



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

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

DEPARTAMENTO DE MICROCIRUGÍA DEL SEGMENTO ANTERIOR DEL OJO

TESIS DE POSGRADO

**ANÁLISIS HALOMÉTRICO Y DE CALIDAD VISUAL
EN PACIENTES PSEUDOFACOS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO OFTALMÓLOGO

PRESENTA

DRA. STEPHANIE DE LA O PÉREZ

ASESOR DE TESIS:

DR. OSCAR GUERRERO BERGER



**HOSPITAL
de la LUZ**

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

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DR. OSCAR GUERRERO BERGER

MÉDICO ADSCRITO DEL DEPARTAMENTO DE MICROCIRUGÍA DEL SEGMENTO ANTERIOR DEL OJO
FUNDACIÓN HOSPITAL "NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ" I.A.P.

DRA. STEPHANIE VOORDUIN RAMOS

SUB JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
FUNDACIÓN HOSPITAL "NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ" I.A.P.

DRA. ADRIANA SAUCEDO CASTILLO

JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
FUNDACIÓN HOSPITAL "NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ" I.A.P.

DR. ALEJANDRO BABAYÁN SOSA

PROFESOR TITULAR UNAM

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

DR. OSCAR BACA LOZADA

MÉDICO ADSCRITO DEL DEPARTAMENTO DE CÓRNEA Y CIRUGÍA REFRACTIVA

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

DR. JAIME LOZANO ALCÁZAR

DIRECTOR MÉDICO

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

Agradecimientos

...

El presente trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda y guía de mi asesor de tesis y maestro, el Dr. Oscar Guerrero Berger, a quien quisiera agradecer sinceramente por su apoyo.

Dedico esta tesis a todas esas valiosas personas que han moldeado mi vida: mis maestros, quienes con sus palabras y ejemplos ayudaron a mi formación.

Quisiera agradecer de manera especial a mis padres, por ser mi motivación; por darme la oportunidad y el respaldo para luchar por mis sueños.

Dra. Stephanie De la O Pérez

ÍNDICE

TÍTULO	1
RESUMEN	1
MARCO TEÓRICO	
ANTECEDENTES	1
JUSTIFICACIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVOS	
GENERALES	3
ESPECÍFICOS	3
HIPÓTESIS	3
DISEÑO DEL ESTUDIO	3
MATERIALES	3
MÉTODO	3
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	4
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	4
OBTENCIÓN Y MANEJO DE DATOS	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	5
CONSIDERACIONES ÉTICAS	5
CONSENTIMIENTO INFORMADO	5
RECURSOS	
ECONÓMICOS	5
DE PERSONAL	5
RESULTADOS	6
DISCUSIÓN	17
CONCLUSIÓN	18
REFERENCIAS	19
ANEXOS	21

TESIS DE TITULACIÓN

TÍTULO

ANÁLISIS HALOMÉTRICO Y DE CALIDAD VISUAL EN PACIENTES PSEUDOFACOS

Resumen

Las alteraciones visuales subjetivas son la principal causa de insatisfacción en pacientes pseudofacos que fueron sometidos a cirugía de catarata sin complicaciones. Las disfotopsias positivas se perciben como halos, imágenes fantasmas, deslumbramientos o destellos de luz que se manifiestan ante la presencia de un estímulo luminoso y son especialmente debilitantes en la visión nocturna. Estos fenómenos se han medido con diferentes parámetros clínicos. El halómetro es un software que mide dichas alteraciones visuales de manera objetiva y cuantitativa, por medio del índice de alteración visual cuadrático (VDI). El objetivo del estudio fue analizar las disfotopsias positivas en pacientes pseudofacos con esta nueva tecnología. Se encontró una incidencia del 30% de disfotopsias positivas que desaparecieron en 9 ± 24 semanas. Se observó que un mejor desempeño en la prueba halométrica se relaciona con mayor dispersión retiniana media por función de punto dispersión (PSF) al analizar las aberraciones totales. Al analizar el subgrupo de pacientes sintomáticos, esta correlación no se mantuvo, sin embargo, se logró establecer correlaciones significativas con las siguientes variables: diámetro pupilar, equivalente esférico, aberración no corneal tipo coma, porcentaje de aberraciones totales de alto orden y PSF de aberraciones de alto orden; Indicando una compleja interacción entre estos factores en la manifestación de disfotopsias positivas en pacientes pseudofacos.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

Las alteraciones visuales subjetivas son la principal causa de insatisfacción en pacientes pseudofacos que fueron sometidos a cirugía de catarata sin complicaciones [1], se han reportado en un 9.6% a 49% de los casos [2] [3]. Los síntomas visuales usualmente son mínimos y solo serán descubiertos ante un interrogatorio dirigido, usualmente desaparecen con el tiempo [4], pero pueden ser tan significativos que se tenga que realizar un cambio de lente intraocular (LIO). Los síntomas suelen ser más preocupantes para pacientes jóvenes, siendo ellos quienes manifiestan mayor inconformidad [5]. Estos fenómenos fóticos fueron reportados por primera vez en 1994 [6], y fue en el 2000 que se acuñó el término de disfotopsias [2].

