de la catarata | |
| Nuclear | 84 (80,8%) |
| Cortical | 6 (5,8%) |
| Subcapsular posterior | 14 (13,5%) |

Tabla 1: Características basales de los sujetos en estudio

La Tabla 1 muestra un predominio del grupo de edad de 64 a 70 años, y que la mayoría de los operados (68,2%) fueron mayores a 64 años. Llama la atención que los más jóvenes (50-56 años) se operaron en una proporción similar y un poco mayor que los más ancianos (78-85 años).

En cuanto al defecto refractivo, la hipermetropía superó a la miopía. Hubo 10 pacientes en los cuales no fue posible medirles el defecto refractivo por la opacidad de la catarata.

En las presiones intraoculares pre quirúrgicas el rango muestra que la población es variada ya que la menor y mayor medición se encuentran sobrepasando los límites de la presión intraocular normal. A pesar de esto la media de todas las mediciones está dentro de los parámetros normales. Lo mismo ocurre con la longitud axial pre quirúrgica.

De acuerdo a las características de la opacidad del cristalino, la mayoría fueron cataratas grado 3, seguidas por las grado 4. La catarata a predominio nuclear superó en frecuencia a las demás cataratas de los ojos estudiados.

En cuanto a la presión intraocular en el grupo de estudio se pudo evidenciar en el gráfico 1 una variación luego de cirugía.

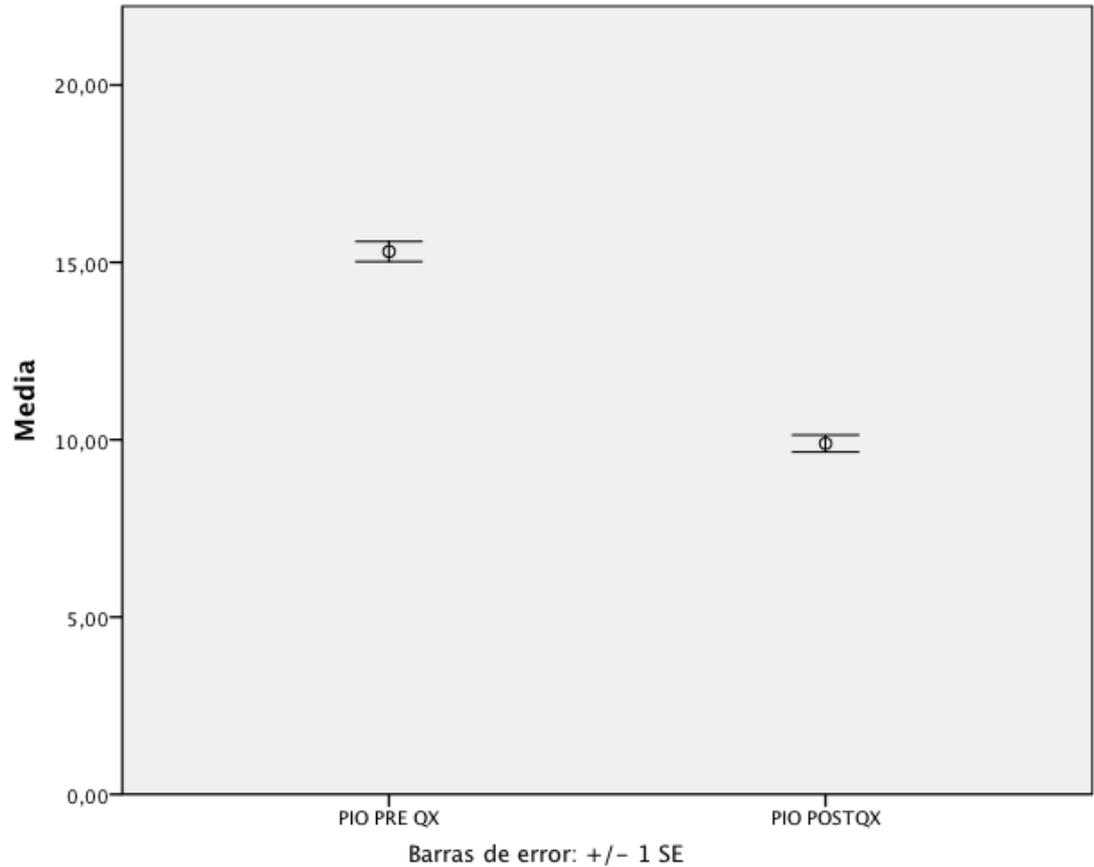


Gráfico 1: Variación de la PIO.

La media de la PIO pre quirúrgica fue $15,30 \pm 2,87$ mmHg y la media de la PIO post quirúrgica fue de $9,89 \pm 2,47$ mmHg. Por medio de una prueba de T test se encontró que la media de variación resultó en la reducción significativa ($<0,001$) de la PIO de $- 5,38\text{mm} \pm 2,47$ mmHg.

La variación de la PIO se vio influenciada por la PIO pre quirúrgica. En el gráfico 2 se constata.

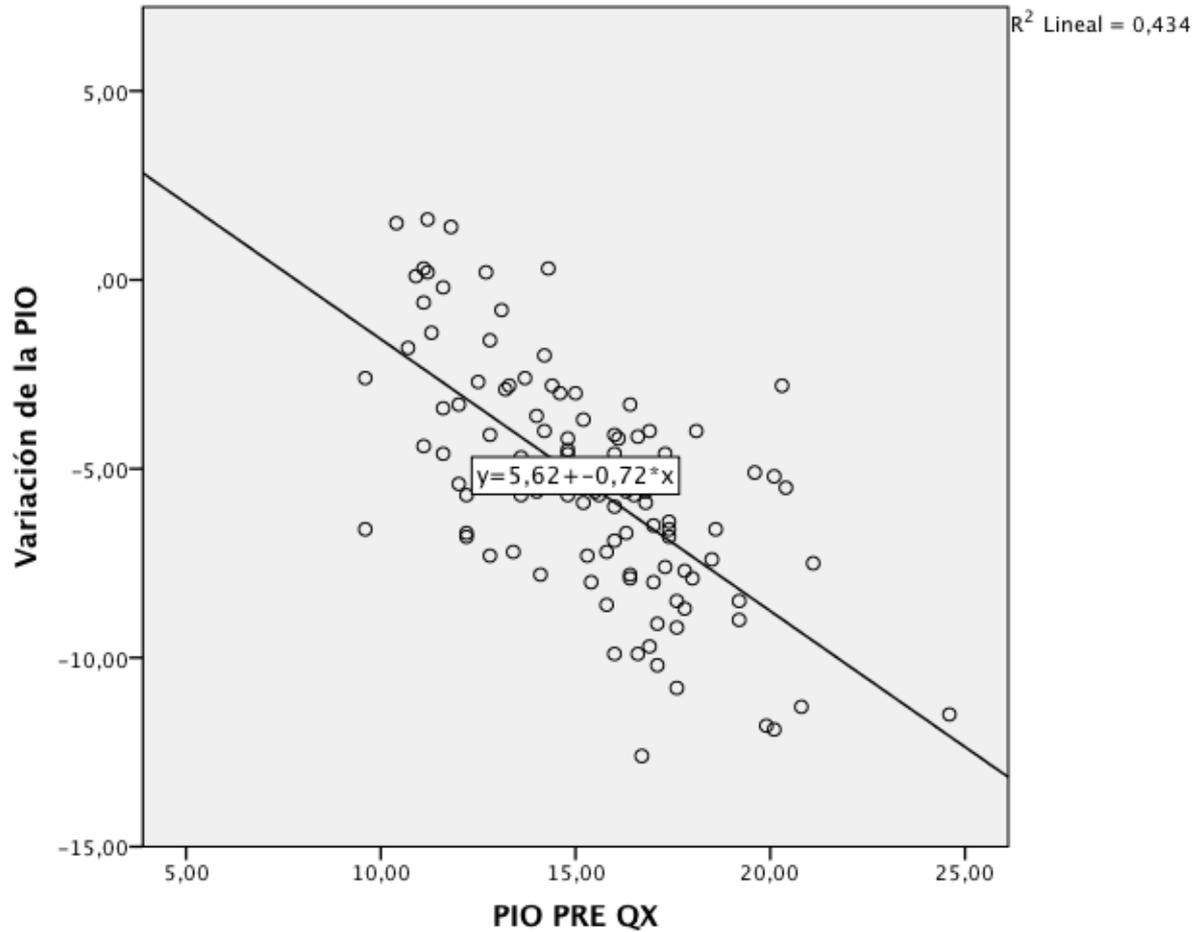


Gráfico 2: Relación entre la variación de la PIO y la PIO previa cirugía.

Mediante correlaciones de Pearson se encontró una relación estadísticamente significativa ($p < 0,001$) entre la PIO previa y la variación de la PIO post cirugía. El gráfico muestra una relación inversa, a mayor presión pre quirúrgica mayor es el cambio negativo de la presión.

Adicionalmente al analizar las estructuras de la cámara anterior como el ángulo camerular, profundidad y volumen de la cámara anterior, se evidenció variabilidad posterior a la cirugía. En la tabla 2 se aprecian los cambios.

| | Preoperatorio | Postoperatorio | Variación | Sig. |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Ángulo camerular | 32,22 ± 7,52 ° | 42,14 ± 5,42 ° | 9,92 ± 7,13 ° | Wilcoxon <0,001 |
| Profundidad de la cámara anterior | 2,52 ± 0,38 mm | 4,07 ± ,51 mm | 1,55 ± 0,54 mm | T test <0,001 |
| Volumen de la cámara anterior | 117,25 ± 32, 81 mm ³ | 159,90 ± 25 mm ³ | 42,69 ± 21,11 mm ³ | Wilcoxon <0,001 |

Tabla 2: Media de las mediciones pre y post operatorias, y de la variación de estructuras de la cámara anterior el ojo

Los tres parámetros estudiados se vieron afectados por la cirugía de cataratas, resultando en un aumento estadísticamente significativo tanto del ángulo camerular como la profundidad y el volumen de la cámara anterior.

En cuanto a los efectos en la longitud axial, el gráfico 3 muestra que la longitud axial también sufrió cambios posterior a la intervención quirúrgica.

