



Facultad de Medicina



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

HOSPITAL FUNDACIÓN NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, IAP

**“CORRELACIÓN DENSITOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN
DE LOCS III EN CIRUGÍA DE CATARATA”**

TESIS

**DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN OFTALMOLOGÍA**

PRESENTA:

DRA. SILVIA VEGA CUENCA ¹

ASESOR:

DRA. JIMENA CEJA MARTÍNEZ ²

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2024

¹ Residente de tercer año de oftalmología, Hospital de la Luz. Autor principal

² Médico oftalmólogo, Médico adscrito del departamento de alta especialidad en segmento anterior. Hospital de la Luz. Asesora



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.

Dr. Alejandro Babayan Sosa

Profesor titular

Dr. Oscar Baca Lozada

Profesor adjunto

Dra. Adriana Saucedo Castillo

Profesor adjunto

Dr. José Francisco Ortega Santana

Jefe de enseñanza

Dra. Cristina Mendoza Velásquez

Jefe de investigación

Dra. Jimena Ceja Martínez

Asesor de tesis

Índice

i.	Identificación de investigadores.....	3
ii.	Resumen	4
iii.	Abstract.....	5
iv.	Marco teórico.....	6
v.	Justificación.....	12
vi.	Planteamiento del problema	12
vii.	Pregunta de investigación	13
viii.	Objetivos	13
	a. Objetivo general	
	b. Objetivos específicos	
ix.	Hipótesis	14
x.	Material y métodos.....	14
	a. Criterios de inclusión	
	b. Criterios de exclusión	
	c. Criterios de eliminación	
	d. Variables	
xi.	Recursos financieros y de factibilidad.....	18
xii.	Bioseguridad	18
xiii.	Cronograma de actividades.....	18
xiv.	Resultados.....	19
xv.	Discusión.....	21
xvi.	Conclusión.....	23
xvii.	Referencias bibliográficas.....	25
xviii.	Carta de consentimiento informado.....	26
xix.	Formatos de recolección de datos y concentración de datos	28

I. Identificación de investigadores

Dra. Silvia Vega Cuenca

Residente de oftalmología de tercer año

Dra. Jimena Ceja Martínez

Médica adscrita al departamento de segmento anterior

II. Resumen

La catarata es la primera causa de ceguera reversible a nivel mundial según la Organización Mundial de la Salud lo cual representa un problema de salud pública a nivel mundial y predominantemente en México. Es importante realizar una adecuada evaluación clínica de la catarata, ya que de esto dependerá el plan quirúrgico y los parámetros facodinámicos que pueden predecir el desenlace final del paciente, para que de esta manera se puedan evitar las complicaciones trans y post operatorias.

Se han desarrollado a lo largo de los años diferentes sistemas de clasificación de catarata, principalmente divididos en subjetivos y objetivos. Principalmente entre los subjetivos está actualmente el sistema LOCS III que es el más utilizado; sin embargo a pesar de su alta reproducibilidad y acertividad se ha observado una variación importante inter e intraobservador, lo cual ha llevado a la necesidad de desarrollar métodos de clasificación objetivos y se ha logrado estudiar en comparación con los subjetivos y evaluar que tan precisos pueden llegar a ser.

Por lo que en este estudio se pretende correlacionar los hallazgos reportados por el Pentacam AXL WAVE con el sistema de clasificación de catarata LOCS III. Así como la variabilidad interobservador de la misma.

III. Abstract

Introducción. La catarata es considerada la primera causa de ceguera reversible a nivel mundial de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, lo cual representa un problema de salud pública. El uso de la clasificación LOCS III para la valoración previa a cirugía de catarata se ha utilizado de manera universal, sin embargo, se han desarrollado nuevas tecnologías para un análisis objetivo de la dureza del cristalino, como el pentacam AXL y su capacidad de medir la densidad de este. Nuestro objetivo fue evaluar la variabilidad de la dureza nuclear de la catarata medida con la clasificación LOCS III de diferentes grados de residentes y con el sistema de cámara de Scheimpflug en el equipo PENTACAM AXL. **Material y métodos.** Estudio comparativo, longitudinal y prospectivo en el que se incluyeron a todos los pacientes con registro y seguimiento con diagnóstico de catarata senil o catarata metabólica. Se excluyeron a pacientes con retinopatía diabética no proliferativa severa, pacientes con comorbilidades retinianas, patología ocular concomitante, catarata traumática, inestabilidad zonular, alteraciones en el segmento anterior o cirugías oculares previas. **Resultados.** Se incluyeron a un total de 87 ojos de 48 pacientes. La media de edad al momento de la cirugía fue de 66.76 años (DE 2.06) y el 51.3% (n=20) eran mujeres. El rango de puntuación de opalescencia obtenida por el médico de base para ojo derecho y ojo izquierdo fue de 3.23 y 3.11, respectivamente, mientras que en PNS fue de 1.97 y 1.69, respectivamente ($p < 0.001$). La variabilidad entre la medición de opalescencia, color, cortical y posterior de médico residente de tercer año, médico residente de cuarto año, médico de base y PNS se describe en la tabla 1. **Conclusiones.** El uso de PENTACAM para valorar la dureza del cristalino no se asemeja con la clasificación subjetiva LOCS III y existe una diferencia en cuanto a la medición de éste, por lo que da pie a que se siga buscando un método de clasificación más preciso y objetivo, sin diferencias interobservador.

