



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.

## CORRELACIÓN DE GROSORES COROIDEO Y FOVEAL CENTRAL CON CANTIDAD DE ULTRASONIDO UTILIZADO EN CIRUGÍA DE CATARATA POR FACOEMULSIFICACIÓN

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**CIRUJANO OFTALMÓLOGO**

**PRESENTA:**

DR. JAIME ALBERTO ALVÍDREZ PRIETO

**ASESOR DE TESIS**

DRA. CLAUDIA PALACIO PASTRANA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CIUDAD DE MÉXICO, 2020.

---

**DR. ALEJANDRO BABAYÁN SOSA**  
PROFESOR TITULAR ANTE LA UNAM

---

**DR. ÓSCAR BACA LOZADA**  
PROFESOR ADJUNTO

---

**DRA. ADRIANA SAUCEDO CASTILLO**  
PROFESOR ADJUNTO / JEFE DE ENSEÑANZA  
E INVESTIGACIÓN

---

**DR. JAIME LOZANO ALCAZAR**  
DIRECTOR MÉDICO

---

**DRA. STEPHANIE VOORDUIN RAMOS**  
SUBJEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

---

**DRA. CLAUDIA PALACIO PASTRANA**  
ASESOR DE TESIS

## Agradecimientos

Una persona, es el conjunto de recuerdos y experiencias acumulados a lo largo de su vida, y no encuentro manera de plasmar cada acción y consecuencia que me ha traído hasta aquí.

*Un sueño iniciado en la infancia.*

Si tuviera que darle un consejo al Jaime de hace 20 años, le diría: -no te dejes intimidar, se fuerte, se insistente, no dejes de creer que tienes chispa, vas a encontrar obstáculos, pero ninguno más insoportable que el darte por vencido.

Personas vienen, otras se van, las mejores se quedan y acampan en tu alma.

El amor al aprendizaje y la sensibilidad son características que te llevarán a explotar el límite de tus capacidades, se fiel a tus convicciones y nunca abandones a tus amigos.

*A mis Padres:*

Siempre he contado con su apoyo, y no recuerdo algún momento en el que dudaran en cómo hacer su trabajo, cómo motivarme, cómo alimentar mi cuerpo y mi espíritu.

En ellos se resumen cada uno de mis éxitos y el compromiso que tengo con ellos es profundo. Ser mejor hijo, ser mejor hermano y ser mejor médico.

*A mis hermanos:*

Como hermano mayor, tengo la labor de guiarlos en la vida y los errores que cometo, deben ser tomados como instructivo para afrontar las situaciones.

Cada uno de ustedes tiene una personalidad y un carácter diferente y a la vez compartimos la buena educación y valores que nos dieron mis papás.

Luis Gabriel, eres noble, fuerte, desprendido y me diste el regalo más bello, mi ahijado y tocayo.

Andrés, en ti destaca la astucia, la pasión por la medicina, y el talento musical. Alice, nadie tiene mejor retención de lectura y buena memoria que tú. Alex, eres muy sensible y protector de tus hermanos y Tita, responsable, inteligente y dedicada.

Mis ganas de salir adelante recaen en gran medida en ustedes, los amo.

*A mis Amigos:*

Güeros: Dafne, Clau y Fer, vaya que vivimos aventuras estos 3 años, de hecho, debería recorrer este párrafo un poco más arriba en el sitio de hermanos, porque eso representan para mí, y me siento muy afortunado por tenerlos, este camino a penas comienza y tenemos la vida para estar juntos.

\*Mención honorífica a Fer por su ayuda con la estadística de este trabajo, gracias profesor.

*A mis maestros:*

Desde la educación básica, hasta el posgrado, hicieron de mí un alumno con libertad de pensamiento, y gran interés por el conocimiento y la ciencia, gracias por todas las enseñanzas teóricas y prácticas, sobretodo el infundir en mí un criterio.

Dra. Ortiz, tiene ese lugar especial en mi formación, por involucrarme en la oftalmología desde el internado de pregrado e incentivarme hasta la culminación de esta meta.

*A mi asesor de Tesis:*

Es más fácil avanzar, cuando tenemos una meta clara en nuestra mente, y aún más cuando conoces a un profesional que para ti representa un modelo y respetas en todo sentido.

Dra. Palacio, le admiro muchísimo por su trayectoria y su disposición de enseñar a los residentes, además del amor al segmento anterior.

Gracias por todo su apoyo durante la especialidad y la realización de este trabajo de investigación.

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>6</b>
<hr/>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<hr/>	
EL CRISTALINO	7
METABOLISMO DEL CRISTALINO.	9
CATARATA	10
ETIOLOGÍA DE LA CATARATA:	10
CLASIFICACIONES:	11
TÉCNICAS DE CIRUGÍA DE CATARATA:	13
EXTRACCIÓN EXTRACAPSULAR:	13
FACOEMULSIFICACIÓN:	14
ULTRASONIDO EN FACOEMULSIFICACIÓN:	16
COMPLICACIONES DE LA FACOEMULSIFICACIÓN:	17
COROIDES Y FACOEMULSIFICACIÓN:	20
TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA DE DOMINIO ESPECTRAL - MODALIDAD PROFUNDIDAD DE IMAGEN MEJORADA (ENHANCE DEEP IMAGE, EDI OCT):	21
<b>PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>23</b>
<hr/>	
JUSTIFICACIÓN	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
HIPÓTESIS	23
OBJETIVOS	23
OBJETIVO PRINCIPAL:	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	24
METODOLOGÍA	24
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	24
CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN	24
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	25
PROCEDIMIENTOS	25
VARIABLES A ESTUDIAR:	27
ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	29
TAMAÑO DE MUESTRA:	29
POBLACIÓN OBJETIVO.	29
POBLACIÓN ACCESIBLE	29
<b>RESULTADOS:</b>	<b>30</b>
<hr/>	
<b>DISCUSIÓN:</b>	<b>41</b>
<hr/>	
<b>CONCLUSIONES:</b>	<b>46</b>
<hr/>	
<b>PERSPECTIVAS:</b>	<b>46</b>
<hr/>	

<b>APÉNDICE:</b>	<b>47</b>
<b>ASPECTOS ÉTICOS:</b>	<b>47</b>
<b>ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD:</b>	<b>47</b>
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:</b>	<b>48</b>
<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO:</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS:</b>	<b>51</b>

## Presentación

**Título.** Correlación de grosores cororoideo y foveal central con cantidad de ultrasonido utilizado en cirugía de catarata por facoemulsificación.

### **Investigadores.**

**Investigador Responsable:** Dr. Jaime Alberto Alvidrez Prieto

#### **Asesor de Tesis:**

Dra. Claudia Palacio Pastrana

*Médico Cirujano Oftalmólogo, Médico de alta especialidad en Segmento Anterior,  
Maestra en Ciencias Médicas.*

*Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz. I.A.P.*

### **Fecha de inicio y finalización de Investigación.**

**Inicio:** Marzo 2019

**Finalización:** Enero 2020

### **Correspondencia.**

Departamento de Segmento Anterior.

Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

Ezequiel Montes 135 Colonia Tabacalera, Cuauhtémoc, Ciudad de México.

## INTRODUCCIÓN

### El cristalino

Es una estructura situada en el segmento anterior del globo ocular, detrás del iris y el humor acuoso, y delante de la hialoides anterior y el vítreo. <sup>i</sup> Debido a la ausencia de vasos sanguíneos en su interior, la nutrición del cristalino depende principalmente de intercambios con el humor acuoso.

La curvatura de la cara anterior (la que limita con el humor acuoso) es inferior a la de la cara posterior, a los centros de dichas caras se les conoce, respectivamente, como polo anterior y polo posterior, mientras que la línea que los une se llama eje del cristalino, a la circunferencia que delimita las dos caras mencionadas se le llama ecuador, mientras que al diámetro de la misma se le conoce como diámetro del cristalino, también se encuentra rodeado por una cápsula transparente, elástica y acelular, que está conectada al músculo ciliar por medio de unas fibras denominadas zónula de Zinn. En el interior del cristalino existen dos zonas principales: el núcleo y la corteza, la superficie anterior de la corteza está recubierta por un epitelio, siendo éste el único tejido del cristalino que es capaz de regenerarse.<sup>ii</sup>

Las fibras zonulares son finas y elásticas, pueden ser divididas en dos grupos de acuerdo a su localización: anteriores y posterior; las anteriores ocupan la región situada entre los procesos ciliares y la cápsula, uniéndose a esta última en las proximidades de la región ecuatorial; las posteriores se extienden desde la unión del músculo ciliar con la ora serrata hasta los procesos ciliares. La unión de las fibras posteriores y anteriores, denominada plexo zonular, está ligada al epitelio del cuerpo ciliar, en los valles de los procesos, por medio de un sistema de fibras secundario.



El cristalino está formado por células alargadas (fibras), compuestas principalmente por unas proteínas llamadas cristalinas, estas fibras se continúan produciendo durante toda la vida, por diferenciación de las células originadas en la región germinal del epitelio, cerca del ecuador. Como consecuencia de ello, el espesor de la lente crece con la edad del sujeto: en la corteza anterior y posterior, las nuevas capas de fibras se superponen a las viejas formando estructuras concéntricas estratificadas.

Las fibras van perdiendo los organelos intracelulares, este hecho ayuda a reducir la absorción y a mejorar la transparencia del medio, a la que también puede contribuir la regularidad de las fibras (transversalmente, siguen una configuración hexagonal).

El cristalino presenta suturas que parten de los polos y se extienden radialmente. Estas líneas se corresponden con las regiones en las que coinciden fibras con direcciones de alargamiento contrarias. En el feto, en la cara anterior hay tres líneas dispuestas en ángulos de 120 grados, en forma de "Y", mientras que en la posterior configuran otra "Y" invertida, la forma del cristalino es aproximadamente esférica y es más blando que en el estado adulto, en este periodo, su desarrollo es apoyado por la arteria hialoidea una rama de la arteria oftálmica que atraviesa el humor vítreo, extendiéndose desde el disco óptico hasta el cristalino. Esta arteria suele involucionar en el noveno mes de embarazo; los restos de la misma forman el canal de Cloquet. <sup>iii</sup>

### Metabolismo del cristalino.

La principal fuente de energía del cristalino es la glucosa procedente del humor acuoso, la glucosa entra en las células mediante transportadores independientes de insulina localizados en la membrana plasmática, cerca del 80% de la glucosa se consume en el cristalino utilizando la glicólisis anaerobia, la utilización aerobia de la glucosa en el ciclo del ácido cítrico se realiza únicamente en las células del epitelio, ya que éstas son las únicas que conservan mitocondrias.