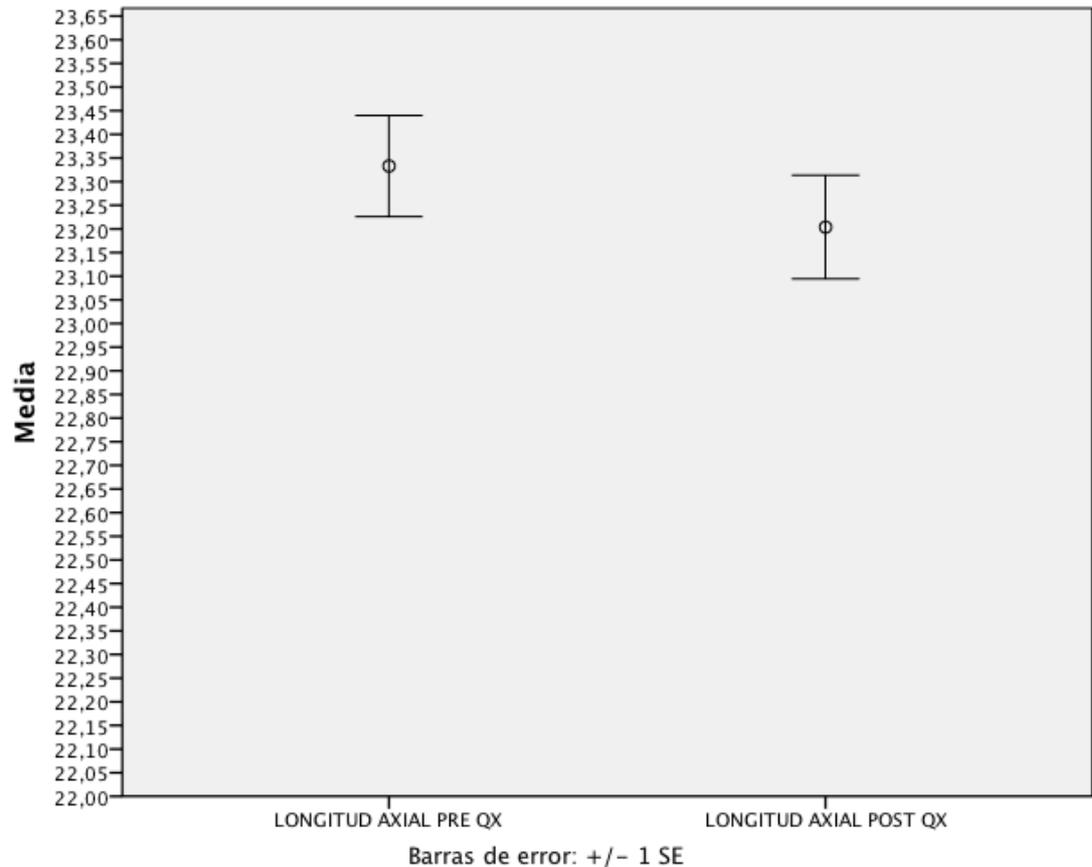


Gráfico 3: Variación de la longitud axial

La media de la longitud axial pre quirúrgica fue de $23,30 \pm 1,09$ mm, mientras que la media de la longitud axial post quirúrgica fue de $23,20 \pm 1,11$ mm. Esto indica que la media de la variación de la longitud fue una disminución de $-0,11 \pm 0,33$ mm.

Por medio de correlaciones de Pearson no se encontró relación significativa ($p=0,905$) entre la variación de la PIO con la variación de la longitud axial.

Posteriormente se procedió a analizar los factores que podrían influir en la variación de la PIO. El gráfico 4 muestra los resultados.

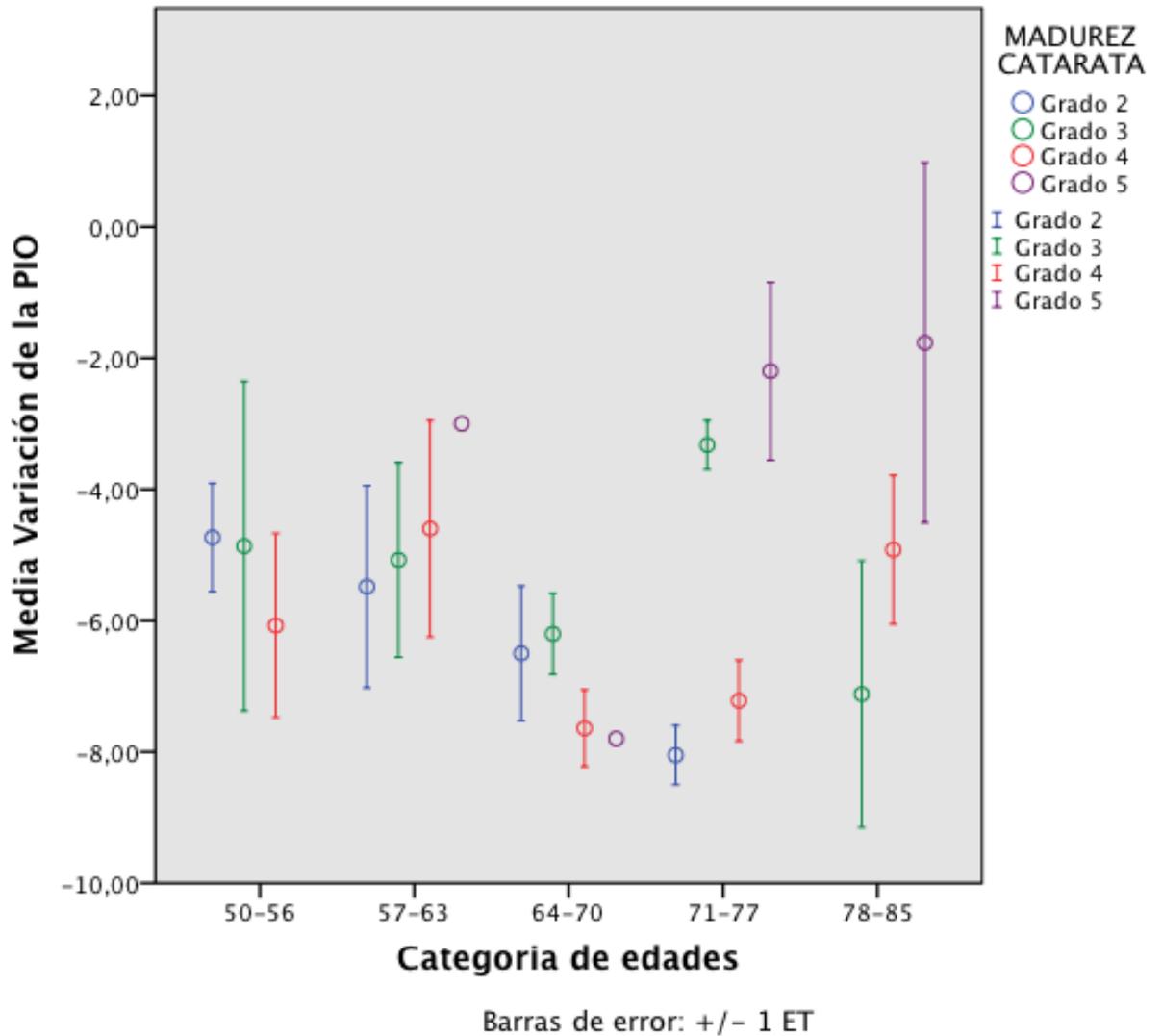


Gráfico 4: variación de la PIO según los grupos de edad y la madurez de la catarata.

Al relacionar la variación de la PIO con la madurez de la catarata y los grupos de edad de los pacientes se encontró por pruebas de Kruskal-Wallis que la variación de la PIO no se ve afectada globalmente por los grupos de edad ($p= 0,145$). Sin embargo al estratificar según los grados de madurez si se encuentra relación.

Con pruebas de post hot Scheffe se encontró diferencia entre la variación de la PIO y la madurez de la catarata, con mayor significancia entre la grado 5 y grado 4.

Se encontró que a medida que aumenta la edad, en la grado 2 y 3 disminuye más la presión. El grado 4 es muy variable. El grado 5 varía menos en comparación con las anteriores.

De la misma manera se buscó relación entre la variación de la longitud axial con los grupos de edad. El gráfico 5 muestra las relaciones encontradas:

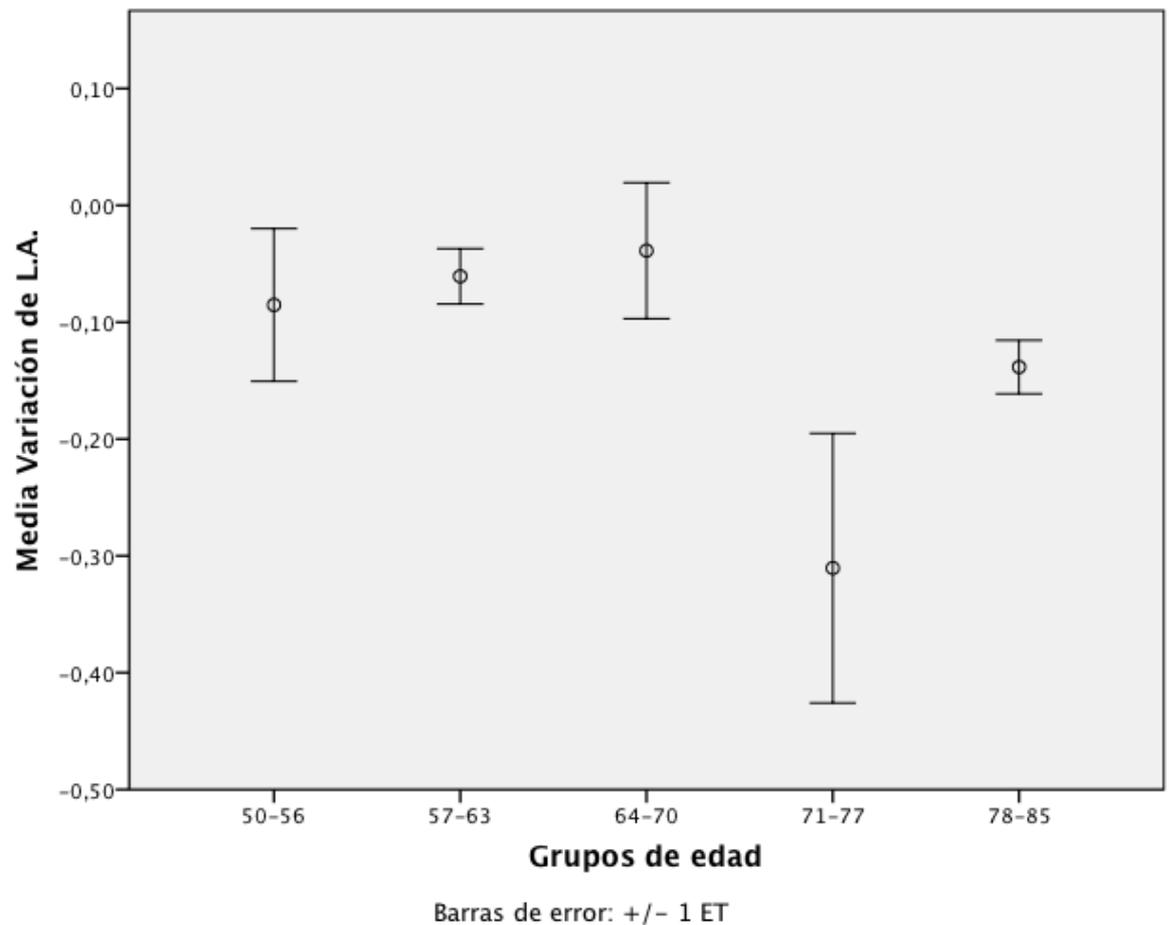


Gráfico 5: Relación entre la variación de la longitud axial y los grupos de edad

Utilizando pruebas de Kruskal - Wallis, se encontró una distribución diferente entre los grupos de edad y la variación de la longitud axial ($p=0,002$). Se evidencia que a mayor edad hay una mayor variación de la longitud axial.

En cuanto a la relación entre la variación de la longitud axial según los grados de madurez de la catarata mediante pruebas de post hoc Scheffe no se encontró diferencia significativa entre la variación de la longitud axial y la madurez del cristalino ($p= 0,967$)

4.2 DISCUSIÓN

Los ojos de los pacientes que se estudiaron fueron en su mayoría pacientes mayores a 64 años, lo cual tiene relevancia debido a que se estudiaron cataratas seniles. El tipo de catarata según la localización que tuvo mayor prevalencia fueron las cataratas a predominio nuclear.

