

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud



**“Aberraciones de alto orden internas y sus implicaciones en cirugías refractivas”**

presentada por

**Dr. Irving Armando Domínguez Varela**

para obtener el grado de

**Especialidad en Oftalmología**

Programa Multicéntrico de Especialidades Médicas  
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud - Secretaría de Salud de Nuevo  
León

Monterrey, México a 09 de febrero de 2023

***Con dedicatoria a***

***A mis padres, que nunca dejaron de apoyarme. Armando Domínguez e Irene Varela***

***A mis hermanos, que me motivan a seguir trabajando en mí. Irene e Iann Domínguez-Varela***

***A todos los que me han apoyado a lo largo de mi carrera como médico cirujano-partero y en la especialidad de oftalmología***

***A mis maestros, desde la carrera de medicina hasta la especialidad de oftalmología***

***A las personas con discapacidades visuales, por ellos para seguir mejorando como oftalmólogo y poder brindarles la mejor atención oftalmológica***

***A mi país, por ver a un México cada día mejor***

## **Agradecimientos**

A mi director de tesis, Dr. Alejandro Tamez Peña, por ser un excelente maestro, mentor y sobre todo un buen ser humano. A quien le he aprendido mucho en tan poco tiempo.

A mi coasesora, Dra. Sara González Godínez, quien estuvo en todo momento, de inicio a fin, en la elaboración de este trabajo. A quien valoro y estimo mucho por su mentoría y consejos, tanto de oftalmología como de la vida.

A mi coasesor, Dr. Jorge E. Valdez García, quien me apoyó y facilitó su expertiz en el desarrollo de este tema tan complejo. Alguien a quien admiro y estimo mucho por toda su trayectoria como médico.

Al Dr. Alejandro Rodríguez, director del programa quien es un claro ejemplo de liderazgo y trabajo duro. Alguien a quien puedo ver para arriba siguiendo sus ejemplos de vida.

Al Dr. Juan Homar Paez, cuya pasión por el bienestar de los demás y ver un mejor mañana día a día nos impulsa a los residentes a querer ser mejor persona.

A todos mis compañeros de residencia, desde mi primer hasta mi último año, que me han enseñado y apoyado a lo largo de esta carrera, entendiendo que unidos hacemos un mejor trabajo que como individuos. Resaltando el nombre de uno de mis ex-compañeros de residencia, Dr. Luis Gutiérrez Rodríguez, quien no fue solo un compañero y mentor de residencia, también un amigo en las buenas y en la malas.

## **Glosario**

AAOI: Aberraciones de alto orden internas

AV: Agudeza Visual

AVMC: Agudeza Visual Mejor Corregida

D: Dioptrías

OD: Ojo derecho

OS: Ojo izquierdo

OU: Ambos Ojos

PIO: Presión intraocular

LASIK: Laser-assisted in situ keratomileusis

PRK: Photorefractive keratectomy

AFO: Aberración por frente de onda

MM: Milímetro

VS: Versus

RMS: Root mean square

HZH: Hospital Zambrano Hellion

## Tabla de contenidos

<i>Desarrollo de la tesis</i> .....	1
<i>Estructura</i> .....	1
<i>Resumen</i> .....	1
<i>Capítulo 1 – Planteamiento del problema</i> .....	3
<i>Capítulo 2 – Marco teórico</i> .....	11
<i>Capítulo 3 – Metodología</i> .....	21
<i>Capítulo 4 –Resultados</i> .....	26
<i>Capítulo 5 – Análisis y discusión de resultados</i> .....	42
<i>Capítulo 6 – Conclusión</i> .....	46
<i>Anexo 1- Aviso de privacidad</i> .....	47
<i>Referencias</i> .....	52
<i>Curriculum Vitae</i> .....	55

## Índice de tablas

*Tabla 1. Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero global.*

*Tabla 2. Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el Grupo 1.*

*Tabla 3. Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el Grupo 2.*

*Tabla 4. Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el Grupo 3.*

## Índice de figuras

**Figura 1. Aberración esférica:** (arriba) una lente asférica donde todos los rayos convergen en el mismo punto focal; (abajo) una lente esférica donde los rayos más cercanos a la óptica convergen en un punto focal y los más alejados convergen en otro punto focal.

**Figura 2. Coma óptica en una lente.**

**Figura 3.** Frente de onda en un medio homogéneo con una fuente puntual (A) a un punto focal (B) con una distancia (C) igual en todos los rayos.

**Figura 4.** Frente de onda en un medio inhomogéneo con una fuente puntual (A) a un punto focal (B) con una distancia (C) igual en todos los rayos. Obsérvese el frente de onda irregular.

**Figura 5.** Gráfica de cajas y bigote de las aberraciones de alto orden internas totales con tres tamaños pupilares. Demostrando una diferencia estadísticamente significativa en las comparaciones entre grupos 2 vs 3 (fotópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (mesópica); y los grupos 2 vs 3 (manual 4.00 mm).

**Figura 6.** Gráfica de cajas y bigote de las AAO de tipo coma con tres tamaños pupilares. Demostrando una diferencia estadísticamente significativa en grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (fotópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 4 (mesópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (manual 4.00 mm).

**Figura 7.** Gráfica de cajas y bigote de las AAO de tipo trifolio con tres tamaños pupilares. Demostrando una diferencia con significancia estadística de los grupos 2 vs 3 (fotópica); 2 vs 3 (mesópica).

**Figura 8.** Gráfica de cajas y bigote de las AAO de tipo aberración esférica con tres tamaños pupilares. Con una diferencia significancativamente estadística entre los grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (fotópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (mesópica).

**Figura 9.** Gráfica de cajas y bigote aberraciones de alto orden totales del ojo con tres tamaños pupilares. Resultando en una diferencia estadísticamente significativa en las comparaciones entre grupos 1 vs 2 y 2 vs 3 (fotópica); grupo 2 vs 3 (mesópica); los grupos 1 vs 2 y 2 vs 3 (manual 4.00 mm).

## Resumen

**Introducción:** Las aberraciones de alto orden distorsionan las imágenes y representan otro grado de complejidad para su detección y corrección a pesar de corregir las de bajo orden con cirugía. Las aberraciones de alto orden del ojo entero se puede dividir en las corneales y las internas (cristalinianas). Se conoce que las que ocasionan mayor afectación visual son las de coma, trifolio y aberración esférica. Estas aberraciones se pueden obtener por un equipo que analice el frente de onda. Hoy en día los adultos mayores de 50 años mantienen una vida laboral bastante activa, por lo que su requerimiento visual exige mejor corrección. La cirugía de LASIK es una de las cirugías más seguras y más comunes del mundo, pero se centra en correcciones de aberraciones de bajo orden como el defocus y el astigmatismo.

**Objetivos:** Analizar y comparar las aberraciones de alto orden internas en diferentes grupos etarios en pacientes candidatos a cirugía Refractiva.

**Metodología:** Estudio de serie de casos observacional, transversal, comparativa y descriptiva. Se incluyeron pacientes candidatos a cirugía refractiva dividido en tres grupos de edades que van de 18 a 40 años (grupo 1), 41 a 50 años (grupo 2) y 51 en adelante (grupo 3); sin alguna otra comorbilidad oftalmológica. Se obtuvieron las aberraciones de alto orden (totales del ojo, totales internas, coma interna, trifolio interna y aberración esférica interna) y se compararon los grupos con tres medidas pupilares.

**Resultados:** Se incluyeron 45 pacientes (90 ojos) en el estudio. Las pupilometrías de los jóvenes (grupo 1) eran mayores que las del grupo 3. Con pupila fotópica salieron todos los

promedios de aberraciones más elevadas en el grupo 1 excepto la aberraciones de tipo trifolio que salió más aumentado en el grupo 2. En condiciones mesópicas se encontraron más aumentadas las aberraciones de alto orden totales y trifolio en el grupo 2; y las aberraciones de tipo coma y aberración esférica fueron más altas en el grupo 1. Con la pupila a 4.00 mm se encontraron las AAO internas totales, trifolio y aberración esférica más aumentadas en el grupo 2; y la coma más alta en el grupo 1.

**Discusión:** A mayor pupilometría mayor aberración del ojo. Se encontraron las aberraciones de alto orden internas más altas en los primeros dos grupos (18 a 50 años) y menores en los adultos mayores de 50 años. Así mismo, se encontraron menores pupilometrías en este último grupo.

**Conclusión:** Encontramos que en nuestro estudio el grupo de pacientes mayores de 50 años presentaban menor cantidad de aberraciones de alto orden internas y pupilometrías más pequeñas que en el grupo de pacientes jóvenes. Se requieren más estudios con una muestra mayor para poder afirmar esto.

# Capítulo 1 – Planteamiento del problema

## 1.1 Antecedentes

Las aberraciones ópticas son imperfecciones en el sistema óptico que ocasionan una imagen defectuosa proyectada en la retina, y estas aberraciones se pueden clasificar como aberraciones monocromáticas y cromáticas (Colores). Las cromáticas han sido poco estudiadas ya que influyen menos en la calidad de la imagen en comparación con las monocromáticas. Las monocromáticas a su vez, se pueden subclasificar en aberraciones de bajo y de alto orden, siendo las de bajo orden las más estudiadas que son Miopía, Hipermetropía y Astigmatismo. Las aberraciones de alto orden son otras imperfecciones en el sistema óptico que ocasionan una imagen defectuosa, principalmente en el área de mayor visión, que es la fovea.<sup>1,2</sup>

Las aberraciones monocromáticas de alto orden más estudiadas y que influyen más en la visión del paciente son tres (aberración esférica, coma y trifolio).<sup>1,3</sup> Cada una de ellas siendo parte del polinomio de Zernike, empezando desde el tercer orden. La aberración esférica se produce cuando una lente esférica provoca que los rayos paralelos próximos en el eje óptico (centro) se concentren en un punto focal proximal y los rayos paralelos alejados del eje óptico (afuera) se concentren en un punto focal distal al punto focal proximal. **(Fig. 1)** El coma en un sistema óptico se refiere a imperfecciones en la lente, ojo u otro componente, que resulta en fuentes puntuales fuera de eje. Esto ocurre cuando la fuente de luz no procede del centro del campo (fuera del eje), las diferentes partes del

espejo no reflejan la luz hacia el mismo punto, que forma una especie de cuña. **(Fig. 2)** El trifolio es un como un astigmatismo con tres ejes.<sup>4</sup>

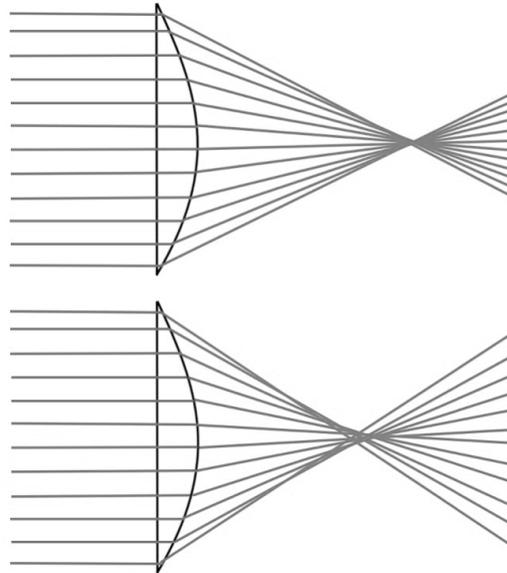


Figura 1 *Aberración esférica: (arriba) una lente asférica donde todos los rayos convergen en el mismo punto focal; (abajo) una lente esférica donde los rayos más cercanos a la óptica convergen en un punto focal y los más alejados convergen en otro punto focal.*

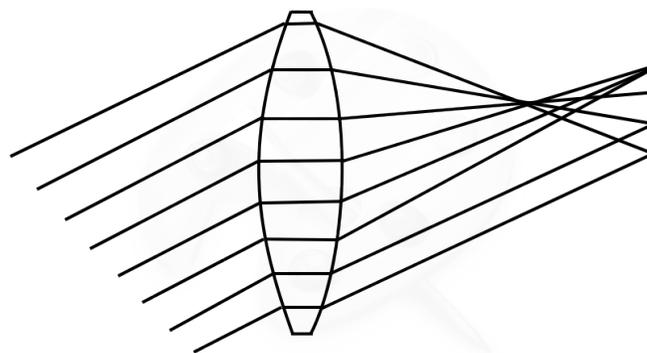


Figura 2 *Coma óptica en una lente.*

Las aberraciones ópticas monocromáticas del ojo humano limitan la calidad óptica de la imagen en la retina, y como consecuencia se afectan las capacidades de resolución espacial del sistema visual. Cada elemento óptico del ojo tiene contribución relativa en las aberraciones por frente de onda en el ojo entero, pero la pregunta es ¿qué tanto influye cada estructura interna en las aberraciones ópticas?

El cristalino es la estructura que contribuye más a las aberraciones de la óptica interna donde también se incluyen la superficie posterior de la córnea y los medios oculares (Humor acuoso y humor vítreo).<sup>5-8</sup>

Con la introducción de la tecnología de frente de onda en oftalmología, nos ha permitido detectar y corregir las aberraciones más allá del “defocus (Miopía e hipermetropía) y el astigmatismo”.<sup>9</sup> Esto también nos hace entender aún más las aberraciones de alto orden del ojo entero, de la superficie corneal anterior y con estas dos poder estimar las aberraciones de la óptica interna.<sup>10-16</sup>

Para estimar las aberraciones internas primero se mide por medio del frente de onda las aberraciones de la córnea y posterior a ello se toman las aberraciones del ojo por completo. Y por medio de sustracción entre estas dos se estiman las aberraciones de la óptica interna. Para conseguir las aberraciones del ojo por completo se requiere neutralizar primero las aberraciones de la superficie corneal.<sup>10</sup>

Hoy en día se han incrementado las cirugías refractivas debido al gran avance en la tecnología utilizada para dichas cirugías en grupos poblacionales mayores de 18 años en adelante. Estas cirugías pretenden corregir aberraciones de bajo orden (Miopía, Hipermetropía y/o astigmatismo), y en muy pocas ocasiones se corrigen directamente las AAO. Esto se debe principalmente a que no se ha estudiado el impacto que tienen las aberraciones de alto orden internas en los pacientes candidatos a LASIK y que se realizan dicho procedimiento.