Se han descrito las disfotopsias positivas y negativas, estas últimas, se refieren a la percepción de una sombra oscura, en semiluna, en el sector temporal [7]. Las disfotopsias positivas, se perciben como halos, imágenes fantasmas (glare), deslumbramientos o destellos de luz que se manifiestan ante la presencia de un estímulo luminoso y son especialmente debilitantes en la visión nocturna [8, 9]. La etiología exacta de estos fenómenos se desconoce, se ha visto relación con el diseño del borde de los lentes, el tipo de material y el tamaño de la zona óptica [2, 3, 8], así como el diámetro pupilar y la personalidad del paciente [3]. Los síntomas visuales parecen no estar relacionados con agudeza visual, error refractivo residual o sensibilidad al contraste [4, 10].

La medición objetiva de este último fenómeno se ha realizado correlacionando los síntomas con las aberraciones de alto orden del sistema visual; y la medición subjetiva, por medio de métodos no cuantitativos como cuestionarios [8]. El Laboratorio de Aplicación y Ciencias Visuales, del departamento de Óptica de La Universidad de Granada, España, ha desarrollado un instrumento para cuantificar los halos y evaluar la visión nocturna: Halómetro; cuyo software fue puesto en línea en 2007 y se encuentra de manera gratuita para su uso [9].

El halómetro se ha utilizado en varias situaciones clínicas y se ha visto su correlación con aberraciones de alto orden medidas por aberrometría [9, 11, 12]. Se ha utilizado en pacientes con cataratas, operados de cirugía refractiva [13], con degeneración macular relacionada a la edad y opacidades corneales [14], así como el deterioro del desempeño visoespacial tras el consumo de bebidas alcohólicas [9]. Aún no hay estudios utilizando este nuevo software en pacientes pseudofacos.

El halómetro se construye de una computadora con el software, una pantalla con ciertas especificaciones de resolución, tamaño y calidad de la imagen a una distancia de 2 metros de una mentonera, donde el paciente tiene a su alcance un ratón donde pulsará el botón al percibir un estímulo. Se inicia con una fase de adaptación a la oscuridad, seguido por la presentación el estímulo principal dando un tiempo de adaptación al mismo, posteriormente, de manera aleatoria en tiempo y espacio, aparecen los estímulos previamente programados. Al finalizar, el software arroja un mapa donde se puede visualizar la zona de afección por las disfotopsias y un análisis cuantitativo. Los números presentados pueden ser utilizados en la fórmula para calcular el Índice de Alteración Visual cuadrático (Visual Disturbance Index, VDI) [11].

$$\text{VDI} = \rho_q = \frac{\sum_{i=1}^N p_i r_i^2}{p \sum_{i=1}^N r_i^2}$$

Donde r_i es la distancia (en pixeles) del centro del estímulo principal al centro del estímulo i -periférico; N es el número total de estímulos periféricos; p es el peso total (o el número de veces que se presentó cada estímulo i); y p_i es el número de veces sobre el peso total que el estímulo i -periférico no se detectó.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad no se cuenta con una herramienta que cualifique de manera objetiva los síntomas de pacientes que manifiestan disfotopsias positivas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las alteraciones visuales subjetivas son la principal causa de insatisfacción en pacientes pseudofacos que fueron sometidos a cirugía de catarata sin complicaciones. Usualmente, las molestias son mínimas, pero pueden llegar a ser tan importantes como para retirar el LIO que esta causando la sintomatología. Se han realizado estudios cualitativos por medio de cuestionarios sobre estos fenómenos y el desempeño visuales, poco se ha estudiado con métodos cuantitativos [8, 9].

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Existe relación entre la calidad de la imagen medida por halómetro y las molestias subjetivas reportadas por cuestionario en pacientes pseudofacos con disfotopsias positivas?

Objetivos

GENERALES

- Analizar la presencia de disfotopsias positivas en pacientes pseudofacos.

ESPECÍFICOS

- Establecer una correlación entre la presencia de disfotopsias positivas y prueba halométrica por VDI.
- Correlacionar los síntomas de disfotopsias positivas con: sexo, edad, aberraciones de alto orden, tamaño pupilar, estatus refractivo y sensibilidad al contraste.

HIPÓTESIS

- Existe una correlación positiva entre la sintomatología de disfotopsias positivas manifestada por el paciente desempeño en prueba halométrica expresado en VDI.

DISEÑO DEL ESTUDIO

- Estudio comparativo, transversal y descriptivo de pacientes que acuden al servicio de Segmento Anterior del Hospital Nuestra Señora de la Luz, I.A.P, centro de referencia oftalmológica en la ciudad de México, D.F cuyo motivo de consulta sea seguimiento postquirúrgico de facoemulsificación más lente intraocular por catarata senil, sin complicaciones.

