



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
Luis Guillermo Ibarra Ibarra  
ESPECIALIDAD EN:  
***Oftalmología***

***CORRELACIÓN DE LA SEVERIDAD DE RETINOPATÍA DIABÉTICA  
Y LA DUREZA DE CATARATAS CLASIFICADAS POR  
EL SISTEMA LOCS III Y CÁMARA DE SCHEIMPFLUG***

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
***Oftalmología***

**P R E S E N T A:**  
*Carlos Moreno Anda*

PROFESOR TITULAR

Dra. Eva Elizabeth Mundo Fernández

DIRECTOR DE TESIS  
Dra. Martha Cinthia Fuentes Cataño



Ciudad de México. 29-Junio-2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

*CORRELACIÓN DE LA SEVERIDAD DE RETINOPATÍA DIABÉTICA Y  
LA DUREZA DE CATARATAS CLASIFICADAS POR EL SISTEMA  
LOCSIII Y CÁMARA DE SCHEIMPLUG.*

---

DRA. EVA ELIZABETH MUNDO FERNÁNDEZ

**PROFESOR TITULAR**

---

DRA. MARTHA CINTHIA FUENTES CATAÑO

**DIRECTOR DE TESIS**

---

DRA. MARTHA CINTHIA FUENTES CATAÑO

**ASESOR DE TESIS**

*CORRELACIÓN DE LA SEVERIDAD DE RETINOPATÍA DIABÉTICA Y  
LA DUREZA DE CATARATAS CLASIFICADAS POR EL SISTEMA  
LOCSIII LOCS Y CÁMARA DE SCHEIMPLUG.*

---

DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL

**DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

---

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES

**SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

---

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL

**JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

## **DEDICATORIA.**

A mi madre, mi principal guía, que con su gran amor, nunca ha soltado mi mano y me ha impulsado a ser mejor cada día, dándome la fuerza para lograr esta meta.

A mi padre, que con su gran ejemplo me ha mostrado la importancia de la preparación constante y la ética hacia los pacientes, ayudándome a ser mejor persona y profesional.

A mis queridas hermanas, que siempre me han brindado su apoyo intelectual y moral, impulsándome a luchar por mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco de manera infinita a Dios, por haberme mostrado el camino hacia esta noble carrera, y haber guiado mis pasos para alcanzar mis metas.

Agradezco de manera especial a mi director y asesor de tesis, que de manera generosa han compartido su conocimiento, instruyéndome con excelencia y disposición

A todos mis maestros, que siguen creyendo en la educación y en la mejora continua, y en el desarrollo de la sociedad a través de las mismas, y que fueron una fuente de motivación para mis estudios

Finalmente, agradezco a mi alma mater, el INR, por haberme permitido formarme en sus muros, y a todas las personas que de manera directa e indirecta contribuyeron a mi formación y culminación de mis objetivos.

## ÍNDICE

- Resumen.....6
- Introducción.....7
- Objetivos.....8
- Hipótesis.....9
- Marco Teórico.....9
- Justificación.....15
- Planteamiento del Problema.....15
- Material y Métodos.....16
- Metodología.....18
- Resultados.....19
- Discusión.....28
- Conclusión.....29
- Bibliografía.....30
- Anexos.....32

## RESUMEN:

**Antecedentes:** La catarata se considera la principal causa de disminución de agudeza visual a nivel mundial, según la OMS, casi 18 millones de personas en el mundo tienen ceguera bilateral por cataratas. Los factores de riesgo para desarrollar retinopatía diabética son, años de evolución con diabetes, comorbilidades como hipertensión arterial, dislipidemia y control inadecuado de glucemias. **Objetivo:** Describir la relación entre densidad en la opacidad del cristalino clasificada por LOCS III y densitometría con cámara de Scheimpflug, respecto a la severidad de retinopatía diabética. **Materiales y métodos:** Tipo de estudio retrospectivo, observacional, transversal, descriptivo, en pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus y catarata clasificadas por sistema LOCS III y cámara de Scheimplug y su correlación con la severidad de retinopatía diabética. Incluimos 10 hombres (34.5%) y 17 mujeres (65.5%) con media de edad 66.4, en rango de 36 a 87 años, del 1 de marzo de 2023 al 31 de mayo de 2023. Análisis estadístico utilizando software SPSS versión 21, mediante coeficiente rho de Spearman, comprobadas mediante estadístico Kolmogorov-Smirnov, coeficiente r de Pearson y t de Student. **Resultados:** Encontramos correlación entre mayor sea el grado de dureza medida por densitometría, tendrá mayor grado de severidad de retinopatía diabética y mayor puntuación al usar sistema LOCS III. **Discusión:** No existen estudios previos que relacionen la dureza de una catarata mediante densitometría con cámara de Scheimpflug, puntuación mediante clasificación LOCS III y relación con el grado de severidad de retinopatía diabética.

**Conclusión:** Es útil el uso de estas 3 herramientas aplicadas al mismo paciente que presenta catarata con diabetes, siendo los 3 sistemas complementarios para una adecuada valoración clínica del paciente, planificación quirúrgica, estimar la energía de ultrasonido esperada para la dureza de la catarata, elección de la técnica más conveniente y el pronóstico del paciente.

**Catarata, Retinopatía Diabética, cámara de Scheimplug, Densitometría.**

## **INTRODUCCION:**

Existen factores de riesgo bien estudiados que se asocian a la formación de cataratas, dentro de estos tenemos el tabaquismo, exposición a luz UV, uso prolongado de esteroides, traumatismo ocular y padecer diabetes mellitus.

Hay evidencia que señala que el riesgo de formación de cataratas aumenta, mientras más tiempo tenga de evolución la diabetes y el descontrol de las cifras de glicemia.

La Diabetes Mellitus es una enfermedad que a nivel mundial se ha convertido en una epidemia, se estima que alrededor de 642 millones de personas la padecerán para el año 2040, esto asociándose a un número cada vez mayor en la prevalencia de pacientes con retinopatía diabética a nivel mundial. (1)

La diabetes mellitus se considera actualmente como la causa numero 1 de ceguera a nivel mundial en población económicamente activa debido a las complicaciones oftalmológicas que genera, siendo la retinopatía diabética la principal complicación. Dentro de los factores de riesgo para el desarrollo de retinopatía diabética se encuentran los años de evolución con diabetes mellitus, comorbilidades como hipertensión arterial, dislipidemia y control inadecuado de las cifras de glicemia. (2)

Se busca describir la relación que guarda la densidad en la opacidad del cristalino y la severidad de la retinopatía diabética en pacientes del Servicio de Segmento Anterior del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra (INR LGII), en el periodo de marzo 2023 a mayo 2023.