La síntesis de proteínas nuevas se detiene cuando las células se transforman en fibras, todos los cambios que se producen a partir de ese momento son modificaciones post-traduccionales como la fosforilación de muchos tipos de proteínas, como cristalinas, proteínas del citoesqueleto y MIP26, además, se han detectado enzimas con actividad proteasa en el cristalino, implicadas en los procesos de apoptosis.<sup>iv</sup>

En cuanto a los lípidos, la membrana plasmática de las fibras contienen proporciones altas de esfingomielina, colesterol y ácidos grasos saturados, que confieren rigidez a la membrana celular. El cristalino cuenta con enzimas que confieren protección contra agentes oxidativos a los que está expuesto, entre ellas se encuentran: catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y glutatión-S transferasa.<sup>v</sup>

## Catarata

La catarata puede definirse como una opacificación del cristalino que deteriora la visión y constituye, la principal causa de ceguera en el mundo. Según las últimas estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, la ceguera evitable por cataratas representa aproximadamente el 75% de los casos de ceguera a escala mundial (OMS). Se calcula que actualmente existen unos 180 millones de ciegos en el mundo y unos 20 millones de personas ciegas como consecuencia de las cataratas . Se espera que este porcentaje aumente debido al envejecimiento de la población y el aumento de la expectativa de vida.

Aunque la catarata no es prevenible, su tratamiento quirúrgico es una de las intervenciones más costo-efectivas en la atención sanitaria.

Alrededor del 80 por ciento de los casos de ceguera son evitables si se tomaran las medidas preventivas, se realizaran las intervenciones quirúrgicas a tiempo y se aplicaran los tratamientos para recuperar la vista.

La ceguera tiene implicaciones en el desarrollo de una nación en términos psicológicos, sociales, económicos y de calidad de vida, de ahí su importancia para la salud pública. <sup>vi</sup>

## Etiología de la catarata:

La pérdida de la transparencia del cristalino es el resultado de alteraciones físicas y químicas, dentro de los tejidos, la hidrólisis y la aglutinación de las proteínas que se produce por la alteración en la concentración de las sales y de los iones de hidrógeno (estos dos procesos ocurren simultáneamente). Desde el punto de vista de los cambios químicos el proceso químico fisiológico más importante es el metabolismo de los carbohidratos.

Las anormalidades de la permeabilidad de la cápsula del cristalino, son un factor muy importante en su opacificación, por eso, la ruptura de la cápsula da lugar a la formación de catarata traumática y así todo factor lesivo a la cápsula del cristalino conducen a catarata por ejemplo: factores mecánicos, físicos, radiación, disminución de la permeabilidad de la cápsula, hipoxia y tóxicos <sup>vii</sup>

#### Clasificaciones:

Además de la etiología, la catarata se puede clasificar por:

#### *Localización de la opacidad*

- a. Cataratas subcapsulares: a) anterior, si está por debajo de la cápsula del cristalino, b) si está localizada frente a la cápsula posterior, y tiene migración epitelial del cristalino.
- b. Catarata nuclear, localizada como su nombre lo indica, en el núcleo del cristalino, se asocia a miopía la cual resulta por el incremento del índice de refracción de la porción nuclear del cristalino.
- c. Catarata cortical, que se manifiesta por opacidad en la corteza periférica del cristalino, dando lugar a las lesiones "en rayos de bicicleta" propias de este cuadro.
- d. Catarata en "árbol de navidad", en la que los depósitos policrómicos se localizan en la corteza profunda y en el núcleo del cristalino y simulan el objeto motivo de su comparación.<sup>viii</sup>

*Según el grado de madurez*

- a. Catarata inmadura, donde la opacidad es dispersa, y existen zonas con alta transparencia.
- b. Catarata en evolución, es aquella donde la formación de la opacidad es inicial pero no compromete la totalidad del cristalino
- c. Catarata hipermadura, producida por deshidratación del cristalino, formándose pliegues en la cápsula anterior lo que contrae la opacidad.
- d. Catarata Morgagniana, secundaria al cuadro antes mencionado con hundimiento de la corteza por licuefacción de la misma.

*Según la edad de aparición.*

- a. Congénita: presente en 3/10000 recién nacidos vivos, frecuentemente secundaria a mutación genética autosómica dominante, o alteraciones cromosómicas como el Síndrome de Down, galactosemia, etc.
- b. Infantil: secundaria a infecciones como la rubeola o el síndrome de Lowe
- c. Juvenil: donde las causas generalmente se relacionan a lesiones oculares o uveítis, se incluye también a la diabetes mellitus.
- d. Presenil
- e. Senil : es la más frecuente y afecta a individuos de más de 50 años , es de carácter bilateral, iniciándose en forma asimétrica, por afección de las proteínas cristalinas.

*Relacionada a enfermedades sistémicas:*

- a. Diabetes, que presentan lesión bilateral y son secundarias a sobrehidratación de las fibras del cristalino, característica: en copos de nieve.
- b. Dermatitis atópica, con presencia de lesión subcapsular anterior o posterior, con la típica "imagen en escudo".
- c. Distrofia miotónica: con la presencia de gránulos policromáticos estrellados, presentes en individuos desde los 20 años de edad.
- d. Neurofibromatosis tipo II, relacionada a catarata subcapsular anterior o posterior.

### *Cataratas tóxicas:*

Se describe el uso de corticoides sistémicos, en dosis no especificadas puede iniciar la opacificación del cristalino en la región subcapsular posterior para luego comprometer la anterior, de igual forma se menciona el uso de la clorpromazina, que se deposita a manera de gránulos en el endotelio y estroma profundo de la córnea. El uso de sales de oro y los inhibidores de la colinesterasa por tiempos prolongados, son referidos como responsables de la opacidad corneal por lesión vacuolar subcapsular.<sup>ix</sup>

### Técnicas de cirugía de Catarata:

El tratamiento de la catarata es quirúrgico, a través de la historia se han desarrollado diferentes técnicas, en los que el propósito principal es la disminución del trauma ocular y con resultados visuales cada vez mejores.

### Extracción extracapsular:

El cirujano francés Jacques Daviel realizó en 1747 la primera extracción extracapsular, esta técnica comprende una insición en el sector superior del ojo de aproximadamente 10 mm, por donde se extrae el núcleo del cristalino, conservando la cápsula posterior para luego colocar un lente intraocular dentro de la misma.<sup>x</sup>

## Facoemulsificación:

La técnica de facoemulsificación fue desarrollada por el Dr. Charles Kelman, la primera noticia donde se describe la técnica, fu en 1967, como un método para “disolver, emulsificar y aspirar una catarata por una incisión de 2-3 mm, mediante facoemulsificación usando una aguja de ultrasonido de baja frecuencia combinada con un sistema de irrigación y succión”, se requirió la idea de la capsulorrexis circular continua de Neuhann, en Alemania, y Gimbel, en Estados Unidos, y de la hidrodisección e hidrod laminación entre otras modificaciones para dar impulso a la facoemulsificación, al disminuir sus complicaciones y mejorar sus resultados

La técnica de facoemulsificación está comprendida por los pasos que se resumen a continuación:

**Incisiones:** Se realiza apertura corneal mediante incisiones corneales, la principal (entre 1.8mm – 2mm) por la que se introduce la pieza de mano de facoemulsificación y el lente intraocular y el puerto secundario, por la que se introduce una espátula o chopper, como instrumento para fragmentar la catarata.

**Tinción de la cápsula anterior:** Se utilizan tinciones como azul trípano al 0.06%, lo cual confiere una coloración a la cápsula anterior y la reacción química que confiere mayor rigidez a la misma para una mejor manipulación de la capsulorrexis.

**Capsulorrexis:** Es la apertura de la cápsula anterior del cristalino permitiendo entrar a su contenido, debe ser circular y continua.

**Fractura y fragmentación del cristalino:** con ayuda de un instrumento como la espátula o el chopper y la pieza de facoemulsificación con ultrasonido, se emulsifica el núcleo en fragmentos más pequeños para poder ser aspirado a través de la capsulorrexis.

**Aspiración de restos corticales:** Se aspiran los restos de la corteza del cristalino, dejando la cápsula adecuada para poder implantar el lente intraocular.

**Implantación de la Lente Intraocular:** Se introduce la lente intraocular por la incisión principal, dentro de la cápsula.

**Cierre de las incisión principal:** Se utiliza un punto simple con sutura de nylon 10-0.<sup>xi</sup>



### Ultrasonido en facoemulsificación:

La pieza de mano de facoemulsificación entrega energía de ultrasonido al ojo para la fragmentación de la catarata, de manera más habitual se realiza de forma longitudinal, con movimiento de la punta de facoemulsificación hacia atrás y adelante, actualmente hay equipos que logran un movimiento torsional de la punta de facoemulsificación, incrementando la eficiencia de la fragmentación.

Durante la cirugía, la máquina de facoemulsificación cuantifica el promedio de ultrasonido utilizado, se describe como U/S AVE (ultrasound average), además el tiempo transcurrido de facoemulsificación EPT (elapsed phaco time, por sus siglas en inglés), la energía total es el producto del promedio de ultrasonido por el tiempo transcurrido de facoemulsificación y se escribe APT (absolute phaco time) tiempo absoluto de facoemulsificación.<sup>xii</sup>

Lo anterior es un sistema de medición utilizado en la plataforma de facoemulsificación Stellaris® de la casa comercial Basuch + Lomb, el cual es un equipo de tipo bomba de vacío. Otra forma en que se mide la cantidad de energía liberada durante la facoemulsificación, es a través del CDE (Cumulative Dissipated Energy) energía disipada acumulada, por sus siglas en inglés, esto para las plataformas, Infiniti ® y Centurion ® de la casa comercial Alcon.

### Complicaciones de la facoemulsificación:

En los últimos 30 años, la tasa de complicaciones quirúrgicas severas ha descendido progresivamente: en un estudio realizado en Estados Unidos con los datos de Medicare, las complicaciones severas disminuyeron de un 0,6% en el periodo 1994-95 a un 0,4% en los años 2005-2006 . Las complicaciones son más frecuentes cuando el cirujano es está en entrenamiento, de este modo, se ha descrito una incidencia de pérdida de vítreo de hasta un 4,8% .

La curva de aprendizaje es más pronunciada durante las primeras 40 cirugías, en las que la tasa de complicaciones puede alcanzar el 8,8%, reduciéndose después a aproximadamente un 4% durante las siguientes 60 cataratas.

La complicación intraquirúrgica más frecuente durante la cirugía de catarata es la ruptura de la cápsula posterior, que puede acompañarse de salida de vítreo y dar lugar a la necesidad de implantar el lente en el sulcus o en la cámara anterior.

Entre los principales factores de riesgo identificados se encuentran la edad, las cataratas brunescentes o blancas, la pseudoexfoliación y la facodonesis, una pupila pequeña o el que la cirugía fuese realizada por residentes.