IV. Marco teórico

La catarata senil es la principal causa de ceguera reversible a nivel mundial. Esto representa un problema de salud pública a nivel mundial y principalmente en México. **1**

Existen diferentes factores que pueden contribuir a la formación de la catarata, principalmente la edad, los factores demográficos como el género, raza, hábitos de vida, índice de masa corporal, comorbilidades como diabetes mellitus e hipertensión, etcétera. En cuanto a factores oftalmológicos propiamente existen también reportadas variabilidades en función de la profundidad de la cámara anterior, el grosor corneal central y los errores refractivos. Sin embargo debido a que es una cuestión multifactorial, resulta retador poder establecer un índice de asociación entre estos con el desarrollo y progresión de la catarata. **2**

Debido a que los mecanismos exactos de la formación y progresión de la catarata por lo mismo establecido previamente en nuestro texto, resulta difícil establecerlos, estos mecanismos de manera general provocan un estrés oxidativo importante en el cristalino lo que promueve la formación de especies reactivas de oxígeno. **2-4**

Dependiendo de los factores de riesgo se pueden establecer diferentes rutas por las que progresa la catarata. Por ejemplo en pacientes diabéticos, en donde la vía del sorbitol influencia de manera importante el acúmulo de agua y especies reactivas de oxígeno en el cristalino. La obesidad o el índice de masa corporal alto

produce un estado proinflamatorio con niveles aumentados de proteína C reactiva y citocinas proinflamatorias asociada a la influencia, ya sea directa o indirecta, de el estrés osmótico y la glicación no enzimática de proteínas dentro del cristalino y, así como en los pacientes diabéticos, la acumulación de sorbitol aumenta el riesgo de progresión de catarata de manera importante. Se ha observado que este mismo proceso de inflamación se presenta en pacientes con dislipidemia e hipertensión. **5**

La correcta evaluación de una catarata en los pacientes toma vital importancia debido a que está relacionado con la técnica que se llevará a cabo para retirarla y tomando en cuenta otros factores como la edad del paciente, el análisis biométrico y biomicroscópico del paciente, comorbilidades, entre otros. **1,4**

La técnica actualmente más utilizada es la facoemulsificación, este adecuado análisis también ayuda a predecir los parámetros facodinámicos que se usarán durante la cirugía. **2** Se ha observado también la contribución de la medición de la densitometría del cristalino con fines tanto predictivos de progresión de la catarata, así mismo, para documentarlo y con metas de investigación y registros epidemiológicos, ya que de esta manera se logra estandarizar los resultados evaluados y poder extrapolarlos a otras poblaciones que cuenten con las mismas características que las analizadas y así poder uniformizarlo. Los actuales sistemas de salud obligan a tener una comunicación entre médicos en el contexto de referencias y contrareferencias, así como, la evaluación de un mismo paciente por distintos médicos ha llevado a la necesidad de estandarizar los métodos de clasificación de catarata, en contextos como progresión y adecuada valoración entre

los mismos y así poder ofrecer una adecuada y acertada información al paciente sobre su padecimiento. De igual manera, nos sirve como un método para poder proveer a los pacientes de información que los permita comparar y evaluar el grado de afección visual que la misma catarata les genera, así como de su progresión con el tiempo. En todos los escenarios previos cobra demasiada relevancia que se realice de manera adecuada. **3, 4**

Existen varios métodos para la evaluación de la catarata; estos han sido implementados desde hace más de 30 años y estas se han ido modificando con el paso de los años para poder adquirir la utilidad necesaria para los escenarios previamente plasmados y siempre con la finalidad de mejorar la atención a los pacientes y desarrollar nuevas herramientas que faciliten la comunicación interdisciplinaria y entre médicos de diferentes grados. Con esto se ha buscado estandarizar los sistemas de clasificación, el cual de manera ideal, debe ser objetivo y reproducible inter observador. **4**

La modificación de las escalas de gradación de catarata se han ido realizando con el principal objetivo de simplificarlas y poder hacer una evaluación que pueda justificar el padecimiento del paciente en cuanto a su baja visual y poder ofrecer un tratamiento óptimo. **5, 6**

El sistema Lense opacities classification system (LOCS) se introdujo en el año 1988, en el cual se llevo a cabo por medio de una evaluación con lámpara de hendidura y fue el primer método en el que en lugar de relacionar la agudeza

visual del paciente con la severidad de la catarata, se hizo basado en la morfología de ésta. El sistema LOCS se ha ido modificando con el paso de los años haciéndolo de manera más precisa respecto a los diferentes componentes que forman la catarata, hasta llegar al sistema actualmente utilizado, la tercera generación, LOCS III, el cual se estableció desde 1993. Éste evalúa los siguientes elementos:

El componente nuclear, en el cual se evalúa tanto coloración (C) como opalescencia (O) los cuales se gradan en una escala del 1 al 6; y el componente cortical y subcapsular posterior que se gradan en una escala del 1 al 5. **3-7**

A pesar de ser el sistema más utilizado y reciente actualmente, tiene varias limitaciones ya que es un método subjetivo y que puede variar la reproducibilidad inter observador e incluso entre diferentes medidas del mismo médico, puede estar influenciado por la calidad de iluminación en la lámpara de hendidura, el grado académico del evaluador, etcétera. Sin embargo, se ha reportado un porcentaje de reproducibilidad de hasta el 95%, aunque no siempre se relaciona adecuadamente con la severidad real de la catarata, lo cual conlleva un reto para poder optimizar el plan quirúrgico **1, 3, 8**

Las controversias respecto a la subjetividad del sistema actual clínico de clasificación LOCS III promovió el desarrollo de nuevas herramientas y nuevos sistemas de clasificación con el objetivo de establecer un método objetivo de

evaluación de catarata, lo que lleva a la aplicación de las fotografías con cámara de Scheimpflug o imágenes de lámpara de hendidura. **1-2, 7-9**