Virgilio Lima-Gómez y colaboradores en 2004, realizaron un estudio en donde se evaluaron 313 pacientes, con tiempo promedio de evolución de diabetes de 7.8 años, se buscó analizar la prevalencia de opacidad del cristalino en pacientes diabéticos, la proporción de pacientes en que presentaba una capacidad visual menor de 20/40 y su asociación con retinopatía diabética, buscando estimar la proporción de pacientes en los cuales, la disminución de la agudeza visual podía mejorar con cirugía y si la retinopatía diabética era más frecuente en pacientes con opacidad de cristalino. (3)



Arturo Macías y colaboradores, realizaron un estudio donde buscaron la correlación del sistema de clasificación LOCS III para grado de opacidad de cataratas y densitometría del cristalino utilizando fotografías de cámara de Scheimplug. (8)

Tras finalizar el estudio, se encontró que la densidad del cristalino puede valorarse por Pentacam siempre que no exista interferencia en el paso de la luz que proviene de la cámara de Scheimplug; la densitometría por cámara de Scheimplug puede relacionarse con la clasificación de LOCS III para la opacidad del cristalino.

Por lo tanto, ¿ A mayor severidad de la retinopatía diabética, la dureza de la catarata será mayor clasificada por sistema LOCS III y densitometría de cámara de Scheimplug?

## **OBJETIVO:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Establecer la relación entre la densidad del cristalino, clasificado mediante un sistema subjetivo que es el método LOCS III, un sistema objetivo usando fotografías de cámara de Scheimplug y la severidad de la retinopatía diabética presentada en un mismo paciente.

### **OBJETIVOS SECUNDARIOS:**

Determinar la severidad de la retinopatía diabética y los años de evolución de diabetes mellitus.

Determinar el grado de opacidad de la catarata con el uso del sistema LOCS III y los años de evolución de diabetes.

Determinar la densidad del cristalino mediante el uso de fotografías de cámara de Scheimplug y los años de evolución de diabetes.

## **HIPOTESIS:**

A mayor severidad de la retinopatía diabética, mayor será la opacidad cristaliniiana clasificada por el sistema LOCS III y mayor será la densidad de la catarata en fotografías de cámara de Scheimplug.

## **MARCO TEORICO:**

### **Retinopatía diabética:**

La prevalencia de la diabetes, ha tenido un aumento importante debido a la mayor sobrevivida de la población en general y los cambios en el estilo de vida que la población ha presentado.

Después de los 20 años cerca de un 90% de los casos de diabetes tipo 1 y un 60% de los casos de diabetes tipo 2 tendrán algún grado de retinopatía, con un 5% necesitando tratamiento para evitar la ceguera. Se considera a la retinopatía diabética como la 3ra. causa de ceguera irreversible a nivel mundial, y la 1er. causa afectando a personas en edad productiva en un rango de edad de 16 a 64 años. (4)

La retinopatía diabética, se trata de una enfermedad progresiva y asintomática hasta los estadios avanzados, todo resultado de un daño vascular acompañado de un aumento en la permeabilidad y daño capilar. El metabolismo que presenta la retina es mayoritariamente mediante glicolisis, los metabolitos van desde el endotelio vascular a través de los astrocitos a las neuronas, otra vía metabólica que se usa es la fosforilación oxidativa, cuando los metabolitos de glucosa llegan a los foto receptores y células de muller desde la coroides a través del epitelio pigmentado de la retina. (4)

Estas vías metabólicas características de la retina generan que las capas internas sean mas susceptibles a cambios hipóxicos que las capas externas de la retina, las cuales reciben mayor suministro de oxígeno y metabolitos. Algunos de los factores que se ven implicados cuando existe un exceso de glucosa, es la presencia de estrés oxidativo, activación de la proteína C quinasa y aumento en los niveles de los productos finales de la glucosilación.

A nivel de daño vascular por niveles excesivos de glucosa, encontramos el aumento en la permeabilidad vascular y la leucoestasis endotelial. La microglía se ve implicada generando una alteración de receptores y aumento en la producción de citocinas proinflamatorias circulantes, aumento de moléculas de adhesión, el aumento en los niveles de moléculas como el VEGF y el IGF-I genera un ciclo de hipoxia a nivel de la retina, acompañado de un daño vascular progresivo que resulta en edema macular y neovascularización. (5)

La clasificación de retinopatía diabética, divide a la enfermedad en los siguientes estadios según el ETDRS (6) :

- Sin retinopatía: No se observan lesiones características en la oftalmoscopia.
- Retinopatía diabética no proliferativa: Se subdivide en leve, moderada y severa.  
Leve: Presencia de micro aneurismas.  
Moderada: Microaneurismas + Microhemorragias siendo menores a 20 en los 4 cuadrantes. (Puede presentar exudados duros, lesiones algodonosas o arrosamientos venosos en 1 cuadrante).  
Severa: Microaneurismas + Microhemorragias siendo mayores a 20 en los 4 cuadrantes. (Puede presentar exudados duros, lesiones algodonosas o arrosamientos venosos en más de 2 cuadrantes).
- Retinopatía diabética proliferativa: Presencia de neovasos, hemorragia vítrea, hemorragia subhialoidea.

### **Catarata y clasificación LOCS III:**

La catarata es la opacificación del cristalino, repercutiendo en la agudeza visual del paciente; se considera como la causa número 1 de ceguera tratable a nivel mundial, la catarata es una enfermedad crónica que se asocia frecuentemente a mayor edad en los pacientes. Datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), señalan que la catarata relacionada a la edad es la número uno como causa de disminución de la agudeza visual en América Latina, generando un desafío para la Salud Pública.

Dentro de las opciones terapéuticas para la catarata, se cuenta con el reemplazo del cristalino opaco de manera quirúrgica por un lente intraocular, las técnicas quirúrgicas han ido evolucionando, promoviendo cada vez técnicas menos invasivas y que fomentan una recuperación más rápida. (7)

La manifestación central de la catarata es el empeoramiento de la visión, el cual por lo general va progresando lentamente. El impedimento no se limita a la agudeza visual, también compromete otros aspectos como la visión de contraste, la saturación de color y el deslumbramiento.