## ***1.2 Planteamiento del problema***

Con el envejecimiento, la calidad en la visión del ojo comienza a disminuir y aumenta la incidencia de patologías oculares; por lo tanto, aumenta la incidencia en una visión deficiente o incapaz de sobrellevar las tareas de la vida cotidiana, llegando a considerarse un problema de salud importante entre los adultos de la tercera edad.<sup>2,5,10,17,18</sup> Una de estas enfermedades oculares que se ve con mayor frecuencia de la discapacidad visual relacionada con la edad es la presbicia, que es la pérdida gradual de la capacidad de los ojos para enfocar objetos cercanos, la cual afecta la capacidad del paciente para leer y realizar actividades diarias a corta distancia y en la que se beneficiarían de realizar una cirugía en la córnea para ver de lejos con el ojo dominante y de cerca con el no dominante.<sup>1,19,20</sup>

Hoy en día las personas mayores son más activas y exigen mayores requerimientos visuales, para ello existen varios métodos de tratamiento entre los cuales están: los conservadores (lentes de armazón, lentes de contacto) y cirugía (*LASIK*, Facorretractiva,

*PRK*, etc.). A pesar de contar con esta amplia gama de tratamiento, las aberraciones de alto orden (AAO) que son imperfecciones más complejas que afectan a la calidad de la imagen proyectada por la córnea o cristalino en la retina, no se pueden corregir con lentes de armazón y son difícil de corregir con lentes de contacto, por lo que la corrección por medio de cirugía refractiva ha ido en aumento.<sup>20</sup>

Las aberraciones de alto orden presentan un desafío para los oftalmólogos, ya que se sugiere que una de las causas de los fracasos posterior a *LASIK* se debe precisamente a estas aberraciones de alto orden que no se toman en cuenta previo a la cirugía, sobre todo a las AAO internas.<sup>20,21</sup> A pesar de ello las cirugías refractivas se llevan a cabo en pacientes de todas las edades siempre y cuando sean candidatos, pero la evidencia en cuanto a recomendación está muy limitada en el grupo de población presbita (> 40 años).<sup>22</sup> Por ello es que diseñamos este estudio para medir las aberraciones de alto orden internas de diferentes grupos etarios y que esto nos ayude a decidir el mejor abordaje terapéutico para nuestros pacientes. Teniendo el análisis estadístico de este protocolo, como estudio base y dependiendo lo que nos arrojen los resultados, se podrá elaborar o incluir otros requisitos para ser considerados como candidatos a *LASIK*.

### ***1.3 Objetivos de la investigación***

Analizar las aberraciones de alto orden internas en diferentes grupos etarios en pacientes candidatos a cirugía Refractiva. Como objetivos secundarios nos propusimos reportar la cantidad de aberraciones de alto orden internas por grupo etario y comparar aberraciones de alto orden internas con diferentes tamaños pupilares.

#### **1.4 Justificación**

Se ha descrito que en el grupo de población presbita (> 40 años) aumentan estas aberraciones de alto orden por varios mecanismos reportados, entre ellos: la falta de capacidad de compensar las aberraciones corneales por parte del cristalino (aberración de alto orden interna)<sup>23,24</sup>, el aumento en el índice de refracción del núcleo del cristalino, y la formación incipiente de la catarata.<sup>2,3,9,25-30</sup>

Con este estudio se pretende obtener información sobre distintos grupos poblacionales candidatos a cirugía refractiva en los cuales evaluaremos las aberraciones de alto orden internas y en base a esto nos ayudará a con ello conocer el abordaje terapéutico ideal para poder tratarlas.

No se cuenta con estudios sobre aberraciones de alto orden internas comparando diferentes grupos etarios en nuestra población. Se plantea la idea de que las aberraciones internas van aumentando con el tiempo o de estructuras internas que dejan de compensar las aberraciones de alto orden de la córnea.<sup>5,7,23</sup> Algunos pacientes se quejan de aureolas, destellos y alteraciones en visión nocturna posterior a cirugía tipo LASIK convencional corrigiendo componentes esfero-cilíndricos, sugiriendo que las aberraciones de alto orden podrían ser la causa de ello.<sup>17</sup>

Se ha reportado que la aberración esférica de 4ta orden tiende a aumentar con el incremento de la edad (menos negativo), lo que indica que la compensación disminuye por

la óptica interna.<sup>1</sup> El autor aconseja que en los pacientes menores de 50 años de edad candidatos a LASIK, el objetivo debería basarse en la corrección de la aberración esférica ocular en mediciones de frente de onda; y por otra parte, los pacientes mayores de 50 años podrían beneficiarse de un cambio más negativo en la aberración esférica para compensar el inminente envejecimiento anticipado.<sup>1</sup>

El estudio es factible ya que contamos con la base de datos de los pacientes operados en nuestra institución, así como con sus estudios aberrométricos (*NIDEK OPD-SCAN III*) que se realizaron previo a la cirugía. Es un estudio retrospectivo en donde analizaremos las aberraciones ya previamente tomadas en pacientes dentro de nuestra institución.

Una vez terminando el estudio se podrá elaborar otro estudio prospectivo en donde se midan las aberraciones pre y posLASIK y evaluar los resultados con diferentes variables comparándolos por grupo. También en base a los resultados obtenidos se discutirá entre los procedimientos refractivos de LASIK y facorrefractiva por grupo etario, enfocando la discusión mayoritariamente en el grupo de 50 años para evaluar el sitio correcto en donde se debería realizar la cirugía en pacientes mayores a 50 años de edad (Córnea vs Cristalino).<sup>31,32</sup>

### ***1.5 Alcance del estudio***

La toma de las aberraciones por medio del equipo *NIDEK OPD-SCAN III*, presenta ciertas limitantes. Empezando por la del costo, representa un estudio con una cuota alta por

el valor de la adquisición del equipo. Disponibilidad, ya que no todos los centros de oftalmología cuentan con dicho equipo oftalmológico. Al igual, no todos los oftalmólogos piden de rutina el estudio de aberrometrías previo a cirugía refractiva en córnea o cristalino.

La mayoría de los pacientes que se someten a un estudio de aberrometría por frente de onda utilizando el OPD-SCAN III, son pacientes con algún tipo de patología corneal o alguna entidad en el cristalino que provoquen mala visión o que estén interesados en cirugía refractiva. Pocos pacientes con ojos sanos se les realiza este tipo de estudios porque no resulta beneficio en ellos. Por lo tanto, como el objetivo de este estudio es incluir a pacientes con ojos sanos y sin antecedentes de procedimientos invasivos, contamos con cierta limitación para la adquisición de estudios previamente elaborados en pacientes sanos que busquen únicamente una cirugía refractiva.

Los estudios con una duración mayor de 5 años se eliminan del sistema, por lo que se pierde su referencia. Las aberraciones pueden variar en el mismo paciente en diferentes situaciones como lo son en cambios en el tamaño pupilar (pupila escotópica, mesópica y fotópica) y posterior al uso reciente de lentes de contacto (blando, rígido o escleral). Se ha reportado una reproducibilidad interobservador significativamente menor en las mediciones de aberraciones oculares totales, si las mediciones son obtenidas por un no experto en comparación con un experto.<sup>33</sup>

## Capítulo 2- Marco teórico

Con la introducción de la tecnología de frente de onda en el área de la oftalmología se abrió un campo clínico más amplio que nos proporciona el potencial de medir y cuantificar las aberraciones de alto orden que emanan del ojo humano.

Tomando al ojo como un modelo simple, las aberraciones de la óptica interna por frente de onda (AFOinternas) se pueden obtener por la sustracción directa de las aberraciones corneales anterior (AFOcornea) de las aberraciones oculares (AFOenteras).

$$\text{AFOinternas} = \text{AFOojo entero} - \text{AFOcorneales}$$

### *2.1 Cambios con la edad*

Las aberraciones esféricas se encuentran ligeramente aumentadas en la edad media y en corneas de la tercera edad, así como la coma y otras aberraciones de alto orden, pero este incremento en la superficie del ojo no explica la reducción completa de la calidad de la imagen de la retina con el paso del tiempo.<sup>6,34</sup> Inclusive algunos pacientes se quejan de aureolas, destellos y alteraciones en visión nocturna posterior a cirugía queratorefractiva convencional corrigiendo componentes esfero-cilíndricos. Y se sugiere que las aberraciones de alto orden podrían ser la causa de ello.<sup>17</sup> Con esto se planteaba la idea de aberraciones internas del ojo que van aumentando con el tiempo o de estructuras internas que dejan de compensar las aberraciones de alto orden de la córnea.<sup>5,7,23</sup> En promedio las aberraciones oculares incrementan en un rango 10 veces mayor que las aberraciones corneales con la edad.<sup>6</sup> En otro estudio se reportó lo opuesto, Zhagn et al., no encontraron

un incremento o disminución en las aberraciones de alto orden internas con la edad, pero también reportan haber evaluado a los pacientes con un diámetro pupilar de 4 mm a diferencia de Atchison que utilizó un diámetro de 6 mm.<sup>27</sup>

La sensibilidad al contraste se va perdiendo con la edad, aunque no exista patología ocular como catarata, glaucoma, o degeneración macular. Y esta disminución en la capacidad visual se sugiere es por la disminución de la calidad de la imagen en la retina por cambios en la aberración esférica del cristalino.<sup>13,18,25</sup>

Wang Li et al, reportó que dentro de los 22 términos de Zernike, la aberración esférica de 4ta orden tendía a aumentar con el incremento de la edad (menos negativo), indicando que la compensación disminuía por la óptica interna con la edad.<sup>1</sup> Esto sugiere que, considerando el tratamiento en función de la edad, aconsejan en los pacientes menores de 50 años de edad en los que se plantea realizar LASIK, el objetivo debería basarse en la corrección de la aberración esférica ocular con mediciones de frente de onda existentes; por otro lado, en los pacientes mayores a 50 años podría ser aconsejable inducir un cambio más negativo en la aberración esférica para compensar el inminente envejecimiento anticipado.<sup>1</sup>

Amano et al, reportaron en una serie de casos de 81 pacientes que tanto la coma de la córnea como la coma ocular mostraban una correlación positiva con la edad, y por otro lado la aberración esférica de la córnea no mostró cambio con la edad a diferencia de la aberración esférica ocular que reportaron una correlación positiva con la edad. Sugiriendo

que la coma ocular incrementa con la edad debido al incremento de la coma corneal, y la aberración esférica incrementa con la edad, por el incremento de la aberración esférica en la óptica interna.<sup>2,17</sup>

## ***2.2 Compensación de aberraciones***

Se sabe que existe un acoplamiento entre las aberraciones de la córnea y el cristalino en los pacientes más jóvenes compensándose una con otra para mejorar la calidad de la imagen de la retina.<sup>6,7,13</sup> El punto de corte en el que se cambia la compensación de las aberraciones parece comenzar a los 45 años.<sup>6</sup> George Smith et al, reportaba el primer estudio in vivo en 26 sujetos, que estimaba las aberraciones de alto orden internas. Reportando una aberración esférica negativa del cristalino relajado con una aberración esférica positiva de la superficie corneal anterior, sugiriendo que ambas se contrarrestaban para dejar al ojo entero con menor nivel de aberración esférica.<sup>24</sup>

La mayoría de los estudios experimentales revisados muestran como las aberraciones de la córnea y óptica interna son mayores que las aberraciones del ojo completo, indicando que la superficie de la córnea y la óptica interna se compensan parcialmente para mejorar la imagen en la retina. Por lo que los procedimientos de refractiva se quedan muy limitados con sólo conocer la topografía corneal como guía. Esto también nos muestra el valor del frente de onda para estas aplicaciones.<sup>6</sup> El ojo conforme envejece, pierde el acoplamiento de las aberraciones de los componentes oculares, por un probable deterioro de la óptica ocular.<sup>6</sup>

### ***2.3 Aberraciones con Catarata***

El cristalino relajado presenta una aberración esférica negativa, compensando a la superficie de la córnea, hasta los 40-45 años aproximadamente. Posteriormente se han reportado incrementos en la coma y aberración esférica positiva con la edad.<sup>2,17,19</sup> Esto es debido al incremento del índice de refracción del núcleo del cristalino, como se ha reportado en estudios de pacientes con catarata nuclear.<sup>3,22</sup> Y lo opuesto ocurre en pacientes con catarata cortical.<sup>19</sup> En otro estudio realizado por Karolinne Rocha et al, donde se evaluaron las aberraciones de alto orden en pacientes con catarata nuclear, cortical y subcapsular posterior encontraron que los pacientes con catarata cortical tuvieron una coma más alta comparado con otros grupos, y el grupo de catarata nuclear presentaron aberraciones esféricas más elevadas que los otros grupos. Concluyendo que diferentes opacidades lenticulares inducen diferentes aberraciones por frente de onda.<sup>22,29</sup> Coma predominantemente para catarata cortical y aberración esférica para catarata nuclear.<sup>22</sup> Estos pacientes pueden iniciar con una catarata incipiente y referir calidad visual insatisfecha, a pesar de presentar una buena agudeza visual. Es probable que sea precisamente a estos factores ópticos ya mencionados. Esto también fue sustentado por Nisha Sachdev et al, en un estudio con 30 pacientes, 20 con catarata cortical o nuclear y 10 pacientes de grupo control. Demostrando el incremento de la aberración coma en catarata cortical y la aberración esférica en pacientes con catarata nuclear. La opacificación nuclear inducía 3 veces más las aberraciones de alto orden y la opacificación cortical 2 veces más que el grupo control.<sup>3</sup>

Cheng-Zhe-Wu et al, reportaron en un estudio incluyendo a pacientes con catarata nuclear, cortical y subcapsular posterior; que los pacientes con catarata cortical presentaban aberración tipo coma significativamente más alto, comparado con los otros dos grupos de catarata en el ojo completo y en la óptica interna. La densidad del lente nuclear se encontró correlacionada negativamente con la aberración esférica interna.<sup>9</sup> En otro estudio de 60 pacientes con catarata nuclear, se encontró que la aberración esférica ocular disminuía con la progresión de las cataratas nucleares debido a la correlación negativa entre la aberración esférica lenticular y la severidad de la opacidad nuclear.<sup>31</sup>