Stein et al encontraron una incidencia de 0,26% de desprendimiento de retina regmatógeno en el primer año tras una cirugía de catarata, de nuevo, el principal factor de riesgo para el desarrollo de esta complicación es la presencia de una ruptura de la cápsula posterior , que puede identificarse como la causa de hasta un 37% de los desprendimientos de retina regmatógenos tras cirugía de catarata .<sup>xiii</sup>

Una de las complicaciones tardías de la cirugía de catarata por facoemulsificación es el edema macular postquirúrgico , el cual fue descrito inicialmente por Irvine en 1953 , como una disminución de agudeza visual en pacientes que habían sido operados de cirugía intracapsular de cristalino.

Posteriormente Gass y Norton<sup>7</sup> demostraron mediante angiografía fluoresceínica que la pérdida de agudeza visual era consecuencia del acúmulo de fluido intrarretiniano en el área macular. Debido a ello, el edema macular afáquico o pseudofáquico (EMPs) se conoce también como síndrome de Irvine-Gass . El edema macular cistoide (EMC) secundario a la cirugía de catarata con frecuencia es asintomático, cuando se asocia a pérdida visual generalmente se manifiesta entre las 4 y 10 semanas posteriores a la cirugía y en la mayoría de los casos se trata de un proceso autolimitado que tiende a resolverse espontáneamente.

Sin embargo, muchos pacientes refieren una mala calidad visual que en ocasiones contrasta con el grado de agudeza visual, probablemente consecuencia del escotoma relativo producido por el daño celular asociado <sup>xiv</sup>. La manipulación quirúrgica del iris durante la cirugía de catarata puede conducir a un daño de la barrera hematoacuosa e inducir la liberación de mediadores inflamatorios (prostaglandinas y otras sustancias vasoactivas) que a su vez conducen a un incremento de la permeabilidad vascular y por tanto a la ruptura de la barrera hematorretiniana interna,<sup>xv</sup> como consecuencia ello se produce la fuga de fluido desde la red capilar perifoveal, dando lugar al EMPs, el fluido se acumula en la capa plexiforme externa de Henle, cuya estructura laxa y disposición horizontal de sus fibras favorecen la formación de espacios quísticos entre las mismas.<sup>xvi</sup>

Una vez que el estímulo (cirugía) desaparece, el proceso fisiológico de reparación es suficiente para suprimir la respuesta inflamatoria de manera progresiva, el 90% de los EMPs se resuelven espontáneamente junto con una recuperación gradual de la función visual.

Además del papel que pueden jugar las prostaglandinas y otros mediadores inflamatorios, otros factores pueden contribuir al desarrollo de un EMPs: adherencia o tracción del vítreo sobre el área macular, incarceration vítreo en la herida quirúrgica, tracción vítreo uveal, daño inducido por la luz.<sup>xvii</sup> Todos los factores anteriores influyen en diferente medida para alterar la anatomía normal de la mácula.

### Coroides y facoemulsificación:

La coroides es la capa intermedia y vascular del ojo, está formada a su vez, de fuera a dentro por tres capas diferentes:

Capa supracoroidea o lámina fusca: Es una capa de tejido conjuntivo formado por laminillas donde se observan fibras elásticas, colágeno, melanocitos y fibroblastos que separa los capilares de la esclera.

Estroma o lámina vascular: Ocupa la mayor parte y es la propiamente vascular con ramas ciliares de la arteria oftálmica. Presenta fibras nerviosas y vasos además de fibras de colágeno, fibras elásticas, fibroblastos, macrófagos y melanocitos.

En función de su tamaño y localización, los vasos se pueden clasificar en tres capas:

*Capa de Haller* que está situada externamente y está formada por los grandes vasos

*Capa de Sattler* que es la capa media formada por vasos medianos

*Capa de Ruysch o coriocapilar* interna que está formada por arteriolas capilares y vénulas.

Los capilares están muy unidos unos a otros, nutre al epitelio pigmentario de la retina.

Membrana de Bruch: Se relaciona con la retina a través de su superficie interna o retiniana, mientras que su superficie externa es la porción coroidea.

Las enfermedades inflamatorias oculares, afectan directamente esta capa vascular, modificando su grosor anatómico normal, dada esta situación, este estudio contribuye a valorar los cambios del grosor coroideo dados por un estímulo inflamatorio, como es la cantidad de ultrasonido utilizado en la cirugía de catarata por facoemulsificación.

Algunos estudios ya han demostrado variaciones en el grosor coroideo a través del posquirúrgico<sup>xviii</sup> <sup>xix</sup> <sup>xx</sup> <sup>xxi</sup>, a pesar que no se reportaron cambios estadísticamente significativos, podrían relacionarse al desarrollo de complicaciones inflamatorias como el edema macular quístico.

Tomografía de Coherencia Óptica de dominio espectral - modalidad Profundidad de Imagen Mejorada (Enhance Deep Image, EDI OCT):

La Tomografía de Coherencia Óptica se usa para obtener imágenes transversales de la retina semejantes a un corte histológico; obtener imágenes de la coroides es muy difícil en la mayoría de los pacientes.

Cuando se utiliza el Spectral Domain OCT (SD-OCT) ( tomografía de coherencia óptica de dominio espectral), con transformaciones y descomposiciones se obtiene una imagen real y una imagen invertida. Estos equipos normalmente muestran una de las dos imágenes posibles, convencionalmente mostrando la imagen real o retina “cara arriba”.

Se usa típicamente luz cercana al infrarrojo que puede hacer imágenes de la retina y del espacio subretinal; la penetración en áreas más profundas (coroides) es limitada por la dispersión inducida por el epitelio pigmentario de la retina (EPR) y los vasos de la coroides.

Si se desplaza el instrumento hacia capas más profundas se obtiene la imagen invertida, este efecto hace que se enfoque más claramente a nivel de la coroides y de la esclera, permitiendo que la imagen sea más clara. Cuando se obtiene la imagen, generalmente hay ruido en la señal distribuido en forma aleatoria, pero esto se controla promediando múltiples tomas de la misma imagen; lo cual, es posible sólo si se dispone de un sistema de rastreo ocular (“eye tracking”) automático en el equipo. En resumen, el paciente se examina acercando un poco más el la toma con el equipo de OCT al ojo del paciente hasta que se obtiene una imagen invertida, ahí se visualiza claramente la coroides desde el aspecto basal del EPR hasta su borde más externo. <sup>xxii</sup> <sup>xxiii</sup>

## PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

### JUSTIFICACIÓN

Los datos obtenidos pueden otorgar valor predictivo a las variaciones en el grosor coroideo y foveal central para complicaciones como el edema macular.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que existen cambios en la coroides de sujetos que son sometidos a cirugía de catarata; sin embargo, no se ha establecido alguna correlación con alguno de los factores que propician esas variaciones.

Se desconoce si el tiempo efectivo de facoemulsificación utilizado en cirugía de catarata se correlaciona con los cambios en los grosores coroideo y foveal central, después de una cirugía de facoemulsificación.

### PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe correlación entre la cantidad de ultrasonido usado en cirugía de catarata por facoemulsificación y los grosores coroideo y foveal central?

### HIPÓTESIS

El aumento en los grosores coroideo y foveal central tendrá una correlación positiva a la cantidad de ultrasonido utilizada durante la cirugía de catarata.

### OBJETIVOS

Objetivo principal:

Determinar la correlación existente entre la cantidad de ultrasonido utilizado en facoemulsificación, con el aumento del grosor coroideo y foveal central posquirúrgico.



#### Objetivos específicos:

1. Establecer el valor promedio de grosor coroideo subfoveal previo y posterior a la cirugía de catarata.
2. Determinar el promedio del grosor foveal central previo y posterior a la cirugía de catarata.
3. Calcular la diferencia entre los valores del grosor coroideo subfoveal previo y posterior a cirugía.
4. Calcular la diferencia del promedio de grosor foveal central previo y posterior a cirugía.

#### METODOLOGÍA

Se trata de un estudio, analítico, prospectivo, longitudinal, donde se seleccionaron pacientes con catarata que acudieron a consulta en el departamento de segmento anterior para valorar su tratamiento quirúrgico.

#### Criterios de Inclusión

- Sujetos de cualquier edad, ambos sexos, sin enfermedad sistémica ni ocular, con diagnóstico de catarata con opacidad nuclear de 2 a 4 de acuerdo con la clasificación LOCS III y con longitud axial ocular entre 22 y 24 mm.

#### Criterios de no inclusión

- Sujetos con cualquier enfermedad sistémica u ocular, sujetos que no aceptaron participar en el estudio.

### Criterios de eliminación

- Sujetos que desarrollen enfermedad ocular o sistémica durante el estudio, que tengan complicaciones durante la cirugía de catarata o en el seguimiento, aquellos sujetos que deseen retirarse del estudio.

### PROCEDIMIENTOS

Los pacientes que reunieron los criterios de inclusión en el estudio, fueron invitados a participar al estudio. Posterior a la aceptación, se les solicitó leer y firmar el consentimiento informado respectivo.

El día de la valoración inicial, se realizó la revisión oftalmológica completa y la toma de una tomografía de coherencia óptica de dominio espectral en la modalidad de profundidad de imagen mejorada (Enhanced Deep Image, EDI-OCT, por sus siglas en inglés) con el equipo Spectralis, (Heidelberg Engineering, Alemania) del ojo que se sometería a cirugía de catarata y el ojo contralateral (no operado, o con cirugía de catarata mayor a 6 meses de evolución)

Se registraron los valores de grosor foveal central y grosor coroideo subfoveal que se midieron de manera manual en el software del equipo.

Los sujetos incluidos en el estudio en su totalidad fueron operados por cirujanos de catarata en entrenamiento con el equipo Stellaris ® (Bausch & Lomb, EUA), con un poder de ultrasonido promedio de 35%, se registró el tiempo efectivo de facoemulsificación (EPT, Effective Phaco Time, por sus siglas en inglés).

Se realizaron valoraciones subsecuentes al primer día, 7 días y 30 días posteriores al procedimiento. Durante el postoperatorio, los pacientes fueron tratados con antibiótico (ciprofloxacino) cada 4 horas por 10 días y acetato de prednisolona al 1% cada 4 horas por 7 días y posteriormente reduciendo la dosis de manera semanal a cada 6 horas, luego cada 8 horas, cada 12 horas y finalmente cada 24 horas. En cada consulta de revisión se tomó nuevamente la medida del grosor foveal central y grosor coroideo subfoveal.

Los datos recolectados durante el estudio se vaciaron en la base de datos correspondiente en el programa Microsoft Office Excel 2017. El análisis estadístico se realizó una vez completado el estudio en el software IBM SPSS versión 23.