En el Ecuador no existen estudios publicados de los cambios que sufre la PIO y la longitud axial posterior a una cirugía de cataratas. Muchos estudios realizados en otros países han demostrado la reducción de la PIO. Desde 1994, Tanaka, et al., encontraron la disminución del 40% de la PIO luego de seis meses de postoperatorio. Poley, et al., en el 2008 dieron seguimiento a un grupo de pacientes por 10 años donde comprobaron que la reducción de la PIO se mantenía en la media de 6.5 mmHg, lo cual coincide con el presente estudio donde se evidenció también disminución de la PIO pero con una media de 5,39 mmHg, aunque difiere de los anteriores debido a que se estudió una cantidad menor de pacientes y durante el postoperatorio de un mes. La mayor disminución de la PIO estuvo relacionada a una mayor PIO previa a la cirugía tal como Lindstrom, et al. encontraron en su estudio.

Ciertas estructuras de la cámara anterior como el ángulo camerular, y la profundidad de la cámara, tuvieron aumento de sus medidas tal como ocurrió en el estudio de Kim M, Park, Kim T, Kim D (2012), en pacientes con glaucoma sometidos a facoemulsificación. En el presente estudio también se vio aumentado el volumen de la cámara, y eran pacientes sin

antecedentes de métodos quirúrgicos para controlar la PIO. Como en estudios previos, no se encontró relación significativa entre el aumento de la profundidad de la cámara anterior y los cambios en la PIO.

Al relacionar la variación de la PIO según el grado de madurez del cristalino se pudo evidenciar que las cataratas grado 5 según la escala de LOCS III tienen una variación negativa menor que las de grado 2,3,4. Entre estas últimas no se evidenciará una mayor diferencia en la variación de PIO, pero si se las compara con las de mayor grado encontrado en el estudio, los cambios son mucho mayores. Esto podría relacionarse con lo enunciado por Berdahl en el 2009, donde asegura que el cristalino conforme avanzan los años se va incrementando de tamaño antes de llegar a un estado 5 según su localización en la escala LOCS III, o de hipermadurez donde se atrofia. Por lo cual al extraer la catarata facilitaría el flujo del humor acuoso (Meyer, Sabitt, Kopitas, 1997), en mayor o menor medida.

Se encontró que la variación de la PIO no se ve afectada por los grupos de edad, lo cual confirma lo expuesto por Poley, et al., donde indica que la edad es un factor que no afecta en la variación de la PIO. Pero al relacionarlo en conjunto con la madurez de la catarata se pudo evidenciar que conforme aumenta la edad, las cataratas hiper maduras tendrán menor variación de la PIO en comparación con los otros grupos.

Se puede evidenciar una disminución de la longitud axial de $0,11 \pm 0,33$ mm. Si bien es una mínima cantidad, Usui et al., posterior a una trabeculectomía encontraron una media de disminución de 0,26 mm. Bilak, Simsek, Capkin, Guler & Bilgin (2015), hallaron post facoemulsificación la reducción de la longitud axial en una media de 0.14 ± 0.17 , lo cual se asemeja más al presente estudio. La variación de la longitud axial estuvo relacionada con los grupos de edad, siendo evidente que a mayor edad, habrá mayor variación de la longitud axial, que en la

media resultaría en disminución. Puede tener relación con el resultado de Abhijit, Maitreye, Dhruva, Ramen, & Chinmaya (2015), donde la edad estaba positivamente relacionada con la longitud axial, sin embargo aun no queda claro el mecanismo exacto por el cual ocurre. La variación de la longitud axial no se vio afectada por los grados de madurez de la catarata.

Bilak, et al., también encontraron una relación entre la disminución de la PIO y la variación de la longitud axial con ($p < 0.05$), lo cual difiere de los presentes resultados ya que no se encontró relación significativa. Al igual que en ese estudio, no se encontró tampoco relación entre los cambios de la PIO y la longitud axial pre quirúrgica, lo cual difiere de lo encontrado por Kashiwagi et al., probablemente por la homogeneidad del grupo de estudio.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA SITUACIÓN PRÁCTICA

5.1 CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como fin analizar ciertos efectos que la cirugía de cataratas por facoemulsificación en la PIO y en la longitud axial del ojo. Las preguntas de investigación fueron contestadas con los resultados estadísticos que se encontraron en el estudio mediante el cumplimiento en su totalidad de los objetivos planteados. Del objetivo general se pudo relacionar la variación de la PIO y de la longitud axial post facoemulsificación, con la edad y la madurez de la catarata, encontrándose diversos resultados para la PIO y la longitud axial. Eso fue posible por el cumplimiento de los objetivos específicos donde se describieron en su totalidad las variables incluidas en el estudio expuestas en la Tabla 1 y 2. Se pudo evidenciar estadísticamente las variaciones en la PIO y la longitud axial, encontrando en ambos casos la disminución de ellas luego de la cirugía, como lo muestra el gráfico 1 y 3. Y finalmente se relacionaron las variables dependientes variación de la presión intraocular y variación de la longitud axial, por separado con los grupos de edad y la madurez de la catarata según el sistema LOCS III expuesto por gráficos 4 y 5.

Se cumple la H_1 al demostrar que hay una variación estadísticamente significativa tanto de la PIO y como de la longitud axial. El mecanismo por el cual disminuye la PIO no está totalmente claro, pudo deberse a un aumento en el flujo trabecular al aumentar la profundidad de la cámara anterior y el ángulo camerular, ya que al colocar un LIO que mide 1 mm

en comparación con el volumen de la catarata que es de aproximadamente 5 mm, por lo cual dejaría la catarata de ejercer presión en el iris y por consiguiente al retirarla se amplía el ángulo y la profundidad, como pudo evidenciarse estadísticamente. La variación de la longitud axial es aún menos investigada que la de la PIO. Recientemente Bilak, et al. encontró que estaba relacionado a los cambios de PIO, pero en el presente estudio esa relación no fue significativa. Por lo cual se evidencia que disminuye la longitud axial después de una cirugía de cataratas, pero el mecanismo fisiopatológico por el cual ocurre sigue necesitando de mayor investigación.

En cuanto a la H_2 , se encontró relación entre la variación de la PIO con los grupos de edad y la madurez de la catarata, en el grado 5 que se encuentra mayormente en los pacientes con más edad, y se evidencia que disminuye en menor cantidad en comparación con los otros grupos. Se ven pequeñas tendencias de que a medida que aumenta la edad, en la grado 2 y 3 disminuya más la presión, lo cual sería mejor evidenciado con una mayor cantidad de datos.

El grado 5 claramente se comporta diferente, ya que varía menos en comparación con las anteriores. Esto puede explicarse debido a que en la fisiopatología de las cataratas cuando se presentan en mayores grados se está ante una catarata probablemente en una fase hipermadura, en la cual se ha atrofiado y disminuido su volumen. Esto tendría menor efecto de compresión de la cámara anterior por parte de la catarata, con lo cual al extraerla no variaría tanto como ocurre en los menores grados en los cuales la catarata está aumentando su volumen e incluso podría encontrarse intumesciente. Conforme aumenta la edad, aumenta la madurez de la catarata. En este estudio la mayoría fueron a predominio de nucleares, pero debe rescatarse que una catarata a predominio cortical presenta también un compromiso nuclear y de la misma manera ocurre

con la subscapular posterior, ya que la opacidad o madurez del núcleo se verá siempre afectada.

En cuanto a la H₃ se encontró que la longitud axial no se ve alterada por el grado de madurez de la catarata del paciente. Al extraerla y colocar un LIO no provoca ningún cambio en la longitud axial, sin embargo llama la atención que en relación a los grupos de edad la longitud axial va a disminuir luego de la facoemulsificación conforme aumenta la edad del paciente, puede deberse debido al azar, se necesitaría mayor datos para encontrar una mejor relación. El mecanismo no está del todo claro queda en evidencia que la variabilidad de la longitud axial sigue necesitando de mayor investigación.

5.2 RECOMENDACIONES

Con respecto a limitaciones del estudio se presentan las siguientes recomendaciones:

- Debido a que el grado de madurez fue una variable importante al relacionarla con la variación de la PIO respecto a la edad, se recomienda que el número de sujetos de estudio dentro de cada grupo sea mayor y homogéneo para estimar mejor el comportamiento de dichas variables.
- Se recomienda que la medición de la PIO post operatoria sea realizada en varias mediciones con intervalos de tiempo diferentes para evaluar los cambios a largo plazo.
- A partir de los resultados encontrados, se recomiendan más investigaciones que estudien la variación de la longitud axial y los factores asociados a la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albrechts, D. & Holland, G. (2006). The First Eye Operation – Cataract Surgery. *Milestones Innovation, Carl Zeiss AG*, 17, 38-41.
2. Astrom, Stenlund & Linden. (2014). Intraocular pressure changes over 21 years- a longitudinal age-cohort study in northern Sweden. *Acta Ophthalmologica*, 92, 417-420. Doi: 10.1111/aos.12232
3. Berdahl, J. (2009). Cataract Surgery to Lower Intraocular Pressure. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 16, 119-122. Doi: 10.4103/0974-9233.56222
4. Broman, A.T & Quigley, H.A. (2006). The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *British Journal of Ophthalmology*, 90, 262-267. Doi: 10.1136/bjo.2005.081224
5. Brown, R., Zhong, L., Whitman, A., Lunch, M., Kilgo, P. & Hovis, K. (2014). Reduced intraocular pressure after cataract surgery in patients with narrow angles and chronic angle-closure glaucoma. *Journal of cataract & refractive surgery*, 40, 1610-16,14. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.01.038>
6. Buckhurst, P.J., Wolffsohn, J.S., Shah, S., Naroo, S.A., Davies, L.N. & Berrow, E.J. (2009). A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *British Journal of Ophthalmology*, 93, 949-953. Doi: 10.1136/bjo.2008.156554
7. Chakraborty, R., Read, S. & Collins, M. (2011). Diurnal Variations in Axial Length, Choroidal Thickness, Intraocular

Pressure, and Ocular Biometrics. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52, 5121-5129. Doi: 10.1167/iovs.11-7364

8. Chylack, L., Wolfe, J., Singer, D., Leske, C., Bullimore, M., Bailey, I... Wu, S. (1993). The Lens Opacities Classification System III. *Archives of Ophthalmology*, 111, 831-836. doi:10.1001/archopht.1993.01090060119035.

9. Dueker, D.K., Singh, K. & Lin, S.C. (2007). Corneal Thickness measurement in the management of primary open-angle glaucoma: a report of American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 114, 1779-1787.