En un estudio comparativo de 2 grupos, el primero de 29 ojos evaluados 2 meses posterior a cirugía de catarata con implante monofocal de lente hidrofóbico, contra un grupo de 33 ojos fásquicos normales reportaron que tanto la coma vertical como la horizontal y la aberración esférica estaban aumentadas en los pacientes pseudofásquicos comparado con los ojos normales. Explicando el efecto de compensación de las aberraciones corneales por el lente natural donde se encuentra ausente en implantes de lentes intraoculares.<sup>32</sup>

Por otro lado, Joeun Lee et al, reportó en un estudio con 20 pacientes que presentaban catarata nuclear que la aberración de alto orden que predominaba era la coma, y que el grado de la catarata nuclear se correlacionaba negativamente con la cantidad de aberración esférica.<sup>35</sup> Sumado a esto también es bien sabido que la catarata nuclear puede disminuir la función visual afectando el contraste de sensibilidad.<sup>29</sup> En otra publicación de una serie de casos de 27 pacientes, divididos en 3 grupos, 4 pacientes en el grupo de catarata

nuclear, 14 pacientes en el grupo de catarata cortical y 9 pacientes sin catarata; reportaron una polaridad negativa de la aberración esférica en pacientes con catarata nuclear y positiva en los ojos con catarata cortical.<sup>30</sup>

#### ***2.4 LASIK y aberraciones de alto orden internas***

Se sabe que las personas de la tercera edad cada vez son más activas que antes, por lo que solicitan altos requisitos visuales. La corrección refractiva para estos pacientes mayores a 65 años es usualmente con el intercambio del lente refractivo (cuando está claro o cuando existe una catarata). Pero el rol de LASIK para un grupo selecto de pacientes mayores con una vida laboral activa y por lo demás sanos para mejorar su visión ha llevado a repensar el límite de edad para este procedimiento refractivo.<sup>36</sup> Paloma López et al., reportaron resultados de un estudio incluyendo a 24 pacientes mayores de 65 años, que se sometieron a algún procedimiento de LASIK. Reportando resultados postoperatorios de 82% de los ojos en el grupo miópico y 77% de los ojos en el grupo hiperópico que tuvieron un equivalente esférico refractivo medio entre -0.50 a +0.50 de emetropía.<sup>36</sup> Una limitación que tuvo este estudio fue que no se tomó en consideración las aberraciones internas sobre todo las del cristalino en este grupo etario donde incrementan positivamente las aberraciones esféricas.

En un futuro, con el incremento en la popularidad de Laser in Kertaomileusis (LASIK) para el tratamiento de errores refractivos, especialmente la miopía, provocará el aumento significativo de pacientes mayores con el antecedente de este procedimiento. Llegaran un número considerable de adultos mayores insatisfechos por la cirugía refractiva

que se realizaron en su juventud con éxito en la agudeza visual. Y esto podría ser debido al incremento de las aberraciones de alto orden, particularmente la aberración esférica corneal, que cambia a valores positivos provocadas por la cirugía LASIK para miopía estándar aunado al incremento de aberración esférica del cristalino con la edad. Con esto perderían el efecto compensador que se encuentra en pacientes jóvenes.<sup>21</sup>

Los estudios que demuestran que las aberraciones del ojo completo son menores que las aberraciones de la córnea o la óptica interna individualmente nos demuestran que la topografía corneal para procedimiento refractivos no es suficiente como estudio prequirúrgico.

Para mejorar la calidad de la imagen de la retina, los lentes intraoculares y los lentes de contacto deben ser diseñados con un perfil de aberración que se compense con la córnea o el cristalino. Para maximizar la imagen en la retina, los procedimientos refractivos deberían ablacionar la córnea basándose en las aberraciones del ojo por completo y no sólo de las aberraciones corneales.

Hoy en día sabemos que las cirugías queratorefractivas y la cirugía de catarata son de los procedimientos más realizados, sobre todo en pacientes mayores. Y estos procedimientos pueden reducir las aberraciones de bajo orden (Esfera y cilindro) pero no intentan reducir las aberraciones de alto orden. Con esto sugerimos que las cirugías refractivas deben de ir enfocadas en compensar no sólo aberraciones de 2do orden (Defocus

y Astigmatismo), pero también aberraciones de alto orden, para esculpir la córnea de la manera en que se minimicen las aberraciones totales del ojo.

En las etapas tempranas de la formación de catarata, los pacientes pueden sufrir de una disminución de la calidad visual (Dispersión de la luz, halos, destellos, etc.) mientras que la agudeza visual puede permanecer conservada. Y esto podría ser debido a los factores ópticos ya mencionados de aberraciones de alto orden internos, mayormente atribuidos al cristalino. Las mediciones por frente de onda corneales y totales son relevantes para la evaluación de los resultados después de la cirugía de catarata.

El mecanismo para conseguir la "emotropización" no está bien comprendido aún y nos hace falta tiempo e investigación para entenderlo.

En el 2017 NIDEK CO. LTD, un líder mundial en el diseño, fabricación y distribución de equipos oftálmicos, optométricos y de bordes de lentes, lanzó al comercio la tecnología de la tercera generación del OPD-SCAN III. Este equipo tiene la capacidad de analizar la topografía corneal, pupilometría, refracción, queratometrías y las aberraciones del frente de onda. Estas últimas se calculan en función de la conversión del mapa de potencia refractiva en tres tipos de aberraciones totales, corneales e internas del ojo (incluyendo de bajo y alto orden) en el tamaño de la pupila mesópica o fotópica, o se puede especificar manualmente una pupila de 3,0 a 9,0 mm. La ventaja de tener todos estos parametros en un solo equipo hace que facilite al cirujano de catarata o refractiva, la toma de decisión final.<sup>37</sup>

En física, el frente de onda de un campo de onda variable en el tiempo es el conjunto de todos los puntos que tienen la misma fase. **(Fig2)** El frente de onda puede ser afectado por el índice de refracción del medio o por la homogeneidad del mismo.<sup>38</sup> Para entender el frente de onda primero hay que imaginarse un trayecto de rayo de luz, partiendo de punto A (punto luminoso) a punto B en donde C es la distancia entre puntos A-B. Ahora, tomando en cuenta que de una fuente luminosa pueden partir en todas las direcciones rayos luminosos y colocamos un punto en cada rayo luminoso con la misma distancia C que el primer rayo, obtendríamos una imagen de frente de onda. Esta frente de onda en un medio homogéneo tendría una distribución de rayos de luz perpendicular al estímulo luminoso creando una esfera como frente de onda. Si el medio no es homogéneo, es decir, un medio con un índice de refracción distinto, crearía trayectos de luz curvas y a pesar de tener la misma distancia entre estas líneas, crearía un frente de onda irregular.**(Fig. 3)**

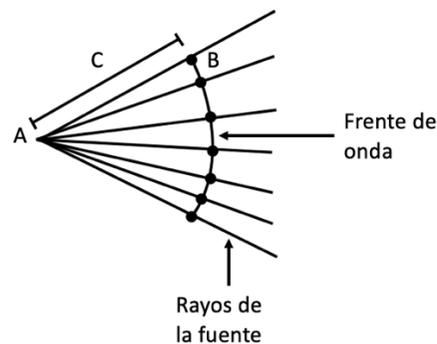


Figura 3 *Frente de onda en un medio homogéneo con una fuente puntual (A) a un punto focal (B) con una distancia (C) igual en todos los rayos.*

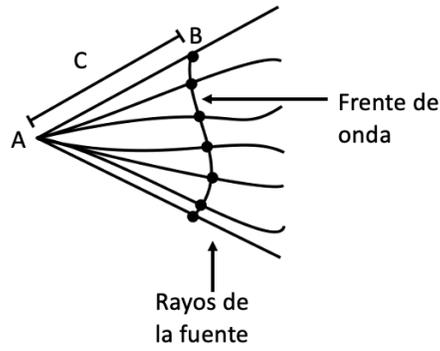


Figura 4 *Frente de onda en un medio inhomogéneo con una fuente puntual (A) a un punto focal (B) con una distancia (C) igual en todos los rayos. Obsérvese el frente de onda irregular.*

### Capítulo 3- Metodología

Se realizó un estudio de serie de casos retrospectiva, observacional, comparativa y descriptiva para determinar las aberraciones de alto orden internas de pacientes candidatos a cirugía LASIK, a los cuales se les realizó análisis por frente de onda con el NIDEK OPD-SCAN III previo a la cirugía LASIK en el Centro de Salud Integral (CeSI) de la Fundación Santos y de la Garza Evia en la Col. San Gilberto, Santa Catarina, Nuevo León – TecSalud y en el Hospital Zambrano Hellion (HZH) TecSalud.

Se recolectaron los datos del expediente clínico (Centro de Salud Integral (CeSI) de la Fundación Santos y de la Garza Evia en la Col. San Gilberto, Santa Catarina, Nuevo León – TecSalud y en el HZH) con previa autorización del paciente que cuente con aviso de privacidad firmado para uso del mismo con fines de investigación. Dicho aviso de privacidad fue revisado por un evaluador (I.A.D.V) previo a inclusión. **(Anexo 1)** Se realizó una estadística descriptiva de los pacientes que eran candidatos a cirugía refractiva que se pretendían realizar un procedimiento de tipo LASIK.

El periodo de recolección de datos fue de 6 meses (Enero 2022 a Junio 2022), de pacientes con estudio realizado en un periodo de 2015 a 2022.

Se asignaron a los pacientes en 3 grupos según la edad, grupo 1 (18 – 40 años); grupo 2 (41 – 50 años); y grupo 3 (51 en adelante). Se tomaron 3 medidas pupilares como base para la recolección de aberraciones: pupila fotópica, pupila mesópica y una pupila seleccionada manualmente de 4.00 mm.

El presente estudio fue realizado siguiendo los lineamiento de la Declaración de Helsinki, la NORMA oficial Mexicana (NOM-012-SSA3-2012),<sup>39</sup> que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, la guía de la ICH E6 de las Buenas practicas clínicas y tras haber obtenido la aprobación del comité de ética de investigación con el número de folio: P000664-AAOICR-CI-CR002 y P000664-AAOICR-CEIC-CR002, en el Comité de Ética en Investigación clínica-CEIC, Escuela de Medicina, Tecnológico de Monterrey. (No. De registro del Comité de investigación ante COFEPRIS COFEPRIS 20 CI 19 039 002 y No. De registro del Comité de Ética en investigación ante la Comisión Nacional de Bioética CONBIOETICA 19 CEI 011-2016-10-17)

### ***3.1 Participantes***

A continuación se mencionan los criterios de inclusión y exclusión de los participantes del estudio.

Los criterios de inclusión fueron:

1. Pacientes candidatos a cirugía LASIK.
2. Pacientes mayores de 18 años de edad.
3. Con estudio previo a LASIK de análisis por frente de onda NIDEK OPD-SCAN III (Nidek Inc., Tokyo, Japan).
4. Pacientes con historia clínica completa.

5. Pacientes que hayan otorgado la autorización del uso de información del expediente clínico con fines de investigación por medio de la autorización en el aviso de privacidad.

Los criterios de exclusión fueron:

1. Paciente con cualquier tipo de Catarata
2. Pacientes con antecedente de cirugía ocular previo a la toma del estudio
3. Pacientes con patología corneal que afecte la toma del análisis por frente de onda
4. Expediente incompleto
5. Pacientes que no hayan otorgado la autorización del uso de información del expediente clínico con fines de investigación por medio de la autorización en el aviso de privacidad.

VARIABLES DEL ESTUDIO: **(Anexo 2)**

1. Sexo
2. Edad
3. Ojo
4. Antecedentes Quirúrgicos
5. Agudeza Visual Mejor Corregida
6. Tipo de error refractivo
7. Queratometrías
8. Aberraciones de alto orden internas
9. Aberraciones de alto orden totales del ojo

### **3.2 Instrumentos**

Se utilizó el sistema operativo del OPD-SCAN III que se encuentra en el Hospital Zambrano Hellion, el cual cuenta con una base de datos de pacientes desde el 2015 al presente. Las aberraciones por frente de onda del ojo entero (WAeye) se obtuvieron utilizando el sistema *NIDEK OPD-SCAN III* (Nidek Inc., Tokyo, Japan). El sistema OPD-SCAN III mide las aberraciones de frente de onda del ojo utilizando un sensor de frente de onda. Se utilizaron los expedientes en físico de la clínica de Santa Catarina y los expedientes en físico y virtual del autor J.E.V.G.

Se obtuvo autorización por parte de los operadores del equipo para realizar una búsqueda de los pacientes.

### **3.3 Procedimientos**

Se realizó una base de datos en Microsoft® Excel spreadsheet, incluyendo cada variable en una columna separada y cada ojo de un paciente por filas. Enumerando a cada ojo y cada paciente con un registro distinto. Se consiguió una lista de pacientes que se habían realizado la toma de las aberraciones con el equipo del centro de oftalmología en el primer piso del HZH. Con la lista se acudió a la sala de estudios donde se tiene el equipo aberrométrico y se realizó la búsqueda de cada paciente. Por parte del analizador I.A.D.V. se fue llenando la base de datos hasta completarla. Cuando se terminó de completar se analizó por medio de SPSS® versión 21.0 (Armonk, NY:IBM Corp.), como programa para análisis estadísticos de variables analizadas.

### ***3.4 Estrategia de análisis de datos***

Se decidió un calculo de muestra a conveniencia (15 pacientes por grupo) por el tipo de estudio de serie de casos y porque no se cuenta con un estudio primario. Se compararon los 3 grupos con la prueba de kruskall-Wallis y si resultó con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) se realizó una prueba post-hoc con corrección Bonferroni.

Se midió la fuerza de asociación entre dos variables las cuales serán las AAO internas, las totales internas y las totales del ojo entero con el coeficiente de correlación (rho) de Spearman. Se tomó en cuenta una significancia estadística de  $p < 0.05$ .

### ***3.5 Pregunta de investigación***

¿Qué cantidad de aberraciones de alto orden internas se encuentran en cada grupo etario y qué tanto cambia con los diferentes tamaños pupilares?

### ***3.6 Objetivos***

El objetivo principal del estudio fue analizar y comparar las aberraciones de alto orden internas en diferentes grupos etarios en pacientes candidatos a cirugía Refractiva. Como objetivos secundarios se tenía, reportar la cantidad de aberraciones de alto orden internas por grupo etario y comparar aberraciones de alto orden internas con diferentes tamaños pupilares.