VARIABLES A ESTUDIAR:

- **Dependiente: Grosor coroideo subfoveal (GCSF) antes y después de cirugía de catarata por facoemulsificación.**

**Definición operativa:** Medida del grosor coroideo subfoveal en el EDI-OCT

**Tipo de variable:** Cuantitativa

**Escala:** Discreta

**Unidad de medición:** Micras

- **Dependiente: Grosor foveal central (GFC) antes y después de cirugía de catarata por facoemulsificación.**

**Definición operativa:** Medida del grosor foveal central en EDI-OCT

**Tipo de variable:** Cuantitativa

**Escala:** Discreta

**Unidad de medición:** Micras

- **Independiente: Sexo**

**Definición operativa:** Sexo genotípico del paciente.

**Tipo de variable:** Cualitativa

**Escala:** Nominal

**Unidad de medición:** Masculino / femenino

- **Independiente: Edad**

**Definición operativa:** Edad biológica en años

**Tipo de variable:** Cuantitativa

**Escala:** Discreta

**Unidad de medición:** años

- **Independiente: LOCS III**

**Definición operativa:** Clasificación para estadificar clínicamente una catarata

**Tipo de variable:** Cuantitativa

**Escala:** continúa

**Unidad de medición:** 0.1-6

- **Independiente: Tiempo efectivo de facoemulsificación (EPT).**

**Definición operativa:** Tiempo

**Tipo de variable:** Cuantitativa

**Escala:** Discreta

**Unidad de medición:** Segundos (seg)

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se calculó la normalidad de la muestra con la prueba Shapiro-Wilk, el grosor coroideo subfoveal y el grosor foveal central, se compararon mediante la prueba  $t$  de Student para muestras relacionadas, se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson entre el grosor coroideo subfoveal y EPT, y entre el grosor foveal central y EPT.

Para todas las pruebas se consideró significativo un valor de  $p$  menor a 0.05.

#### TAMAÑO DE MUESTRA:

Se utilizó para el cálculo de muestra, la fórmula para poblaciones infinitas, para obtener un estudio con un nivel de confianza del 95% y con un error máximo tolerable de 5%, se requieren de 27 sujetos para obtener dicha potencia estadística.

#### Población Objetivo.

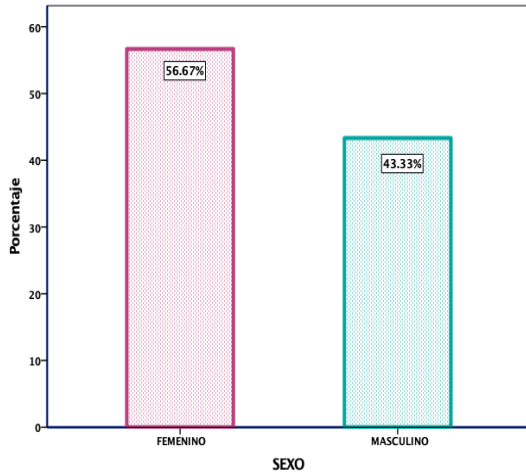
Pacientes sin enfermedades sistémicas ni oftalmológicas, con catarata, operados por facoemulsificación de la Ciudad de México y su área metropolitana.

#### Población accesible

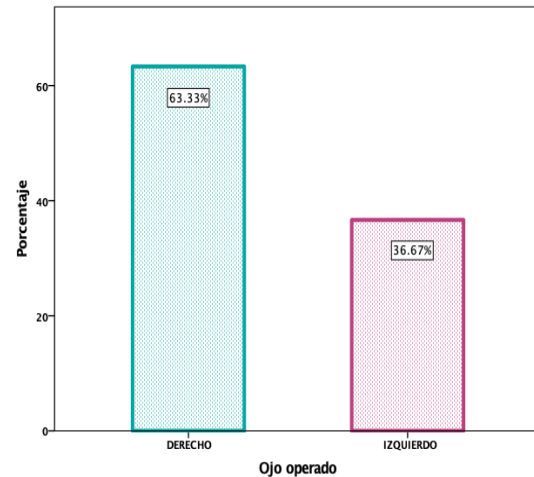
Pacientes con catarata operados mediante facoemulsificación en el hospital Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

## RESULTADOS:

Población: Se incluyeron 27 sujetos en el estudio y un total de 54 ojos, 15 sujetos (55.6%) de sexo femenino y 12 (44.4%) al sexo masculino. En el grupo 1, 19 (70.4%) ojos derechos y 8 (29.6%) ojos izquierdos. (gráficas 1 y 2)



Gráfica 1. Distribución de sujetos de estudio por sexo.



Gráfica 2. Distribución de lateralidad de ojo operado.

La edad de los sujetos enrolados en el estudio fue de  $65.5 \pm 9.2$  años, el promedio de opacidad y coloración nuclear fue de  $2.7 \pm 0.93$ , el promedio de EPT fue de  $11.20 \pm 8.05$  segundos, con un rango de 1.27 a 29.17 segundos.

El comportamiento del grosor coroideo subfoveal en el grupo de pacientes operados a lo largo del estudio se resume en la siguiente tabla (tabla 1):

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
GCSF basal	27	180.00	308.00	249.1852	37.69415
GCSF 24 horas	27	180.00	316.00	245.0741	37.33005
GCSF 7 días	27	177.00	325.00	245.4074	38.60974
GCSF 30 días	27	177.00	312.00	244.8519	37.87297

\*GCSF= Grosor coroideo subfoveal

Tabla 1. Comportamiento del GCSF en grupo de ojos operados en el estudio.

El comportamiento del grosor coroideo subfoveal en el grupo control (ojo no operado) a lo largo del estudio se resume en la siguiente tabla (Tabla 2):

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
GCSF basal	27	117.00	325.00	241.5185	45.04303
GCSF 24 horas	27	119.00	327.00	238.1111	46.01365
GCSF 7 días	27	126.00	327.00	238.1111	43.78561
GCSF 30 días	27	126.00	327.00	238.3704	43.94152

\*GCSF= Grosor coroideo subfoveal

Tabla 2. Comportamiento del GCSF en grupo de ojos no operados en el estudio.



El comportamiento del grosor foveal central en el grupo de pacientes operado a lo largo del estudio se resume en la siguiente tabla (Tabla 3):

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
GFC	27	201.00	252.00	218.8148	15.10740
GFC 24 horas	27	201.00	252.00	218.1852	14.67084
GFC 7 días	27	194.00	252.00	217.3333	14.62611
GFC 30 días	27	194.00	250.00	217.1852	14.50739

\*GFC= Grosor foveal central

Tabla 3. Comportamiento del GFC en grupo de ojos operados en el estudio.

El comportamiento del grosor foveal central en el grupo control a lo largo del estudio se resume en la siguiente tabla (Tabla 4):

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
GFC	27	189.00	256.00	215.7037	15.02770
GFC 24 horas	27	191.00	256.00	217.8889	15.96952
GFC 7 días	27	191.00	256.00	217.9259	15.58581
GFC 30 días	27	191.00	255.00	217.8889	15.49276

\*GFC= Grosor foveal central

Tabla 4. Comportamiento del GFC en grupo de ojos no operados en el estudio.

Se compararon los valores del GCSF en el tiempo, en cada grupo, se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa en ambos valores a lo largo del seguimiento (Tablas 5 y 6, gráfica 2).

Comparación de GCSF en grupo 1 (ojo operado)					
Variable	Diferencia de medias	Desviación estándar	IC 95%		Valor <i>p</i>
			Inferior	Superior	
GCSF basal vs 24 horas	4.1111	16.958	-2.5971	10.819	0.219
GCSF basal vs 7 días	3.7778	14.63	-2.0095	9.5651	0.191
GCSF basal vs 30 días	4.3333	14	-1.2049	9.8716	0.12
GCSF 24 horas vs 7 días	-0.3333	10.517	-4.4939	3.8272	0.87
GCSF 24 horas vs 30 días	0.2222	10.559	-3.9547	4.3991	0.914
GCSF 7 días vs GFC 30 días	0.5556	2.7781	-0.5434	1.6545	0.308

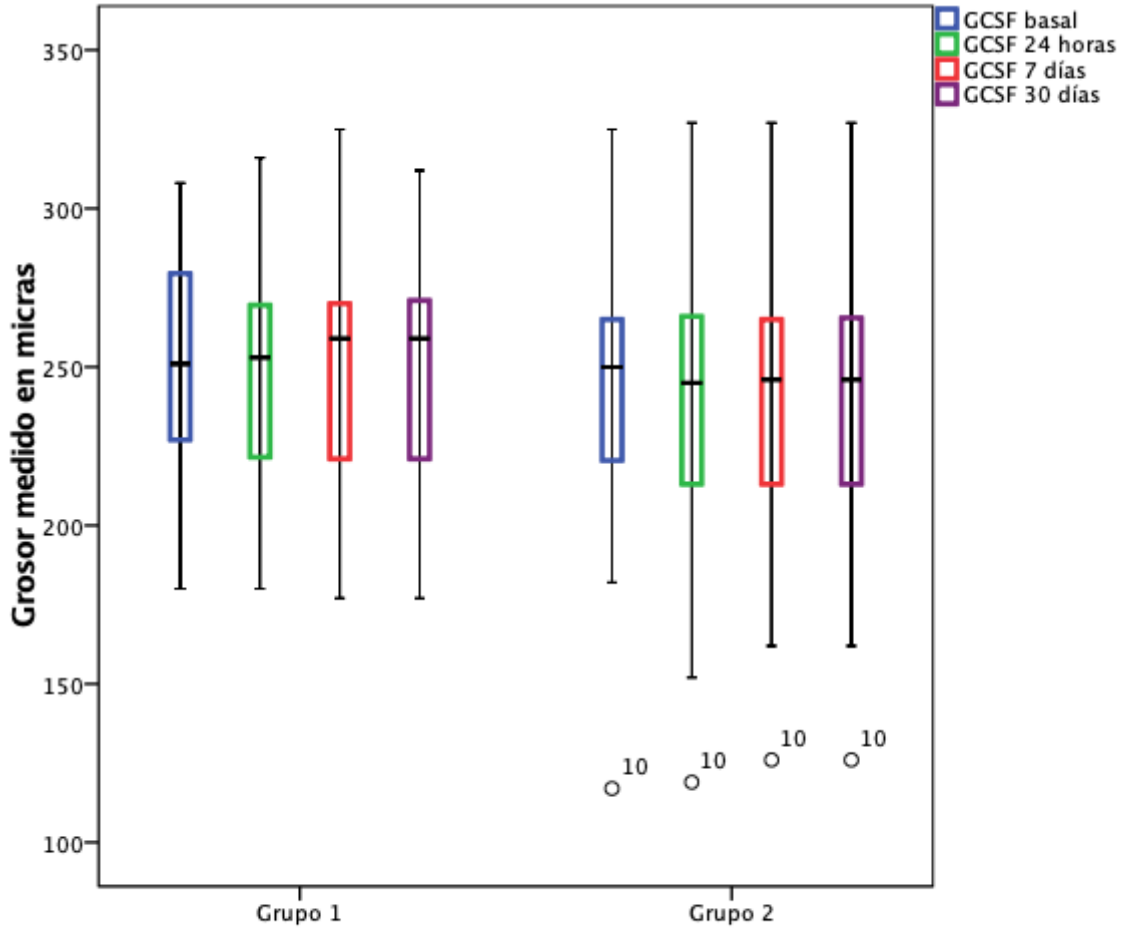
\* t Student muestras relacionadas

Tabla 5. Comparación de GCSF a través del tiempo en ojos operados.