En la actualidad, existen diversos sistemas para la clasificación de los diferentes grados de opacidad que pueden presentar las cataratas, dentro de ellos se encuentran el sistema Oxford, Wimer, Wisconsin y LOCS III. El sistema de clasificación para la opacidad del cristalino en su versión número 3 (Lens Opacity Classification System, LOCS III), es un método que permite clasificar las características de la opacidad que presenta una catarata relacionada a la edad. (7)

El diagnóstico temprano y un adecuado tratamiento quirúrgico, son necesarios para poder obtener un resultado satisfactorio en el manejo de los pacientes que presentan catarata, uno de los métodos más comunes y frecuentemente usados es el sistema de clasificación LOCS III. Este método está basado en las técnicas de iluminación usando una lámpara de hendidura, siendo una herramienta con un buen rendimiento costo-beneficio y un método válido con alto nivel de reproducibilidad pero que es subjetivo, pudiendo ser influenciado por factores que rodean al observador de la catarata, como son nivel de experiencia del oftalmólogo, ajustes en la iluminación de la lámpara de hendidura y la evaluación subjetiva del observador, referente a la densidad y opacidad que percibe de la catarata.

Estos factores que influyen en el resultado al momento de clasificar las características de la opacidad de una catarata, generan inconsistencias en la aplicación entre examinadores, indicando la necesidad de un método más consistente y reproducible. (8)

Este sistema de clasificación para las características que presenta una catarata, se basa en patrones fotográficos de diferentes grados de opacidad, considerando 4 principales características de la opacidad: Opacidad nuclear, brunescencia, opacidad cortical y opacidad subcapsular posterior. La opacidad nuclear y brunescencia se clasifican de acuerdo con una serie de 6 fotografías, al brillo en la región nuclear se le denomina "Opalescencia nuclear, NO" y a la intensidad de la brunescencia se le denomina "Color nuclear, NC".

El grado de opacidad cortical se define comparando con una serie de 5 fotografías, de igual forma, la opacidad subcapsular posterior se determina comparando la opacidad que presenta la catarata del paciente, con una serie de 5 fotografías con opacidad delante de la cápsula posterior.

Para el uso de esta clasificación, es necesario analizar la catarata que presenta el paciente y comparar con las fotografías a color, la opacidad y el color se gradúan en escala decimal de 0.1 a 6.9, la opacidad cortical y subcapsular posterior se gradúan en una escala decimal de 0.1 a 5.9, dando un valor numérico para NO, NC, C y P.

El sistema LOCS III permite de forma preoperatoria, realizar un registro de la opacidad que presenta el paciente y compararla a futuro con una posible progresión, de igual forma permite el análisis de la catarata, para poder elegir el abordaje quirúrgico más apropiado para cada paciente. (8)

### **Estudio de cámara de Scheimplug:**

El sistema LOCS III, aunque tiene una excelente reproducibilidad hasta del 95% para alcanzar una adecuada clasificación de las características que presenta una catarata, tiene puntos débiles, como son, que no siempre se correlaciona la severidad de la catarata con la

clasificación obtenida para una catarata, lo cual vemos muchas veces al momento de realizar el procedimiento quirúrgico por técnica de facoemulsificación. Estas imágenes obtenidas por observación de la catarata mediante una lámpara de hendidura, únicamente permiten analizar una imagen a la vez, enfocar la capsula anterior o posterior, al elegir una estructura a analizar, el resto del cristalino queda excluido de este análisis. (9)

El sistema LOCS III, aunque tiene un alto rendimiento costo-beneficio, es un método cualitativo para poder clasificar la opacidad de una catarata, siendo influenciado por factores como la percepción y experiencia del oftalmólogo, es por ello que se buscan métodos reproducibles y cuantitativos mucho más exactos. Brown en 1972 impulsó el uso de la cámara de Scheimplug para la fotografía de cataratas y posteriormente Hockwin en 1979, siendo creados diversos sistemas como el Oxford Scheimplug System, Topcon SL-45, Nidek EAS 1000 y más recientemente el Pentacam. (10)

El Pentacam, centra su función en el empleo de una cámara de rotación de alta profundidad de foco basada en el principio de Scheimplug, marcando que se consigue la máxima profundidad de campo en el plano del motivo, cuando las prolongaciones imaginarias de éste, el del objetivo y el de la imagen coinciden en un punto en común.

El uso de esta cámara rotatoria, permite generar imágenes de Scheimplug en 3 dimensiones, con una matriz de puntos en el centro de la rotación, siendo capturadas con un máximo de 2 segundos y produciendo una imagen del segmento anterior del ojo humano. Existe una segunda cámara, que se encarga de monitorear movimientos del ojo y genera una corrección de las imágenes en referencia a los movimientos detectados, el sistema genera un modelo en 3 dimensiones del segmento anterior basándose en 500 puntos reales de elevación. (11)

En el año 2003, se habilitó la opción de poder generar una densitometría del cristalino usando esta tecnología, usando el mouse para poder hacer una evaluación de cada capa del

cristalino, su densidad es medida calculando la transmitancia de este y se designa una graduación que va de 0% a 100%.

La transmitancia se refiere a la luz, que una estructura permite pasar cuando un rayo de luz incide a través de ella; un objeto diáfano permite pasar toda la luz teniendo una transmitancia del 100% y una absorbancia de 0%; la densidad relativa es la relación entre los niveles de grises y los niveles observados de gris, pudiendo haber un máximo de 256 niveles de gris.

El sistema permite obtener imágenes de secciones del cristalino muy bien enfocadas, desde la cápsula anterior a la posterior, haciendo un análisis de la densidad de los puntos en diferentes radios, permite el análisis de la densidad cristaliniana en 360 grados, en 2 segundos generando hasta 100 imágenes, sin necesidad de obtener diferentes imágenes en varios meridianos. (11)

Este sistema también tiene limitaciones, debido a que la imagen de la estructura del cristalino se obtiene a través de la superficie refractiva previa, como son la córnea y la superficie anterior del cristalino, pudiendo distorsionar la estructura interna del cristalino, otros factores son la presencia de pseudoexfoliación, cataratas blancas, síndrome de iris flácido o pacientes con poca dilatación pupilar. (12)

Existen 3 formas para realizar la densitometría del cristalino, dos de ellas son manuales: el método lineal y el método de región de interés y el tercero corresponde al modo 3D mediante el software del Pentacam Nucleus Staging (PNS). El método lineal se centra en realizar la densitometría mediante una línea vertical que se dibuja manualmente sobre la longitud axial del cristalino, por otro lado, el método de región de interés genera una evaluación sobre un área elíptica central en el núcleo dibujada manualmente, sin contemplar la corteza anterior y posterior. El método 3D se basa en el software del sistema Pentacam (PNS [Pentacam Nuclear Staging]software) que se encarga de crear una representación cilíndrica para generar la densitometría.