MATERIALES Y MÉTODO

MATERIALES

- Refracción / Agudeza visual mejor corregida
- Sensibilidad al contraste (CSV-1000E)
- Aberrómetro WaveScan® (frente de onda, Abbott, USA)
- Topógrafo corneal Pentacam® (cámara de Scheimpflug, Oculus, Alemania)
- Halómetro Halo VI.0 (halometría, Granada, España)
- Cuestionario modificado (ver anexos)

MÉTODO

Se reclutaron pacientes de el servicio de Segmento Anterior que cumplan los criterios de inclusión, durante el periodo comprendido de mayo a septiembre 2015. Posterior al estudio de refracción, se solicitó firmar consentimiento informado y cuestionario modificado.[8] Después se realizó prueba de sensibilidad de contraste en el departamento de Baja Visión, topografía corneal por Pentacam®, aberrometría por WaveScan® y halometría.

Los pacientes fueron reclutados de manera aleatoria. La refracción fue realizada por el Licenciado en Optometría en turno. Los estudios se realizaron durante un periodo de una semana, en ocasiones todas las mediciones el mismo día. Se utilizaron los valores del Pentacam para conocer aberraciones de origen corneales y restar éstas de las aberraciones totales obtenidas por WaveScan para parámetros de aberración esférica, coma y trefoil a 90°. Estos valores fueron utilizados como aberraciones no corneales del sistema óptico.

El diámetro pupilar se obtuvo mediante la prueba de Pentacam®. El porcentaje de aberraciones de alto orden del sistema óptico se obtuvo por WaveScan, así como la función de punto de dispersión Log-50 para aberraciones totales y aberraciones de alto orden del sistema óptico.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Diagnóstico pre operatorio de catarata senil	Patología ocular asociada (retinopatía diabética, edema macular, ojo seco severo, patología corneal, opacidad de cápsula posterior)
Capacidad visual igual o mejor a 20/25	PIO > 21 mmHg
Pseudofaco (mínimo 1 mes) con LIO en bolsa	Complicaciones quirúrgicas
LIO AcrySoft® IQ (SN60WF)	

VARIABLES

Demográficas	Cuantitativas
Edad	Halometría: Índice de alteración visual cuadrático (VDI)
Sexo	Aberración corneal: Pentacam®(coma a 90°, trefoil a 0° y aberración esférica)
Tiempo post quirúrgico	WaveScan®: Aberraciones totales (coma a 90°, trefoil a 0° y aberración esférica)
Síntomas de disfotopsias positivas	Sensibilidad al contraste (frecuencias bajas, medianas y altas)

OBTENCIÓN Y MANEJO DE DATOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva y se correlacionó los hallazgos clínicos con los datos demográficos por medio de la prueba no paramétrica de Spearman.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los procedimientos se realizaron dentro del marco establecido por los lineamientos de la declaración de Helsinki.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado antes de realizar cualquier prueba. Ver anexos.

RECURSOS

RECURSOS ECONÓMICOS

Se solicitó apoyo al hospital para solventar gastos de estudios, obteniendo visto bueno para la realización de 160 estudios de cada tipo, incluyendo: aberrometría WaveScan, y topografía corneal pentacam.

RECURSOS DE PERSONAL

Se solicitó apoyo a Lic. Fernando Castañeda para la realización de estudios de aberrometría y topografía corneal, así como a Lic. Jimena Castorena Rodríguez para la realización de prueba halométrica. Para la realización de pruebas de sensibilidad al contraste se contó con el apoyo de Lic. Lourdes Ordaz Vera.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 46 pacientes a quienes se les implantó LIO Acrysoft® IQ SN60WF, con una edad promedio de 64.72 ± 11.06 años (min 44, max 79). El tiempo transcurrido desde la cirugía al momento de captura del paciente fue de 10.6 ± 20.5 semanas (min 1, max 96). La Tabla 1 resume las características de la población estudiada.

Tabla 1. Características de la población estudiada.

	Promedio (desviación estándar)	
EDAD (AÑOS)	64.72 (± 11.06)	
TIEMPO POST QUIRÚRGICO (SEMANAS)	10.6 (± 20.5)	
EQUIVALENTE ESFÉRICO POR ABERROMETRÍA WAVESCAN® (DIOPTRIAS)	-0.15 (± 0.49)	
EQUIVALENTE ESFÉRICO POR REFRACCIÓN (DIOPTRIAS)	-0.45 (± 0.79)	
Aberración esférica no corneal (μm)	-0.1311 (± 0.1589)	
Aberración tipo coma no corneal (μm)	0.2461 (± 0.2215)	
Aberración tipo trefoil no corneal (μm)	0.3559 (± 0.3726)	
Aberraciones de alto orden (%)	46.46 (± 21.09)	
PSF: todas las aberraciones -Log 50%, borramiento efectivo (Dioptrias)	1.01 (± 0.37)	
PSF: aberraciones de alto orden -Log 50%, borramiento efectivo (Dioptrias)	0.46 (± 0.20)	
SEXO	% (n)	con disfotopsias positivas % (n)
masculino	34.78% (16)	50% (8)
femenino	65.22% (30)	20% (6)
total	100% (46)	30.43% (14)