10. Ebner, A., Wagels, B. & Zinkernagel, M. (2009). Non-invasive biometric assessment of ocular rigidity in glaucoma patients and controls. *Eye*, 23, 606-611. Doi: 10.1038/eye.2008.47

11. Eghosasere, I., Joy, I. & Izuchukwu, C. (2011). The Role of Axial Length-Corneal Radius of Curvature Ratio in Refractive State Categorization in a Nigerian Population. *International Scholarly Research Notices*, 2011, 138941. Doi: 10.5402/2011/138941

12. Eid, T. (2011). Primary lens extraction for glaucoma management: a review article. *Saudi Journal of Ophthalmology*, 25, 337-345. Doi: 10.1016/j.sjopt.2011.07.004

13. Epstein, D. & Koczynski, C. (2014). Emerging trabecular outflow drugs. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 30, 85-87. Doi: 10.1089/jop.2013.0197

14. Fotedar, R., Mitchell, P., Burlutsky, G. & Wang, J. (2008). Relationship of 10-year change in refraction to nuclear cataract and axial length findings from an older population. *Ophthalmology*, 115, 1273-1278. Doi: 10.1016/j.ophtha.2007.11.003
15. Fujiwara, N., Kuroki, S & Suzuki, R. (1997). Ten year follow up intraocular pressure after phacoemulsification and aspiration with intraocular lens implantation performed by the same surgeon. *Ophthalmologica*, 211, 79-83.
16. Gold, D. & Lewis, R.A. (2005). Cristalino. En *Oftalmología*, (pp. 958-968). Estados Unidos: American Medical Association
17. Gormaz, A. (1962). Ocular Tension After Cataract Surgery. *American Journal of Ophthalmology*, 53, 832-841. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394\(62\)93405-0](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394(62)93405-0)
18. Guell, J., Rodriguez-Arenas, A., Gris, O., Malecaze, F. & Velasco, F. (2003). Phacoemulsification of the crystalline lens and implantation of an intraocular lens for the correction of moderate and high myopia: for-year follow-up. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 29, 34-38. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(02\)01944-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(02)01944-2)
19. Hayashi, K., Hayashi, H., Fuminori, N. & Hayashi, F. (2001). Effect of cataract surgery on intraocular pressure control in glaucoma patients. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 27, 1779-1786. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(01\)01036-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(01)01036-7)
20. Hong, J., Zhang, H., Kuo, D., Wang, H., Huo, Y., Yang, D., ... Wang, N. (2014). The Short-term Effects of Exercise on

Intraocular Pressure, Choroidal Thickness and Axial Length. *PLoS One*, 9, e104294. doi:10.1371/journal.pone.0104294

21. Huan, G., Gonzalez, E., Lee, R., Chen, Y., He, M. & Lin, S. (2012). Association of biometric factors with anterior chamber angle widening and intraocular pressure reduction after uneventful phacoemulsification for cataract. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 38, 108-116. Doi: 10.1016/j.jcrs.2011.06.037

22. Hung, K., Cheng, Ch. & Jui-Ling, C. (2015). Risk factors for predicting visual field progression in Chinese patients with primary open- angle glaucoma: a retrospective study. *Journal of the Chinese Medical Association*, Article in Press. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcma.2015.02.004>

23. Iribarren, R., Morgan, I., Nangia, V. & Jonas, J. (2012). Crystalline Lens Power and Refractive Error. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53, 543-550. Doi: 10.1167/iovs.11-8523

24. Issa, S.A., Pacheco, J., Mahmood, U., Nolan, J. & Beatty, S. (2005). A novel index for predicting intraocular pressure reduction following cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 89, 543-546. doi: 10.1136/bjo.2004.047662

25. Kara, N., Baz, O., Altan, C., Satana, B., Kurt, T. & Demirok, A. (2013). Changes in choroidal thickness, axial length, and ocular perfusion pressure accompanying successful glaucoma filtration surgery. *Eye*, 27, 940-945. Doi: 10.1038/eye.2013.116

26. Kee, C. & Moon, S. (2000). Effect of cataract extraction and posterior chamber lens implantation on outflow facility and its

response to pilocarpine in Korean subject. *British Journal Of Ophthalmology*, 84, 987-989. Doi: 10.1136/bjo.84.9.987

27. Kung, J., Choi, D., Cheema, A. & Sinh, K. (2015). Cataract surgery in the glaucoma patient. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 22, 10-17. Doi: 10.4103/0974-9233.148343

28. Leydolt, C., Findl, O. & Drexler, W. (2008). Effects of change in intraocular pressure on axial eye length and lens position. *Eye*, 22, 657-661. doi:10.1038/sj.eye.6702709

29. Links, S., Haring, G. & Hedderich, J. (2004). Effect of phacoemulsification and posterior chamber lens implantation on intraocular pressure in patients with and without open-angle glaucoma. *Ophthalmologie*, 97, 402-406.

30. Llorente, L., Barbero, S., Cano, D., Dorronsoro, C. & Marcos, S. (2004). Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations. *Journal of Vision*, 4, 288-298.

31. Masket, S & Tennen, D. (1996). Short and long-term effect of clear corneal incisions on intraocular pressure. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 22, 568-570.

32. Mizoguchi, T., Kuroda, S., Terauchi, H. & Nagata, M. (2001). Trabeculotomy combined with phacoemulsification and implantation of intraocular lens for primary open-angle glaucoma. *Seminars in Ophthalmology*, 16, 162-167.

33. Németh, J., Fekete, O., & Psextenlehrer, N. (2003) Optical and ultrasound measurement of axial length and anterior chamber

depth for intraocular lens power calculation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 29, 85-88.

34. Obstbaum, S. (1986). Glaucoma and intraocular lens implantation. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 12, 257-261.

35. Onalli, Raitta. (1991). Extracapsular cataract extraction and posterior chamber lens implantation in controlled open-angle glaucoma. *Ophthalmic Surgery*, 22, 381-387.

36. Organización Panamericana de la Salud. (2012). Ecuador. *Salud en las Américas*, 282. Recuperado de: http://www.paho.org/saludenlasamericas/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=202&Itemid=

37. Poley, B.J., Lindstrom, R.L. & Samuelson, T.W. (2008). Long-term effects of phacoemulsification with intraocular lens implantation in normotensive and ocular hypertensive eyes. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 34, 735-742. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.12.045

38. Poley, B.J., Lindstrom, R.L., Samuelson T.W., Schuelze, J & Mphil. (2009). Intraocular pressure reduction after phacoemulsification with intraocular lens implantation in glaucomatous and nonglaucomatous eyes. Evaluation of a causal relationship between the natural lens and open-angle glaucoma. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 35, 1946-1955. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.05.061

39. Praveen, M., Vasavada, A., Jani, U., Trivedi, R., & Kumar, P. (2008). Prevalence of cataract type in relation to axial length in subjects with high myopia and emmetropia in an indian population.

American Journal of Ophthalmology, 145, 176-181. Doi: 10.1016/j.ajo.2007.07.043

40. Pruett, R.C. (1988). Progressive myopia and intraocular pressure: what is the linkage? A literature review. *Acta Ophthalmology Supply*. 185, 117-127.

41. Read, S.A & Collins, M.J (2010). Water drinking influences eye length and IOP in young healthy subjects. *Experimental Eye Research*. 91, 180-185. doi:10.1016/j.exer.2010.04.015

42. Read, S.A. & Collins, M.J. (2011). The short-term influence of exercise on axial length and intraocular pressure. *Eye*. 25, 767-774. Doi: 10.1038/eye.2011.54

43. Roberts, T., Francis, I., Lertusumitkul, S., Kappagoda, M., Coronea, M. & Coroneo, M. (1999). Primary phacoemulsification for uncontrolled angle-closure glaucoma. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 26, 1012-1016. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(00\)00358-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(00)00358-8)

44. Saeedi, O., Pillar, A., Jefferys, J., Arora, K., Friedman, D. & Quigley, H. (2014). *British Journal of Ophthalmology*. 98, 976-979 doi:10.1136/bjophthalmol-2013-304433

45. Schultz, T., Conrad-Hengerer, I., Hengerer, F. & Dick, H.B. (2013). Intraocular pressure variation during femtosecond laser-assisted cataract surgery using a fluid-filled interface. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 39, 22-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.10.038>

46. Shrivastava, A. & Singh, K. (2010). The effect of cataract extraction on intraocular pressure. *Current Opinion in Ophthalmology*, 21, 118-122. Doi: 10.1097/ICU.0b013e3283360ac3.

47. Scott, A., Collins, M. & Iskander, D. (2008). Diurnal Variation of Axial Length, Intraocular Pressure, and Anterior Eye Biometrics. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 49, 2911-2918. Doi: 10.1167/iovs.08-1833

48. Scott, A., Collins, M. & Sander, B. (2010). Human Optical Axial Length and Defocus. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 51, 6262-6269. Doi: 10.1167/iovs.10-5457

49. Sommer, A. (1989). Intraocular pressure and glaucoma. *American Journal of Ophthalmology*, 107, 186-188. doi: 10.1001/archopht.1991.01080080050026

50. Stone, R., Quinn, G., Francis, E., Ying, G., Flitcroft, D., Parekh, P., ... Schmid, G. (2004) Diurnal Axial Length Fluctuations in Human Eyes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 45, 63-70. Doi: 10.1167/iovs.03-0294

51. Suzuki, R., Tanaka, K., Sagara, T. & Fujiwara, N. (1994). Reduction of intraocular pressure after phacoemulsification and aspiration with intraocular lens implantation. *Ophthalmologica*. 208, 254-258.

52. Usui, S., Ikunu, Y., Uematsu, S., Morimoto, Y., Yasuno, Y & Otori, Y. (2013). Changes in axial length and choroidal thickness after intraocular pressure reduction resulting from trabeculectomy. *Clinical Ophthalmology*, 7, 1155-1161. Doi: 10.2147/OPHTH.S44884

53. Varma, D., Belovay, G., Tam, D. & Ahmed, I. (2014). Malignant Glaucoma after cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive surgery*, 40, 1843-1849. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.02.045>

54. Vaughan & Asbury. (2011). Anatomía y embriología del ojo.. En Cunningham, E & Riordan-Eva, P (Eds.), *Oftalmología General*. (18^a ed) (pp. 1-26). Estados Unidos: Mc Graw Hill.

55. Vaughan & Asbury. (2011). Cristalino. En Harper, R.A., & Shock, J.P (Eds.), *Oftalmología General*. (18^a ed) (pp. 181-198). Estados Unidos: Mc Graw Hill.

56. Wilson, L.B., Quinn, G.E., Ying, G.S., Francis, E.L., Schmid, G., Lam, A., ... Stone, R.A, (2006). The relation of axial length and intraocular pressure fluctuations in human eyes. *Investigative Ophthalmology & visual science*. 47, 1778-1784. Doi: 10.1167/iovs.05-0869

57. World Health Organization (2014). Visual Impairment and blindness. *Fact Sheet*, 282. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>