**Justificación:**

En la población mexicana y en el mundo, el envejecimiento demográfico es uno de los fenómenos que se ven con mayor frecuencia, las poblaciones de los diferentes países cada vez tienen vidas más largas. Este fenómeno, se acompaña de un mayor número de pacientes que generan opacidad del cristalino, que a su vez se acompaña de padecer diabetes mellitus y diversos grados de retinopatía diabética en un mismo paciente. La catarata y los diferentes grados de opacidad que puede presentar, tienen un impacto funcional en la vida de un paciente, se estima la prevalencia del desarrollo de catarata en diabéticos tipo 1 de aproximadamente el 27% y diabéticos tipo 2 en un 86%.

Hasta el momento, el único tratamiento definitivo para la catarata es el manejo quirúrgico, con el uso de sistemas de clasificación para la dureza de la catarata como el método LOCS III, se busca tener predictibilidad transoperatoria de la dureza de la catarata, al ser un método subjetivo y con reproducibilidad variable entre observadores, se busca reforzar con un método objetivo, como son las fotografías de cámara de Scheimplug y su correlación con la severidad de retinopatía que se presentan en un mismo paciente.

**Planteamiento del problema:**

La evaluación de la opacidad y dureza de las cataratas es una parte fundamental en la exploración y practica oftalmológica, en la actualidad existen diferentes sistemas subjetivos para su clasificación, dentro de los más populares está el sistema LOCS III. Este sistema es una herramienta de clasificación subjetiva con variabilidad entre observadores, a su vez puede ser complementada por una herramienta objetiva para clasificar la dureza de la catarata como es la densitometría con cámara de Scheimpflug.

La retinopatía diabética y la catarata, son enfermedades altamente prevalentes en la población, siendo ambas causas importantes de disminución de la agudeza visual en pacientes, que se encuentra en edad adulta productiva y tiene una mayor frecuencia de aparición al aumentar la edad de los pacientes.



La innovación tecnológica, ha permitido un aumento del conocimiento de los mecanismos dañinos que se presentan en la retinopatía diabética y la creación de diversos sistemas de clasificación para la opacidad de las cataratas; al momento existe poca información que correlacione la severidad de la retinopatía con la severidad de las cataratas.

Por ello es importante, identificar el grado de severidad que ambas entidades presentan en un mismo paciente y que además sea accesible para la población.

Se busca describir la relación que guarda la densidad en la opacidad del cristalino y la severidad de la retinopatía diabética, en pacientes del Servicio de Segmento Anterior del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, ambas entidades presentes en un mismo paciente.

¿La densidad en la opacidad del cristalino tendrá variaciones, la densidad en la opacidad del cristalino será mayor a mayor severidad de retinopatía diabética y de forma inversa?

### **Material y métodos:**

Tipo de estudio:

Se realizará un estudio retrospectivo, observacional, transversal, descriptivo, en pacientes ingresados en el servicio de oftalmología del Instituto Nacional De Rehabilitación.

Descripción del universo de trabajo:

Pacientes mayores de 18 años ingresados en el servicio de Oftalmología - Segmento Anterior del Instituto Nacional de Rehabilitación, con diagnóstico de catarata y que a su vez cuenten con el diagnóstico de Diabetes Mellitus.

Definición del grupo control.

No aplica.

Criterios de Inclusión:

- Pacientes con catarata grado nuclear 1 a 4, clasificada de acuerdo con el sistema LOCS III.
- Pacientes con diagnóstico de Diabetes Mellitus.
- Pacientes con diagnóstico de Diabetes Mellitus con retinopatía diabética según la clasificación del ETDRS.
- Pacientes que tras aplicación de TP alcancen una dilatación pupilar > 6 mm.
- Pacientes hombres y mujeres mayores de 18 años cumplidos.

Criterios de eliminación:

- No contar con un expediente clínico completo
- Pacientes ya operados de cirugía de catarata

Criterios de exclusión:

- Pacientes sin catarata.
- Pacientes sin diagnóstico de Diabetes Mellitus.
- Pacientes en los que no es posible valorar clínicamente fondo de ojo.
- Pacientes con una dilatación pupilar menor a 6mm tras la aplicación de TP

- Pacientes en los que no se puede realizar el estudio de cámara de Scheimpflug (Cataratas clasificadas mayor de NO4NC4, cataratas blancas y componente cortical mayor de 3).

Tamaño de la muestra.

- Muestreo por conveniencia, 27 pacientes que cumplieron criterios de inclusión.

Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición:

Nombre de la variable	Independiente o Dependiente	Tipo de variable:	Unidad de medición	Instrumento de Medición
Edad	Independiente	Continua/Numérica	Años cumplidos	Interrogatorio
Género	Independiente	Categórica nominal, dicotómica	Femenino /Masculino	Interrogatorio
Diagnóstico Oftalmológico	Independiente	Categórica nominal	No aplica	Exploración oftalmológica
Sistema LOCS III	Independiente	Categórica, dicotómica	Grado 1-6	Exploración oftalmológica
Diagnóstico Sistémico	Independiente	Categórica nominal	No aplica	Interrogatorio
Densitometría por cámara de Scheimplug	Independiente	Contínua	Densitometría	Cámara de Scheimplug

### Metodología:

Se revisarán expedientes de pacientes que acudan a valoración a la preconsulta del Servicio de Oftalmología del Instituto Nacional de Rehabilitación, y que tras su valoración, se concluya el diagnóstico de catarata y cuente con el antecedente de padecer diabetes mellitus.

Se revisarán expedientes que cuenten con historia clínica y valoración oftalmológica completa; se seleccionará a aquellos pacientes que cuenten con el antecedente diagnóstico de Diabetes Mellitus y tras la exploración clínica oftalmológica con diagnóstico de catarata. Pacientes valorados por biomicroscopía en lámpara de hendidura con dilatación farmacológica, para analizar el posible grado de retinopatía diabética y la opacidad subjetiva del cristalino mediante el sistema LOCS III, y a su vez de forma objetiva la densidad nuclear del cristalino mediante la toma de fotografías de cámara de Scheimplug; los instrumentos de medición se encuentran en el área de oftalmología, los cuales son usados para la evaluación de pacientes durante la consulta, por lo que son de fácil acceso.

Se procederá al análisis estadístico de los datos recolectados por medio de las técnicas estadísticas antes descritas.