## Capítulo 4- Resultados

Se incluyeron a 45 pacientes en el estudio (90 ojos), de los cuales eran 15 de ellos (30 ojos) por grupo. Se incluyeron en todo el estudio a 17 hombres (37.7%) y a 28 mujeres (62.2%). En el grupo 1 se incluyeron a cinco hombres (33.3%) y a diez mujeres (66.7%), grupo 2 con cinco hombres (33.3%) y diez mujeres (66.7%) y en el grupo 3 se incluyeron a siete hombres (46.7%) y a ocho mujeres (53.3%). Grupo 1 con una edad promedio de  $24 \pm 4.6$  años (21-30), grupo 2 con una edad de  $44 \pm 2.8$  (42-48) y grupo 3 con una edad de  $56 \pm 2.9$  (53-58) años. Ninguno de ellos reportaba algún procedimiento quirúrgico o invasivo en sus ojos. La visión mejor corregida se encontró en un rango de 20/20 a 20/30 (logMar de 0 a 0.2) con una  $p = 0.311$ .

### *4.1 Error refractivo*

Se subclasificó al paciente en 7 errores refractivos: miopía pura, hipermetropía pura, astigmatismo miópico simple, astigmatismo miópico compuesto, astigmatismo hipermetrópico simple, astigmatismo hipermetrópico compuesto y astigmatismo mixto. De los cuales se encontraron en todo el estudio a 38 ojos (42.22%) con astigmatismo miópico compuesto, 25 ojos (27.77%) con astigmatismo hipermetrópico compuesto, 16 ojos (17.77%) con astigmatismo mixto, 5 ojos (5.55%) con astigmatismo hipermetrópico simple, 3 ojos (3.33%) con hipermetropía pura, y 3 ojos (3.33%) con astigmatismo miópico simple.

Del grupo 1 se reportaron 28 ojos (93.3%) con astigmatismo miópico compuesto y 2 ojos (6.7%) con astigmatismo mixto. Del grupo 2 se encontraron 11 ojos (36.7%) con astigmatismo mixto, 10 ojos (33.3%) con astigmatismo miópico compuesto, 3 ojos (10%) con astigmatismo miópico simple, 3 ojos (10%) con astigmatismo hipermetrópico simple y 3 ojos (10%) con astigmatismo hipermetrópico compuesto. Del grupo 3 se encontraron a 22 ojos (73.3%) con astigmatismo hipermetrópico compuesto, 3 ojos (10%) con hipermetropía simple, 3 ojos (10%) con astigmatismo mixto y 2 ojos (6.7%) con astigmatismo hipermetrópico simple.

#### ***4.2 Pupilometría***

Se tomaron en cuenta 3 aperturas pupilares (fotópica, mesópica y una manual de 4.00 mm). En el análisis de pupila fotópica se obtuvieron las siguientes medidas por grupo: grupo 1 con una pupila de  $3.1 \text{ mm} \pm 0.33$  (2.79-3.29), grupo 2 con una pupila de  $3.08 \pm 0.54 \text{ mm}$  (2.82-3.63), y el grupo 3 con una pupila de  $2.94 \pm 0.31 \text{ mm}$  (2.72-3.2); con una p de 0.207.

Con la pupila mesópica se encontraron las siguientes medidas: grupo 1 de  $6.01 \pm 0.97 \text{ mm}$  (4.78-6.46), en el grupo 2 con un promedio de  $4.93 \pm 0.81 \text{ mm}$  (4.61-5.56), y en el grupo 3 de  $5.09 \pm 0.72 \text{ mm}$  (4.39-5.49); encontrando una diferencia significativamente estadística entre los 3 grupos ( $p = 0.002$ ). Al comparar los grupos entre ellos se encontraron las siguientes p: Grupo 1 vs grupo 2 ( $p = 0.033$ ), grupo 1 vs grupo 3 ( $p = 0.002$ ), y grupo 2 vs 3 ( $p > 0.999$ ).

En la tercer apertura pupilar que se incluyó en el estudio, se preseleccionó la medida de 4.0 mm para todos los pacientes del estudio.

#### ***4.3 Aberraciones de alto orden internas***

Se tomaron en cuenta 3 aberraciones de alto orden internas (Coma, trifolio y aberración esférica) y las aberraciones de alto orden internas totales separadas por pupilometrías (fotópica, mesópica y manual de 4.00 mm).

##### **4.3.1 AAOIs con Pupila fotópica**

###### ***Totales***

En el grupo 1 se encontró una media cuadrática (RMS) promedio de  $0.12 \pm 0.09$  (0.078-0.209), en el grupo 2 se encontró  $0.141 \pm 0.24$  (0.095-0.328), y en el grupo 3 con una de  $0.086 \pm 0.08$  (0.06-0.132). Teniendo una diferencia significativamente estadística ( $p = 0.005$ ).

Comparando estas medidas entre cada grupo se encontró lo siguiente: Grupo 1 vs grupo 2 una  $p=0.563$ . Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p=0.16$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.003$ .

###### ***Coma total***

En el grupo 1 se encontró una media cuadrática (RMS) promedio de  $0.061 \pm 0.05$  (0.025-0.079), en el grupo 2 se encontró  $0.05 \pm 0.11$  (0.028-

0.185), y en el grupo 3 con una de  $0.027 \pm 0.02$  (0.012-0.046) y una  $p = 0.002$ .

Comparando estas medidas entre cada grupo encontramos una  $p > 0.999$  entre el grupo 1 y el grupo 2. Grupo 1 vs el grupo 3 con una  $p < 0.001$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p < 0.001$ .

### ***Trifolio total***

En el grupo 1 se encontró una media cuadrática (RMS) promedio de  $0.053 \pm 0.06$  (0.033-0.09), en el grupo 2 se encontró una de  $0.078 \pm 0.19$  (0.042-0.167), y en el grupo 3 con una de  $0.052 \pm 0.03$  (0.031-0.074) y una  $p = 0.043$ .

Con las pruebas pareadas entre los grupos se encontró lo siguiente: Grupo 1 vs grupo 2 una  $p = 0.22$ . Grupo 1 vs grupo 3 una  $p > 0.999$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p = 0.048$ .

### ***Aberración esférica total***

En el grupo 1 se encontró una RMS promedio de  $0.042 \pm 0.04$  (0.027-0.072), en el grupo 2 se encontró una de  $0.04 \pm 0.08$  (0.023-0.128), y en el grupo 3 se encontró una de  $0.022 \pm 0.07$  (0.014-0.033). Obteniendo una diferencia significativamente estadística ( $p = 0.004$ ).

Comparando estas medidas entre los grupos se encontró lo siguiente:  
Grupo 1 vs grupo 2 una  $p > 0.999$ . Grupo 1 vs grupo 3 una  $p = 0.009$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p = 0.013$ .

#### **4.3.2 AAOIs con Pupila mesópica**

##### ***Totales***

En el grupo 1 se encontró una media cuadrática (RMS) de  $0.611 \pm 0.54$  (0.387-1.084), en el grupo 2 con una de  $0.448 \pm 1.11$  (0.359-1.433), y en el grupo 3 con una de  $0.303 \pm 0.24$  (0.257-0.385) y una  $p < 0.001$ .

Comparando los grupos obtuvimos lo siguiente: Grupo 1 vs grupo 2 una  $p > 0.999$ . Grupo 1 vs grupo 2 una  $p < 0.001$ . Grupo 2 vs grupo 3 una  $p = 0.001$ .

##### ***Coma total***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.309 \pm 0.46$  (0.194-0.75), en el grupo 2 con una de  $0.22 \pm 0.62$  (0.1-0.466), y en el grupo 3 con una de  $0.132 \pm 0.19$  (0.059-0.191). Con una  $p < 0.001$ .

Comparando los grupos, obtuvimos entre el grupo 1 y el grupo 2 una  $p = 0.35$ . Grupo 1 vs grupo 3 una  $p < 0.001$ . Grupo 2 vs grupo 3 una  $p = 0.019$ .

##### ***Trifolio total***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.187 \pm 0.29$  (0.128-0.345), en el grupo 2 con una de  $0.199 \pm 0.46$  (0.122-0.358), y en el grupo 3 una de  $0.134 \pm 0.14$  (0.098-0.185). Con una  $p=0.024$ .

Comparando estos grupos obtuvimos que una  $p>0.999$  entre el grupo 1 vs grupo 2. Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p=0.075$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.041$ .

### ***Aberración esférica total***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.29 \pm 0.18$  (0.151-0.472), en el grupo 2 con una de  $0.221 \pm 0.81$ (0.15-0.434), y en el grupo 3 con una de  $0.169 \pm 0.08$  (0.112-0.243). Con una  $p=0.006$

Comparando los grupos, tenemos que grupo 1 vs grupo 2 nos arroja una  $p>0.999$ . Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p=0.01$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.037$ .

### **4.3.3 AAOIs con Pupila manual de 4.00 mm**

#### ***Totales***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.209 \pm 0.15$  (0.159-0.348), en el grupo 2 con una de  $0.281 \pm 0.25$  (0.166-0.386), y en el grupo 3 con una de  $0.17 \pm 0.08$  (0.135-0.236). Encontrando una  $p=0.007$ . **(Fig. 4)**

Realizando comparaciones entre grupos obtenemos una  $p=0.802$  entre los grupos 1 vs grupo 2. Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p=0.132$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.005$ .

### ***Coma total***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.108 \pm 0.13$  (0.083-0.18), en el grupo 2 con una de  $0.081 \pm 0.11$  (0.054-0.192), y en el grupo 3 con una de  $0.043 \pm 0.07$  (0.03-0.102). Obteniendo una  $p = 0.001$ . **(Fig. 5)**

Comparando los grupos entre ellos, obtuvimos lo siguiente: Grupo 1 vs grupo 2 con una  $p>0.999$ . Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p=0.187$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.054$ .

### ***Trifolio total***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.091 \pm 0.1$  (0.057-0.147), en el grupo 2 con una de  $0.116 \pm 0.2$  (0.082-0.213), y en el grupo 3 con una de  $0.097 \pm 0.04$  (0.066-0.133). Con una  $p=0.057$ , por lo que no se consideró como una diferencia significativamente estadística y no se realizó una comparación entre grupos. **(Fig. 6)**

### ***Aberración esférica total***

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.094 \pm 0.04$  (0.067-0.128), en el grupo 2 con una de  $0.102 \pm 0.09$  (0.069-0.161), y en el grupo 3 con una de  $0.071 \pm 0.03$  (0.056-0.101). Con una  $p = 0.045$ . (Fig. 7)

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en las pruebas pareadas. Grupo 1 vs grupo 2 con una  $p > 0.999$ . Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p = 0.187$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p = 0.054$ .

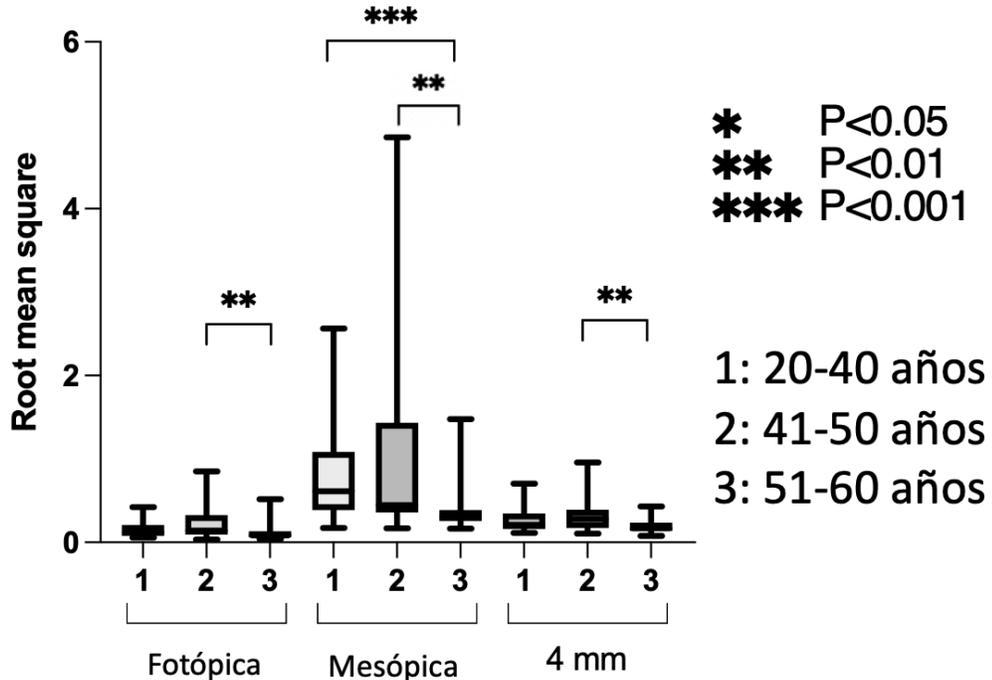


Figura 5 Gráfica de cajas y bigote de las aberraciones de alto orden internas totales con tres tamaños pupilares. Demostrando una diferencia con significancia estadística en las comparaciones entre grupos 2 vs 3 (fotópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (mesópica); y los grupos 2 vs 3 (manual 4.00 mm).

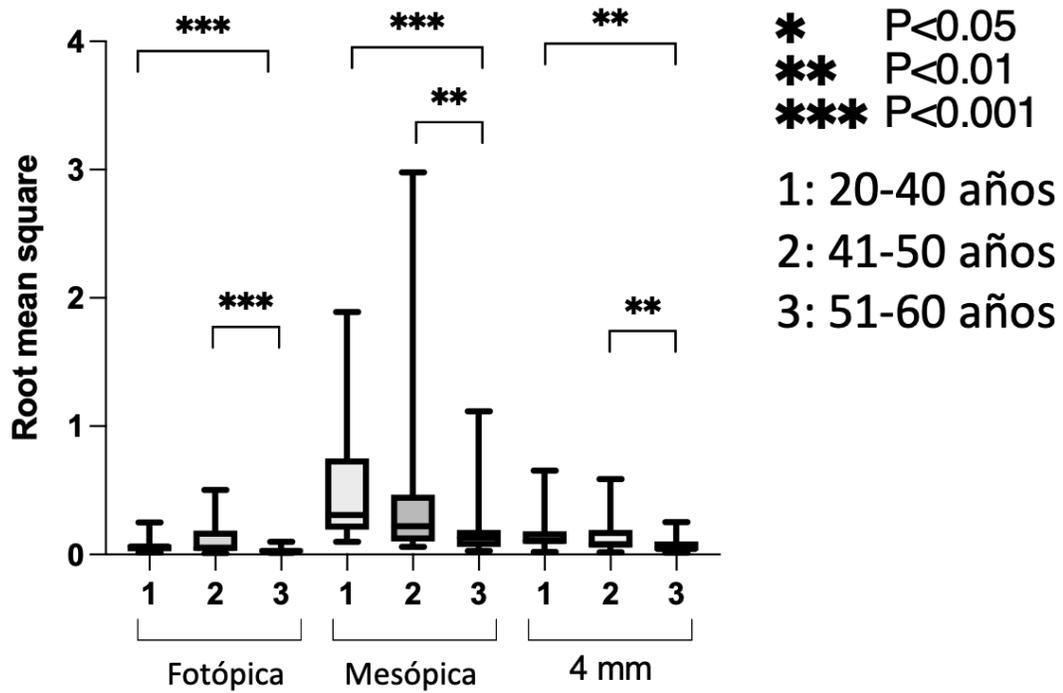


Figura 6 Gráfica de cajas y bigote de las AAO de tipo coma con tres tamaños pupilares.  
 Demostrando una diferencia estadísticamente significativa en grupos 1 vs 3 y 2 vs 3  
 (fotópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 4 (mesópica); grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (manual 4.00 mm).