La cámara de Scheimpflug se estableció por primera vez desde 1972 en las que se han utilizado diferentes cámaras, siendo la más reciente la utilizada en el pentacam, que es una cámara rotacional con alta profundidad de foco. De esta manera, permite la captura de imágenes del segmento anterior para poder formar una imagen tridimensional y evalúa, no sólo parámetros del cristalino, si no también de la córnea y la cámara anterior, con una alta nitidez y definición que nos ayuda también para hacer una evaluación integral del paciente. **8, 9**

La cámara de Shceimpflug integrada en el aparato pentacam desde el año 2003 permitió la evaluación de la densitometría del cristalino calculandola midiendo la transmitancia de este y se grada en porcentajes que van del 0 al 100% y existen también *softwares* integrados en el mismo, como el programa Pentacam Nucleus Staging, que permite generar un grado de catarata nuclear no basado sólo en la densitometría si no también con fórmulas que aún no han sido reveladas por los fabricantes. Este grada la catarata de manera automática en una escala del 0 al 5. **10-13**

El programa evalúa la densidad del cristalino por medio del análisis del área de 12 mm del ápex corneal bajo dilatación pupilar y se puede seleccionar de manera estandarizada la región de interés para medirse y poder eliminar componentes como la corteza. **13**

Este nuevo método ha permitido realizar mediciones de la dureza del cristalino de manera objetiva y que tenga mayor reproducibilidad intra observador e interobservador y actualmente incluso en el establecimiento de parámetros facodinámicos en el plan quirúrgico de cada paciente. **10-12**

La planeación quirúrgica con los parámetros facodinámicos resultan esenciales para mejorar los resultados postquirúrgicos y se ha visto que se pueden evitar las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias, lo cual con el sistema de Scheimpflug nos asesora de manera más precisa para realizarlo, sin embargo en comparación con el sistema de clasificación LOCS III resulta poco costo efectivo, ya que en el segundo no se requiere de ningún aparato para evaluarlo. **12,13**

Actualmente, se ha observado un incremento en la demanda de la cirugía de catarata con mayores y mejores tecnologías o las llamadas “tecnologías premium”, así como la petición de realizar la cirugía de manera mucho más temprana y así poder evitar el uso de lentes y mejorar la calidad de la visión. Esta misma como el pentacam y el uso del método de Scheimpflug para la toma de fotografías de igual manera ha promovido un canal de comunicación más eficiente y representativo para el paciente, mostrando de esta manera las imágenes y mayor entendimiento del paciente sobre su patología. **14-16**

V. Justificación

Es importante determinar de manera precisa el grado de dureza de una catarata previo a la cirugía, debido a que este nos puede determinar el abordaje quirúrgico que se deseará realizar y así poder individualizar el procedimiento en cada paciente. El sistema de clasificación LOCS III es subjetivo y tiene una variabilidad intrabobservador e interobservación importante, ya que requiere de determinada curva de aprendizaje y experiencia para poder gradarlas de manera adecuada. En hospitales de alta concentración de pacientes esto tiene importancia debido a que el médico que evalúa al paciente en el preoperatorio y el que lleva a cabo el procedimiento quirúrgico suelen ser diferentes, estableciéndose ahí la vital importancia de una clasificación adecuada para evitar sorpresas transquirúrgicas. La manera en la que clasificamos subjetivamente la catarata puede ser comparada objetivamente por medio de los parámetros densitométricos del cristalino lo que justifica la acertividad que tienen los diferentes médicos de diferentes grados al clasificar la catarata con la densidad objetiva y real de cada catarata.

VI. Planteamiento del problema

El sistema de clasificación de LOCS III es el más comúnmente utilizado en el medio para evaluar la dureza de una catarata. Es un sistema de clasificación que es subjetivo y que requiere de pericia para evaluarlo a través de la lámpara de hendidura y que éste se asemeje a la dureza al momento de realizar la facoemulsificación por lo que es importante homogeneizar la manera en la que se clasifica la catarata.

VII. Pregunta de investigación

¿Qué tan objetivo es el sistema de clasificación LOCS III al compararlo con la densitometría del cristalino medida con la cámara de Scheimpflug y qué variabilidad existe interobservador?

VIII. Objetivos

a. Objetivo general

Calcular la densitometría del cristalino utilizando la cámara de Shceimpflug en el pentacam AXL Wave y correlacionarlo con el sistema de clasificación LOCS III.

b. Objetivos específicos

Comparar la certeza de clasificación LOCS III con la densitometría del cristalino entre diferentes grados de médicos en oftalmología.

Comparar la variabilidad interobservador de la clasificación LOCS III.

Correlacionar la clasificación LOCS III con la densitometría del cristalino por medio de la cámara de Shceimpflug en el pentacam AXL Wave.

IX. Hipótesis

El sistema de clasificación LOCS III en médicos con experiencia se correlaciona con la densidad de la catarata medida con la cámara de Scheimpflug.

X. Material y métodos

Se realizará un estudio comparativo, longitudinal y prospectivo en el que se medirá la dureza nuclear de la catarata medida por densitometría con el sistema de cámara de Scheimpflug en el equipo PENTACAM AXL Wave en el departamento de segmento anterior en La Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P en el periodo comprendido de junio 2023 a febrero 2024.

Se analizarán variables demográficas como: edad y sexo, dureza del cristalino.

Se incluyeron a un total de 48 pacientes con diagnóstico de catarata senil y/o metabólica que fueran a ser sometidos a cirugía de facoemulsificación con colocación de lente intraocular.