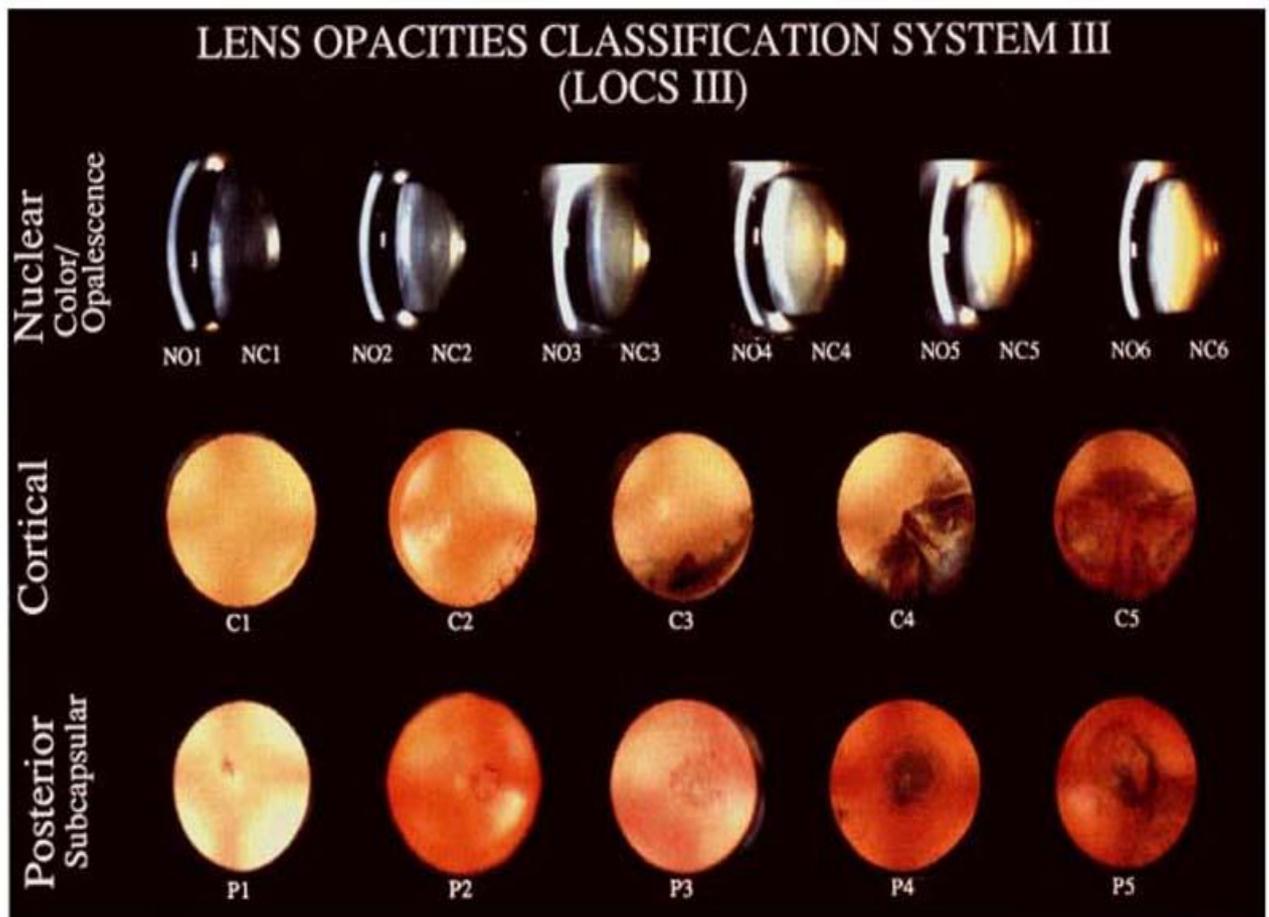
58. Yang, H., Lee, J. & Choi, S. (2013). Ocular biometric parameters associated with intraocular pressure reduction after cataract surgery in normal eyes. *American Journal of Ophthalmology*, 156, 89-94. Doi: doi: 10.1016/j.ajo.2013.02.003

59. Yasutani, H., Hayashi, K., Hayashi, H. & Hayashi, F. (2004). Intraocular pressure rise after phacoemulsification surgery in

glaucoma patients. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 30,
1219-1224. doi: 10.1016/j.jcrs.2002.11.001

ANEXOS

ANEXO 1: Sistema de clasificación LOCS III.



Fuente: Chylack, L., Leske, M. & Sperduto, R. (1993). Lens Opacities Classification System III, Obtenida el 15 de Mayo, 2015, de: <http://www.elsevier.es/imagenes/321/321v88n01/grande/321v88n01-90319932fig1.jpg>

ANEXO 2: Carta de Autorización del Dr. Emiliano Galarza, Director Médico de la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte

Guayaquil, Septiembre 22 del 2014

Señor Doctor
PEDRO BARBERÁN TORRES
DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA
Universidad de Especialidades Espíritu Santo
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Me permito informar por medio de la presente que yo, Dr. EMILIANO GALARZA VALENCIA, Director Médico de la UNIDAD OFTALMOLÓGICA KENNEDY NORTE, UNIOFKEN S.A., he aceptado que se realicen en éste centro el trabajo de investigación titulado "Variación de la presión intraocular y la longitud axial post facoemulsificación según el grupo de edad y la madurez de la catarata" durante los meses de Octubre del 2014 hasta Abril del 2015.

Autorizo el acceso a los datos e información médica necesaria, para su correcto uso y así como mi tutorización para la interpretación de datos y demás conocimientos que fuera necesario aclarar en la realización de la tesis.

Atentamente,



DR. EMILIANO GALARZA VALENCIA
DIRECTOR MÉDICO

ANEXO 3: Carta de certificación del Comité de Investigación del Hospital Luis Vernaza

Guayaquil, 13 de Abril del 2015

Señor Doctor

Pedro Barberán Torres

Decano de la Facultad de Ciencias Médicas

De la Universidad de Especialidades Espiritu Santo

De mis consideraciones:

Me permito **CERTIFICAR**, previa consulta oral con el presidente del Comité de Ética, que el trabajo de titulación para Médico Cirujano de la Srta. Ana Navarrete Borja titulado: "Variación de la presión intraocular y la longitud axial post facoemulsificación según el grupo de edad y la madurez de la catarata", no necesita pasar al Comité de Ética, ni de consentimiento informado, por se un trabajo observacional, no usar información sensible, tener los permisos por parte del Jefe del Servicio donde se va a realizar dicho trabajo, la aprobación por parte del Jefe de Investigación y el Comité Científico de la institución.

Me permito solicitar a usted que se comunique a las personas y órganos competentes.

Atentamente


HOSPITAL LUIS VERNAZA
Dr. Daniel Tettamanti M.
M.C. MSP. REG. PROF. 442

Dr. Daniel Tettamanti M.

Jefe del Departamento de Investigación

Del Hospital Luis Vernaza

ANEXO 4: Consentimiento Informado de la Unidad Oftalmológica

Kennedy Norte parte 1



UNIDAD
OFTALMOLOGICA
KENNEDY NORTE

UNIOFKEN

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO
INFORMADO PARA CIRUGIA DE
CATARATA

Catarata:
La catarata es la pérdida de transparencia del cristalino que se va opacificando debido a diversas causas: edad, traumatismos, congénitas, enfermedades generales etc, que provocan la disminución progresiva de la visión en el paciente.

Objetivo:
La operación de la catarata consiste en la extracción del cristalino opacificado, bien por ultrasonidos o mediante la técnica que se estime conveniente, de acuerdo con las características de la catarata y la patología asociada (glaucoma, uveítis, etc.) y la sustitución por un cristalino artificial o lente intraocular.

Procedimiento:
1- Se administra anestesia tópica (gotas), o anestesia local, con inyección periclar, que es suficiente para que el paciente no sienta dolor ni molestias durante la cirugía.
2- Se extrae el cristalino opacificado mediante la técnica que se estime conveniente.
3- Una vez extraída, se implanta un lente intraocular.
Se realiza en un quirófano que reúne estrictamente todas las condiciones de esterilidad necesarias.
La colaboración del paciente es importante para facilitar la intervención del cirujano.

Consideración importante:
Tras la cirugía, puede ser necesaria corrección óptica con lentes, para una mejor visión (lejos y cerca), para leer, y para otras tareas de cerca.

Recomendaciones Post-Operatorias:
1- Debe seguir el tratamiento farmacológico pautado y las recomendaciones del médico.
2- Además de no meterse en aguas estancadas como piscinas y lagos.
3- No realizar esfuerzos, no agacharse, no realizar labores de jardinería.
4- Acudir a las revisiones Post-Operatorias indicadas por el doctor.
Aun con una cirugía exitosa, es posible que no recupere la visión, si existen otras lesiones en otras partes del ojo (retina, cornea, úvea, nervio óptico, ojo vago, etc.)

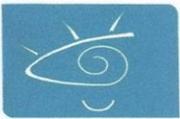
Riesgos y complicaciones:
Aproximadamente el 95% de los casos se desarrollan sin problemas, pero no existen cirugías sin riesgo, pudiendo surgir complicaciones leves, moderadas o severas, hasta en cirugías perfectamente realizadas, por los cirujanos más expertos. La gran mayoría de las complicaciones pueden ser resueltas.
- Pérdida definitiva de la visión del ojo operado. esto es sumamente infrecuente (estimadamente 1 de cada 15.000 operados de catarata).
- Infección intraocular (endofalmitis infecciosa) (7 de cada 10.000). Es imposible de prevenir totalmente. La ocasionan, los tejidos vecinos del propio ojo del paciente. Es muy grave y puede terminar con la pérdida definitiva de la visión. Es fundamental el diagnostico precoz. En tal pos-operatorio debe consultar si siente dolor, disminución de la visión, párpados inflamados o el ojo muy rojo.
- Extracción parcial de la catarata (entre 3-10 de cada 1.000). Durante la cirugía puede ocurrir que parte de la catarata se desplace a la parte posterior del ojo. Puede requerir una segunda cirugía.
- Pérdida de la transparencia de la córnea. (4 de cada 1.000). Los casos más complicados requerirán cirugía de trasplante de córnea. Mas probablemente se da en personas que tienen una cornea con bajo número de células endoteliales y catarata de grado avanzado.

Cdla. Kennedy Norte Av. Luis Orrantía y calle Nahin Isaias Edif. Udimef #1 Piso 3 Guayaquil - Ecuador
Telfs: (593) 2680-284 * 2680-373 * 2680374
www.uniofken.com

pg 1/3

Fuente: Archivos de la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte

ANEXO 5: Consentimiento Informado de la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte parte 2



**UNIDAD
OFTALMOLOGICA
KENNEDY NORTE**

UNIOFKEN

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO
INFORMADO PARA CIRUGIA DE
CATARATA**

- Edema macular (1 de cada 100). El 90% recupera la visión con el tiempo, y medicación, y en ciertos casos es necesario una segunda cirugía.
- Desprendimiento de retina (1 de cada 200) Los pacientes miopes, tienen más riesgo de padecerlo. Sera necesaria una o más cirugías. Es posible , aunque muy poco frecuente, la pérdida definitiva de la visión.
- Opacificación de capsula posterior. Se resuelve con la aplicación del Laser.
- Hemorragia intraocular. Es una complicación remota. Puede requerir una segunda cirugía.
- Aumento de la presión intraocular. Se resuelve con tratamiento de gotas o una segunda cirugía. Es sumamente infrecuente que el paciente pierda la visión.
- Desplazamiento o descentrado del lente intraocular.
- Pupila deformada y reflejos en la pupila.
- Inflamación ocular crónica.

Riesgos de no operarse la catarata

La catarata seguirá avanzando, hasta opacificarse completamente provocando ceguera. Cuanto más se demore, más complicado será removerla.

DECLARACION

Declaro que ejercí mi derecho constitucional (art.33 de la Constitución Política del Ecuador) a escoger libremente al Dr. _____ que labora en la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte (UNIOFKEN), como profesional calificado dentro de la especialización de Oftalmología, para que valore mi vista y adicionalmente otorgo mi CONSENTIMIENTO, para que el/la profesional en mención, me realice una Cirugía de Extracción de Cristalino, comprometiéndome a tomar las precauciones post-operatorias detalladas anteriormente y permitir el uso de mi historia clínica y exámenes complementarios para utilización de datos en análisis, estadística e investigación de esta unidad oftalmológica.

Manifiesto que he sido informado/a por escrito y verbalmente por el medico oftalmólogo y mediante el presente documento escrito, he entendido que el cirujano/a realizara acciones terapéuticas y que siempre actuara en cumplimiento del Principio de Necesidad que precautele la salud del paciente, de acuerdo a lo establecido en el artículo 152, último inciso del Código Orgánico Integral Penal, y de acuerdo a lo establecido en la literatura médica. En consecuencia, doy mi CONSENTIMIENTO para que se me realice la cirugía de Extracción de cristalino y todos los procedimientos necesarios para la misma.