#### **Análisis estadístico:**

Análisis estadístico utilizando el software SPSS versión 21, mediante coeficiente rho de Spearman, comprobadas a través del estadístico Kolmogoro-Smirnov, coeficiente r de Pearson y t de Student.

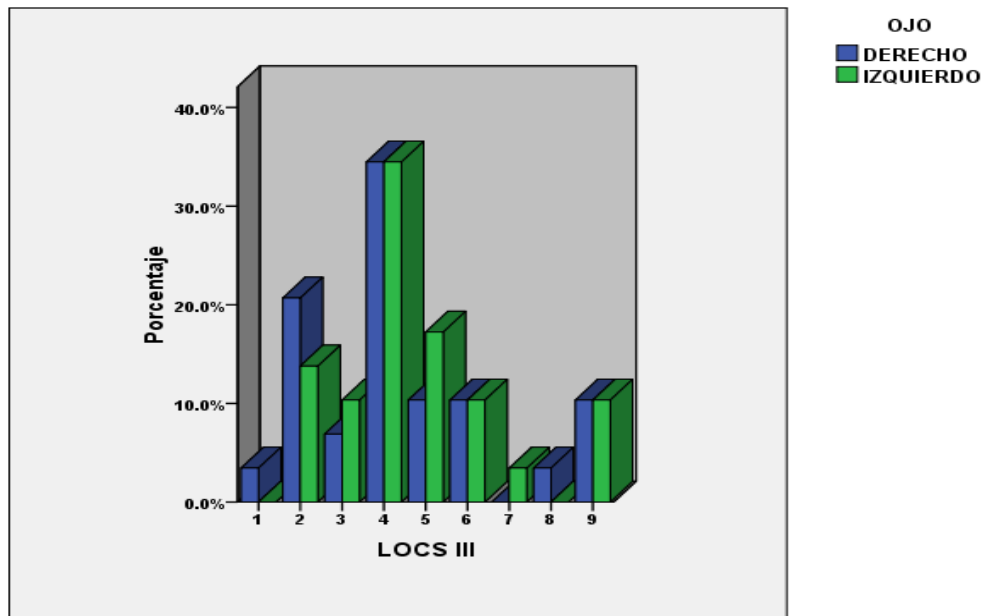
#### **Resultados:**

Se incluyeron 10 hombres (34.5%) y 17 mujeres (65.5%) con una media de edad de 66.4 y desviación estándar de 10.2 en el rango de los 36 a los 87 años.

Véase (gráfico 1) la distribución porcentual de los grados de dureza LOCS III de ambos ojos; nótese que los grados 4 prevalecen en mayor proporción en ambos ojos.

La correlación de dichos grados derechos e izquierdos arroja un coeficiente rho de 0.315 ( $p = 0.09$ ); es decir, tiende a observarse una similitud de en los grados de distribución de la dureza entre un ojo y otro.

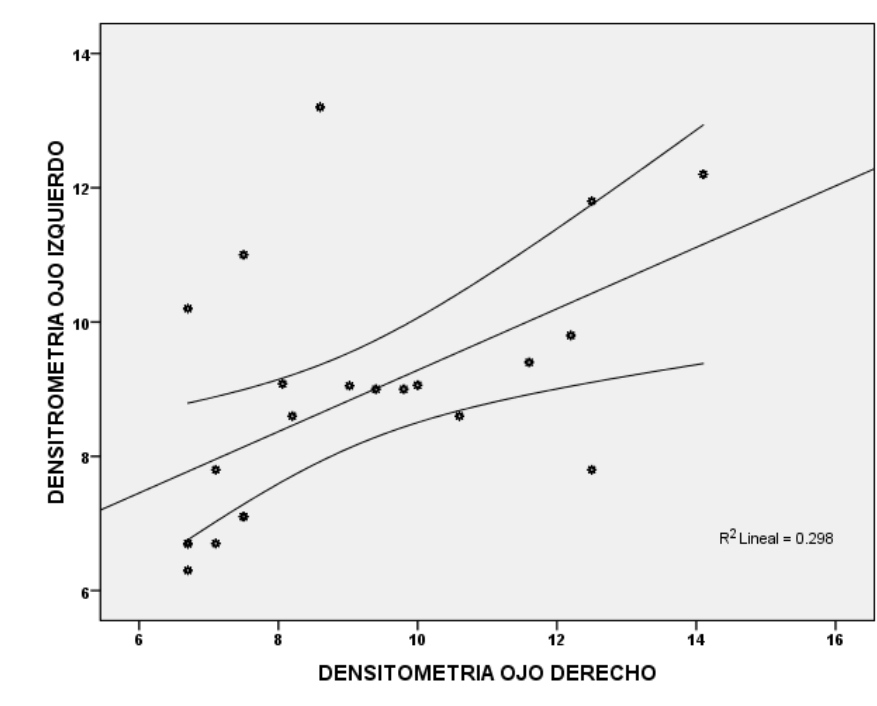
**Tabla 1. Grados de dureza de las cataratas (LOCS III). Ojos derechos e izquierdos.**



a. LOCS III . 1: Núcleos NO1NC1, 2:Núcleos NO2NC2, 3:Núcleos NO2.5NC2.5 4:Núcleos NO3NC3, 5:Núcleos NO3.5NC3.5, 6: Núcleos NO4NC4, 7: Núcleos NO4.5NC4.5, 8:Núcleos NO5NC5, 9: No entran en la clasificación