A todos los pacientes se les realizó en el preoperatorio un estudio queratométrico y biométrico por IOL Máster 700, topografía corneal, densitometría del cristalino, medida con el sistema de cámaras Scheimpflug en los equipos PENTACAM AXL Wave, mejor agudeza visual con y sin corrección, tonometría por aplanación, examen biomicroscópico y oftalmoscopia indirecta.

Se realizó una exploración biomicroscópica con lámpara de hendidura con una angulación del haz de luz a 45° con respecto al ojo y enfocando el sistema óptico a nivel del núcleo, para de esta forma poder graduar la coloración nuclear (NC) y la opalescencia nuclear (NO). El LOCS III tasa el NC y la NO, basándose en 6 imágenes tomadas en lámpara de hendidura. Posteriormente, para la gradación del componente cortical y posterior se realizó con el haz de luz a 90° con respecto al ojo realizando una técnica de retroiluminación, de igual forma se comparo con el LOCS III que contiene imágenes del grado 1 al 5.

La toma del estudio Pentacam AXL Wave se realizó a todos los pacientes en el mismo equipo, habitación y operador, realizándolo bajo dilatación pupilar con tropicamida tópica al 1% y 30 minutos posterior a su aplicación se colocó al paciente en el aparato con la frente en contacto con la banda y la barbilla recargada sobre la mentonera, posteriormente con el paciente mirando al frente, se centra la imagen de manera manual y se utilizó el sistema de liberación automático para disminuir las variabilidades operador dependiente y que se tuviera una calidad >95%, el puntaje del PNS se calcula de manera automática. El pentacam AXL wave arroja un total de 25 tomas del segmento anterior de cada paciente y se utilizó el puntaje que automáticamente arroja el software para realizar las comparaciones.

Se realizará una base de datos en una hoja de cálculos de Excel en la que se registre la información que se documenta en el apartado de “Formato de recolección de datos y concentración de datos” de cada uno de estos pacientes.

Para el procesamiento de datos se utilizó el programa SPSS, se realizará el análisis estadístico descriptivo reportando las frecuencias absolutas, relativas (expresadas en porcentaje) y razón para las variables categóricas, el rango, la media y la desviación estándar para las cuantitativas. Finalmente se realizará análisis de correlación utilizando el mismo software.

Se realizó un análisis de la información concentrada en la base de datos y en el sistema SPSS y la relación entre el sistema LOCS III y la densitometría se analizó con el coeficiente de correlación de Pearson por ser variables continuas cuantitativas.

Los resultados finales se compararán con estudios nacionales e internacional para posteriormente emitir una conclusión.

Criterios de inclusión

Diagnóstico de catarata senil.

Criterios de exclusión

Retinopatía diabética no proliferativa severa o mayor.

Comorbilidades retinianas.

Patología ocular concomitante.

Catarata traumática.

Inestabilidad zonular.

Alteraciones en el segmento anterior.

Cirugías oculares previas.

Pérdida de seguimiento.

Criterios de eliminación

Pacientes que no cuenten con los datos necesarios en su expediente clínico.

Pacientes que no deseen seguir participando en el estudio.

Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	UNIDAD DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo transcurrido entre el nacimiento hasta el momento de la primera intervención.	Tiempo transcurrido entre el nacimiento hasta el momento de la primera intervención calculada en meses.	Cuantitativa	Años
Sexo	Condición que agrupa a especies que comparten ciertos caracteres.	Sexo consignado en la hoja de registro	Cualitativa	1.- Hombre 2.- Mujer
LOCS III	Sistema de clasificación de opacidad del cristalino. Lens Opacities Classification System	Clasificación de dureza de catarata en cuanto a su coloración y opacidad nuclear, corteza y posterior.	Cuantitativa	1-6
Densidad del cristalino	Dureza del cristalino	Se registra la dureza del cristalino por medio del uso de la cámara de Sheimpflug con uso de luz azul	Cuantitativa	0-6
Grado académico	Grado de preparación académica de posgrado.	Se registra como residente de segundo grado, de tercer grado o adscrito.	Cualitativa	1.- R3 2.- R4 3.- Adscrito

XI. Recursos financieros y de factibilidad

No se requiere ningún tipo de recurso financiero pues La Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P. cuenta con el equipamiento necesario para realizar el estudio.

XII. Bioseguridad

Se utilizará la base de datos de La Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P. únicamente para fines estadísticos, no se pondrá en peligro los datos de identificación del paciente.

XIII. Cronograma de actividades

Actividad	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	feb
Revisión e implementación de procedimientos de estudios												
Diseño de base electrónica para almacenamiento de datos												
Análisis												
Revisión y depuración de datos capturados												
Análisis final												
Entrega del trabajo												

XIV. Resultados

Se incluyeron a un total de 87 ojos de 48 pacientes. La media de edad al momento de la cirugía fue de 66.76 años (DE 2.06) y el 51.3% (n=20) eran mujeres. El rango de puntuación de opalescencia obtenida por el médico de base para ojo derecho y ojo izquierdo fue de 3.23 y 3.11, respectivamente, mientras que la puntuación de PNS fue de 1.97 y 1.69, respectivamente ($p < 0.001$). La variabilidad entre la medición de opalescencia, color, cortical y posterior de médico residente de tercer año, médico residente de cuarto año, médico de base y PNS se describe en las siguientes tablas.

Tabla 1. Correlación entre opalescencia nuclear con PNS.