El equivalente esférico al momento del estudio fue medido por retinoscopia y por aberrómetro WaveScan®. Para la refracción subjetiva se obtuvo un promedio de $-0.45 \pm 0.79\text{D}$ (rango -2.50 a $+3.00$), para la refracción por aberrometría el promedio fue de $-0.15 \pm 0.49\text{D}$ (rango -1.38 a $+0.90$).

El 30.43% (n=14) de los pacientes manifestaron algún grado de disfotopsias positivas, (representando 50% de los masculinos y 20% de los femeninos estudiados). La molestias fueron estatificadas por el paciente

ANÁLISIS HALOMÉTRICO Y DE CALIDAD VISUAL EN PACIENTES PSEUDOFACOS

en una escala de 0 al 4, siendo 0 ausentes y 4 muy molestas, el 100% fue clasificado en grado 1. La duración promedio de los síntomas fue de 9 ± 24 semanas (rango 1 a 92).

Las aberraciones no corneales de sistema óptico se obtuvieron al restar la aberración corneal media por Pentacam® de la total obtenida por WaveScan. Se obtuvo un promedio de aberración esférica de $-0.1311 \pm 0.1589 \mu\text{m}$ (rango -0.42 a 0.26), aberración tipo coma $0.2461 \pm 0.2215 \mu\text{m}$ (rango -0.42 a 0.26) y aberración tipo trefoil $0.3559 \pm 0.3726 \mu\text{m}$ (rango -0.42 a 0.26).

El porcentaje de aberraciones de alto orden del sistema óptico, calculada por WaveScan®, fue de 46.46 (± 21.09)%. La función de punto dispersión (PSF) Log-50 para todas las aberraciones fue de 1.01 (± 0.37) D, mientras que, al tomar en cuenta solamente las de alto orden se obtuvo un valor de 0.46 (± 0.20). En la Figura 1 se pueden observar fotografías de estas pruebas.

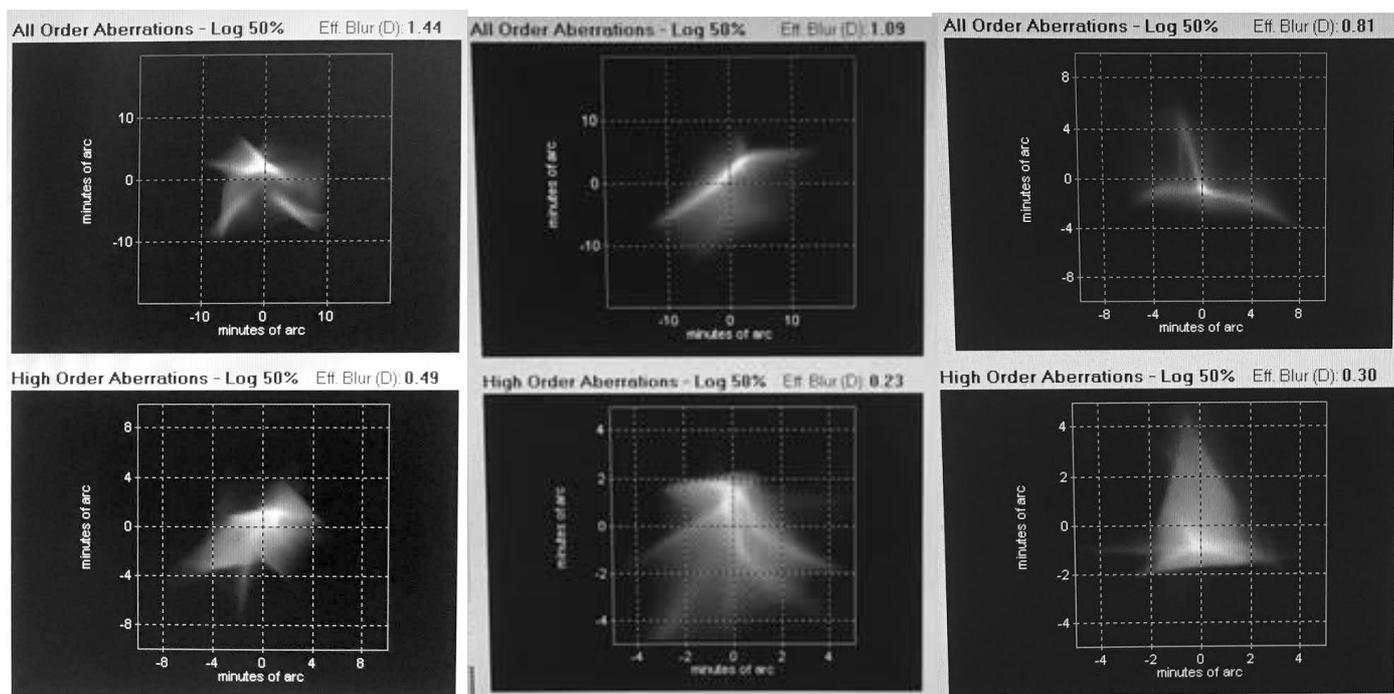
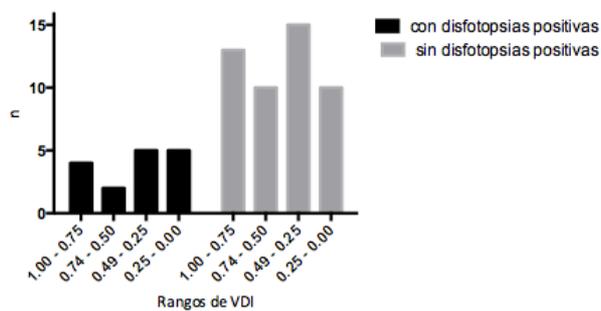