Soy consciente, de que no existen garantías absolutas de que el resultado de la cirugía sea el más satisfactorio, asumiendo los riesgos y complicaciones que pueden surgir

He sido informado, y es de mi voluntad, firmar o no este consentimiento.

Consiento que se me realice la cirugía de EXTRACCION DE CRISTALINO (CATARATA)

AO OD OI , así como las maniobras u operaciones que sean necesarias durante la intervención quirúrgica.

Paciente: _____

Firma: _____

Doctor/a: _____

Firma: _____

Cdl. Kennedy Norte Av. Luis Orrantia y calle Nahin Isaias Edif. Udimef #1 Piso 3 Guayaquil - Ecuador
Telfs: (593) 2680-284 * 2680-373 * 2680374
www.uniofken.com

pg 2/3

Fuente: Archivos de la Unidad Oftalmológica Kennedy Norte

Anexo 6: Base de datos

| NÚMERO | SEXO | EDAD | DEFECTO.REFRACTIVO | PROFUNDIDAD.CA.PRE.QX | PROFUNDIDAD.CA.POST.QX | VARIACION.DE.LA.CA | VOLUMEN.PRE.QX |
|--------|-----------|------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------|
| 1 | femenino | 71 | hipermetrope | 2,04 | 4,42 | 2,37 | 100 |
| 2 | femenino | 71 | hipermetrope | 2,85 | 3,33 | 0,48 | 142 |
| 3 | femenino | 80 | hipermetrope | 2,18 | 3,78 | 1,6 | 79 |
| 4 | femenino | 80 | hipermetrope | 2 | 4,6 | 2,6 | 70 |
| 5 | femenino | 76 | miope | 2,38 | 4,28 | 1,9 | 108 |
| 6 | femenino | 76 | hipermetrope | 2,42 | 4,21 | 1,79 | 108 |
| 7 | masculino | 65 | hipermetrope | 2,54 | 3,76 | 1,22 | 120 |
| 8 | masculino | 65 | hipermetrope | 2,72 | 1,86 | 0,86 | 129 |
| 9 | femenino | 53 | hipermetrope | 2,4 | 4,78 | 2,38 | 126 |
| 10 | femenino | 53 | hipermetrope | 2,29 | 4,07 | 1,78 | 113 |
| 11 | masculino | 72 | hipermetrope | 2,34 | 4,33 | 1,99 | 109 |
| 12 | masculino | 72 | nolectura | 2,64 | 5,52 | 2,88 | 138 |
| 13 | femenino | 65 | hipermetrope | 2,44 | 3,9 | 1,46 | 96 |
| 14 | femenino | 65 | hipermetrope | 2,27 | 4,36 | 2,08 | 82 |
| 15 | masculino | 65 | hipermetrope | 2,5 | 4,48 | 1,98 | 103 |
| 16 | masculino | 65 | hipermetrope | 2,56 | 4,8 | 2,24 | 102 |
| 17 | femenino | 62 | miope | 2,97 | 3,85 | 0,88 | 139 |
| 18 | femenino | 62 | hipermetrope | 2,98 | 4,07 | 1,09 | 131 |
| 19 | masculino | 76 | miope | 2,87 | 3,13 | 0,26 | 152 |
| 20 | masculino | 76 | hipermetrope | 2,8 | 4,53 | 1,73 | 145 |
| 21 | femenino | 64 | hipermetrope | 2,57 | 4,23 | 1,66 | 112 |
| 22 | femenino | 64 | hipermetrope | 2,5 | 4,49 | 1,98 | 132 |
| 23 | femenino | 61 | miope | 2,8 | 4,02 | 1,22 | 158 |
| 24 | masculino | 70 | miope | 2,37 | 3,99 | 1,62 | 100 |
| 25 | masculino | 70 | nolectura | 2,52 | 4,52 | 2 | 108 |
| 26 | femenino | 85 | hipermetrope | 1,62 | 3,64 | 2,02 | 43 |
| 27 | femenino | 85 | hipermetrope | 1,66 | 3,6 | 1,94 | 41 |
| 28 | femenino | 56 | miope | 2,63 | 4,74 | 2,11 | 120 |
| 29 | femenino | 85 | miope | 2,02 | 3,88 | 1,85 | 81 |

| NÚMERO | SEXO | EDAD | DEFECTO REFRACTIVO | PROFUNDIDAD CA PRE QX | PROFUNDIDAD CA POST QX | VARIACION DE LA CA | VOLUMEN PRE QX |
|--------|-----------|------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------|
| 30 | masculino | 53 | miope | 2,75 | 3,59 | 0,84 | 144 |
| 31 | masculino | 53 | miope | 2,62 | 4,02 | 1,4 | 120 |
| 32 | masculino | 74 | no lectura | 2,99 | 4,02 | 1,03 | 116 |
| 33 | masculino | 74 | miope | 2,58 | 4,3 | 1,72 | 115 |
| 34 | masculino | 78 | hipermetrope | 2,72 | 4,61 | 1,89 | 138 |
| 35 | masculino | 78 | hipermetrope | 2,7 | 3,75 | 1,05 | 120 |
| 36 | masculino | 58 | hipermetrope | 2,9 | 4,622 | 1,72 | 133 |
| 37 | masculino | 58 | hipermetrope | 2,85 | 4,1 | 1,25 | 130 |
| 38 | femenino | 65 | miope | 3,05 | 4,41 | 1,36 | 171 |
| 39 | femenino | 65 | hipermetrope | 2,95 | 4,74 | 1,79 | 170 |
| 40 | masculino | 60 | miope | 2,59 | 4,21 | 1,62 | 116 |
| 41 | femenino | 60 | miope | 2,37 | 4,23 | 1,86 | 101 |
| 42 | femenino | 65 | miope | 2,6 | 4,46 | 1,86 | 121 |
| 43 | femenino | 65 | miope | 2,63 | 4,53 | 1,9 | 115 |
| 44 | masculino | 72 | miope | 2,64 | 4,1 | 1,46 | 122 |
| 45 | masculino | 72 | miope | 2,65 | 4,29 | 1,64 | 122 |
| 46 | masculino | 71 | hipermetrope | 2,33 | 4,4 | 2,07 | 103 |
| 47 | femenino | 68 | miope | 2,3 | 3,78 | 1,48 | 83 |
| 48 | femenino | 68 | hipermetrope | 2,06 | 3,63 | 1,57 | 74 |
| 49 | masculino | 63 | miope | 2 | 4,19 | 2,19 | 81 |
| 50 | masculino | 85 | miope | 2,18 | 4,87 | 2,69 | 139 |
| 51 | masculino | 85 | no lectura | 2,7 | 4,15 | 1,45 | 138 |
| 52 | masculino | 78 | miope | 2,8 | 4,44 | 1,64 | 126 |
| 53 | masculino | 78 | hipermetrope | 2,79 | 3,23 | 0,44 | 127 |
| 54 | masculino | 69 | emetrope | 2,45 | 4,12 | 1,67 | 123 |
| 55 | masculino | 69 | hipermetrope | 2,34 | 4,07 | 1,73 | 110 |
| 56 | masculino | 69 | hipermetrope | 2,4 | 3,07 | 0,67 | 106 |
| 57 | masculino | 69 | hipermetrope | 2,39 | 4,87 | 2,48 | 103 |
| 58 | femenino | 82 | miope | 1,75 | 2,49 | 0,74 | 58 |

| NÚMERO | SEXO | EDAD | DEFECTO.REFRACTIVO | PROFUNDIDAD.CA.PRE.QX | PROFUNDIDAD.CA.POST.QX | VARIACION.DE.IA.CA | VOLUMEN.PRE.QX |
|--------|-----------|------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------|
| 59 | masculino | 54 | miope | 3,53 | 4,73 | 1,2 | 232 |
| 60 | masculino | 54 | miope | 3,55 | 4,07 | 0,52 | 236 |
| 61 | masculino | 61 | hipermetrope | 2,39 | 4,38 | 1,99 | 115 |
| 62 | masculino | 61 | hipermetrope | 2,31 | 3,87 | 1,56 | 132 |
| 63 | masculino | 53 | miope | 2,28 | 3,65 | 1,37 | 105 |
| 64 | masculino | 53 | miope | 2,28 | 3,41 | 1,13 | 103 |
| 65 | masculino | 59 | hipermetrope | 2,89 | 4,31 | 1,42 | 154 |
| 66 | masculino | 59 | hipermetrope | 2,85 | 3,56 | 0,71 | 157 |
| 67 | femenino | 50 | hipermetrope | 2,37 | 3,85 | 1,48 | 104 |
| 68 | femenino | 50 | hipermetrope | 2,41 | 4,45 | 2,04 | 110 |
| 69 | masculino | 85 | miope | 2,03 | 3,88 | 1,85 | 81 |
| 70 | femenino | 75 | emetrope | 2,61 | 4,25 | 1,64 | 136 |
| 71 | femenino | 55 | miope | 3,2 | 4,04 | 0,84 | 165 |
| 72 | femenino | 55 | hipermetrope | 2,91 | 4,33 | 1,42 | 143 |
| 73 | masculino | 82 | miope | 2,82 | 4,15 | 1,33 | 141 |
| 74 | masculino | 82 | hipermetrope | 2,35 | 4,1 | 1,75 | 111 |
| 75 | femenino | 70 | miope | 3,63 | 5,13 | 1,5 | 195 |
| 76 | femenino | 52 | emetrope | 2,41 | 3,38 | 0,97 | 96 |
| 77 | femenino | 52 | hipermetrope | 2,44 | 3,32 | 0,88 | 96 |
| 78 | femenino | 66 | hipermetrope | 1,54 | 3,3 | 1,76 | 41 |
| 79 | femenino | 66 | no;lectura | 1,59 | 4 | 2,41 | 46 |
| 80 | femenino | 60 | hipermetrope | 2,21 | 3,77 | 1,56 | 96 |
| 81 | femenino | 60 | hipermetrope | 2,3 | 3,99 | 1,69 | 101 |
| 82 | femenino | 68 | hipermetrope | 2,13 | 3,7 | 1,57 | 96 |
| 83 | femenino | 68 | hipermetrope | 2,15 | 3,72 | 1,57 | 132 |
| 84 | femenino | 71 | hipermetrope | 2,2 | 4,37 | 2,17 | 131 |
| 85 | femenino | 71 | hipermetrope | 2,21 | 4,19 | 1,98 | 102 |
| 86 | femenino | 66 | hipermetrope | 2,92 | 3,97 | 1,05 | 130 |
| 87 | femenino | 66 | no;lectura | 2,79 | 4,22 | 1,43 | 124 |