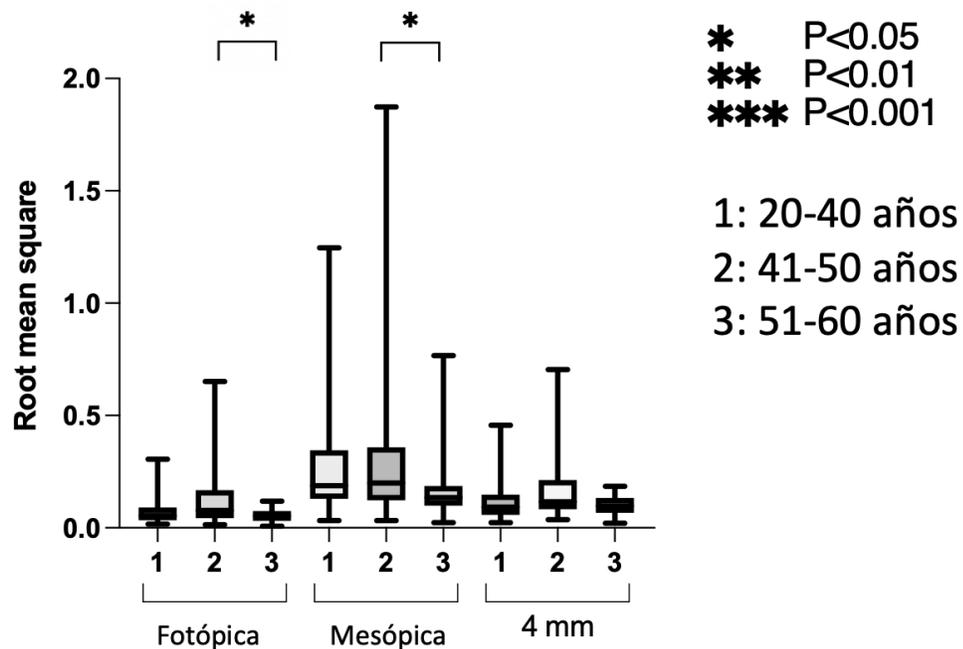


Figura 7 Gráfica de cajas y bigote de las AAO de tipo trifolio con tres tamaños pupilares. Demostrando una diferencia con significancia estadística de los grupos 2 vs 3 (fotópica); 2 vs 3 (mesópica).

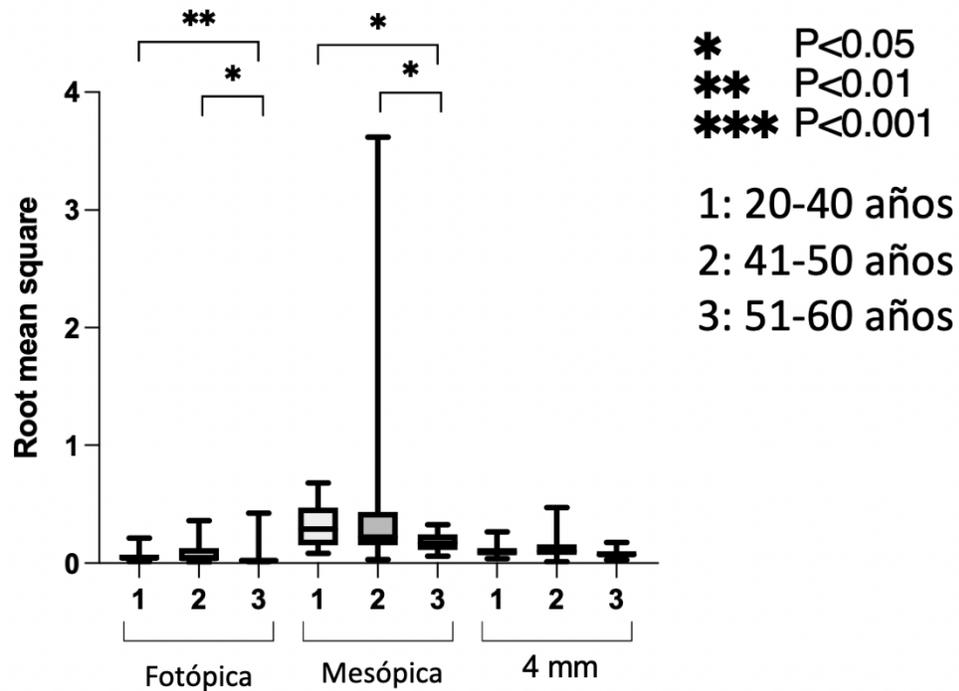


Figura 8 Gráfica de cajas y bigote de las AAO de tipo aberración esférica con tres tamaños pupilares. Con una diferencia significativamente estadística entre los grupos 1 vs 3 y 2 vs 3 (fotópica); grupos 1 vs 2 y 2 vs 3 (mesópica).

#### 4.4 Aberraciones de alto orden del ojo entero

Se incluyeron las aberraciones de alto orden del ojo entero de los mismos pacientes previamente reportados en la sección 4.3. Solamente se tomó en cuenta las totales y no se incluyeron por separado las AAOIs.

#### **4.5.1 AAO totales con pupila fotópica**

En el grupo 1 se encontró una media cuadrática (RMS) de  $0.099 \pm 0.08$  (0.06-0.139), grupo 2 con una de  $0.147 \pm 0.2$  (0.103-0.301), y en el grupo 3 con una de  $0.164 \pm 0.05$  (0.124-0.224). Con una  $p = 0.002$ .

Comparando estas medidas entre cada grupo tenemos que entre el grupo 1 vs grupo 2 encontramos una  $p=0.026$ . Grupo 1 vs grupo 3 con una  $p>0.999$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.002$ .

#### **4.4.2 AAO totales con pupila mesópica**

En el grupo 1 se encontró una RMS de  $0.381 \pm 0.46$  (0.314-0.797), grupo 2 con una de  $0.501 \pm 0.87$  (0.274-1.04), y en el grupo 3 con una de  $0.308 \pm 0.25$  (0.181-0.4). Con una  $p = 0.003$ .

Realizando comparaciones entre cada grupo encontramos una  $p>0.999$  entre los grupos 1 vs 2. Grupo 1 vs 3 con una  $p=0.05$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.003$ .

#### **4.4.3 AAO totales con pupila manual de 4.0 mm**

En el grupo 1 con una RMS de  $0.164 \pm 0.16$  (0.124-0.224), grupo 2 con una de  $0.31 \pm 0.2$  (0.198-0.413), y en el grupo 3 con una de  $0.165 \pm 0.09$  (0.121-0.241). Resultando en una diferencia significativamente estadística ( $p = 0.001$ ). **(Fig. 8)**

Comparando cada grupo tenemos que entre el grupo 1 vs grupo 2 hay una  $p=0.005$ . Grupo 1 vs grupo 2 una  $p>0.999$ . Grupo 2 vs grupo 3 con una  $p=0.004$ .

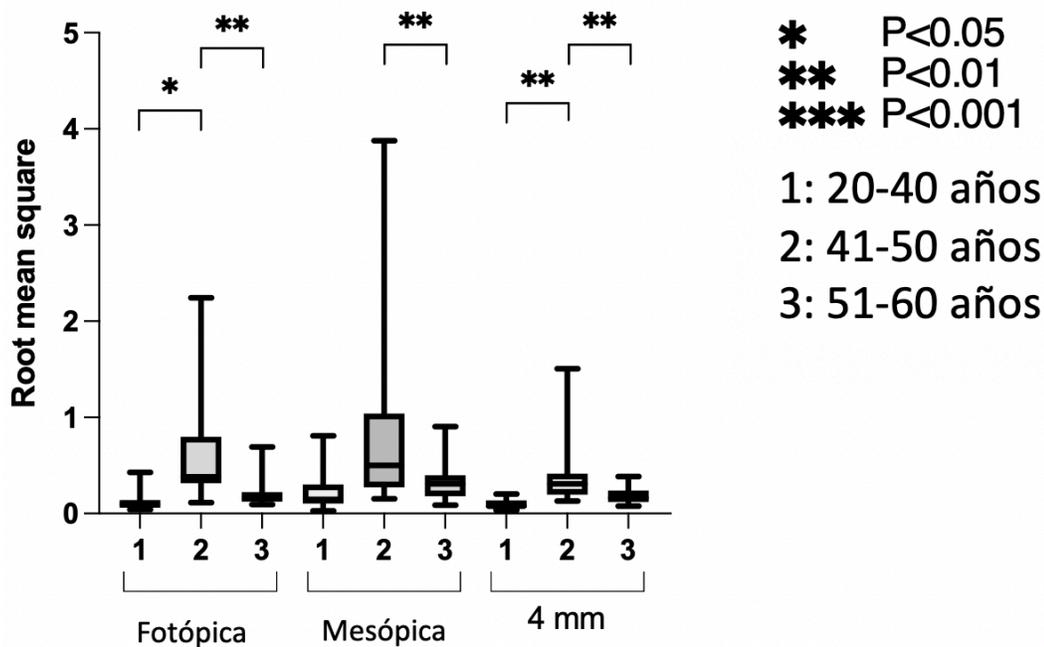


Figura 9 Gráfica de cajas y bigote aberraciones de alto orden totales del ojo con tres tamaños pupilares. Resultando en una diferencia estadísticamente significativa en las comparaciones entre grupos 1 vs 2 y 2 vs 3 (fotópica); grupo 2 vs 3 (mesópica); los grupos 1 vs 2 y 2 vs 3 (manual 4.00 mm).

#### 4.5 Correlación entre las aberraciones de alto orden internas

Se realizó un análisis comparativo de las aberraciones de alto orden internas y las totales internas reportadas en la sección 4.3 de los tres tamaños pupilares. Se midió la fuerza de asociación entre las variables con la rho de Spearman.

#### **4.5.1 AAOIs internas con pupila fotópica**

Se midió la correlación entre las tres AAO internas y las totales internas en condiciones fotópicas. Se encontró una correlación negativa ( $r = -0.26$ ) entre las aberraciones de alto orden internas totales ( $p = 0.015$ ). En las AAO de tipo coma se encontró una correlación negativa ( $r = -0.335$ ) con una  $p=0.001$ . Se encontró una correlación negativa ( $r = -0.097$ ) en la AAO de trifolio ( $p = 0.365$ ). Obtuvimos una correlación negativa ( $r = -0.395$ ) en la AAO de aberración esférica ( $p < 0.001$ ). (**Tabla 1**)

#### **4.5.2 AAOIs internas con pupila mesópica**

En condiciones mesópicas se encontró lo siguiente: Correlación negativa ( $r = -0.511$ ) en las AAO internas totales ( $p = <0.001$ ). Correlación negativa ( $r = -0.513$ ) en la AAO de coma ( $p = <0.001$ ). Correlación negativa ( $r = -0.301$ ) con una  $p=0.004$  en la AAO de trifolio. Correlación negativa ( $r = -0.407$ ) en la AAO de aberración esférica ( $p = <0.001$ ).

#### **4.5.3 AAOIs internas con pupila manual de 4.00 mm**

Preseleccionando una pupila manual de 4.00 mm en todos los pacientes incluidos encontramos una correlación negativa ( $r = -0.205$ ) en las AAO internas totales ( $p=0.053$ ). Correlación negativa ( $r = -0.362$ ) en la AAO de tipo coma ( $p = <0.001$ ). Correlación negativa ( $r = -0.001$ ) en la

AAO de trifolio ( $p = 0.994$ ). Correlación negativa ( $r = -0.23$ ) en la aberración esférica ( $p = 0.029$ ).