Figura 1. Imágenes observadas en análisis aberrométrico (WaveScan) que representan la función de punto dispersión (PSF). En la línea superior para todas las aberraciones del sistema óptico, cuantificado en dioptrías. En la fila inferior, mismo análisis, tomando en cuenta sólo las aberraciones de alto orden.

Todas las variables se correlacionaron con el índice de alteración visual cuadrático (VDI) arrojado por la prueba de halometría (Tabla 2), el mismo análisis se realizó en la población sintomática, los resultados se muestran en Tabla 3. Se estratificó a los pacientes de acuerdo a su VDI y la presencia o ausencia de síntomas (Figura 2), recordemos que al acercarse VDI a 1, la visión se acerca a la perfección, mientras que valores bajos (cerca de cero) indican una visión alterada. La mayoría de los pacientes sintomáticos se encontró en el rango de 0.49 a 0.00, no se observa un patrón específico para los pacientes asintomáticos en relación con

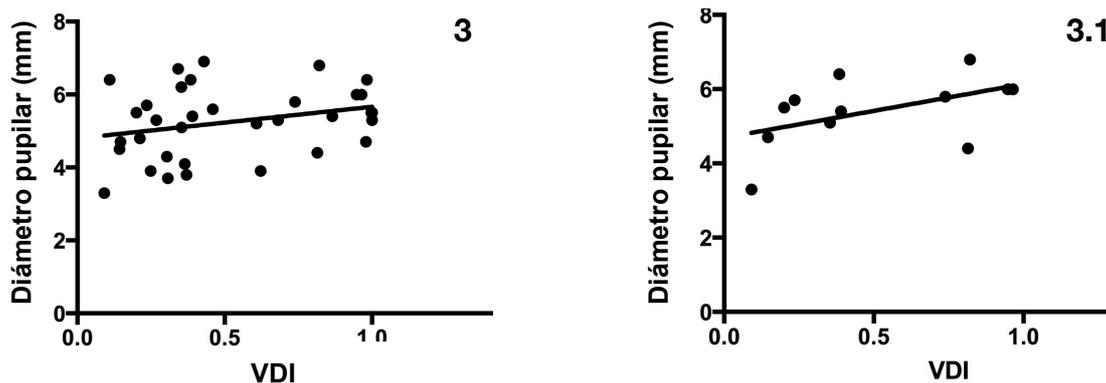
VDI (Figura 2). Dentro de las características generales, no se encontró correlación al analizar la edad del paciente, el tiempo transcurrido desde la cirugía o la presencia o ausencia de síntomas.

Figura 2. Muestra la frecuencia de los rangos de índice de alteración visual (VDI) tanto en pacientes sintomáticos como en pacientes asintomáticos. El VDI =1 indica menor alteración visual, de tal manera que entre más cercano a 0, la alteración visual es mayor. Se observa mayor número de casos con síntomas en los rangos de 0.49 - 0.00 indicando mayor alteración visual determinada por halometría.



Se encontró una tendencia a la correlación positiva con el diámetro pupilar (Figura 3). Esta relación es débil, con valor de r de 0.2867, valor de p de 0.0501, con un intervalo de confianza que cruza el cero (-0.06736 a 0.57666). Esto demuestra que a mayor diámetro pupilar, mejor es el desempeño visual medido por el halómetro. Al analizar solamente los pacientes que presentaron síntomas de disfotopsias positivas, esta correlación fue significativa y moderada ($r= 0.6416$, $p=0.0188$, IC95% 0.04099 a 0.8824). (Figura 3.1).