	Coeficiente de correlación de Pearson	p
Opalescencia R3 vs. PNS	0.232	0.045
Opalescencia R4 vs. PNS	0.251	0.030
Opalescencia MB vs. PNS	0.241	0.037

Tabla 2. Correlación de opalescencia nuclear entre grado de residente.

Opalescencia nuclear	Coeficiente de correlación de Pearson	p
R3 vs. R4	0.860	<0.001
R3 vs. MB	0.889	<0.001
R4 vs. MB	0.872	<0.001

Tabla 3. Correlación de color nuclear entre grado de residente.

Coloración nuclear	Coefficiente de correlación de Pearson	p
R3 vs. R4	0.869	<0.001
R3 vs. MB	0.849	<0.001
R4 vs. MB	0.870	<0.001

Tabla 4. Correlación de cortical entre grado de residente.

Componente cortical	Coefficiente de correlación de Pearson	p
R3 vs. R4	0.798	<0.001
R3 vs. MB	0.699	<0.001
R4 vs. MB	0.772	<0.001

Tabla 5. Correlación de posterior entre grado de residente.

Componente posterior	Coefficiente de correlación de Pearson	p
R3 vs. R4	0.828	<0.001
R3 vs. MB	0.772	<0.001
R4 vs. MB	0.775	<0.001

Se encontró una correlación positiva entre la escala de PNS y la opalescencia nuclear por LOCS III en todos los rangos de médicos y éste fue estadísticamente significativo, sin embargo el de mayor correlación fue la clasificación del residente

de cuarto año, posteriormente el médico de base y por último el residente de tercer año. (Tabla 2)

En cuanto a la comparación entre grupos de residente y el resto de componentes de LOCS III opalescencia nuclear, color nuclear, cortical y posterior se vio con una correlación positiva estadísticamente significativo en todos los casos.

El componente de opalescencia nuclear tuvo menor variabilidad cuando se comparó el residente de tercer año con médico de base que el resto, con un coeficiente de 0.889 ($p < 0.001$). (Tabla 3)

En el grupo de coloración nuclear tuvo una menor variabilidad entre el residente de cuarto año y el médico de base con un coeficiente de 0.87 ($p < 0.001$). (Tabla 4)

Para el componente cortical y posterior tuvo menor variabilidad entre el residente de tercer y cuarto año con un coeficiente de 0.798 ($p < 0.001$) y 0.828 ($p < 0.001$) respectivamente. (Tabla 5 y 6)

XV. Discusión

Las cataratas son la principal causa de ceguera reversible a nivel mundial, por lo que representa un problema de salud pública importante, la necesidad de cirugía de catarata aumenta con el paso de los años asociada a la población que va envejeciendo. **1-3, 7-21** Se han reportado diferentes herramientas para la evaluación objetiva de la densidad de la catarata. Existen ya estudios previos que correlacionan la clasificación de LOCS III con la densidad cristaliniana medida a través del puntaje de PNS, en algunos de ellos se ha utilizado el programa de análisis de imágenes del pentacam para evaluar y analizar la densidad del cristalino, sin embargo no se han estandarizado este tipo de evaluaciones hasta el momento. **1-3, 8**

Existen pocos estudios que valoren la relación que tiene la puntuación de LOCS III con el puntaje de PNS con el pentacam AXL wave, habiendo estudios que se reportan correlaciones positivas entre dichos puntajes. Grewal et al. en la Reunión Anual de la Academia Americana del 2007, presentaron un estudio que demuestra la correlación lineal del promedio de la densidad del cristalino medida con imágenes de Scheimpflug por Pentacam con el sistema de LOCS III, con la agudeza visual mejor corregida (AVMC) y con la densidad al contraste fototópica, siendo más significativa esta correlación con la densidad del núcleo medida por imágenes de Scheimpflug mediante el Pentacam, sin embargo no utiliza el sistema de *software* en 3D de gradación del núcleo del PNS, sino que utiliza el *software* Imagen J.(A), obteniendo una mayor correlación de las variables con la

densidad específicamente del núcleo, revelando además la mayor influencia del núcleo cristalino en la calidad de la visión **1, 4-6, 8**, el cual se asemeja con los resultados obtenidos en nuestro estudio.

Se ha demostrado que el uso de Pentacam para la evaluación de la densidad de la catarata llega a ser útil principalmente para el componente nuclear, pero no para evaluar el cortical ni posterior, por lo que es otra limitante del uso de esta herramienta. **1, 6**

Es importante buscar formas de cuantificar la densidad cristalina objetivamente para promover la investigación y ensayos clínicos, y así estandarizar el tratamiento de cada catarata. **5-9** Los resultados de nuestro estudio de igual forma demuestran que el sistema de clasificación de LOCS III a pesar de ser subjetivo, tiene una confiabilidad muy alta y barata para clasificar la densidad de una catarata y concuerda con los resultados de herramientas que representan un costo mayor, por lo que en condiciones donde existen pocos recursos médicos es seguro utilizarlos o en situaciones de campañas de cirugías de catarata.

No se han reportado estudios en cuanto a la variabilidad de medición entre grupos según grado de experiencia del médico observador, sin embargo en este estudio se comprueba que en grados altos de experiencia, como el residente de tercer y cuarto año y el médico de base resulta confiable la medición por el método de LOCS III en cualquiera de estos rangos. Se encuentra un área de oportunidad en este caso para valorar si en grados más bajos de residentes existe mayor

variabilidad, lo cual podría ser esperado debido a la menor experiencia en la valoración de cataratas.