#### 4.6 Correlación entre las aberraciones de alto orden

Se encontró una correlación positiva entre las aberraciones de alto orden internas totales y las aberraciones de alto orden totales del ojo entero incluyendo a todos los pacientes del estudio. **(Tabla 1)**

Tabla 1. *Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero global.*

AAO internas	-	AAO totales		
		Pupila fotópica	Pupila mesópica	Pupila 4 mm
Pupila fotópica	rho	<b>0.844</b>	0.721	0.613
	P	<b>&lt;0.001</b>	<0.001	<0.001
Pupila mesópica	rho	0.596	<b>0.807</b>	0.38
	P	<0.001	<b>&lt;0.001</b>	<0.001
Pupila 4 mm	rho	0.692	0.585	<b>0.736</b>
	P	<0.001	<0.001	<b>&lt;0.001</b>

En la tabla 2 podemos observar como existe una correlación positiva entre las aberraciones de alto orden internas totales y las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el grupo 1. **(Tabla 2)**

Tabla 2. *Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el Grupo 1.*

AAO internas	-	AAO totales		
		Pupila fotópica	Pupila mesópica	Pupila 4 mm

<b>Pupila fotópica</b>	<b>rho</b>	<b>0.745</b>	0.706	0.571
	<b>P</b>	<b>&lt;0.001</b>	<0.001	0.001
<b>Pupila mesópica</b>	<b>rho</b>	0.389	<b>0.683</b>	0.16
	<b>P</b>	0.034	<b>&lt;0.001</b>	0.4
<b>Pupila 4 mm</b>	<b>rho</b>	0.572	0.485	<b>0.708</b>
	<b>P</b>	0.001	0.007	<b>&lt;0.001</b>

Tabla 3 muestra como existe una correlación positiva entre las aberraciones de alto orden internas totales y las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el grupo 2. **(Tabla 3)**

Tabla 3. *Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el Grupo 2.*

AAO internas	-	AAO totales		
		Pupila fotópica	Pupila mesópica	Pupila 4 mm
<b>Pupila fotópica</b>	<b>rho</b>	<b>0.918</b>	0.834	0.72
	<b>P</b>	<b>&lt;0.001</b>	<0.001	<0.001
<b>Pupila mesópica</b>	<b>rho</b>	0.873	<b>0.931</b>	0.701
	<b>P</b>	<0.001	<b>&lt;0.001</b>	<0.001
<b>Pupila 4 mm</b>	<b>rho</b>	0.859	0.806	<b>0.758</b>
	<b>P</b>	<0.001	<0.001	<b>&lt;0.001</b>

Tabla 4 representa como existe una correlación positiva entre las aberraciones de alto orden internas totales y las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el grupo 3. **(Tabla 4)**

Tabla 4. *Correlaciones entre aberraciones de alto orden internas totales vs las aberraciones de alto orden totales del ojo entero en el Grupo 3.*

AAO internas	-	AAO totales
--------------	---	-------------

		<b>Pupila fotópica</b>	<b>Pupila mesópica</b>	<b>Pupila 4 mm</b>
<b>Pupila fotópica</b>	<b>rho</b>	<b>0.8</b>	0.438	0.451
	<b>P</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.015	0.012
<b>Pupila mesópica</b>	<b>rho</b>	0.466	<b>0.687</b>	0.179
	<b>P</b>	0.009	<b>&lt;0.001</b>	0.343
<b>Pupila 4 mm</b>	<b>rho</b>	0.547	0.191	<b>0.741</b>
	<b>P</b>	0.002	0.312	<b>&lt;0.001</b>

#### **4.7 Queratometrías**

Se analizaron las queratometrías planas y curvas por grupo y se obtuvo lo siguiente: Grupo 1 con una queratometría plana promedio de  $41.79 \pm 1.87$  D (40.09-42.89). Grupo 2 con  $41.9 \pm 2.86$  D (39.63-43.44). Grupo 3 con  $43.38 \pm 1.72$  D (42.27-44.38). Encontrando una diferencia con significancia estadística de  $p=0.003$ . Comparando estas medidas de queratometrías planas entre cada grupo, las comparaciones entre grupo 1 vs grupo 3 y grupo 2 vs grupo 3 salieron en una diferencia significativamente estadísticas ( $p = 0.004$  y  $p = 0.04$ , respectivamente).

En las queratometrías curvas se encontró en el grupo 1 con un promedio de  $43.14 \pm 2.59$  D (41.49-45.58). Grupo 2 con un promedio de  $44.09 \pm 3.53$  D (41.09-45.95). Grupo 3 con una queratometría de  $44.41 \pm 1.67$  D (42.94-45.37). Con una  $p=0.282$ .

Se encontró una correlación positiva en las queratometrías planas y curvas ( $r = 0.373$  y  $0.128$ , respectivamente) con una  $p<0.001$  y  $p=0.228$ .

## Capítulo 5- Análisis y discusión de resultados

En el sistema óptico del ser humano existen condiciones que distorsionan el frente de onda como medios no homogéneos (humor acuoso, cristalino, humor vítreo, retina) que ocasionan un cambio en el índice de refracción y también existen estructuras que ocasionan la difracción de la luz como la pupila.<sup>38</sup> Las aberraciones del frente de onda dependen del tamaño de la pupila y generalmente se incrementan al aumentar el diámetro de la pupila.<sup>33</sup> El tamaño pupilar (pupilometría) es distinta en cada individuo, pero si tomamos en cuenta a sujetos sanos oftalmológicamente se encuentra que el tamaño pupilar es inversamente proporcional a la edad del paciente. El autor Tekin k. y aliados, reportaron que la edad se correlacionó inversa y moderadamente con cada una de las características pupilométricas estáticas.<sup>40,41</sup> En otro estudio también reportaron 3 grupos etarios en donde encontraron que el grupo de participantes jóvenes tenían un tamaño pupilar mayor al de los adultos.<sup>42</sup> En nuestro estudio encontramos igualmente una diferencia con significancia estadística en cuanto a los tamaños pupilares estáticos de pupilas fotópicas y mesópicas entre los grupos etarios. En el grupo 1 encontramos un promedio de pupila fotópica de 3.1 mm contra el grupo 3 de 2.94 mm; en la pupila mesópica 6.01 mm del grupo 1 contra 5.09 mm del grupo 3, con una  $p = 0.002$ .

Entendiendo que las pupilas en condiciones normales no se mantienen en una constante apertura por los cambios de iluminación, emociones, y en cambios en distancias de visión; podemos inferir que estas aberraciones de alto orden internas están en constante cambio bajo las mismas circunstancias que alteran el tamaño pupilar.

Artal et al., reportaron una compensación de las aberraciones corneales con las internas, y que estas aumentan con la edad (aberración esférica, coma y aberraciones de alto orden internas totales), asumiendo que en los jóvenes las aberraciones corneales eran mayores que la del ojo entero por la compensación ya mencionada, y que en los adultos las aberraciones totales del ojo eran mayores que las de la córnea por el desacoplamiento de las mismas.<sup>6,34</sup> Esto fue distinto a lo que se encontró en nuestro estudio ya que reportamos unas aberraciones internas mayores en el grupo de los jóvenes que en la de los adultos.

Amano et al., reportaron que la coma ocular incrementa con la edad debido al incremento de la coma corneal, y la aberración esférica incrementa con la edad, por el aumento de la aberración esférica en la óptica interna.<sup>2,17</sup> A pesar de no obtener la aberraciones como la coma y aberración esférica corneal en nuestro estudio, la coma ocular salió más aumentada en el grupo de los jóvenes en todas las condiciones pupilométricas, al igual que la aberración esférica ocular, por lo que no coinciden con los hallazgos reportados por este autor.

Encontramos lo opuesto en otro estudio, donde reportaron no encontrar un incremento o disminución en las aberraciones de alto orden internas con la edad, pero utilizaron un diámetro pupilar de 4 mm a diferencia del autor anterior con un diámetro pupilar de 6 mm.<sup>27</sup> Esto resulta similar a nuestro estudio en pupilas de 4mm, sin encontrar un incremento en el grupo 3 en comparación con el grupo de los jóvenes. Esto último no se puede afirmar ya que no se cuenta con las medidas de aberrometría anteriores por el tipo de estudio transversal.

Se ha reportado un punto de corte a los 45 años, de la compensación que se tiene entre las aberraciones internas con las corneales.<sup>6</sup> Reportan que a partir de esta edad se pierde dicha compensación, por ello en nuestro estudio incluimos un grupo de edad a mediación de este punto para valorar el incremento en el grupo mayor. Con estas medidas obtenidas se sugiere repetir las medidas de aberrometría en un estudio prospectivo y poder compararlas entre sí para valorar un punto de corte adecuado para nuestra población. Teniendo dicho punto de corte podremos valorar mejor la cirugía facorefractiva contra una cirugía tipo LASIK.

En cuanto al error refractivo, encontramos una diferencia entre los grupos teniendo en el grupo 1 a la mayoría de los ojos (93.3%) con astigmatismo miópico compuesto, en el grupo 2 se encontraba con el mayor porcentaje (36.7%) en el error refractivo de astigmatismo hipermetrópico compuesto, y en el grupo 3 la mayoría (73.3%) mostró un astigmatismo hipermetrópico compuesto. Para conocimiento de los autores, no se tiene reportado alguna variabilidad en las aberraciones de alto orden internas con respecto al error refractivo, pero consideramos que esta diferencia de refracción entre los grupos, podría estar alterando el resultado final de las aberraciones internas. Por ejemplo, un cilindro cristalino que ocasionaría un aumento en la aberración de la coma.

### ***Ventajas***

- Es el primer estudio que compara aberraciones de alto orden internas en pacientes sanos en búsqueda de una cirugía refractiva.

- Primer estudio sobre las aberraciones de alto orden internas y sus implicaciones en cirugías refractivas en nuestra población.
- Se incluyeron a 3 grupos de edades sin comorbilidades oftalmológicas, sin contar el error refractivo.
- Se realizaron las tomas de aberraciones con el mismo aparato OPD-SCAN III del mismo hospital de tercer nivel.
- Se encontraron diferencias significativamente estadísticas importantes cuando se compararon entre los grupos etarios.
- Este estudio sirve de base para futuras investigaciones en los mismos pacientes posterior a la cirugía refractiva deseada,

### ***Limitantes***

- Como limitantes tenemos que los grupos no fueron homogéneos en su error refractivo. Lo ideal sería realizar un estudio en una población con un error refractivo de +/- 0.50 D (emotropía).
- Se incluyeron pocos pacientes dentro del estudio. No se agruparon los pacientes por grupo étnico o socioeconómico.
- Es un estudio transversal, tomado por diferentes operadores
- No se homogeneizaron las muestras en cuanto al sexo con un 62% de mujeres
- No se tomó la longitud axial como variable para análisis

## Capítulo 6- Conclusión

No se encontró un aumento significativo de las aberraciones internas totales en los pacientes mayores de 50 años con una pupila a 4.00 mm. Concluimos, que los pacientes mayores de 50 años sin comorbilidades oculares (como catarata o ectasias corneales), pueden ser considerados en un procedimiento quirúrgico por la técnica convencional de queratorefractiva tipo LASIK. Previo a cualquier cirugía refractiva sugerimos un análisis de las aberraciones de alto orden corneales, totales e internas para valorar el manejo quirúrgico. También aconsejamos evaluar el tamaño pupilar del paciente en diferentes condiciones (mesópica, fotópica y un promedio manual) para poder valorar algún procedimiento tipo LASIK guiado por frente de onda.

A pesar de que en nuestros resultados el grupo 1 y 2 presentaban mayor promedio de aberraciones de alto orden, entendemos que nuestra muestra es pequeña por lo que consideramos que se requieren de mayores estudios con un número de muestra mayor, prospectivo y con una metodología de carácter aleatoria. También se requiere de un análisis a fondo de pacientes emetropes para evitar algunos factores confusores que podría darnos la diferencia entre los errores refractivos de los tres grupos.

A mayor aberraciones de alto orden internas mayor el valor de las aberraciones de alto orden totales (directamente proporcional). Y las aberraciones se aumentan conforme se aumenta el tamaño pupilar, por lo que en jóvenes es mayor por el promedio pupilar que encontramos. A diferencia de los adultos mayores de 50 años que presentaban una apertura pupilar menor.

## Anexo 1- Aviso de privacidad



Hospital San José  
TecSalud



Hospital  
Zambrano Hellion  
TecSalud

Hospital San José

Av. I. Morones Prieto 3000 Pte.

Col. Los Doctores. 64710. Monterrey, N.L. México.

Tel. (81) 8347.1010 Fax. (81) 8348.0628

Hospital Zambrano Hellion

Batallón de San Patricio 112 Col. Real de San Agustín

C.P. 66278. San Pedro Garza García, N.L. México

Tel. (81) 8888.0000.

### AVISO DE PRIVACIDAD PACIENTES

#### Identidad y domicilio del Responsable

El Responsable de los datos personales que usted proporciona es Fundación Santos y de la Garza Evia, I.B.P. (en adelante Tec Salud), ubicado en Avenida Ignacio Morones Prieto # 3000 Pte, Colonia Los Doctores, Monterrey, Nuevo León.

#### Datos personales y datos personales sensibles tratados por Tec Salud

Tec Salud para cumplir con las finalidades previstas en este Aviso de Privacidad tratará datos personales de identificación, incluyendo su imagen personal a través de fotografías y/o videos, datos personales de contacto, datos personales patrimoniales y/o financieros, incluyendo información relacionada con el seguro de gastos médicos que tenga contratado; datos personales laborales y datos personales académicos.

Asimismo, le informamos que para cumplir con las finalidades descritas en este aviso de privacidad se tratarán los siguientes datos personales sensibles, que requieren de especial protección: datos personales referentes a su estado de salud presente y futuro, factores psicológicos, padecimientos pasados y presentes, antecedentes heredofamiliares, datos personales biométricos, datos sobre su preferencia sexual, religión y sobre su origen étnico y/o racial. Le informamos que el tratamiento de dichos datos es necesario para cumplir las obligaciones derivadas de la relación jurídica entre usted y Tec Salud, razón por la cual su consentimiento se encuentra exceptuado.

Por otro lado, le informamos que Tec Salud recabará y tratará datos personales de identificación, de contacto y patrimoniales y/o financieros de familiares y/o terceros, que usted designe como responsables y con quienes podríamos comunicarnos en caso de emergencia para cumplir con las finalidades primarias y necesarias para la relación jurídica establecida con usted. De este modo, al proporcionar los datos personales necesarios relacionados con sus familiares y/o terceros usted reconoce tener el consentimiento de éstos para que Tec Salud trate éstos para cumplir con las finalidades primarias y necesarias señaladas en el presente Aviso.

#### Finalidades primarias

Tec Salud tratará sus datos personales para las siguientes finalidades primarias y necesarias:

- Registrarle e identificarle como paciente nuestro;
- Brindarle la atención médica que requiera de acuerdo a su estado de salud actual y futuro;
- Integrar su Expediente Clínico y conservarlo de conformidad con la normatividad aplicable en materia de salud;
- Dar a conocer su estado de salud a quien usted designe como responsable durante la prestación del servicio médico;
- Contactarlo para brindarle información sobre los servicios solicitados;
- Contactar a sus familiares y/o terceros autorizados en caso de emergencia;
- Gestionar pagos derivados de los servicios prestados;
- Hacer efectivas las coberturas de seguros que tenga contratadas con empresas aseguradoras;
- Gestionar procesos de cobranza y facturación;
- Cumplir con las obligaciones previstas en la normatividad aplicable en materia de salud así como con los requerimientos de autoridades competentes en los casos legalmente previstos.
- Obtención de certificaciones de calidad en la prestación de servicios relacionados con la salud.

Le informamos que usted no puede oponerse para que Tec Salud cese el tratamiento de sus datos para las finalidades primarias y necesarias, anteriormente mencionadas, en virtud de que el tratamiento es necesario para cumplir obligaciones derivadas de la relación entre usted y Tec Salud.