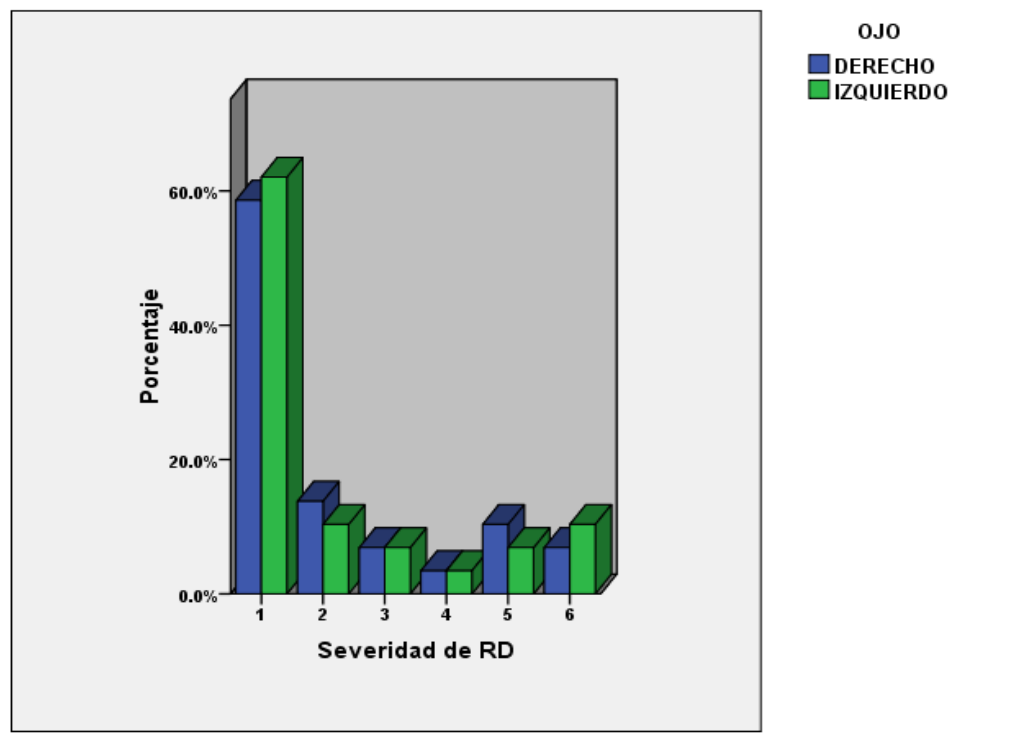
De manera similar, la densitometría de ambos ojos correlaciona con un coeficiente rho de Spearman de 0.605 ( $p = 0.002$ ), como se observa en el gráfico 2.

**Gráfico 2. Correlación de la densitometría de los ojos derechos e izquierdos.**



Los grados de severidad de la retinopatía diabética en ambos ojos se ofrecen en el gráfico 3; en este caso el coeficiente de correlación rho entre los grados de severidad de la RD es de 0.646 ( $p = 0.0001$ ).

**Gráfico 3. Correlación entre los grados de severidad de la retinopatía diabética de un ojo respecto al otro.**



a. Severidad de retinopatía diabética: 1: Sin datos de retinopatía, 2: Retinopatía diabética no proliferativa leve, 3: Retinopatía diabética no proliferativa moderada, 4: Retinopatía diabética no proliferativa severa, 5: Retinopatía diabética proliferativa, 6: No valorable.

La edad correlaciona de manera muy importante con los niveles de la densitometría con coeficiente r de Pearson de -0.315 ( $p = 0.11$ ) para el ojo derecho y de  $-0.418$  ( $p = 0.3$ ) para el izquierdo. Ello indica que a menor edad corresponden menor densitometría. Las medias de edad entre hombres y mujeres no difieren significativamente (según t de Student) como se observa en la tabla 1.

Tabla 1.

Estadísticos de grupo					
	SEXO	N	Media	Desviación típ.	p
EDAD	Masculino	10	67.90	11.396	0.58
	Femenino	17	65.68	9.758	

No obstante, lo antes dicho, la densitometría media tiende a ser mayor en las mujeres respecto a la de los hombres (tabla 2)

Tabla 2

Estadísticos de grupo					
	SEXO	N	Media	Desviación típ.	p
DENSITOMETRIA OJO DERECHO	Masc	10	7.96	1.898	0.13
	Fem	17	9.34	2.276	
DENSITOMETRIA OJO IZQUIERDO	Masc	10	8.23	1.567	0.14
	Fem	17	9.53	2.330	



Véase (tabla 4, gráfico 4), que las medias de la densitometría cuando la retinopatía es grado 1 ascienden progresivamente conforme asciende el grado de dureza de la catarata ( $p = 0.08$ ), lo mismo se observa en los casos de retinopatía grado 2 donde la densitometría media asciende según los grados 2,3 y 4 de la dureza ( $p = 0.07$ ). Haciendo el ajuste según la edad de los casos, ya que como se ha señalado anteriormente la densitometría está correlaciona con la edad ( $r = 0.418$ ,  $p = 0.03$ ); para evitar la influencia de la edad se realizó un análisis de covarianza tomando como covariable para todas las comparaciones de la densitometría una edad constante de 65.8 años para los ojos derechos y de 67.0 años para los izquierdos.

El modelo de análisis estadístico es el de varianza de dos factores con ajuste de covarianza.

TABLA 4

**4. DUREZA OD \* SEVR OD**

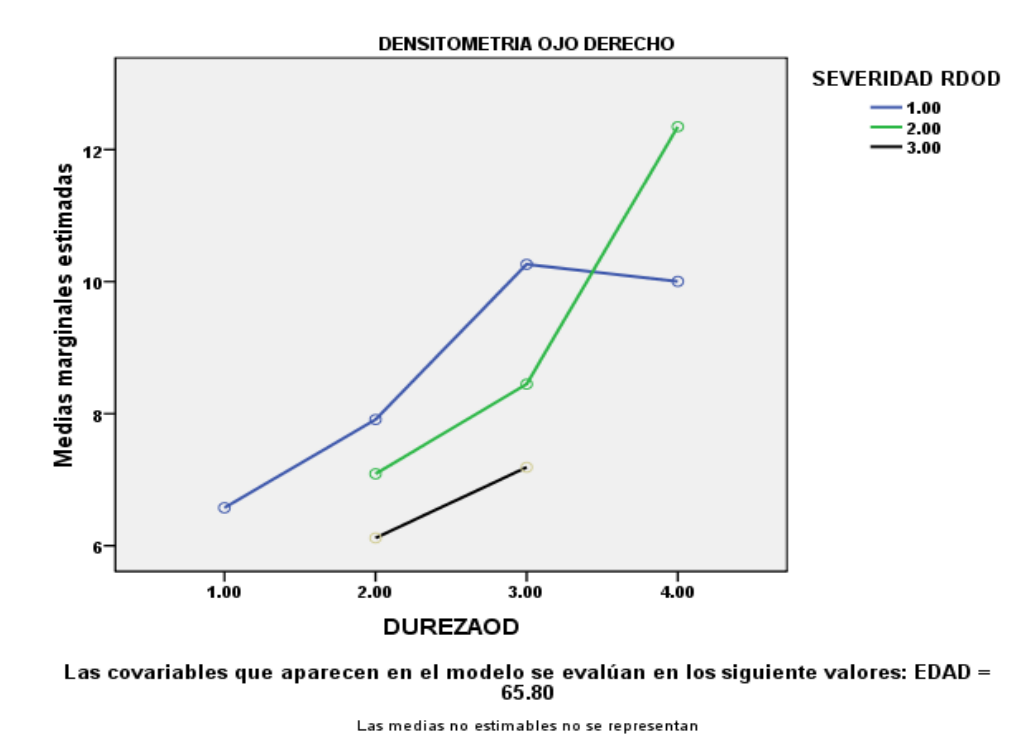
Variable dependiente: DENSITOMETRÍA OJO DERECHO