Figura 3. Esta gráfica muestra una tendencia a la relación débilmente positiva entre el diámetro pupilar y el VDI ($r= 0.2867$, $p = 0.0501$, IC 95% = -0.06736 a 0.57666) indicando que entre menor sea el diámetro pupilar, más alteraciones visuales que degradan la calidad visual medido por halómetro. **(3.1)**. Al analizar estos valores en la población sintomática, la correlación fue evidente ($r= 0.6416$, $p=0.0188$, IC95% 0.04099 a 0.8824)



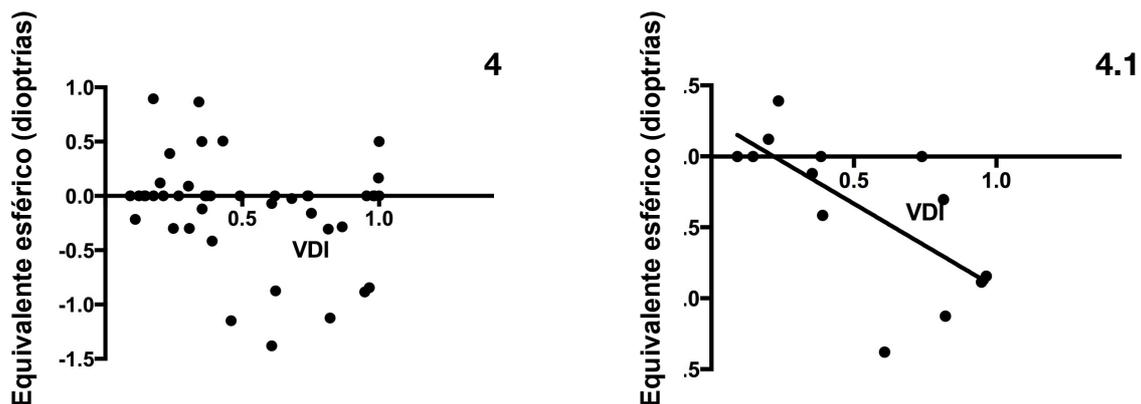
El error refractivo residual, tanto el obtenido por refracción convencional y el arrojado por el aberrómetro, no guardó correlación significativa con VDI (Figura 4) Tampoco al comparar la prueba halométrica con aberraciones no corneales como esférica, coma, trefoil (Figura 5) o el porcentaje de aberraciones totales del sistema óptico. No se encontró correlación entre VDI y sensibilidad al contraste (Figura 6), tampoco al analizar solamente a los pacientes sintomáticos. Al correlacionar VDI con la función de punto dispersión (PSF), también arrojado por estudio aberrométrico, se encontró una correlación positiva significativa cuando se tomó el PSF total del sistema visual, no así cuando sólo se tomó en cuenta las aberraciones de alto orden (Figura 7).

Tabla 2. Valores estadísticos para correlaciones entre índice de alteración visual (VDI) y características de la población estudiada. (r = correlación de Spearman).

	valor de r	valor de p	intervalo de confianza
Edad	-0.03013	0.4249	-0.3393 a 0.2849
Disfotopsias positivas (Síntomas)	0.07141	0.3245	-0.2427 a 0.3719
Diámetro pupilar	0.2867	0.0501	-0.06736 a 0.57666
Tiempo post quirúrgico	-0.02854	0.4270	-0.3308 a 0.2791
ERROR REFRACTIVO			
Equivalente esférico (por WaveScan®)	0.04530	0.3879	-0.2709 a 0.3527
Equivalente esférico (refracción)	-0.2261	0.0724	-0.4999 a 0.08883
ABERRACIONES			
Aberraciones de alto orden (%)	-0.1627	0.2185	-0.5331 a 0.2599
Esférica no corneal (µm)	0.05176	0.3708	-0.2611 a 0.3548
Coma no corneal (µm)	0.1904	0.1106	-0.1256 a 0.4714
Trefoil no corneal (µm)	0.2121	0.0861	-0.1034 a 0.4887
SENSIBILIDAD AL CONTRASTE			
Frecuencias bajas (1.5 cpd)	0.04853	0.4195	-0.4145 a 0.4915
Frecuencias medias (6 cpd)	0.1224	0.3037	-0.3510 a 0.5459
Frecuencias altas (18 cpd)	-0.06149	0.3984	-0.5013 a 0.04036
PSF			
Todas las aberraciones -Log 50%, borramiento efectivo (Dioptías)	0.5224	0.0031*	0.1692 a 0.7567
Aberraciones de alto orden -Log 50%, borramiento efectivo (Dioptías)	0.2895	0.0802	-0.1316 a 0.6220

* p < 0.05

Figura 4. No se encontró una correlación significativa entre el equivalente esférico post quirúrgico (en este caso se tomó el arrojado por aberrometría) y la alteración visual medida por VDI ($r = 0.2867$, $p = 0.0501$, IC 95% = -0.06736 a 0.57666) al analizar todos los casos. **(4.1)**. Al realizar el mismo análisis solamente en los pacientes sintomáticos, se encontró una correlación significativa, mostrando menor alteración visual a mayor residual miópico.