### Finalidades secundarias

Además, si usted no se opone, Tec Salud tratará sus datos personales para las siguientes finalidades adicionales que no son necesarias para el servicio solicitado, pero que permiten y facilitan brindarle una mejor atención:

- Para realizar encuestas y evaluaciones de mejora de procesos de atención;
- Para fines académicos, de investigación médica y generación de tesis;
- Para fines publicitarios y de campañas financieras;
- Para proporcionar a sus familiares y/o terceros que lo soliciten información sobre el número de habitación en el cual se encuentre hospitalizado.

En caso de que no desee que sus datos personales sean tratados para alguna o todas las finalidades adicionales, desde este momento usted nos puede comunicar lo anterior al correo [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx)

La negativa para el uso de sus datos personales para fines adicionales no podrá ser un motivo para negarle los servicios o productos que contrata o solicita ni para dar por terminada la relación establecida con nosotros.

### Transferencias

Tec Salud para cumplir las finalidades necesarias anteriormente descritas u otras aquellas exigidas legalmente o por las autoridades competentes transferirá los datos personales necesarios a las siguientes organizaciones y para los siguientes fines:

Tercero receptor de los datos personales	Finalidad	Consentimiento
Autoridades en materia de salud	Cumplir con las disposiciones de la Ley General de Salud, Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable.	No necesario
Compañías Aseguradoras	Pago de servicios obtenidos y hacer efectivos las coberturas aplicables.	No necesario
Terceros pagadores	Pago de servicios obtenidos	No necesario
Médico tratante	Brindar atención médica	No necesario
*Médico Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.	Realizar investigaciones médicas relacionadas con su diagnóstico, tratamiento y demás datos personales.	Necesario
*Médicos residentes	Realizar investigaciones médicas que deriven en tesis y/o publicaciones en congresos.	Necesario
Estudiantes del sector salud	Para brindar atención médica con supervisión de médico.	No necesario
Empresas e instituciones con las que tenemos celebrados contratos de prestación de servicios médicos para sus empleados.	En caso de solicitar ser atendido por su calidad de empleado de alguna de estas empresas o instituciones, para la gestión de trámites administrativos.	No necesario

Si usted no desea que Tec Salud transfiera sus datos personales para aquellas transferencias para las cuales es necesario su consentimiento le pedimos que envíe un correo electrónico a la dirección [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx), en donde se le atenderá en tiempo y forma.

Acepto y otorgo mi consentimiento para realizar la transferencia de los datos a los terceros señalados con asterisco (\*).

**Derechos ARCO y/o revocación del consentimiento**

Usted o su representante legal podrá ejercer cualquiera de los derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición ("Derechos ARCO"), así como revocar su consentimiento para el tratamiento de sus datos personales enviando un correo electrónico al Departamento de Protección de Datos Personales a la dirección electrónica [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx).

En este sentido, puede informarse sobre los procedimientos, requisitos y plazos para el ejercicio de sus Derechos ARCO y/o revocación del consentimiento en cualquiera de nuestras página de internet <http://www.cmzh.com.mx/pacientes-y-familiares/aviso-de-privacidad.aspx>, o <http://www.hsj.com.mx/secciones-hsj/aviso-de-privacidad.aspx> ó bien ponerse en contacto con el Departamento de Protección de Datos Personales que dará trámite a las solicitudes para el ejercicio de estos derechos, y atenderá cualquier duda que pudiera tener respecto al tratamiento de su información. Los datos de contacto del Departamento de Protección de Datos Personales son los siguientes: Av. Ignacio Morones Prieto No. 3000 Pte., colonia Los Doctores, Monterrey, Nuevo León, C.P. 64710. Correo electrónico: [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx)

**Limitación y/o Divulgación de sus datos**

Usted podrá limitar el uso o divulgación de sus datos personales enviando su solicitud al [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx). En caso de que su solicitud sea procedente se le registrará en el listado de exclusión propio de Tec Salud.

**Uso de cookies, web beacons y otras tecnologías similares**

Le informamos que en nuestra página de Internet no utilizamos cookies y otras tecnologías a través de las cuales sea posible monitorear su comportamiento como usuario de Internet.

**Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI)**

En caso de considerarlo necesario, le informamos que tiene el derecho de acudir ante el Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) para hacer efectivos sus derechos.

**Cambios al Aviso de Privacidad**

Tec Salud le notificará sobre cambios o actualizaciones al presente aviso de privacidad a través de las ligas [www.cmzh.com.mx](http://www.cmzh.com.mx) y [www.hsj.com.mx](http://www.hsj.com.mx) y posteriormente accediendo a su Aviso de Privacidad.

**Aceptación al Aviso de Privacidad**

Por medio del presente usted es consciente que Tec Salud trate sus datos personales para aquellas finalidades para las cuales es necesario su consentimiento, y reconoce que el presente Aviso de Privacidad fue puesto a disposición previo al tratamiento de sus datos personales. Asimismo, declara que ha informado a las personas de las cuales ha proporcionado datos personales, del tratamiento que el Responsable dará a los mismos y que cuenta con su autorización.

Nombre del paciente

Paciente: Número de expediente

---

Firma del paciente

---

Nombre completo y firma de quien ejerce la patria potestad o tutoría del paciente

Monterrey, Nuevo León, a 11 de Marzo del 2020 hora 13:38:40

## Anexo 2. Descripción y definición de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR DE VARIABLE
<b>Sexo</b>	Condición orgánica masculina o femenina.	Característica masculina o femenina determinada por naturaleza biológica.	Cualitativa, nominal	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino</li> </ul>
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Tiempo que ha transcurrido en años desde el nacimiento hasta el momento actual referido en el expediente.	Cuantitativa, discreta	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad en años</li> </ul>
<b>Ojo</b>	Es el órgano de la vista.	Globo hueco casi esférico lleno de líquidos (humores).	Cualitativa, nominal	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ojo derecho</li> <li>• Ojo izquierdo</li> </ul>
<b>Antecedentes Quirúrgicos</b>	Se refiere a los antecedentes que se relacionan a operaciones quirúrgicas.	Antecedentes quirúrgicos a los que se haya sometido el paciente, los cuales se encuentren reportados en el expediente.	Cualitativa, Dicotómica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentes (Especificar)</li> <li>• No presentes</li> </ul>
<b>Agudeza Visual Mejor Corregida</b>	Habilidad para discernir más de una característica identificable en un objetivo visible a una distancia estándar.	Agudeza visual de cada ojo a una distancia de 6 metros o menor, utilizando la mejor corrección óptica disponible.	Cuantitativa, continua	Cartilla de Snellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snellen (20/400 - 20/20)</li> </ul>
<b>Tipo de error refractivo</b>	Tipo de aberración óptica que causa un problema de enfoque de luz en la retina.	Presencia de miopía, hipermetropía o astigmatismo, en base al resultado de la refracción bajo ciclopejía.	Cualitativa, nominal	Miopía: esfera $-\infty$ a $-0.25$ D Hipermetropía: esfera $+0.25$ D a $+\infty$ Astigmatismo: cilindro $-\infty$ a $-0.25$ D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miopía</li> <li>• Hipermetropía</li> <li>• Astigmatismo</li> </ul>
<b>Aberraciones de alto orden internas</b>	Aberraciones ópticas monocromáticas que causan un problema de	Presencia de coma, trefoil y aberración esférica, en base	Cualitativa, Nominal	OPD-SCAN III (Polinomios de Zernike)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coma</li> <li>• Trefoil</li> <li>• Tetrafoil</li> <li>• Pentafoil</li> </ul>

	enfoque de luz en la retina que no incluyen la miopía, hipermetropía y astigmatismo regular.	al resultado del OPD-SCAN III.			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hexafoil</li> <li>• Aberración Esférica</li> </ul>
--	--	--------------------------------	--	--	---

## Referencias

1. Wang L, Santaella RM, Booth M, Koch DD. Higher-order aberrations from the internal optics of the eye. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(8):1512-1519. doi:10.1016/j.jcrs.2004.01.048
2. Alió JL, Schimchak P, Negri HP, Montés-Micó R. Crystalline lens optical dysfunction through aging. *Ophthalmology.* 2005;112(11):2022-2029. doi:10.1016/j.ophtha.2005.04.034
3. Sachdev N, Ormonde SE, Sherwin T, McGhee CNJ. Higher-order aberrations of lenticular opacities. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(8):1642-1648. doi:10.1016/j.jcrs.2004.02.048
4. High order aberrations. Accessed January 29, 2023. <https://www.vista-laser.com/high-order-aberrations/>
5. Artal P, Berrio E, Guirao A, Piers P. Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age. *Journal of the Optical Society of America A.* 2002;19(1):137. doi:10.1364/josaa.19.000137
6. Artal P, Guirao A, Berrio E, Williams DR. Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. *J Vis.* 2001;1(1):1-8. doi:10.1167/1.1.1
7. Atchison DA, Suheimat M, Mathur A, Lister LJ, Rozema J. Anterior corneal, posterior corneal, and lenticular contributions to ocular aberrations. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016;57(13):5263-5270. doi:10.1167/iovs.16-20067
8. Ruiz-Mesa R, Blanch-Ruiz J, Ruiz-Santos M, Montés-Micó R. Optical and visual quality assessment of an extended depth-of-focus intraocular lens based on spherical aberration of different sign. *Int Ophthalmol.* Published online 2021. doi:10.1007/s10792-020-01659-z
9. Wu CZ, Jin H, Shen ZN, Li YJ, Cui X. Wavefront aberrations and retinal image quality in different lenticular opacity types and densities. *Sci Rep.* 2017;7(1):15247. doi:10.1038/s41598-017-15245-4
10. Millodot M, Sivak J. Contribution of the cornea and lens to the spherical aberration of the eye. *Vision Res.* 1979;19(6):685-687. doi:10.1016/0042-6989(79)90244-X
11. Hiep NX, Khanh PTM, Quyet D, et al. Correcting corneal astigmatism with corneal arcuate incisions during femtosecond laser assisted cataract surgery. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019;7(24):4260-4265. doi:10.3889/oamjms.2019.371
12. Tan Q, Ng ALK, Cheng GPM, Woo VCP, Cho P. Repeatability of pupil size measurements with NIDEK OPD-Scan III in myopic children. *Ophthalmic and Physiological Optics.* Published online 2020. doi:10.1111/opo.12774
13. Packer M, Fine IH, Hoffman RS. Wavefront technology in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2004;15(1):56-60. doi:10.1097/00055735-200402000-00011
14. Li SM, Kang MT, Wang NL, Abariga SA. Wavefront excimer laser refractive surgery for adults with refractive errors. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;12:CD012687. doi:10.1002/14651858.CD012687.pub2
15. Hu C, Ravikumar A, Hastings GD, Marsack JD. Visual interaction of 2nd to 5th order Zernike aberration terms with vertical coma. *Ophthalmic and Physiological Optics.* 2020;40(5):669-679. doi:10.1111/opo.12718

16. Johnson TP, Sasian J. Zernike monomials in wide field of view optical designs. *Appl Opt*. 2020;59(22):G146. doi:10.1364/ao.392305
17. Amano S, Amano Y, Yamagami S, et al. Age-related changes in corneal and ocular higher-order wavefront aberrations. *Am J Ophthalmol*. 2004;137(6):988-992. doi:10.1016/j.ajo.2004.01.005
18. Oshika T, Okamoto C, Samejima T, Tokunaga T, Miyata K. Contrast Sensitivity Function and Ocular Higher-Order Wavefront Aberrations in Normal Human Eyes. *Ophthalmology*. 2006;113(10):1807-1812. doi:10.1016/j.ophtha.2006.03.061
19. Fernández J, Rodríguez-Vallejo M, Martínez J, Tauste A, Piñero DP. From presbyopia to cataracts: A critical review on dysfunctional lens syndrome. *J Ophthalmol*. 2018;2018. doi:10.1155/2018/4318405
20. López-Montemayor P, Valdez-García JE, Loya-García D, Hernandez-Camarena JC. Safety, efficacy and refractive outcomes of LASIK surgery in patients aged 65 or older. *Int Ophthalmol*. 2018;38(4):1515-1520. doi:10.1007/s10792-017-0614-3
21. Are changes in ocular aberrations with age a significant problem for refractive surgery? - PubMed. Accessed November 22, 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12361160/>
22. Rocha KM, Nosé W, Bottós K, Bottós J, Morimoto L, Soriano E. Higher-order aberrations of age-related cataract. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33(8):1442-1446. doi:10.1016/j.jcrs.2007.03.059
23. Kelly JE, Mihashi T, Howland HC. Compensation of corneal horizontal/vertical astigmatism, lateral coma, and spherical aberration by internal optics of the eye. *J Vis*. 2004;4(4):262-271. doi:10.1167/4.4.2
24. Smith G, Cox MJ, Calver R, Garner LF. The spherical aberration of the crystalline lens of the human eye. *Vision Res*. 2001;41(2):235-243. doi:10.1016/S0042-6989(00)00206-6
25. Vinche H, Athaide Z, Campos M, Costa C. *Estudo Das Aberrações Oculares e Idade Study of Ocular Aberrations with Age*. Vol 72.; 2009.
26. Radhakrishnan H, Charman WN. Age-related changes in ocular aberrations with accommodation. *J Vis*. 2007;7(7):11. doi:10.1167/7.7.11
27. Zhang J, Jin G, Jin L, et al. Profiles of intraocular higher-order aberrations in healthy phakic eyes: prospective cross-sectional study. *Ann Transl Med*. 2020;8(14):850-850. doi:10.21037/atm-20-1023
28. Wu CZ, Jin H, Shen ZN, Li YJ, Cui X. Wavefront aberrations and retinal image quality in different lenticular opacity types and densities. *Sci Rep*. 2017;7(1):15247. doi:10.1038/s41598-017-15245-4
29. Faria-Correia F, Lopes B, Monteiro T, Franqueira N, Ambrósio R. Scheimpflug lens densitometry and ocular wavefront aberrations in patients with mild nuclear cataract. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(3):405-411. doi:10.1016/j.jcrs.2015.10.069
30. Kuroda T, Fujikado T, Maeda N, Oshika T, Hirohara Y, Mihashi T. Wavefront analysis in eyes with nuclear or cortical cataract. *Am J Ophthalmol*. 2002;134(1):1-9. doi:10.1016/S0002-9394(02)01402-2
31. Lee JH, Choo HG, Kim SW. Spherical aberration reduction in nuclear cataracts. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2016;254(6):1127-1133. doi:10.1007/s00417-016-3316-z