XVI. Conclusión

El uso de PENTACAM AXL wave para valorar la densidad del cristalino se asemeja con la clasificación subjetiva LOCS III, por lo que nos abre un área de oportunidad para comenzar a hacer planeaciones prequirúrgicas con el uso de la densitometría por medio del pentacam axl wave. Se demostró de igual forma que la confiabilidad del uso de la clasificación LOCS III en grados con mayor experiencia en el área tienen menor variabilidad interobservador. Se abre un área de oportunidad para de igual forma comparar las puntuaciones con grados de residentes más bajos y con menor experiencia.

A pesar de esto es importante que se sigan buscando métodos de clasificación más precisos y objetivos, en donde se busque disminuir la variabilidad interobservador. Se abre un área de oportunidad de igual manera para realizar estudios con una muestra de mayor tamaño y estandarizar la evaluación por medio del uso de las cámaras de Scheimpflug en el pentacam.

La estandarización y la optimización del uso de la densitometría en el pentacam proveería una herramienta extra para la planeación quirúrgica individualizando a cada paciente.

XVII. Referencias bibliográficas

1. Grewal DS, Brar GS, Grewal SP. Correlation of nuclear cataract lens density using Scheimpflug images with Lens Opacities Classification System III and visual function. *Ophthalmology*. 2009;116(8):1436-1443. doi:10.1016/j.ophtha.2009.03.002
2. Henriquez MA, Mejías JA, Rincon M, Izquierdo L Jr, Binder PS. Correlation between lens thickness and lens density in patients with mild to moderate cataracts. *Br J Ophthalmol*. 2020;104(10):1350-1357. doi:10.1136/bjophthalmol-2019-314171
3. Lim DH, Kim TH, Chung ES, Chung TY. Measurement of lens density using Scheimpflug imaging system as a screening test in the field of health examination for age-related cataract. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(2):184-191. doi:10.1136/bjophthalmol-2014-305632
4. Gali HE, Sella R, Afshari NA. Cataract grading systems: a review of past and present. *Curr Opin Ophthalmol*. 2019;30(1):13-18. doi:10.1097/ICU.0000000000000542
5. Mohammadi SF, Afarideh M, Mehrjardi HZ, Mirhadi S. Obesity and Density of the Crystalline Lens: Revisiting a Growing Dilemma [published correction appears in Biomed Hub. 2017 Mar 24;2(1):1]. *Biomed Hub*. 2017;2(1):1-8. Published 2017 Jan 28. doi:10.1159/000454979
6. Mirzaie M, Bahremani E, Taheri N, Khamnian Z, Kharrazi Ghadim B. Cataract Grading in Pure Senile Cataracts: Pentacam versus LOCS III. *J Ophthalmic Vis Res*. 2022;17(3):337-343. Published 2022 Aug 15. doi:10.18502/jovr.v17i3.11570
7. Kim JS, Chung SH, Joo CK. Clinical application of a Scheimpflug system for lens density measurements in phacoemulsification [published correction appears in J Cataract Refract Surg. 2009 Aug;35(8):1483]. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(7):1204-1209. doi:10.1016/j.jcrs.2009.02.032
8. Bernal N, Hormigo I, Arias A. Correlación de la densidad del cristalino medida por imágenes de Scheimpflug y parámetros facodinámicos en la optimización de la facoemulsificación. *Revista mexicana de oftalmología*. 2014; 88(1) 32-38. doi: 10.1016/j.mexoft.2014.04.005
9. Pei X, Bao Y, Chen Y, Li X. Correlation of lens density measured using the Pentacam Scheimpflug system with the Lens Opacities Classification System III grading score and visual acuity in age-related nuclear cataract. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(11):1471-1475. doi:10.1136/bjo.2007.136978
10. Magalhães FP, Costa EF, Cariello AJ, Rodrigues EB, Hofling-Lima AL. Comparative analysis of the nuclear lens opalescence by the Lens Opacities Classification System III with nuclear density values provided by Oculus

- Pentacam: a cross-section study using Pentacam Nucleus Staging software. *Arq Bras Oftalmol.* 2011;74(2):110-113. doi:10.1590/s0004-27492011000200008
11. Faria-Correia F, Lopes BT, Ramos IC, Monteiro T, Franqueira N, Ambrósio R Jr. Application of different Scheimpflug-based lens densitometry methods in phacodynamics prediction. *Clin Ophthalmol.* 2016;10:609-615. Published 2016 Apr 6. doi:10.2147/OPTH.S95993
 12. Faria-Correia F, Lopes B, Monteiro T, Franqueira N, Ambrósio R Jr. Correlation between different Scheimpflug-based lens densitometry analysis and effective phacoemulsification time in mild nuclear cataracts. *Int Ophthalmol.* 2018;38(3):1103-1110. doi:10.1007/s10792-017-0566-7
 13. Al-Khateeb G, Shajari M, Vunnavu K, Petermann K, Kohnen T. Impact of lens densitometry on phacoemulsification parameters and usage of ultrasound energy in femtosecond laser-assisted lens surgery. *Can J Ophthalmol.* 2017;52(4):331-337. doi:10.1016/j.jcjo.2017.01.004
 14. Faria-Correia F, Ramos I, Lopes B, Monteiro T, Franqueira N, Ambrósio R Jr. Comparison of Dysfunctional Lens Index and Scheimpflug Lens Densitometry in the Evaluation of Age-Related Nuclear Cataracts. *J Refract Surg.* 2016;32(4):244-248. doi:10.3928/1081597X-20160209-01
 15. Garcin T, Grivet D, Thuret G, Gain P. Using Optical Quality Analysis System for predicting surgical parameters in age-related cataract patients. *PLoS One.* 2020;15(10):e0240350. Published 2020 Oct 12. doi:10.1371/journal.pone.0240350
 16. Li Z, Yu L, Chen D, et al. Dysfunctional Lens Index Serves as a Novel Surgery Decision-Maker for Age-Related Nuclear Cataracts. *Curr Eye Res.* 2019;44(7):733-738. doi:10.1080/02713683.2019.1584676
 17. Leske MC, Wu SY, Nemesure B, et al. Incidence and progression of lens opacities in the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology* 2000;107:1267–73
 18. Wong TY, Loon SC, Saw SM. The epidemiology of age related eye diseases in Asia. *Br J Ophthalmol* 2006;90:506–11
 19. Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, et al. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull World Health Organ* 2004;82:844–51
 20. Baltussen R, Sylla M, Mariotti SP. Cost-effectiveness analysis of cataract surgery: a global and regional analysis. *Bull World Health Organ* 2004;82:338–45
 21. Singh AJ, Garner P, Floyd K. Cost-effectiveness of public-funded options for cataract surgery in Mysore, India. *Lancet* 2000;355:180–4.