Se realizó un subanálisis entre la correlación de VDI con los datos clínicos, tomando en cuenta sólo los datos de pacientes sintomáticos (Tabla 3). A diferencia del primer análisis, éste mostró una correlación significativa con el equivalente esférico, tanto en su medición manual como automática, esta correlación persistió aún al tomar este valor como absoluto (Figura 3.1). El porcentaje de aberraciones de alto orden del sistema óptico mostró una correlación negativa importante ($r=-0.7333$, $p=0.0156$, el IC no fue posible determinar) (Figura 8). De igual manera la correlación entre VDI y aberraciones no corneales mostró significancia estadística (Figura 9). Contrario a lo encontrado en la población general, en este subgrupo no se logró establecer una correlación clara entre VDI y aberraciones totales del sistema óptico por medio de PSF (Figura 10A) estableciendo una correlación positiva moderada al tomar en cuenta solo las aberraciones de alto orden (Figura 10b). Estos últimos datos fueron insuficientes para establecer un intervalo de confianza.

Figura 5. No se encontró correlación significativa entre VDI y aberraciones no corneales (a) esférica (b) coma o (c) trefoil.

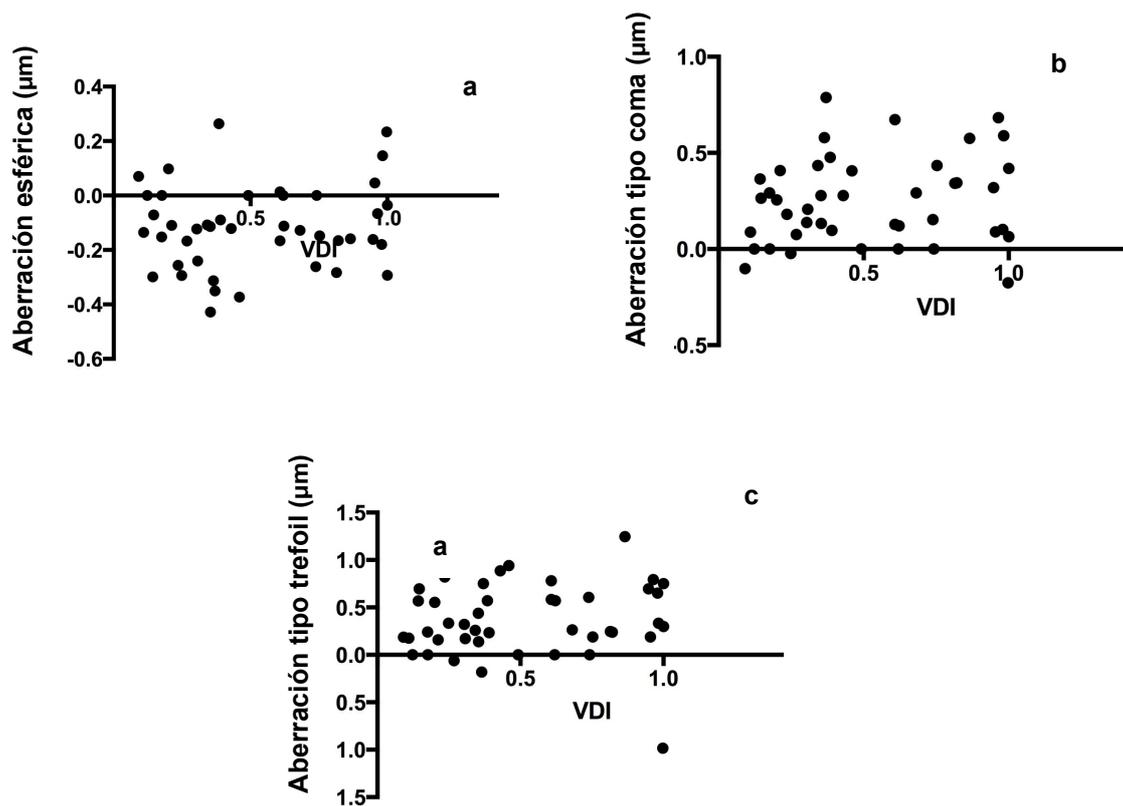


Tabla 3. Correlación de Spearman entre VDI y características de la población que manifestó disfotopsias positivas.