| NÚMERO | SEXO | EDAD | DEFECTO REFRACTIVO | PROFUNDIDAD CA PRE QX | PROFUNDIDAD CA POST QX | VARIACION DE LA CA | VOLUMEN PRE QX |
|--------|-----------|------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------|
| 88 | masculino | 55 | no lectura | 2,46 | 3,92 | 1,76 | 122 |
| 89 | masculino | 55 | hipermetrope | 2,7 | 3,89 | 1,19 | 137 |
| 90 | masculino | 79 | hipermetrope | 2,99 | 4,25 | 1,26 | 184 |
| 91 | masculino | 79 | miope | 3,35 | 4,54 | 1,19 | 161 |
| 92 | masculino | 74 | hipermetrope | 2,67 | 4 | 1,33 | 92 |
| 93 | masculino | 74 | hipermetrope | 2,91 | 4,36 | 1,45 | 111 |
| 94 | femenino | 73 | no lectura | 2,72 | 4,29 | 1,57 | 118 |
| 95 | femenino | 73 | no lectura | 2,8 | 4,21 | 1,41 | 118 |
| 96 | femenino | 50 | hipermetrope | 2,17 | 3,66 | 1,49 | 84 |
| 97 | femenino | 50 | hipermetrope | 2,14 | 3,59 | 1,45 | 82 |
| 98 | masculino | 81 | hipermetrope | 2,56 | 4,38 | 1,82 | 105 |
| 99 | femenino | 67 | hipermetrope | 2,41 | 4,31 | 1,89 | 129 |
| 100 | femenino | 67 | hipermetrope | 2,4 | 4,06 | 1,66 | 136 |
| 101 | femenino | 70 | hipermetrope | 2,36 | 3,72 | 1,36 | 93 |
| 102 | femenino | 70 | no lectura | 2,68 | 3,67 | 0,99 | 116 |
| 103 | femenino | 68 | hipermetrope | 2,43 | 4,78 | 2,35 | 85 |
| 104 | femenino | 68 | hipermetrope | 2,45 | 4,13 | 1,68 | 98 |

| VOLUMEN(POST/QX) | VARIACION(DEL/VOLUMEN) | ANGULO(PRE/Q) | ANGULO(POST/QX) | VARIACIÓN(DEL/ANGULO) | PIO(PRE/QX) | PIO(POST/QX) | VARIACION(PIO) |
|------------------|------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------|----------------|
| 199 | 99 | 38,4 | 45,3 | 6,9 | 16,9 | 12,9 | *4 |
| 159 | 17 | 35,5 | 47,6 | 12,1 | 12 | 8,7 | *3,3 |
| 153 | 74 | 24,8 | 44,8 | 20 | 9,6 | 7 | *2,6 |
| 68,6 | *1,4 | 23,2 | 41,2 | 18 | 9,6 | 3 | *6,6 |
| 149 | 41 | 29,9 | 51,5 | 21,6 | 20,3 | 17,5 | *2,8 |
| 167 | 59 | 26,1 | 41,9 | 15,8 | 20,1 | 14,9 | *5,2 |
| 141 | 21 | 27,9 | 39,2 | 11,3 | 16,4 | 8,5 | *7,9 |
| 144 | 15 | 26,9 | 34,8 | 7,9 | 16,3 | 9,6 | *6,7 |
| 185 | 59 | 23,7 | 36,3 | 12,6 | 18,1 | 14,1 | *4 |
| 178 | 65 | 28 | 38,4 | 10,4 | 19,6 | 14,5 | *5,1 |
| 201 | 92 | 27,2 | 48,7 | 21,5 | 16 | 11,9 | *4,1 |
| 200 | 62 | 34,3 | 45,8 | 11,5 | 16,8 | 10,9 | *5,9 |
| 134 | 38 | 27,7 | 43,1 | 15,4 | 16,3 | 10,7 | *5,6 |
| 145 | 63 | 25,9 | 42,1 | 16,2 | 17,4 | 11 | *6,4 |
| 148 | 45 | 31,8 | 46,4 | 14,6 | 15,6 | 9,9 | *5,7 |
| 163 | 61 | 35,1 | 45,2 | 10,1 | 11,2 | 11,4 | 0,2 |
| 167 | 28 | 34,7 | 42,1 | 7,4 | 15 | 12 | *3 |
| 165 | 34 | 39,6 | 44,7 | 5,1 | 14,6 | 11,6 | *3 |
| 165 | 13 | 37,4 | 49,9 | 12,5 | 12,5 | 9,8 | *2,7 |
| 186 | 41 | 42,3 | 51,1 | 8,8 | 12,8 | 11,2 | *1,6 |
| 168 | 56 | 27,2 | 44,2 | 17 | 13,6 | 8,9 | *4,7 |
| 173 | 41 | 28,2 | 38,6 | 10,4 | 13,6 | 7,9 | *5,7 |
| 189 | 31 | 37,5 | 45,3 | 7,8 | 13,2 | 10,3 | *2,9 |
| 161 | 61 | 28,1 | 32,3 | 4,2 | 14,1 | 6,3 | *7,8 |
| 172 | 64 | 28,7 | 40,1 | 11,4 | 14 | 8,4 | *5,6 |
| 108 | 65 | 31,8 | 37,8 | 6 | 14,8 | 9,7 | *5,1 |
| 115 | 74 | 36,8 | 33,1 | *3,7 | 14,3 | 14,6 | 0,3 |
| 168 | 48 | 30,8 | 41,8 | 11 | 12,2 | 5,5 | *6,7 |
| 140 | 59 | 31,5 | 49,5 | 18 | 13,7 | 11,1 | *2,6 |

| VOLUMEN(POST/QX) | VARIACION(DEL)VOLUMEN | ANGULO(PRE(C | ANGULO(POST(QX | VARIACION(DEL)ANGULO | PIO(PRE(QX) | PIO(POST(QX) | VARIACION(PIO) |
|------------------|-----------------------|--------------|----------------|----------------------|-------------|--------------|----------------|
| 152 | 8 | 23,9 | 32,3 | 8,4 | 16 | 11,4 | *4,6 |
| 148 | 28 | 25,3 | 39,6 | 14,3 | 14,2 | 10,2 | % |
| 165 | 49 | 36,6 | 45,4 | 8,8 | 10,4 | 11,9 | 1,5 |
| 166 | 51 | 30,7 | 48,9 | 18,2 | 16,4 | 13,1 | *3,3 |
| 168 | 30 | 30,5 | 39,1 | 8,6 | 17,1 | 6,9 | *10,2 |
| 156 | 36 | 24,4 | 40,5 | 16,1 | 17,6 | 6,8 | *10,8 |
| 164 | 31 | 39,4 | 43,3 | 3,9 | 20,4 | 14,9 | *5,5 |
| 166 | 36 | 27,9 | 39,6 | 11,7 | 21,1 | 13,6 | *7,5 |
| 208 | 37 | 42,1 | 52,2 | 10,1 | 14,2 | 12,2 | *2 |
| 215 | 45 | 41,3 | 44,5 | 3,2 | 17,6 | 8,4 | *9,2 |
| 174 | 58 | 35,2 | 47,2 | 12 | 13,1 | 12,3 | *0,8 |
| 148 | 47 | 26,8 | 37,6 | 10,8 | 18 | 10,1 | *7,9 |
| 152 | 31 | 41,9 | 48,1 | 6,2 | 16,5 | 10,8 | *5,7 |
| 151 | 36 | 18,1 | 36,8 | 18,7 | 16,6 | 12,45 | *4,15 |
| 163 | 41 | 32,4 | 39,6 | 7,2 | 15,8 | 7,2 | *8,6 |
| 164 | 42 | 34 | 44,7 | 10,7 | 14,8 | 9,1 | *5,7 |
| 168 | 65 | 31,5 | 50,1 | 18,6 | 14 | 10,4 | *3,6 |
| 122 | 39 | 28 | 39,7 | 11,7 | 14,8 | 10,2 | *4,6 |
| 113 | 39 | 27 | 38,3 | 11,3 | 17,1 | 8 | *9,1 |
| 138 | 57 | 26,3 | 47,2 | 20,9 | 17 | 10,5 | *6,5 |
| 184 | 45 | 33,8 | 33,9 | 0,1 | 12,8 | 8,7 | *4,1 |
| 194 | 56 | 27 | 30,2 | 3,2 | 10,7 | 8,9 | *1,8 |
| 168 | 42 | 28,3 | 39,9 | 11,6 | 16,6 | 6,7 | *9,9 |
| 160 | 33 | 30,9 | 38,6 | 7,7 | 14,6 | 9,2 | *5,4 |
| 155 | 32 | 35,4 | 39,8 | 4,4 | 17,8 | 9,1 | *8,7 |
| 151 | 41 | 19,4 | 22,7 | 3,3 | 17,8 | 10,1 | *7,7 |
| 138 | 32 | 25,3 | 37 | 11,7 | 19,9 | 8,1 | *11,8 |
| 162 | 59 | 28,2 | 36 | 7,8 | 20,1 | 8,2 | *11,9 |
| 188 | 130 | 22,4 | 41,3 | 18,9 | 13,4 | 6,2 | *7,2 |

| VOLUMEN(POST)QX | VARIACION(DEL)VOLUMEN | ANGULO(PRE)CANGULO(POST)QX | VARIACION(DEL)ANGULO | PIO(PRE)QX | PIO(POST)QX | VARIACION(PIO) |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|------------|-------------|----------------|
| 239 | 7 | 44,3 | 47,6 | 3,3 | 15,4 | 7,4 |
| 225 | *11 | 26,9 | 37,1 | 10,2 | 16,9 | 7,2 |
| 152 | 37 | 43,2 | 53 | 9,8 | 20,8 | *11,3 |
| 143 | 11 | 49,2 | 40,6 | *8,6 | 14,8 | 10,6 |
| 172 | 67 | 26,9 | 39,9 | 13 | 11,6 | *3,4 |
| 157 | 54 | 28,1 | 50,4 | 22,3 | 11,1 | *4,4 |
| 180 | 26 | 39,8 | 49,8 | 10 | 11,6 | *0,2 |
| 173 | 16 | 36,7 | 43,4 | 6,7 | 11,6 | *4,6 |
| 140 | 36 | 26,1 | 39,6 | 13,5 | 12,2 | *6,8 |
| 137 | 27 | 31,7 | 38,7 | 7 | 12,8 | *7,3 |
| 140 | 59 | 31,5 | 49,5 | 18 | 16,7 | *12,6 |
| 172 | 37 | 34,6 | 42,7 | 8,1 | 12,7 | 12,9 |
| 165 | 0 | 40,5 | 41,3 | 0,8 | 17,4 | 10,6 |
| 173 | 30 | 32,8 | 41,6 | 8,8 | 17,4 | 10,8 |
| 168 | 27 | 28,7 | 39,1 | 10,4 | 15,8 | 8,6 |
| 159 | 48 | 26 | 37,8 | 11,8 | 15,5 | *5,6 |
| 204 | 12 | 63,7 | 48,2 | *15,5 | 24,6 | *11,5 |
| 140 | 44 | 31,9 | 45,8 | 13,9 | 19,2 | 10,2 |
| 142 | 46 | 32,1 | 44,4 | 12,3 | 18,6 | 12 |
| 104 | 63 | 20,6 | 42,9 | 22,3 | 16,1 | 11,9 |
| 113 | 67 | 17,9 | 35 | 17,1 | 16,4 | *7,8 |
| 147 | 51 | 28,7 | 47,9 | 19,2 | 17,3 | 12,7 |
| 153 | 52 | 27,9 | 39,9 | 12 | 17 | 9 |
| 162 | 67 | 30,4 | 43,2 | 12,7 | 12,2 | 6,5 |
| 169 | 37 | 48,7 | 42,7 | *6 | 12 | 6,6 |
| 157 | 26 | 51,3 | 50,1 | *1,2 | 17,3 | 9,7 |
| 151 | 49 | 39,7 | 51,4 | 11,7 | 17,6 | *8,5 |
| 168 | 38 | 30,7 | 38,8 | 8,1 | 16,8 | 11,2 |
| 168 | 44 | 30,2 | 41,2 | 11 | 16 | 10 |