Comparación de GCSF en grupo 2 (ojo no operado)					
Variable	Diferencia de medias	Desviación estándar	IC 95%		Valor <i>p</i>
			Inferior	Superior	
GCSF basal vs 24 horas	3.4074	25.184	-6.5552	13.37	0.488
GCSF basal vs 7 días	3.4074	24.956	-6.4648	13.28	0.484
GCSF basal vs 30 días	3.1482	24.984	-6.7353	13.032	0.518
GCSF 24 horas vs 7 días	0	14.385	-5.6905	5.6905	1
GCSF 24 horas vs 30 días	-0.2593	14.477	-5.9862	5.4677	0.927
GCSF 7 días vs GFC 30 días	-0.2593	1.2586	-0.7571	0.2386	0.294

\* t Student muestras relacionadas

Tabla 6. Comparación de GCSF a través del tiempo en ojos no operados.



Gráfica 2. Comparación de GCSF a través del tiempo en ambos grupos.

Se compararon los valores del GFC en el tiempo, se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa en ambos valores a lo largo del seguimiento. (Tabla 7 y 8, gráfica 3)

<b>Comparación de GFC en grupo 1 (ojos operados)</b>					
<b>Variable</b>	Diferencia de medias	Desviación estándar	IC 95%		Valor <i>p</i>
			Inferior	Superior	
<b>GFC basal vs 24 horas</b>	0.62963	4.18926	-1.02758	2.2868	0.442
<b>GFC basal vs 7 días</b>	1.48148	6.25343	-0.99229	3.9553	0.229
<b>GFC basal vs 30 días</b>	1.62963	6.16534	-0.8093	4.0686	0.181
<b>GFC 24 horas vs 7 días</b>	0.85185	5.6344	-1.37704	3.0808	0.439
<b>GFC 24 horas vs 30 días</b>	1	5.59533	-1.21344	3.2134	0.362
<b>GFC 7 días vs GFC 30 días</b>	0.62963	0.53376	-0.063	0.3593	0.161

GFC= Grosor foveal central.

\*t Student para muestras relacionadas.

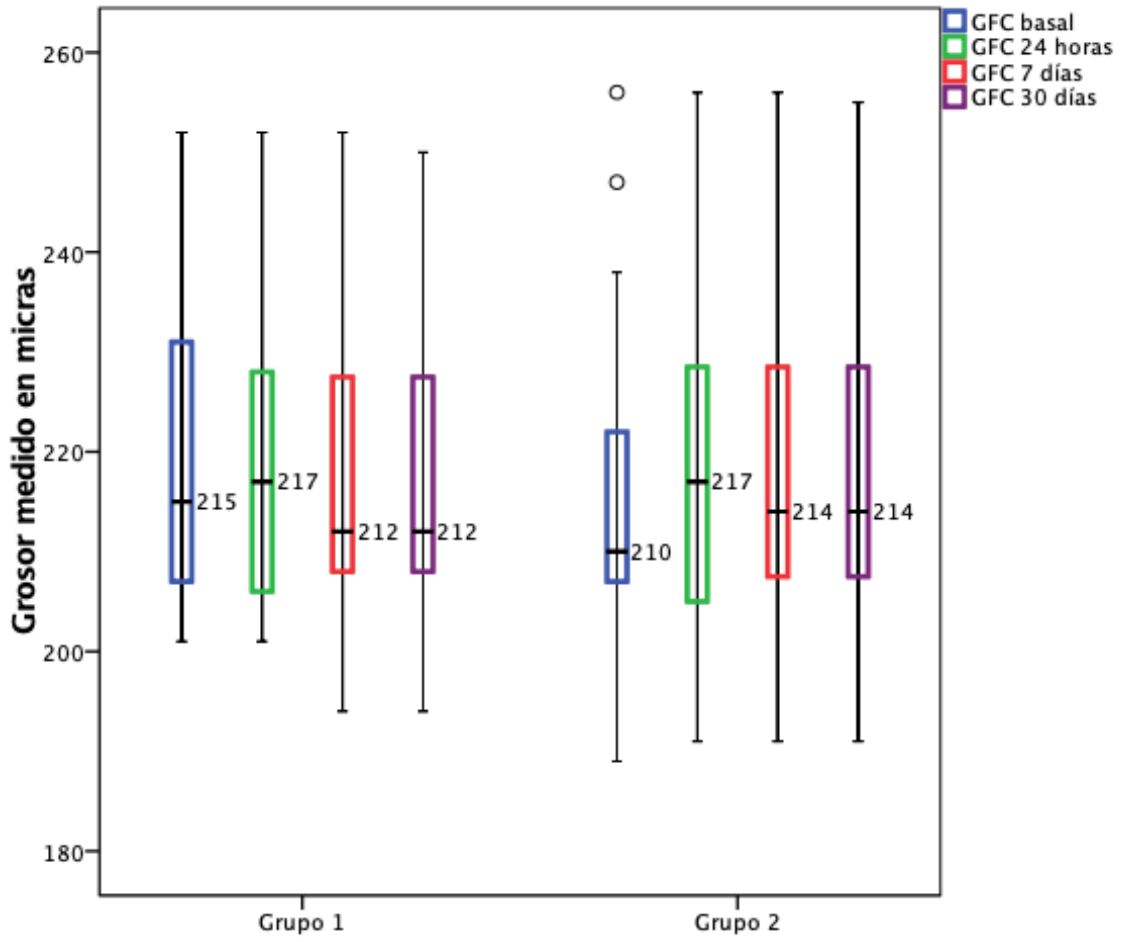
Tabla 7. Comparación de GFC a través del tiempo en ojos operados.

<b>Comparación de GFC en grupo 2 (ojos no operados)</b>					
<b>Variable</b>	Diferencia de medias	Desviación estándar	IC 95%		Valor <i>p</i>
			Inferior	Superior	
<b>GFC basal vs 24 horas</b>	-2.18519	6.2329	-4.65084	0.2805	0.08
<b>GFC basal vs 7 días</b>	-2.22222	5.78681	-4.51141	0.067	0.057
<b>GFC basal vs 30 días</b>	-2.18519	5.80475	-4.48147	0.1111	0.061
<b>GFC 24 horas vs 7 días</b>	-0.03704	3.01893	-1.23129	1.1572	0.95
<b>GFC 24 horas vs 30 días</b>	0	3.02553	-1.19686	1.1969	1
<b>GFC 7 días vs GFC 30 días</b>	0.03704	0.19245	-0.03909	0.1132	0.327

GFC= Grosor foveal central.

\*t Student para muestras relacionadas.

Tabla 8. Comparación de GFC a través del tiempo en ojos no operados.



Gráfica 3. Comparación de GFC a través del tiempo en ambos grupos.

Se hizo una comparación entre las medias del GCSF y GFC entre ambos grupos en cada punto del seguimiento, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el valor promedio entre ambos grupos (Tabla 9).

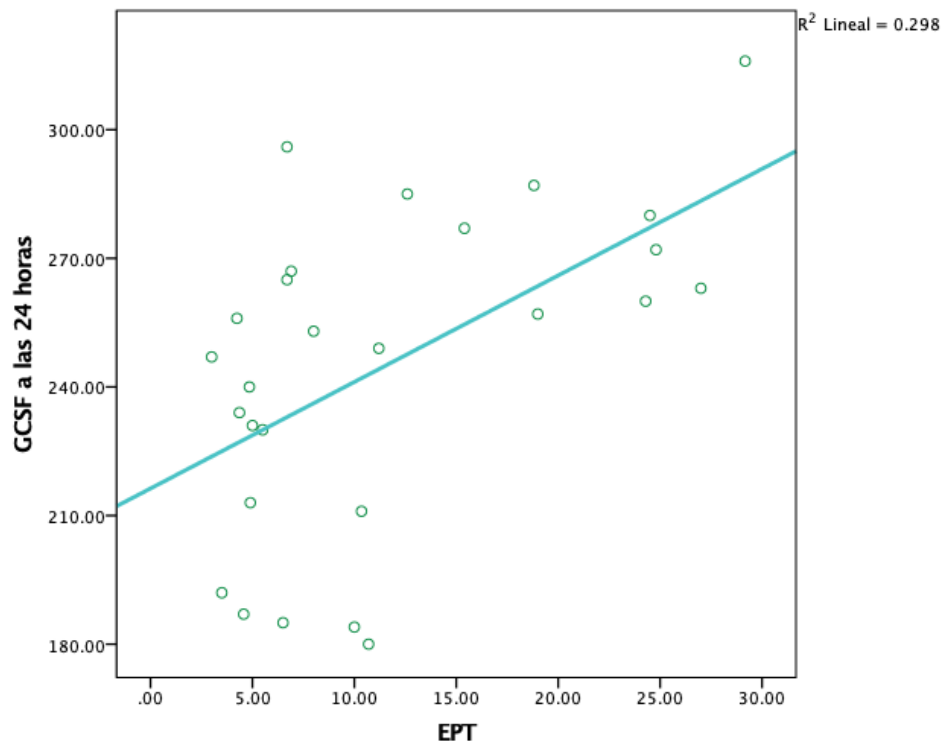
<b>prueba t para la igualdad de medias</b>					
<b>Variabes</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>	
				<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
<b>GCSF basal</b>	0.678	0.501	7.66667	-15.015	30.349
<b>GCSF 24 horas</b>	0.611	0.544	6.96296	-15.919	29.845
<b>GCSF 7 días</b>	0.649	0.519	7.2963	-15.248	29.84
<b>GCSF 30 días</b>	0.581	0.564	6.48148	-15.921	28.884
<b>GFC basal</b>	0.759	0.451	3.11111	-5.1179	11.34
<b>GFC 24 horas</b>	0.071	0.944	0.2963	-8.0782	8.6708
<b>GFC 7 días</b>	-0.144	0.886	-0.59259	-8.8467	7.6615
<b>GFC 30 días</b>	-0.172	0.864	-0.7037	-8.9003	7.4929

\*t Student muestras independientes.