DUREZA OD	SEVR OD	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1.00	1.00	6.574 <sup>a</sup>	1.767	2.808	10.341
	2.00	. <sup>a,b</sup>	.	.	.
	3.00	. <sup>a,b</sup>	.	.	.
2.00	1.00	7.912 <sup>a</sup>	.769	6.274	9.550
	2.00	7.089 <sup>a</sup>	1.218	4.492	9.685
	3.00	6.117 <sup>a</sup>	1.738	2.413	9.822
3.00	1.00	10.262 <sup>a</sup>	.650	8.878	11.646
	2.00	8.447 <sup>a</sup>	.861	6.611	10.283
	3.00	7.189 <sup>a</sup>	1.234	4.557	9.820
4.00	1.00	10.003 <sup>a</sup>	1.228	7.385	12.621
	2.00	12.346 <sup>a</sup>	1.720	8.680	16.011
	3.00	. <sup>a,b</sup>	.	.	.

a. DUREZA OD ( Dureza de catarata ojo derecho). 1: Núcleos NO1NC1, 2:Núcleos NO2NC2, 3:Núcleos NO3NC3 4:Núcleos NO4NC4

b. SEVR OD ( Severidad de retinopatía ojo derecho). 1: Sin datos de retinopatía, 2:Retinopatía diabética no proliferativa, 3: Retinopatía diabética proliferativa.

GRÁFICO 4



- a. DUREZA OD ( Dureza de catarata ojo derecho). 1: Núcleos NO1NC1, 2:Núcleos NO2NC2, 3:Núcleos NO3NC3 4:Núcleos NO4NC4
- b. SEVR OD ( Severidad de retinopatía ojo derecho). 1: Sin datos de retinopatía, 2:Retinopatía diabética no proliferativa, 3: Retinopatía diabética proliferativa.

Véase (tabla 5, gráfico 5) que las medias de la densitometría cuando la retinopatía es grado 1 ascienden progresivamente conforme asciende el grado de dureza de la catarata ( $p = 0.08$ ), lo mismo se observa en los casos de retinopatía grado 2 donde la densitometría media asciende según los grados 2, 3 y 4 de la dureza ( $p = 0.07$ ). Haciendo el ajuste según la edad de los casos, ya que como se ha señalado anteriormente la densitometría está correlacionada con la edad ( $r = 0.418$ ,  $p = 0.03$ ); para evitar la influencia de la edad se realizó un análisis de covarianza, tomando como covariable para todas las comparaciones de la densitometría una edad constante de 65.8 años para los ojos derechos y de 67.0 años para los izquierdos.

El modelo de análisis estadístico es el de varianza de dos factores con ajuste de covarianza.

Tabla 5

**5. DUREZA OI \* SEVR OI**

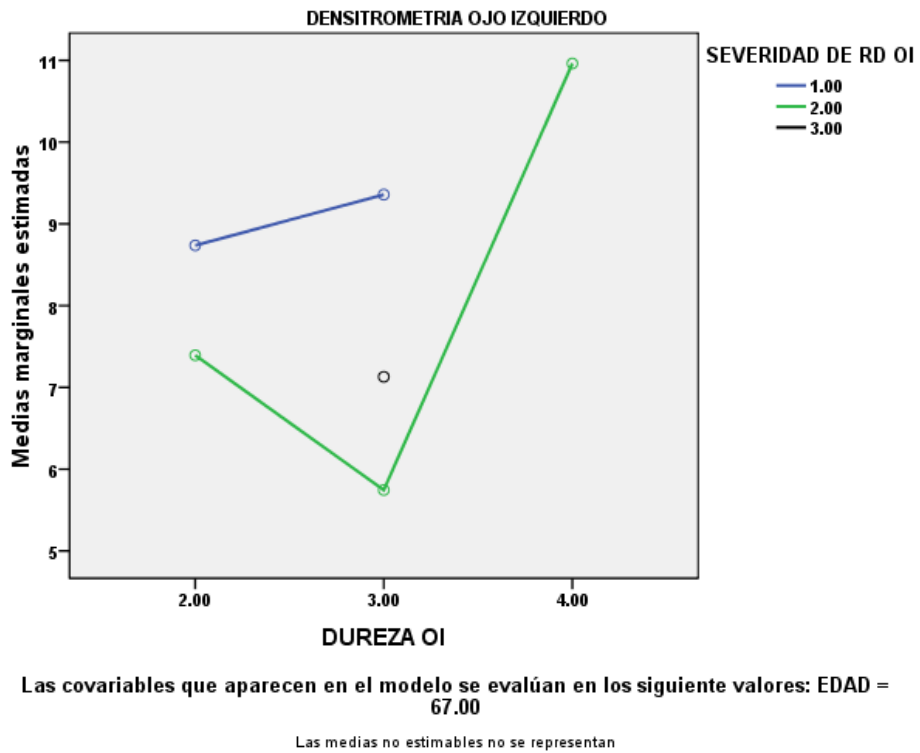
Variable dependiente: DENSITROMETRÍA OJO IZQUIERDO

DUREZA OI	SEVR OI	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
2.00	1.00	8.736 <sup>a</sup>	.764	7.125	10.348
	2.00	7.393 <sup>a</sup>	1.196	4.869	9.917
	3.00	. <sup>a,b</sup>	.	.	.
3.00	1.00	9.358 <sup>a</sup>	.488	8.328	10.387
	2.00	5.745 <sup>a</sup>	1.724	2.107	9.383
	3.00	7.130 <sup>a</sup>	1.205	4.587	9.672
4.00	1.00	. <sup>a,b</sup>	.	.	.
	2.00	10.962 <sup>a</sup>	1.230	8.367	13.556
	3.00	. <sup>a,b</sup>	.	.	.

a. DUREZA OI ( Dureza de catarata ojo izquierdo). 2:Núcleos NO2NC2, 3:Núcleos NO3NC3,  
4: Núcleos NO4NC4

b. SEVR OI ( Severidad de retinopatía ojo izquierdo). 1: Sin datos de retinopatía,  
2:Retinopatía diabética no proliferativa, 3: Retinopatía diabética proliferativa.