| VOLUMEN POST QX | VARIACION DEL VOLUMEN | ANGULO PRE Q | ANGULO POST QX | VARIACION DEL ANGULO | PIO PRE QX | PIO POST QX | VARIACION PIO |
|-----------------|-----------------------|--------------|----------------|----------------------|------------|-------------|---------------|
| 187 | 65 | 36,1 | 39,8 | 3,7 | 10,9 | 11 | 0,1 |
| 179 | 42 | 34,9 | 38,6 | 3,7 | 14,4 | 11,6 | -2,8 |
| 190 | 6 | 29 | 45,7 | 16,7 | 11,2 | 12,8 | 1,6 |
| 184 | 23 | 48,8 | 40,9 | -7,9 | 11,1 | 11,4 | 0,3 |
| 128 | 36 | 34,8 | 38,7 | 3,9 | 15,2 | 9,3 | -5,9 |
| 129 | 18 | 38,5 | 40 | 1,5 | 13,3 | 10,5 | -2,8 |
| 166 | 48 | 41,6 | 35,1 | -6,5 | 19,2 | 10,7 | -8,5 |
| 166 | 48 | 29,9 | 32,2 | 2,3 | 18,5 | 11,1 | -7,4 |
| 137 | 53 | 25,9 | 37,9 | 12 | 11,8 | 10,4 | 1,4 |
| 136 | 54 | 27,2 | 40 | 12,8 | 11,3 | 9,9 | -1,4 |
| 156 | 51 | 31,7 | 40,9 | 9,2 | 11,1 | 10,5 | -0,6 |
| 153 | 24 | 21,4 | 44,5 | 23,1 | 14,2 | 8,8 | -5,4 |
| 149 | 13 | 47,4 | 44,4 | -3 | 16 | 9,1 | -6,9 |
| 151 | 58 | 29,9 | 42,2 | 12,3 | 14,8 | 10,3 | -4,5 |
| 151 | 35 | 32,1 | 42,6 | 10,5 | 16 | 6,1 | -9,9 |
| 140 | 55 | 33 | 48,1 | 15,1 | 15,2 | 11,5 | -3,7 |
| 142 | 44 | 33 | 51,4 | 18,4 | 15,3 | 8 | -7,3 |

| MADUREZ CATARATA | LOCALIZACION CATARATA | LONGITUD AXIAL PRE QX | LONGITUD AXIAL POST | VARIACION LONGITUD AXIAL |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| Incipiente | nuclear | 23,39 | 23,36 | -0,03 |
| Incipiente | nuclear | 23,02 | 23,09 | 0,07 |
| Hipermadura | nuclear | 22,64 | 22,44 | -0,2 |
| Moderada | nuclear | 22,45 | 22,3 | -0,15 |
| Moderada | nuclear | 24,28 | 24,18 | -0,1 |
| Moderada | nuclear | 24,28 | 24,17 | -0,11 |
| Moderada | nuclear | 22,26 | 22,17 | -0,09 |
| Moderada | nuclear | 22,34 | 22,3 | -0,04 |
| Moderada | nuclear | 27,02 | 26,95 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 27,18 | 27,32 | 0,14 |
| Moderada | cortical | 23,22 | 23,1 | -0,12 |
| Madura | nuclear | 23,39 | 23,16 | -0,23 |
| Moderada | nuclear | 22,6 | 22,38 | -0,22 |
| Moderada | subcapsular posterior | 22,5 | 22,19 | -0,31 |
| Madura | nuclear | 25,01 | 25,1 | 0,09 |
| Madura | nuclear | 25,1 | 25,19 | 0,09 |
| Moderada | cortical | 22,23 | 22 | -0,23 |
| Moderada | cortical | 23,15 | 23,06 | -0,09 |
| Madura | nuclear | 22,94 | 22,89 | -0,05 |
| Moderada | nuclear | 23,08 | 22,95 | -0,13 |
| Moderada | subcapsular posterior | 24,52 | 24,41 | -0,11 |
| Madura | subcapsular posterior | 24,45 | 24,29 | -0,16 |
| Moderada | nuclear | 25,26 | 25,17 | -0,09 |
| Madura | nuclear | 24,85 | 24,8 | -0,05 |
| Madura | nuclear | 23,3 | 24,08 | 1,78 |
| Madura | nuclear | 24,22 | 24,01 | -0,21 |
| Moderada | cortical | 23,08 | 22,95 | -0,13 |
| Moderada | cortical | 23,09 | 23,01 | -0,08 |
| Hipermadura | nuclear | 22,8 | 22,62 | -0,18 |

| MADUREZ CATARATA | LOCALIZACION CATARATA | LONGITUD AXIAL PRE QX | LONGITUD AXIAL POST | VARIACION LONGITUD AXIAL |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| Hipermadura | nuclear | 24,02 | 23,1 | -0,92 |
| Moderada | nuclear | 23,58 | 23,49 | -0,09 |
| Madura | nuclear | 21,89 | 21,74 | -0,15 |
| Madura | nuclear | 21,2 | 21,1 | -0,1 |
| Moderada | subcapsular posterior | 23,66 | 23,56 | -0,1 |
| Moderada | subcapsular posterior | 23,42 | 23,32 | -0,1 |
| Moderada | nuclear | 24,09 | 23,96 | -0,13 |
| Madura | nuclear | 24,25 | 24,08 | -0,17 |
| Incipiente | nuclear | 22,75 | 22,71 | -0,04 |
| Incipiente | nuclear | 22,56 | 22,64 | 0,08 |
| Moderada | nuclear | 24,33 | 24,2 | -0,13 |
| Madura | nuclear | 22,82 | 22,63 | -0,19 |
| Moderada | nuclear | 22,26 | 22,21 | -0,05 |
| Moderada | nuclear | 22,12 | 22,06 | -0,06 |
| Moderada | subcapsular posterior | 23,48 | 23,42 | -0,06 |
| Moderada | subcapsular posterior | 23,45 | 23,4 | -0,05 |
| Hipermadura | nuclear | 23,55 | 23,65 | 0,1 |
| Madura | nuclear | 23,41 | 23,54 | 0,13 |
| Moderada | cortical | 23,69 | 23,63 | -0,06 |
| Moderada | subcapsular posterior | 23,69 | 23,59 | -0,1 |
| Moderada | nuclear | 22,73 | 22,58 | -0,15 |
| Moderada | nuclear | 22,66 | 22,58 | -0,08 |
| Madura | subcapsular posterior | 24,92 | 24,86 | -0,06 |
| Moderada | nuclear | 23,57 | 23,44 | -0,13 |
| Moderada | nuclear | 23,47 | 23,33 | -0,14 |
| Madura | nuclear | 21,66 | 21,55 | -0,11 |
| Madura | nuclear | 21,61 | 21,52 | -0,09 |
| Moderada | nuclear | 23,36 | 23,31 | -0,05 |
| Madura | nuclear | 23,31 | 22,91 | -0,4 |

| MADUREZ CATARATA | LOCALIZACION CATARATA | LONGITUD AXIAL PRE QX | LONGITUD AXIAL POST | VARIACION LONGITUD AXIAL |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| Moderada | nuclear | 23,65 | 23,95 | 0,3 |
| Incipiente | nuclear | 23,72 | 23,66 | -0,06 |
| Hipermadura | nuclear | 23,36 | 23,26 | -0,1 |
| Hipermadura | nuclear | 23,27 | 23,28 | -0,01 |
| Hipermadura | nuclear | 21,99 | 22,09 | 0,1 |
| Hipermadura | nuclear | 22 | 22,09 | 0,09 |
| Madura | nuclear | 24,49 | 22,6 | -1,89 |
| Madura | subcapsular posterior | 23,63 | 22,72 | -0,91 |
| Incipiente | nuclear | 22,98 | 22,94 | -0,04 |
| Incipiente | nuclear | 22,78 | 22,75 | -0,03 |
| Moderada | nuclear | 23,13 | 23,06 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 22,97 | 22,9 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 22,96 | 22,89 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 23,26 | 23,21 | -0,05 |
| Moderada | nuclear | 23,39 | 23,33 | -0,06 |
| Moderada | nuclear | 23,71 | 23,62 | -0,09 |
| Moderada | nuclear | 23,84 | 23,81 | -0,03 |

| MADUREZ CATARATA | LOCALIZACION CATARATA | LONGITUD AXIAL PRE QX | LONGITUD AXIAL POST | VARIACION LONGITUD AXIAL |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| Moderada | nuclear | 25,29 | 25,37 | 0,08 |
| Madura | subcapsular posterior | 25,31 | 25,4 | 0,09 |
| Incipiente | nuclear | 22,05 | 21,97 | -0,08 |
| Incipiente | nuclear | 21,88 | 21,81 | -0,07 |
| Madura | nuclear | 23,88 | 23,12 | -0,76 |
| Madura | nuclear | 23,9 | 22,98 | -0,92 |
| Incipiente | subcapsular posterior | 23,19 | 23,12 | -0,07 |
| Incipiente | subcapsular posterior | 23,05 | 22,98 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 21,84 | 21,79 | -0,05 |
| Incipiente | nuclear | 21,94 | 21,88 | -0,06 |
| Madura | nuclear | 23,31 | 22,95 | -0,36 |
| Hipermadura | nuclear | 23,15 | 23,04 | -0,11 |
| Madura | subcapsular posterior | 24,2 | 24,27 | 0,07 |
| Incipiente | nuclear | 24,2 | 24,19 | -0,01 |
| Madura | nuclear | 23,85 | 23,71 | -0,14 |
| Madura | nuclear | 23,75 | 23,59 | -0,16 |
| Moderada | nuclear | 26,77 | 26,7 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 23,65 | 23,49 | -0,16 |
| Incipiente | nuclear | 23,49 | 23,39 | -0,1 |
| Moderada | nuclear | 22,13 | 22,04 | -0,09 |
| Hipermadura | nuclear | 21,94 | 21,81 | -0,13 |
| Incipiente | nuclear | 22,52 | 22,48 | -0,04 |
| Incipiente | nuclear | 22,65 | 22,57 | -0,08 |
| Moderada | nuclear | 21,8 | 21,67 | -0,13 |
| Moderada | nuclear | 22 | 21,93 | -0,07 |
| Incipiente | nuclear | 23,34 | 22,14 | -1,2 |
| Incipiente | nuclear | 22,27 | 22,07 | -0,2 |
| Moderada | nuclear | 22,45 | 22,38 | -0,07 |
| Madura | nuclear | 22,54 | 22,45 | -0,09 |

Fuente: Realizado por Ana Navarrete. (Abril, 2015).

Anexo 7: Cronograma de actividades

| Actividades | Septiembre 2014 | | | | Octubre 2014 | | | | Noviembre 2014 | | | | Diciembre 2014 | | | | Enero 2015 | | | | Febrero 2015 | | | | Marzo 2015 | | | | Abril 2015 | | | | Mayo 2015 | | | |
|--------------------------------------|-----------------|---|---|---|--------------|---|---|---|----------------|---|---|---|----------------|---|---|---|------------|---|---|---|--------------|---|---|---|------------|---|---|---|------------|---|---|---|-----------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Presentación Ficha técnica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de marco teórico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión de anteproyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recolección y clasificación de datos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tabulación de datos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detalles finales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por Ana Carolina Navarrete Borja, Mayo 2015.