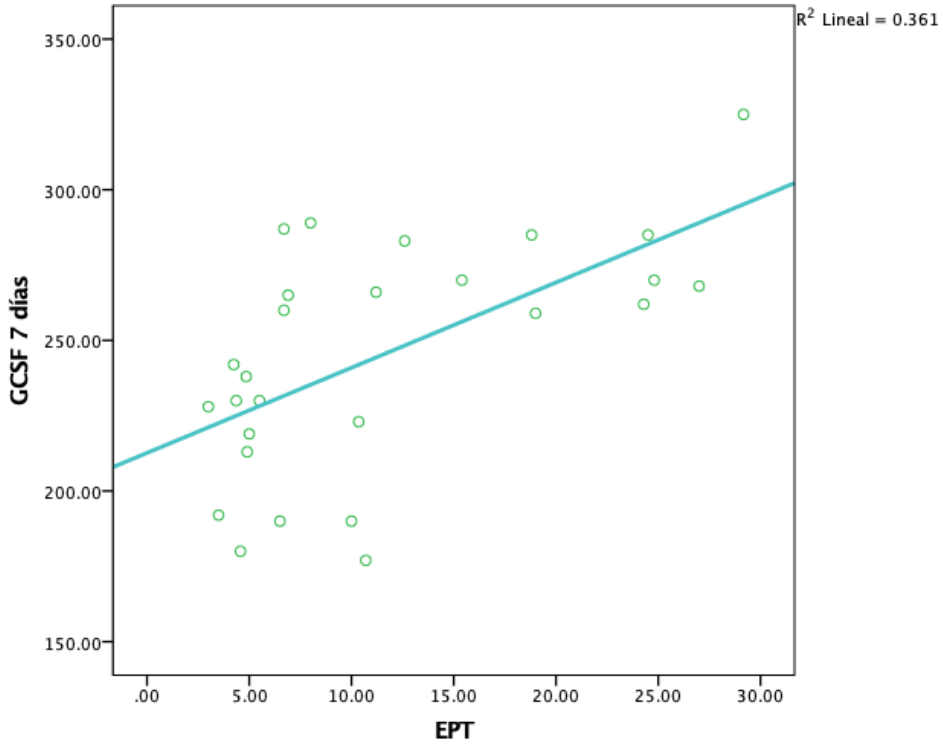
Tabla 9. Comparación de GCSF y GFC entre ambos grupos a lo largo del estudio.

Se correlacionó el EPT con el GCSF y el GFC.

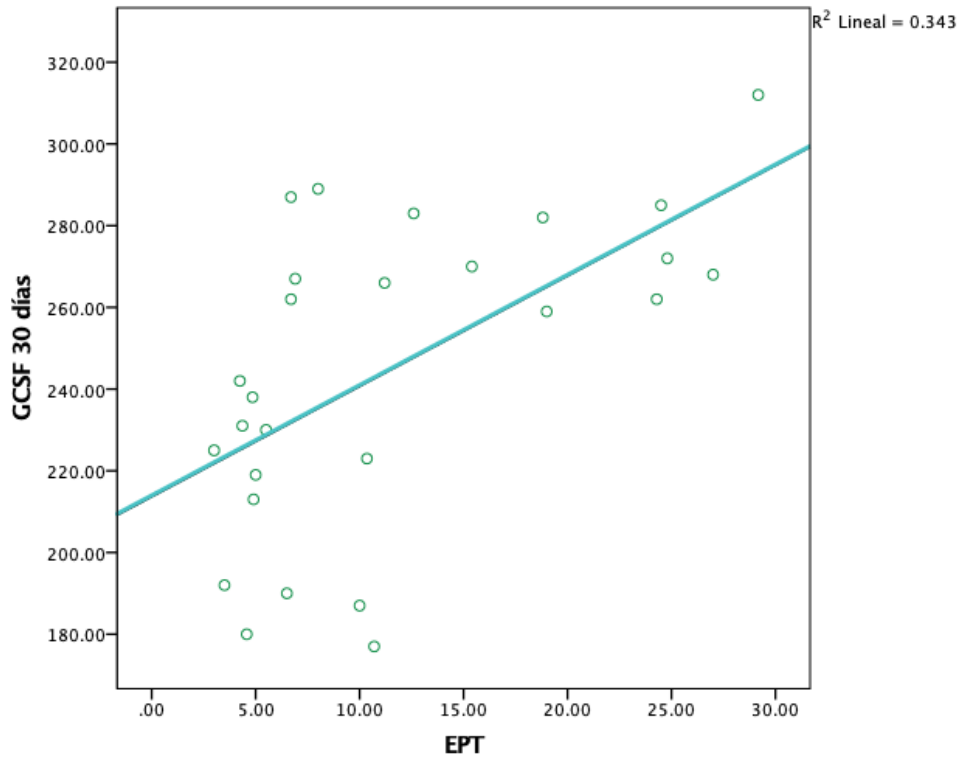
Se encontró que existe una buena correlación entre el EPT y el GCSF a las 24 horas posteriores a cirugía (Coeficiente de correlación de Pearson= 0.546,  $p= 0.003$ , Gráfica 4), entre el EPT y GCSF a los 7 días (Coeficiente de correlación de Pearson = 0.60,  $p= 0.001$ , Gráfica 5) y entre el EPT y el GCSF a los 30 días (Coeficiente de correlación de Pearson = 0.586,  $p 0.001$ , Gráfica 6). No se encontró correlación entre el EPT y el GFC en ningún punto del seguimiento (Gráfica 7 y 8).



Gráfica 4. Correlación entre EPT y GCSF a las 24 horas postquirúrgicas,  $p= 0.003$ .

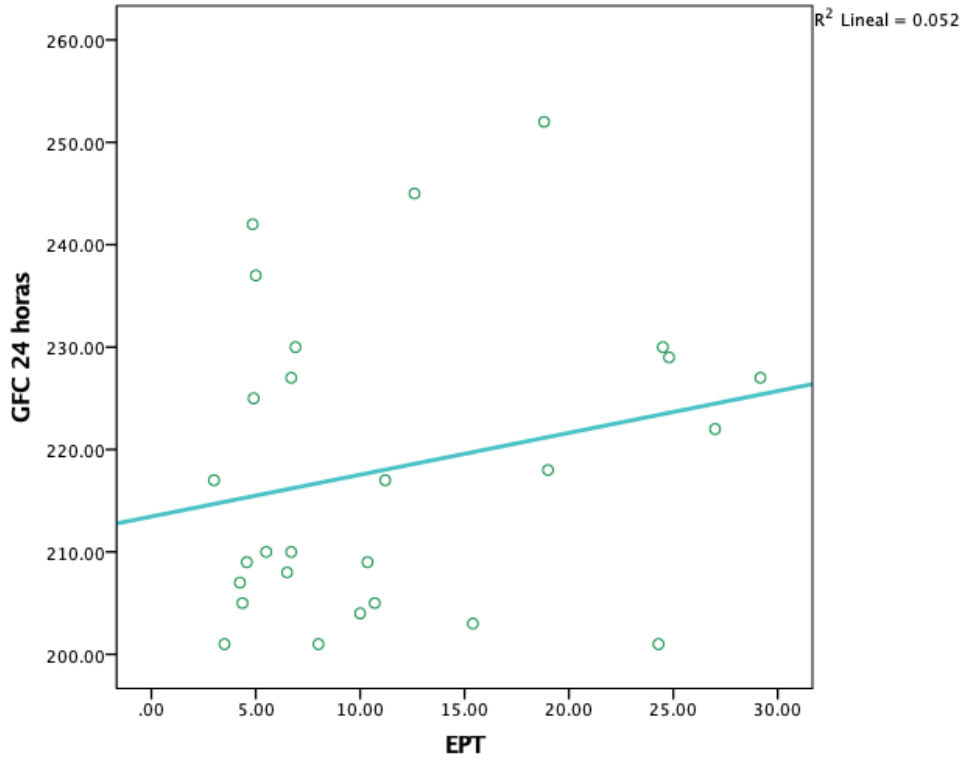


Gráfica 5. Correlación entre EPT y GCSF a los 7 días postquirúrgicos,  $p=0.001$ .

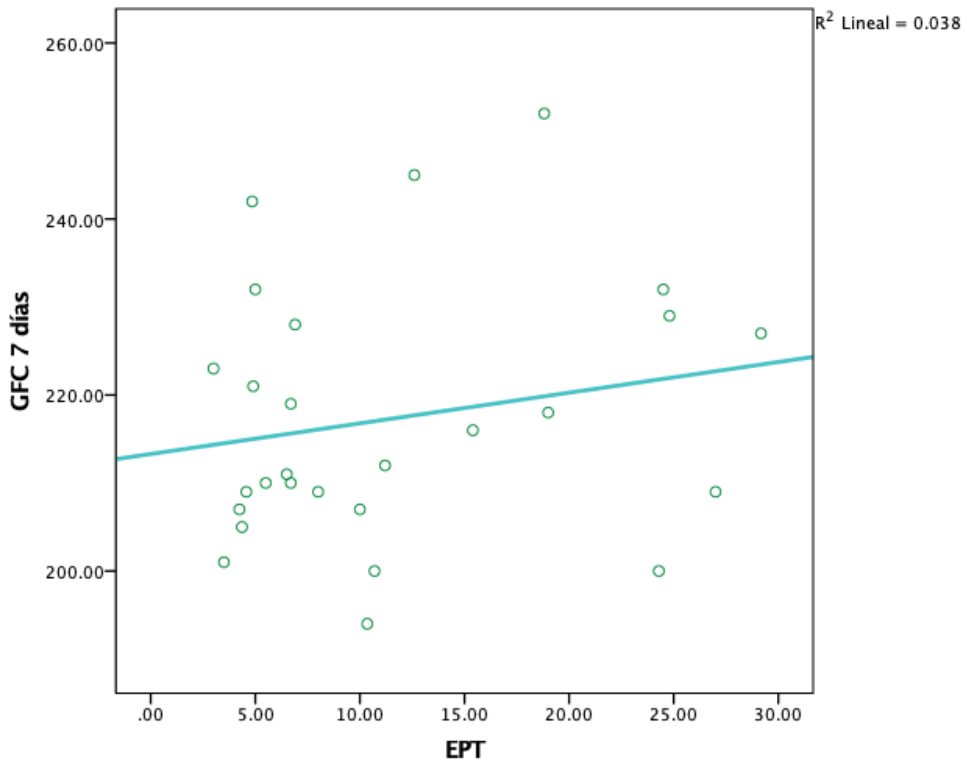


Gráfica 6. Correlación entre EPT y GCSF a los 30 días postquirúrgicos,  $p=0.001$ .





Gráfica 7. Correlación entre EPT y GFC a las 24 horas postquirúrgicas.