32. Iseli HP, Jankov M, Bueeler M, Wimmersberger Y, Seiler T, Mrochen M. Corneal and total wavefront aberrations in phakic and pseudophakic eyes after implantation of monofocal foldable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(5):762-771. doi:10.1016/j.jcrs.2005.10.032
33. Visser N, Berendschot TTJM, Verbakel F, Tan AN, de Brabander J, Nuijts RMMA. Evaluation of the Comparability and Repeatability of Four Wavefront Aberrometers. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(3):1302-1311. doi:10.1167/IOVS.10-5841
34. Ferro M, Artal P, Navarro R, Miranda I. Effects of aging in retinal image quality. *JOSA A, Vol 10, Issue 7, pp 1656-1662.* 1993;10(7):1656-1662. doi:10.1364/JOSAA.10.001656
35. Lee J, Kim MJ, Tchah H. Higher-order aberrations induced by nuclear cataract. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(12):2104-2109. doi:10.1016/j.jcrs.2008.08.029
36. López-Montemayor P, Valdez-García JE, Loya-García D, Hernandez-Camarena JC. Safety, efficacy and refractive outcomes of LASIK surgery in patients aged 65 or older. *Int Ophthalmol.* 2018;38(4):1515-1520. doi:10.1007/s10792-017-0614-3
37. Refractive Power / Corneal Analyzer OPD-Scan III | Auto Refractometer / Auto Keratometer / Non Contact Tonometer / Pachymeter | NIDEK CO.,LTD. Accessed January 20, 2023. [https://www.nidek-intl.com/product/ophthaloptom/refraction/ref\\_auto/opd-scan3vs.html](https://www.nidek-intl.com/product/ophthaloptom/refraction/ref_auto/opd-scan3vs.html)
38. Mejía Barbosa Y. *El Frente de Onda y Su Representación Con Polinomios de Zernike The Wavefront and Its Representation with Zernike Polynomials.* Vol 9.; 2011.
39. DOF - Diario Oficial de la Federación. Accessed January 23, 2023. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013#gsc.tab=0)
40. Tekin K, Sekeroglu MA, Kiziltoprak H, Doguizi S, Inanc M, Yilmazbas P. Static and dynamic pupillometry data of healthy individuals. *Clin Exp Optom.* 2018;101(5):659-665. doi:10.1111/CXO.12659
41. Martínez-Ricarte F, Castro A, Poca MA, et al. Infrared pupillometry. Basic principles and their application in the non-invasive monitoring of neurocritical patients. *Neurologia.* 2013;28(1):41-51. doi:10.1016/J.NRL.2010.07.028
42. Biçer GY, Zor KR, Küçük E. Do static and dynamic pupillary parameters differ according to childhood, adulthood, and old age? A quantitative study in healthy volunteers. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(10):3575-3578. doi:10.4103/IJO.IJO\_1254\_22

# Curriculum Vitae

## Irving Armando Domínguez Varela

### 1.0 ACERCA DE MÍ

*He estudiado la carrera de medicina por 7 años, en los cuales me he dedicado a la investigación, docencia y a la asistencia clínica. Al igual cuento con experiencia trabajando en el extranjero.*

*Me considero una persona muy responsable y dedicada con las herramientas necesarias para cumplir con cualquier expectativa.*

---

### 2.0 Aptitudes

- Compañerismo
- Fácil comprensión
- Facilidad para adaptarme en diferentes ambientes
- Liderazgo
- Analítico y resolución de problemas

### 3.0 Educación

#### **Médico cirujano y partero**

Facultad de medicina UANL 2012-2019

#### **Bachillerato general Bilingüe**

CIDEB-UANL 2010-2012

#### **Primaria – Secundaria**

Latin American School of Monterrey 2001-2010

### 4.0 Idiomas

Español- lengua materna

Inglés- Avanzado  
Francés- B2

## **5.0 Experiencia**

### **5.1.1 Co-investigador en departamento de Alergia, Hospital Universitario**

Centro Regional de Alergias e Inmunología Clínica (CRAIC) 2014-2019

- Elaboración de base de datos, diseño de protocolos y elaboración de artículos.
- XVI Programa Verano de la Investigación científica y tecnológica PROVERICYT-UANL, se trabajó en una nueva vacuna contra enfermedades alérgicas (30 junio al 25 de julio 2014)
- XVIII Programa Verano de la Investigación científica y tecnológica PROVERICYT-UANL (27 de junio al 22 de julio del 2016)

### **5.1.2 Instructor de Medicina Interna I**

Endocrinología, Hematología y Gastroenterología

Impartía clases a los alumnos de 4to año de la carrera, aplicaba exámenes y colaboraba con los maestros en distintas actividades académicas.

### **5.1.3 Intercambio en verano de investigación IFMSA**

Instituto de fisiología médica, Universidad de Belgrado, Serbia Julio 2017

Se trabajó en investigación en modelos experimentales de epilepsias; mecanismo y su tratamiento.

- Se publicó el trabajo en un congreso realizado en Graz, Austria

### **5.1.4 Médico Pasante del Servicio Social**

Centro Universitario contra el cáncer Servicio de Hematología Febrero 2019 - Enero 2020

## **6.0 CONOCIMIENTO**

- Manejo de paquete office
- Conocimiento en el área de búsqueda de artículos médicos
- Conocimiento en el programa SPSS
- Conocimiento en investigación médica

## **7.0 CONGRESOS**

**2020**

- Participación en la categoría de Trabajos Libres durante: “XXXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Retina-Retina en línea cincontinentes” Asociación Mexicana de Retina AMR con el tema “Retinoblastoma en una niña hispana mayor enmascarado como una Pars Planitis: reporte de un caso” (Octubre 2020)
- Participación en la categoría de Trabajos libres durante: “Currents trends in Medical Science” Samara International Medical Science 2020 SIMS con el tema “COVID 19 and ocular manifestations: A narrative review” (Octubre 2020) Obteniendo el reconocimiento como: “Best presentation”
- Participación en la categoría de Trabajos libres durante la: “7th Virtual EGVRs training School 2020” Egyptian Vitreoretinal Society con el tema “Retinoblastoma masquerading as a Pars Planitis” (Diciembre 2020)

## **2021**

- Participación en la categoría de Trabajos libres: “Aberraciones de alto orden internas: Revisión” durante el congreso “XXXVII Congreso Nacional de Residentes en Oftalmología” Consejo Mexicano de Oftalmología, A.C. (Febrero 2021)
- Participación en la categoría de póster: “Retinoblastoma enmascarado” El poder de la atención integral en la sorbevida, hospital infantil Teletón de Oncología (Abril 2021)
- Participación en la categoría de póster: “Cyberknife Robot-Assisted Radiosurgery for chiliochoroidal Melanoma: Early results” ARVO 2021 Annual Meeting (Mayo 2021)
- Participación en la categoría de trabajo libre: “Ophthalmological care during COVID-19 times. Perspectives from a Mexican eye healthcare system” en el congreso de ARVO 2021 Annual Meeting (Mayo 2021)
- Participación en la categoría de trabajo libre: “Ophthalmological care during COVID-19 times. Perspectives from a Mexican eye healthcare system” PAAO Pan-American Research day: Anterior Segment virtual meeting ARVO (Julio 2021)
- Participación en la categoría de trabajo libre: “Cyberknife Robot-Assisted Radiosurgery for chiliochoroidal melanoma: Early results in Mexico” PAAO Pan-American Research day: Posterior Segment virtual meeting ARVO (Julio 2021)
- Participación en la categoría de trabajo libre: “Currents trends in Medical Science” Samara International Medical Science 2021 SIMS con el tema “Cataract surgery management during the COVID-19 times: Perspectives from a eye healthcare system” (Octubre 2021) Obteniendo el reconocimiento como: “2nd place”
- Participación en la categoría de póster: “Higher-order aberrations from the internal optics: Review” ESO 2021 Emirates society of ophthalmology (Noviembre 2021)

## **2022**

- Participación en la categoría de trabajo libre: “Internal Higher-Order Aberrations of the human eye: Review” ASCRS (Abril 2022)
- Participación en la categoría de trabajo libre: “Long-term Visual Outcome of Post-LASIK Patients that developed Sjögren Syndrome” ASCRS (Abril 2022). Obteniendo el reconocimiento como: “Best presentation”
- Participación en la categoría de póster: "Dermoides epibulbares: características clínicas y resultados quirúrgicos" AAPOS (abril 2022)
- Participación en la categoría de trabajo libre: “Internal Higher-Order Aberrations of the human eye: Review” ASCRS 2022; Washington, D.C. (25 de Abril 2022)
- Participación en la categoría de trabajo libre como co-autor: “Long-term Visual Outcome of Post-LASIK Patients that developed Sjögren Syndrome” ASCRS 2022; Washington, D.C. (25 de Abril 2022) Obteniendo el reconocimiento como: “Best presentation”
- Participación en la categoría de póster como co-autor en “ARVO Annual meeting 2022”: Richmond HRR and quality of life in patients with color blindness wearing faded red tinted lenses. (01-04 de Mayo 2022) *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2022;63(7):1707 – F0025.
- Participación en la categoría de trabajo libre en “ARVO Annual meeting 2022”: Keratometric influence in ten IOL calculation formulas for long eyes. (01-04 de Mayo 2022) *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2022;63(7):2875 – F0012.
- Participación en la categoría de trabajo libre “XXXVI Congreso mexicano de oftalmología”: Colapso del cuidador y depresión en cuidadores primarios de pacientes con ceguera legal (04-08 de Junio 2022). Obteniendo el reconocimiento como: “Best presentation”
- Participación en la categoría de trabajo libre en el “15° Curso internacional del colegio mexicano de glaucoma”: "Herpes Zóster Oftálmico asociado a parálisis oculomotora" CMO Colegio Mexicano de Glaucoma Puerto Vallarta 2022 (Septiembre 2022)
- Participación en la categoría de póster como co-autor “XXVII Curso internacional Córnea 2022”: "Microcórnea y miopía axial: Análisis genético e imagenológico de una paciente" (26-29 de Octubre 2022) Obteniendo el reconocimiento como: “Best presentation”

## 8.0 Publicaciones

Domínguez-Varela IA, Rodríguez-Gutiérrez LA, Morales-Mancillas NR, Barrera-Sánchez M, Macías-Rodríguez Y, Valdez-García JE. “COVID-19 and the eye: a review” *Infect Dis (Lond)*. 2021 Jun;53(6):399-403. doi: 10.1080/23744235.2021.1882697.

Domínguez-Varela IA, Aguilera-Partida JA, Dalvin LA, Garza-Garza LA, Thompson-García LM, Barbosa-Quintana Á, Ancona-Lezama D. “Retinoblastoma in an older Hispanic child masquerading as pars planitis: A case report” *Eur J Ophthalmol*. 2021 Feb 10:1120672121994487. doi: 10.1177/1120672121994487.

Domínguez-Varela IA, Parra-Bernal C, Morales-Mancillas N, Rodríguez-Gutiérrez L, Ortiz-Morales G, Nava-García J. Cataracte cèruléenne congénitale “Congenital cerulean cataract” *J Fr Ophthalmol*. 2021;44(10):1616-1617. doi:10.1016/j.jfo.2021.04.013

Domínguez-Varela IA. “High Mortality Among Health Personnel With COVID-19 in Mexico” *Disaster Med Public Health Prep*. 2021;15(4):e20-e21. doi:10.1017/dmp.2020.382

Domínguez-Varela IA, Ancona-Lezama DA, Dalvin LA, Pérez-Ramos EE. “Choroidal melanoma treatment in times of coronavirus disease 2019” *Melanoma Res*. 2021;31(2):194-195. doi:10.1097/CMR.0000000000000718

Lopez-Yang C, Morales-Mancillas NR, Domínguez-Varela IA, Rodríguez-García A. “Spontaneous corneal perforation in chronic trachoma” *J Fr Ophthalmol*. 2022;45(3):367-368. doi:10.1016/j.jfo.2021.06.017

Domínguez-Varela IA, Ortiz-Morales G, Gómez-Elizondo DE, Nava-García JA, Valdez-García JE. “Ophthalmological Care Management of Cataract Patients During the COVID-19 Times: Perspectives From a Mexican Eye Health Care System” *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2021;10(6):598. doi:10.1097/APO.0000000000000448

Ruiz-Lozano RE, de la Rosa-Pacheco S, Hernández-Camarena JC, et al. “Burden and depression among informal caregivers of visually impaired patients in Mexico” *Disabil Health J*. 2022;101284. doi:10.1016/j.dhjo.2022.101284

González-Godínez S, Saucedo-Urdapilleta R, Mayorquín-Ruiz M, et al. “Ocular biometry in dense cataracts: Comparison of partial-coherence interferometry, swept-source optical coherence tomography and immersion ultrasound” *Indian J Ophthalmol*. 2022;70(1):107-111. doi:10.4103/ijjo.IJO\_854\_21

Domínguez-Varela IA, Esparza-Sandoval AC, Palomares-Ramos IA, José García-Madrugal M, Valdez-García JE (2021) Impact of the COVID-19 Pandemic in Mexican Residency Programs: Implications and Experiences for the Continuing Professional Development of Residents. *J Antivir Antiretrovir* S23:002. \_

Dominguez Varela IA, Rodriguez Gutierrez LA, Barcelo Canton RH and Macias-Rodriguez Y (2022). “Infectious Keratitis In A Hispanic Patient With An Ahmed Valve Due To Neovascular Glaucoma” *Global J Infect Dis Immune Ther* 4(1): 120  
DOI:10.36266/GJIDIT/122

Irving A Domínguez Varela., et al. “Congenital Bilateral Cataract: Lamellar, Perinuclear and Sutural Components”. *Acta Scientific Ophthalmology* 5.6 (2022): 44-45.

Domínguez-Varela IA, Barrera-Sánchez M, Díaz-Prieto T, Rodríguez-Valdés PJ. Retinal vasculitis: A reliable marker of disease activity in childhood-onset systemic lupus erythematosus. *J Fr Ophthalmol*. 2022;45(8):e371-e373. doi:10.1016/j.jfo.2021.12.026