Gráfico 5.



- a. DUREZA OI ( Dureza de catarata ojo izquierdo). 2:Núcleos NO2NC2, 3:Núcleos NO3NC3, 4: Núcleos NO4NC4
- b. SEVR OI ( Severidad de retinopatía ojo izquierdo). 1: Sin datos de retinopatía, 2:Retinopatía diabética no proliferativa, 3: Retinopatía diabética proliferativa.

**Discusión:**

El objetivo de este estudio fue encontrar la relación entre valores densitométricos, clasificación LOCS de una catarata y el grado de retinopatía diabética que puede presentar un mismo paciente.

La clasificación LOCS III es un sistema de graduación subjetivo para la dureza de una catarata, que puede variar entre observador a observador, por otro lado, la densitometría mediante el uso de cámara de Scheimplug nos permite evaluar la dureza de una catarata obteniendo imágenes del segmento anterior del ojo y valorando la transmitancia de la luz que presenta segundo las características de cada tejido.

Este sistema nos permite obtener una graduación objetiva de la dureza que presenta una catarata, tiene muy poca variabilidad entre observadores, siendo de utilidad para complementar la graduación subjetiva mediante la clasificación LOCS III.

La valoración del fondo de ojo para determinar el grado de severidad de la retinopatía, se basó en la clasificación del ETDRS. Dentro del estudio se incluyeron cataratas clasificadas con una puntuación desde NO1NC1 hasta NO4NC4.

Se encontró una correlación entre mayor sea el grado de dureza medida por densitometría, se tendrá mayor grado de severidad de retinopatía diabética y una mayor puntuación en el mismo paciente al usar el sistema LOCS III, que aunque no es estadísticamente significativo probablemente asociado al tamaño de la muestra se mantiene una relación directa.

No existen estudios previos, en donde se relaciona la dureza de una catarata mediante densitometría con cámara de Scheimpflug, puntuación mediante clasificación LOCS III y su relación con el grado de severidad de la retinopatía diabética.

## **Conclusión**

La densitometría es un método útil para poder medir la dureza de una catarata de forma objetiva, siempre y cuando los medios nos permitan una transparencia adecuada para que no se obstruya el paso de la luz que emite la cámara de Scheimpflug.

Este método puede complementar y relacionarse con las puntuaciones dadas a una misma catarata usando la clasificación LOCS III como herramienta subjetiva.

El grado de severidad de retinopatía diabética en un mismo paciente, que presenta catarata usando la clasificación del ETDRS para retinopatía diabética, es un paso clave en la evaluación de cualquier paciente que presente catarata, por el factor pronóstico quirúrgico y visual.

Usando estos tres sistemas, se encontró una correlación entre mayor sea el grado de dureza medida por densitometría, se tendrá mayor grado de severidad de retinopatía diabética y una mayor puntuación en el mismo paciente al usar el sistema LOCS III.

Es de utilidad el uso de estas 3 herramientas aplicadas a un mismo paciente que presenta catarata con el antecedente de diabetes, siendo entre los 3 sistemas complementarios para una adecuada valoración clínica del paciente, planificación quirúrgica para la catarata, estimar la energía de ultrasonido esperada para la dureza de la catarata, elección de la técnica más conveniente y el pronóstico visual del paciente.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ingrid Patricia Urrutia Breton, Virgilio Lima Gómez, Opacidad del cristalino de acuerdo al sistema LOCS III en una muestra hospitalaria mexicana, Revista Hospital Juárez México 2010.
2. American Academy of Ophthalmology (AAO). Fundamentals and Principles of Ophthalmology. 2020-2021. Section 2.
3. Dr. Virgilio Lima-Gómez, Dra. Laura Cristina Ríos-González, Opacidad de cristalino en diabéticos. Prevalencia y asociación con deficiencia visual y retinopatía, Cirugía y cirujanos Volumen 72, No. 3, mayo-junio 2004
4. Judith Lechner, Olivia E. O'Leary, Alan W. Stitt, The pathology associated with diabetic retinopathy, Vision Research (2017)
5. Joanna Kur, Eric A. Newman, Tailoi Chan-Ling, Cellular and physiological mechanisms underlying blood flow regulation in the retina and choroid in health and disease, Progress in Retinal and Eye Research 31 (2012)
6. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group, Grading Diabetic Retinopathy from Steroscopic Color Fundus, Ophthalmology-Volume 127, Abril 2020.

7. Mohammad Mirzaie, Erfan Bahremani, Nazli Taheri, Zhila Khamnian, Banafshe Kharrazi Ghadim, Cataract Grading in Pure Senile Cataracts: Pentacam versus LOCS III, JOURNAL OF OPHTHALMIC AND VISION RESEARCH. 2022.
8. México U. Correlación entre el sistema de clasificación de opacidades del cristalino locs III y la densitometría del cristalino medida con cámara rotatoria Schiempflug [Internet]. Repositorio.unam.mx. 2022
9. Faria-Correia F, Ramos I, Lopes B, Monteiro T, Franqueira N, Ambrósio R. Comparison of Dysfunctional Lens Index and Scheimpflug Lens Densitometry in the Evaluation of Age-Related Nuclear Cataracts. Journal of Refractive Surgery. 2016;32(4):244-248.
10. Correlación de la densidad del cristalino medida por imágenes de Scheimplug y parámetros facodinámicos en la optimización de la facoemulsificación. Neisy Bernal-Reyes, Iraisí Hormigó – Puertas, Alejandro Arias-Díaz. Revista Mexicana de Oftalmología 2014;88 (1)
11. Dilraj Singh Grewal, MD ; Satinder Pal Singh Grewal, Clinical applications of Scheimpflug imaging in cataract surgery, Saudi Journal Ophtalmology
12. Kendrick Co Shih, FCO phth HK, Ryan Hin-Kai Tse, Advances in Corneal Imaging: Current Applications and Beyond, Asia-Pacific Journal of Ophthalmology

## **ANEXOS:**

### **ASPECTOS ÉTICOS.**

El estudio se apegará a los principios de la declaración de Helsinki y a los lineamientos de la “Ley General de Salud de la República Mexicana” buscando siempre el beneficio de los pacientes.

Este estudio se realizará con estricto apego a los principios éticos y científicos reconocidos, con respeto a la integridad física y mental de los pacientes participantes.

Asegurando en todo momento, el resguardo y manejo de confidencialidad de los datos e información recabada por los participantes en el estudio.