Gráfica 8. Correlación entre EPT y GFC a los 7 días postquirúrgicos.

## DISCUSIÓN:

El estudio piloto de EDI-OCT encontró un espesor coroideo a nivel subfoveal en el ojo derecho (OD) de 318  $\mu\text{m}$  y 335  $\mu\text{m}$  en el ojo izquierdo (OI).

Diferentes reportes después de este primer estudio, expresan valores variables: 261,93 $\pm$ 88.42 $\mu\text{m}$ <sup>xxiv</sup> ;305.9 $\pm$ 78.2 $\mu\text{m}$ <sup>xxv</sup> ; 293  $\mu\text{m}$ .<sup>xxvi</sup>

Son varios los estudios que demuestran que el espesor coroideo está relacionado con la edad<sup>xxvii-xxviii</sup>; se estima que éste disminuye entre 1,56  $\mu\text{m}$  y 4.1  $\mu\text{m}$ <sup>x</sup> por año.<sup>xix</sup>

Los hallazgos de estudios histopatológicos de autopsias y de bancos de ojos reportan una disminución del espesor coroideo de 1,2  $\mu\text{m}$  por año.

También se ha encontrado que la coroides en sujetos normales tiende a adelgazarse al alejarse de la mácula en el área parafoveal, siendo más delgada en el área nasal (170  $\mu\text{m}$ <sup>xxviii</sup>; 159.0 + 67.3  $\mu\text{m}$ <sup>xxvii</sup>; 174  $\mu\text{m}$ <sup>xxviii</sup>) que en el área temporal (261  $\mu\text{m}$ <sup>xxx</sup> ; 256.8 + 73.6  $\mu\text{m}$ <sup>xxvii</sup> ; 263  $\mu\text{m}$ <sup>xxviii</sup>). En la región inferior al disco óptico, es donde se encuentra el área más delgada de la coroides (146  $\pm$  47  $\mu\text{m}$ ); este dato puede orientar sobre la arquitectura anatómica de ojos normales a este nivel y se considera que esta área podría ser más susceptible a hipoxia o a la presión intraocular más elevada, las áreas más gruesas de la coroides están relacionadas con los sectores en donde se encuentran los vasos coroideos.<sup>xxix</sup>

En un estudio realizado en el Hospital de la Luz en el año 2017 pendiente de publicación, se reclutaron 50 pacientes mexicanos, en total 100 ojos, para realizar mediciones del grosor coroideo en diferentes sectores, obteniendo en promedio de grosor coroideo subfoveal de  $378.18 \pm 77.83^{\text{xxx}}$  micras.

En este estudio, el promedio del grosor coroideo subfoveal basal en los pacientes operados fue de  $249.18 \pm 37.69$ , con más similitud al estudio de Wolf, previamente citado<sup>xxxi</sup>, es importante considerar que el la opacidad del cristalino, produce una variación óptica en la medición del grosor coroideo subfoveal, además de las variaciones del grosor coroideo de acuerdo a la edad y el ciclo circadiano, reportadas por Usui en su estudio.<sup>xxxii</sup>

El grosor coroideo subfoveal no tuvo cambios estadísticamente significativos a lo largo del tiempo de observación de los pacientes, ni entre grupo de ojos de pacientes operados contra los no operados a través del tiempo.

En 2018, un estudio de metanálisis de Zeng<sup>xxxiii</sup>, comparó 5 estudios que obtuvieron resultados similares en cuanto a las variaciones del grosor coroideo posquirúrgico a las 24 horas, siendo no estadísticamente significativo, sin embargo, a la semana del posoperatorio, 9 estudios de ese metanálisis reportaron los cambios en el grosor coroideo fueron estadísticamente significativos (DE: 6.62, IC: 95% P= 0.02), de igual forma, el valor del grosor coroideo al mes posquirúrgico, tuvo un aumento estadísticamente significativo (DE: 8.30, IC: 95% P=0.001 ), el cual no se demostró en nuestro estudio.

Cuando se analizó la variación del grosor coroideo subfoveal, en comparación con el grosor foveal central en los pacientes operados, no existió un aumento estadísticamente significativo, lo cual puede indicar que si la coroides no tuvo un incremento importante en su grosor durante el tiempo de observación, no pudo influir directamente en el grosor foveal, por la íntima relación entre estas estructuras.

El análisis de correlación de grosor coroideo subfoveal y EPT, obtuvo una buena correlación con un coeficiente de correlación de Pearson= 0.546,  $p= 0.003$   $r^2=0.298$  al primer día postquirúrgico, a los 7 días: coeficiente de correlación de Pearson = 0.60,  $p= 0.001$   $r^2=0.361$ , y a los 30 días: coeficiente de correlación de Pearson = 0.586,  $p 0.001$   $r^2=0.343$ , lo cual implica que el EPT es directamente proporcional al aumento en el grosor coroideo.

Los valores de  $r^2$  representan el porcentaje de involucro de la variable dependiente y la independiente, es decir la contribución del EPT para que el grosor coroideo subfoveal se vea alterado en este modelo de estudio.

En la naturaleza, no existe un fenómeno que se explique con un solo factor, la evolución de un acontecimiento, involucra la participación de otras variables que influyan en el aumento del grosor coroideo subfoveal después de un tratamiento quirúrgico de catarata por facoemulsificación, tal es el caso del trauma directo a los tejidos, la liberación de prostaglandinas <sup>xxxiv xxxv</sup>, exposición prolongada a la luz <sup>xxxvi</sup>, movimiento y tracción vítrea, el uso de terapia antiinflamatoria, como el uso acetato de prednisolona postoperatorio en este estudio, enfermedades vasculares y metabólicas preexistentes, etc.

El grosor foveal central en el equipo Spectralis en estudios previos es de  $(270,2 \pm 22,5 \mu\text{m})^{\text{xxxvii}}$ , en este estudio se obtuvo un promedio de  $218.81 \pm 15.10$ , y el cual no tuvo cambios estadísticamente significativos en el grupo de ojos de los pacientes operado a lo largo del tiempo de observación.

En el análisis de correlación entre EPT y grosor foveal central, tampoco se demostró una buena correlación entre estas variables, lo cual concuerda con el estudio de Pardiato en el que valoró el grosor foveal central prequirúrgico y postquirúrgico ( promedio preoperatorio= $214.07 \pm 59.95$ , postoperatorio  $236.67 \pm 63.67$ ), y posteriormente la correlación con el tiempo efectivo de facoemulsificación, y obtuvo lo siguiente: Coeficiente de correlación de Pearson= $0.290$  con una P de  $0.168$ .<sup>xxxviii</sup>

El seguimiento de los pacientes por un tiempo más prolongado, sería de gran utilidad para el estudio, así, si alguno de los sujetos incluidos desarrollaran edema macular quístico, posterior a los 30 días de la cirugía, podríamos valorar sus cambios del grosor coroideo y darle valor predictivo a estos cambios para el desarrollo de dicha enfermedad.

Dentro de las fortalezas del estudio destacan que: no se había realizado estudio de correlación entre EPT y grosor coroideo subfoveal y foveal central posterior a cirugía de catarata por facoemulsificación, se obtuvo la muestra adecuada para el cálculo y se realizaron los estudios de seguimiento a la misma hora, reduciendo el sesgo del ciclo circadiano.

Las debilidades fueron las siguientes: seguimiento corto, sesgo en medición óptica de los valores anatómicos por opacidad de cristalino previo a la cirugía de catarata, no se consideró el tiempo quirúrgico total, no se hicieron grupos de pacientes por edad, utilización de esteroide posquirúrgico que limita la evolución natural de las variaciones anatómicas .

## CONCLUSIONES:

Existe un aumento del grosor coroideo subfoveal directamente proporcional al EPT posterior a una cirugía de facoemulsificación a las 24 horas, 7 días y 30 días del seguimiento.

No existe correlación entre el EPT y el grosor foveal central las 24 horas, 7 días y 30 días del posquirúrgico.

Los cambios en el grosor coroideo subfoveal y foveal central a lo largo del seguimiento no fueron estadísticamente significativos.

## PERSPECTIVAS:

Se abre línea de investigación para nuevas tecnologías que reduzcan el tiempo efectivo de facoemulsificación.

Prolongar el seguimiento, nos daría nuevos datos para tener mejor idea del valor pronóstico del grosor coroideo subfoveal y foveal central para complicaciones posteriores a cirugía de catarata.

Estudiar el uso de medicamentos antiinflamatorios previos a cirugía y durante el postquirúrgico como AINES (antiinflamatorios no esteroideos) y su relación con el grosor coroideo subfoveal y foveal central posquirúrgico.

Comportamiento de las variables analizadas en pacientes con enfermedad metabólica o vascular.

## APÉNDICE:

### ASPECTOS ÉTICOS:

A todos los pacientes que decidieron participar en el estudio se les proporcionó un consentimiento informado, los cuales debieron ser firmados para poder ser parte del mismo. Este protocolo se basa en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, los principios éticos de la Declaración de Helsinki y declaraciones de la International Conference of Harmonization.

### ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD:

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, define como residuos peligrosos a todos aquellos residuos que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico-infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente; los residuos que se deriven serán manejados en términos de la propia ley, su reglamento y normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, previa opinión de diversas dependencias que tengan alguna injerencia en la materia correspondiéndole a la citada SEMARNAT su regulación y control. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) serán manejados de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-087ECOL-SSA1-2002.