XVIII. Carta de consentimiento informado



CARTA DE CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACIÓN PARA PARTICIPAR EN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

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>		Firma:
<i>Diagnóstico</i>		

Datos de la investigación

<i>Nombre del protocolo</i>	CORRELACIÓN DENSITOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE LOCS III EN CIRUGÍA DE CATARATA
<i>Investigadores</i>	DRA. SILVIA VEGA CUENCA, DRA. JIMENA CEJA
<i>Justificación y objetivos</i>	COMPARAR LA CERTEZA DEL LOCS III CON LA DENSITOMETRÍA DEL CRISTALINO
<i>Periodo de estudio o duración</i>	2023-2024
<i>Cantidad de sujetos que participarán</i>	40
<i>Descripción de los métodos a emplear y su propósito</i>	OBSERVACIÓN EN LÁMPARA DE HENDIDURA
<i>Beneficios esperados:</i>	OPTIMIZACIÓN DE PLANIFICACIÓN DE CIRUGÍA DE CATARATA
<i>Alternativas:</i>	NO REALIZARLO
<i>Riesgos o molestias:</i>	INCAPACIDAD PARA MANTENER APERTURA PALPEBRAL
<i>Grupo de control</i>	En caso de que la presente investigación incluya un grupo de control, la selección de los participantes se sujetará a un proceso estrictamente aleatorio e imparcial, privilegiando la prevención de cualquier riesgo o daño para sus integrantes.
<i>Gastos</i>	Los gastos propios de la investigación serán cubiertos por la institución.

**CARTA DE CONSENTIMIENTO BAJO
INFORMACIÓN PARA PARTICIPAR EN
PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

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

Consentimiento

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, **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.**

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.

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:

XIX. Formato de recolección de datos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	OJO	NOMBRE	Expediente	Fecha de naci	Edad	Sex	OPALES	COLO	CORTI	POSTE	OPAL	COLO	CORTI	POST	OPAL	COLO	COR	POSTEF	PNS
2	DERECHO	LUCILA REYES BENITEZ	202306196	31/10/56	66	F	1.5	1.5	0.5	1	3	3	1.5	1.5	2.5	2.5	1	1	1
3	IZQUIERDO	LUCILA REYES BENITEZ	202306197	31/10/56	66	F	1.5	1.5	1.5	2.5	3	3	2.5	3.5	2.5	3	2	3	2
4	DERECHO	CESAR ALBERTO ARANGO GEORGE	2023052059	17/03/71	52	M	3	3.5	1.5	4.5	3	3	1.5	4	3.5	3.5	2	3	3
5	IZQUIERDO	CESAR ALBERTO ARANGO GEORGE	2023052060	17/03/71	52	M	2.5	2.5	2	2	2.5	2.5	2.5	0.5	3	3	2	0.5	5
6	IZQUIERDO	LILIA BAHENA JAIMES	2023061527	23/04/48	75	F	2.5	2.5	0.1	0.1	3	3.5	1.5	0.1	2.5	3	1	0.1	2
7	DERECHO	GUADALUPE BERMEJO AGUIRRE	20230637	27/05/45	88	F	3	3	3	2	3.5	3.5	3	3	2.3	2	1	1	3
8	IZQUIERDO	GUADALUPE BERMEJO AGUIRRE	20230637	27/05/45	88	F	3	3.5	0.5	1	3	3.5	0.5	1	3.4	4	3	2	3
9	DERECHO	LEONOR GOMEZ HERNANDEZ	200903133	11/04/40	83	F	2	3	1.5	1.5	2	2.5	0.5	1	1.5	1.5	2	0.5	2
10	IZQUIERDO	LEONOR GOMEZ HERNANDEZ	200903133	11/04/40	83	F	2.5	2.5	1	2	2	2.5	3	1	2.5	2.5	2	1.5	2
11	DERECHO	LAURO ORDOÑEZ REYES	2023056926	19/10/42	80	M	4.5	4.5	2	3	5	5.5	3	2	5	5	5	NV	1
12	IZQUIERDO	LAURO ORDOÑEZ REYES	2023056926	19/10/42	80	M	2.5	2.5	1	2.5	3.5	4	3	4	3.5	3.5	2	3	2
13	DERECHO	MARIA TRINIDAD ANDRADE MASCOTE	201503690	13/06/54	69	F	3	2.5	1	0.5	2.5	2.5	2	0.5	2	2	2	0.1	0
14	IZQUIERDO	MARIA TRINIDAD ANDRADE MASCOTE	201503690	13/06/54	69	F	4.5	3.5	1.5	4	3.5	3.5	1.5	3	3.5	3.5	4	3.5	1
15	DERECHO	ANTONIO MARTINEZ ROMERO	2023052477	07/09/60	62	M	3.5	4	2.5	2.5	3.5	3.5	3	3	4	4	4	2	4
16	IZQUIERDO	ANTONIO MARTINEZ ROMERO	2023052477	07/09/60	62	M	1.5	1.5	3	1	2.5	2.5	3	1	1.5	1.5	3	1.5	1
17	IZQUIERDO	MARIA PORTILLO GRANADA	2023063151	11/04/44	78	F	4	4.5	1.5	4.5	4	4	3	4	4.5	4.5	1	2.5	
18	DERECHO	AGUSTINA RUIZ SANTIAGO	2023062210	14/04/33	90	F	4	4	3	3.5	4.5	5	2.5	3.5	4	4	3	3.5	4
19	IZQUIERDO	AGUSTINA RUIZ SANTIAGO	2023062210	14/04/33	90	F	3	3	1	1.5	3.5	4	1.5	1	3	4	1	1	2
20	DERECHO	DEMETRIO CAÑADA MONTER	2022104336	04/03/78	45	M	4.5	3.5	2	4.5	4	4.5	1.5	5	4	4	1	4.5	2
21	IZQUIERDO	DEMETRIO CAÑADA MONTER	2022104336	04/03/78	45	M	4.5	3.5	2	4.5	4	4.5	1.5	5	3.5	4	1	4	2
22	DERECHO	JOSE HECTOR MERINO DIAZ	2023063721	12/04/75	48	M	1.5	1.5	0.5	2	1	1	0.1	4	1.5	1.5	1	3.5	0
23	IZQUIERDO	JOSE HECTOR MERINO DIAZ	2023063721	12/04/75	48	M	1.5	1.5	2	2	1	1	0.1	4.5	1.5	1.5	1	1.5	3
24	IZQUIERDO	EUNICE ROMERO FERIA	201905913	07/05/58	64	F	2.5	2.5	3.5	0.5	3	3	4	3	2.5	2.5	5	0.5	3
25	DERECHO	ROBERTA RAMIREZ OLGUIN	2023063148	07/06/54	69	F	4.5	4.5	NV	2.5	5	5	NV	NV	3.5	4.5	NV	NV	3
26	DERECHO	FERMIN CASTRO GRANADOS	2023063446	07/07/67	56	M	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	2.5	4.5	3	3.5	2	1	3
27	IZQUIERDO	FERMIN CASTRO GRANADOS	2023063446	07/07/67	56	M	2.5	2.5	3.5	2	3.5	3.5	3	4	3	3	2	0.5	1
28	DERECHO	MARIA DOLORES BERNACHO AVILA	2023052441	08/08/45	78	F	3	3	2	4	3	3	3	4	3	3	4	3.5	2
29	IZQUIERDO	MARIA DOLORES BERNACHO AVILA	2023052441	08/08/45	78	F	2.5	2.5	1	3.5	2.5	3	2	4	2.5	2.5	3	3.5	NV
30	DERECHO	JOSUE ANTONIO RODRIGUEZ	2023062341	14/03/85	38	M	0.5	0.5	0.1	0.1	1.5	1.5	0.1	0.1	1	1.5	0	0.1	1
31	IZQUIERDO	JOSUE ANTONIO RODRIGUEZ	2023062341	14/03/85	38	M	0.5	0.5	0.1	2	2	2	2	3	1.5	2	2	2.5	0
32	DERECHO	MARIANELA CERON CERON	2023055238	15/02/52	67	F	3	3	1.5	2.5	3.5	4	2	2.5	3	3.5	2	2	1
33	IZQUIERDO	MARIANELA CERON CERON	2023055238	15/02/52	67	F	6	4.5	NV	NV	5	5	5	NV	6	3	NV	NV	0
34	DERECHO	MARIA ELENA LARA FLORES	2023072332	05/06/48	75	F	2	2	3	0.5	2	2	3.5	0.5	2	2.5	4	0.5	1
35	IZQUIERDO	MARIA ELENA LARA FLORES	2023072332	05/06/48	75	F	2.5	2.5	3	0.5	2	2	4.5	0.5	2	2	5	0.5	2
36	IZQUIERDO	CARMEN BELEN HERRERA EVANGELISTA	2023031269	17/06/47	76	F	2	2	2	1.5	2.5	2.5	2	1	2	2	4	1	1
37	DERECHO	MIGUEL GERARDO RODRIGUEZ RAMIREZ	2006071059	08/01/60	63	M	6	6	6	NV	5.5	6	5	NV	6	6	6	NV	NV
38	DERECHO	RUBEN CONSTANTINO ARRIAGA DUARTE	2021043015	25/02/47	76	M	5	6	NV	NV	5.5	5.5	5	NV	5.5	5.5	NV	NV	NV
39	IZQUIERDO	RUBEN CONSTANTINO ARRIAGA DUARTE	2021043015	25/02/47	76	M	3.5	3.5	2	1.5	3	3	2.5	1	3	3.5	3	1	2
40	DERECHO	HIGINIO RAYMUNDO LOPEZ ESCOBAR	2023063129	15/03/69	54	M	3	2.5	0.5	3	2.5	2.5	1	3.5	2.5	2.5	1	3	1
41	IZQUIERDO	HIGINIO RAYMUNDO LOPEZ ESCOBAR	2023063129	15/03/69	54	M	1.5	2	0.5	2	2	2	NV	1.5	2.5	3	1	1	0