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

<i>Mes</i>	<i>Actividades</i>
<i>Marzo - Mayo 2019</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Diseño de protocolo de investigación.</li><li>2. Consultar bibliografía disponible en bases de datos.</li><li>3. Realizar marco teórico.</li><li>4. Determinar materiales y métodos.</li><li>5. Establecer los objetivos.</li><li>6. Correcciones de metodología.</li></ol>
<i>Junio 2019 - Diciembre 2019</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Toma de muestras</li><li>2. Realizar base de datos de pacientes</li></ol>
<i>Enero- Febrero 2020</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Análisis de resultados y redacción.</li><li>2. Discusión de resultados.</li><li>3. Conclusiones.</li><li>4. Correcciones.</li></ol>

## CONSENTIMIENTO INFORMADO:

En esta institución se desarrollan investigaciones que forman parte de nuestro quehacer científico. Las características de su padecimiento son consideradas de interés para participar en este estudio de acuerdo a las especificaciones siguientes:

### Datos generales

<i>Datos del paciente</i>	Nombre: Fecha de nacimiento:	
<i>Expediente clínico No.</i>		
<i>Médico informante (investigador principal):</i>	Dr. Jaime Alberto Alvírez Prieto	Firma:
<i>Diagnóstico</i>	Catarata	

### Datos de la investigación

<i>Nombre del protocolo</i>	Correlación de grosores coroideo y foveal central con cantidad de ultrasonido utilizado en cirugía de catarata por facoemulsificación
<i>Investigadores</i>	Dr. Jaime Alvírez, Dra. Claudia Palacio
<i>Justificación y objetivos</i>	Los datos obtenidos podrían tener valor predictivo para comprender si el desarrollo de edema macular quístico se relaciona con una mayor cantidad de ultrasonido utilizado durante la cirugía
<i>Periodo de estudio o duración</i>	Marzo de 2019 a enero de 2020
<i>Cantidad de sujetos que participarán</i>	27
<i>Descripción de los métodos a emplear y su propósito</i>	Toma de Tomografía de Coherencia óptica en la modalidad EDI (Enhanced Deep Image) antes de cirugía de catarata, a las 24 horas, 7 y 30 días del posoperatorio. (ojo operado y no operado)
<i>Beneficios esperados:</i>	Saber comportamiento del grosor coroideo y foveal central dependiendo del ultrasonido utilizado durante cirugía de catarata
<i>Alternativas:</i>	No tomar estudio.
<i>Riesgos o molestias:</i>	Tiempo de espera para toma de estudio, se requiere cooperación para toma de imágenes.
<i>Grupo de control</i>	Ojo contralateral no operado o con más de 6 meses de cirugía
<i>Gastos</i>	Los gastos de la investigación serán cubiertos por la institución.

<i>Confidencialidad</i>	Su identidad y la información que proporcione como parte de esta investigación serán tratadas bajo criterios de confidencialidad. En caso de que los resultados exijan su identificación, previamente se le solicitará la autorización correspondiente.
<i>Dudas, aclaraciones y actualización</i>	El participante tendrá derecho a recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y su tratamiento.

	<p>Asimismo, durante el presente estudio le proporcionaremos información actualizada sobre su estado de salud para que esté en posibilidad de decidir si continua participando.</p> <p>Es importante que sepa que retirar su participación no afectará su atención en el hospital.</p>
--	--

**Consentimiento**

<p>Por este medio manifiesto mi satisfacción con la información recibida y, consciente de las especificaciones y en qué consiste la investigación descrita en este documento, sus beneficios, riesgos y consecuencias, <b>otorgo mi consentimiento para incorporarme a ella, asumiendo el compromiso de (1) asistir puntualmente a las citas que se me indiquen y (2) proporcionar verazmente la información de mi evolución en la forma y periodicidad que se requiera.</b></p>
<p>Asimismo, entiendo que puedo retirarme de esta investigación voluntariamente en cualquier momento sin mayor requisito que la manifestación al investigador principal o a la Dirección Médica de este hospital.</p>

Ciudad de México. a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Firma del paciente

**Testigos**

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

Domicilio:

Relación con el paciente:

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

Domicilio:

Relación con el paciente:

## REFERENCIAS:

---

- <sup>i</sup> American Academy of Ophthalmology (AAO), Lens and Cataract 2017- 2018
- <sup>ii</sup> Paul L. Kaufman, Albert Alm. *Adler. Fisiología del Ojo. Aplicación Clínica.* Capítulos 5 y 7
- <sup>iii</sup> Forrester *et al.* (2002). «The eye: basic sciences in practice». *Saunders (Elsevier)*.
- <sup>iv</sup> Vinson AJ. Oxidative stress in cataracts. *Pathophysiology.* 2006;13151-162.
- <sup>v</sup> Huang L, Estrada R, Yappert MC, Borchman D. Oxidation-induced changes in human lens epithelial cells. 1. Phospholipids. *Free Radic Biol Med.* 2006;41:1425-32
- <sup>vi</sup> Boyd, Benjamin, MD FACS Highlights of Ophthalmology. El arte y la ciencia en la cirugía de catarata.
- <sup>vii</sup> Sánchez, Ana Sánchez-Jara (2011). *Nuevas aportaciones a la correlación clínico molecular de la catarata senil*
- <sup>viii</sup> Garbín Fuentes I. Pérez Chica G. Patología del Cristalino. Cataratas.
- <sup>ix</sup> Ministerio de Salud de Chile. Guía Clínica Tratamiento Quirúrgico de Cataratas congénitas y adquiridas.
- <sup>x</sup> Alejandro Armesto, “La catarata a través de los siglos” 1 Mayo 2002
- <sup>xi</sup> Morcillo Laiz R, Zato Gómez De LLaño MA, Durán Povedas S. La cirugía microincisional de la catarata y nuevas tecnologías en facoemulsificación.
- <sup>xii</sup> Fundamentals of Ultrasonic Phacoemulsification Power, AAO 2019
- <sup>xiii</sup> Stein JD, Grossman DS, Mundy KM, Sugar A & Sloan FA. Severe adverse events after cataract surgery among medicare beneficiaries. *Ophthalmology* 2011;118:1716-1723.
- <sup>xiv</sup> Wolf EJ, Braunstein A, Shih C, Braunstein RE. Incidence of visually significant pseudophakic macular edema after uneventful phacoemulsification in patients treated with nepafenac. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1546-49
- <sup>xv</sup> Wright PL, Wilkinson CP, Balyeat HD et al. Angiographic cystoid macular edema after posterior chamber lens implantation. *Arch Ophthalmol* 1988; 106:740-44.
- <sup>xvi</sup> Rotsos Tryfon G, Moschos MM. Cystoid Macular Edema. *Clin Ophthalmol* 2008;2:919- 30.
- <sup>xvii</sup> Iliff WJ: Aphakic cystoid macular edema and the operating microscope: is there a connection? *Trans Am Ophthalmol Soc* 1985;83:476–500.
- <sup>xviii</sup> A. Pierru, M. Carles, P. Gastaud, and S. Baillif, “Measurement of subfoveal choroidal thickness after cataract surgery in enhanced depth imaging optical coherence tomography,” *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, vol. 55, no. 8, pp. 4967–4974, 2014.
- <sup>xix</sup> R. Shahzad, S. Mar, S. Zafar, F. Kausar, and M. H. Shahzad, “Choroidal thickness changes following cataract surgery using swept source optical coherence tomography,” *Canadian Journal of Ophthalmology*, vol. 53, no. 1, pp. 60–64, 2018.
- <sup>xx</sup> [21] M. S. Falcão, N. M. Gonçalves, and P. Freitas-Costa, “Choroidal and macular thickness changes induced by cataract surgery,” *Clinical Ophthalmology*, vol. 8, p. 55, 2014.

- 
- <sup>xxi</sup> T. Yilmaz, A. A. Karci, I. Yilmaz, A. Yilmaz, Y. Yildirim, and Y. B. Sakalar, "Long-term changes in subfoveal choroidal thickness after cataract surgery," *Medical Science Monitor International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, vol. 22, pp. 1566–1570, 2016.
- <sup>xxii</sup> Tan CS, Ouyang Y, Ruiz H, Sadda SR. Diurnal variation of choroidal thickness in normal, healthy subjects measured by spectral domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(1):261-6
- <sup>xxiii</sup> Rahman W, Chen FK, Yeoh J, Patel P, Tufail A, Da Cruz L. Repeatability of manual subfoveal choroidal thickness measurements in healthy subjects using the technique of enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(5):2267-71.
- <sup>xxiv</sup> DingX, LiJ, Zeng J, MaW, LiuR, LiT, YuS, Tang S. Choroidal thickness in healthy Chinese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(13):9555-60.
- <sup>xxv</sup> Li L, Yang ZK, Dong FT. Choroidal thickness in normal subjects measured by enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2012 Sep;48(9):819-23.
- <sup>xxvi</sup> Goldenberg D, Moisseiev E, Goldstein M, Loewenstein A, Barak A. Enhanced depth imaging optical coherence tomography: choroidal thickness and correlations with age, refractive error, and axial length. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2012 Jul 1;43(4):296-301
- <sup>xxvii</sup> Wei WB, Xu L, Jonas JB, Shao L, Du KF, Wang S, Chen CX, Xu J, Wang YX, Zhou JQ, You QS. Subfoveal choroidal thickness: the Beijing Eye Study. *Ophthalmology*. 2013 Jan;120(1):175-80
- <sup>xxviii</sup> Rahman W, Chen FK, Yeoh J, Patel P, Tufail A, Da Cruz L. Repeatability of manual subfoveal choroidal thickness measurements in healthy subjects using the technique of enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(5):2267-71.
- <sup>xxix</sup> Ikuno Y, Maruko I, Yasuno Y, Miura M, Sekiryu T, Nishida K, Iida T. Reproducibility of retinal and choroidal thickness measurements in enhanced depth imaging and high-penetration optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(8):5536-40
- <sup>xxx</sup> Zepeda Palacio Claudia, Medición del grosor coroideo en población mexicana adulta sana por tomografía de coherencia óptica con imagen de profundidad mejorada. 2017
- <sup>xxxi</sup> DingX, LiJ, Zeng J, MaW, LiuR, LiT, YuS, Tang S. Choroidal thickness in healthy Chinese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(13):9555-60.
- <sup>xxxii</sup> Usui S, Ikuno Y, Akiba M, et al. Circadian changes in subfoveal choroidal thickness and the relationship with circulatory factors in healthy subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(4):2300-2307.
- <sup>xxxiii</sup> Zeng, S., Liang, C., He, Y., Chen, Y., Zhao, Q., Dai, S., ... Jiang, X. (2018). *Changes of Subfoveal Choroidal Thickness after Cataract Surgery: A Meta-Analysis*. *Journal of Ophthalmology*, 2018, 1–16. doi:10.1155/2018/2501325
- <sup>xxxiv</sup> Jones J, Francis P. Ophthalmic utility of topical bromfenac, a twice-daily nonsteroidal anti-inflammatory agent. *Expert Opin Pharmacother*. 2009; 10(14):2379e2385.
- <sup>xxxv</sup> Anderson DH, Mullins RF, Hageman GS, Johnson LV. A role for local inflammation in the formation of drusen in the aging eye. *Am J Ophthalmol*. 2002;134(3):411e431.

---

xxxvi Libre PE. Intraoperative light toxicity. a possible explanation for the as- sociation between cataract surgery and age-related macular degeneration [letter]. *Am J Ophthalmol.* 2003;136:961.

xxxvii Sandeep Grover, Ravi K. Murthy, Vikram S. Brar, Kakarla V. Chalam. Normative Data for Macular Thickness by High-Definition Spectral-Domain Optical Coherence Tomography (Spectralis). *Am J Ophthalmol* 2009;148: 266-271.

xxxviii Pardianto, G., Moeloek, N., Reveny, J., Wage, S., Satari, I., Srisamran, N., & Sembiring, R. (2013). *Retinal thickness changes after phacoemulsification. Clinical Ophthalmology, 2207*.doi:10.2147/opth.s53223