	valor de r	valor de p	intervalo de confianza (95%)
Diámetro pupilar	0.613	0.0188*	0.04099 a 0.8824
Tiempo post quirúrgico	0.4232	0.1316	-0.1557 a 0.7857
ERROR REFRACTIVO			
Equivalente esférico (por WaveScan®)	-0.7243	0.0033*	-0.9146 a -0.271
Equivalente esférico valor absoluto	0.6416	0.0106*	0.1222 a 0.8852
Equivalente esférico (refracción)	-0.2454	0.0482*	-0.5041 a 0.05376
ABERRACIONES			
Porcentaje de aberraciones de alto orden	-0.7333	0.0156*	
Aberración esférica no corneal (μm)	-0.3022	0.1577	-0.7398 a 0.3152
Aberración tipo coma no corneal (μm)	0.5934	0.0180*	0.04476 a 0.867
Aberración tipo trefoil no corneal (μm)	0.2802	0.1767	-0.3366 a 0.7287
PSF			
Todas las aberraciones -Log 50%, borramiento efectivo (Dioptías)	-0.03361	0.4701	
Aberraciones de alto orden -Log 50%, borramiento efectivo (Dioptías)	0.6667	0.0294*	-0.7398 a 0.13151

* p <0.05

Figura 6. Sensibilidad al contraste: Al correlacionar la sensibilidad al contraste con VDI no se encontró relación alguna en frecuencias bajas ($r=0.04853$, $p=0.4195$, IC 95% = -0.4145 a 0.4915) **(A)**, altas ($r=-0.06149$, $p=0.3984$, IC 95% = -0.5013 a 0.04036) **(B)**, o intermedias ($r=0.1224$, $p=0.3037$, IC95% = -0.3510 a 0.5459) **(C)**.

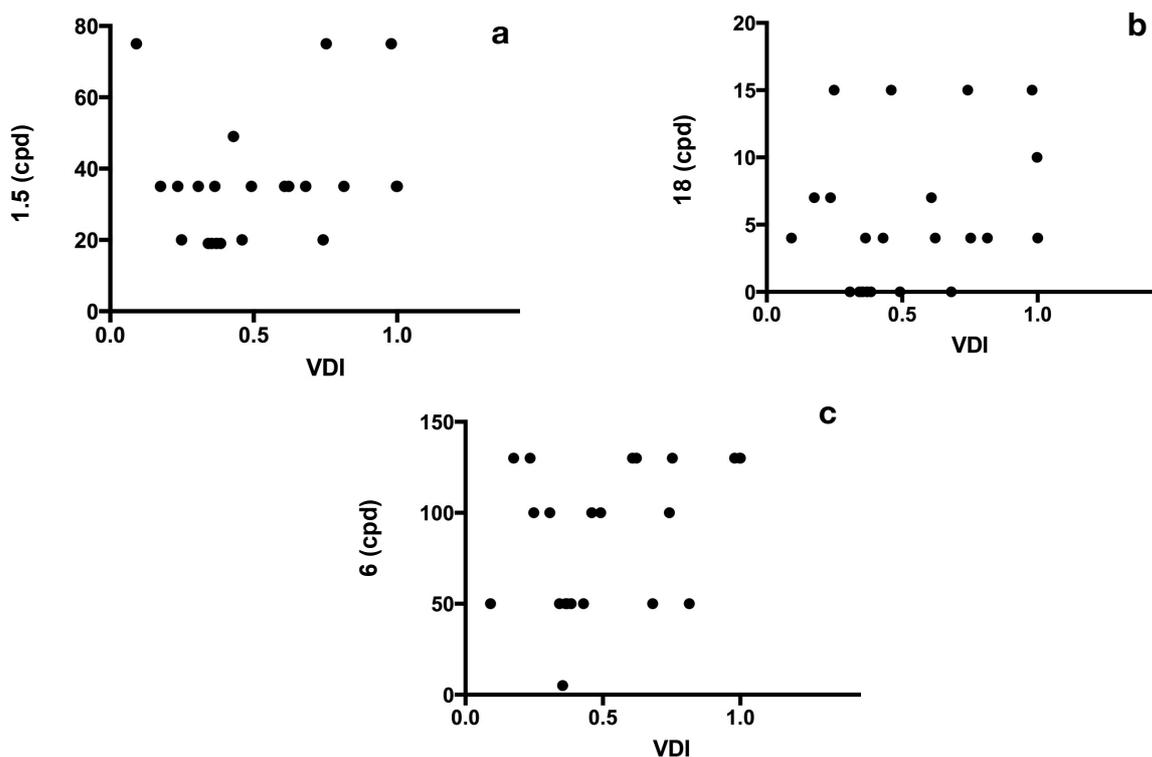


Figura 7. Función punto-dispersión (PSF): se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa al tomar en cuenta las aberraciones totales del sistema visual ($r=0.5224$, $p=0.0031$, IC 95% 0.1692 a 0.7567) **(A)**. No se encontró una correlación estadísticamente significativa al tomar en cuenta solamente las aberraciones de alto orden ($r=0.2895$, $p=0.0802$, IC 95% -0.1316 a 0.6220). **(B)**.

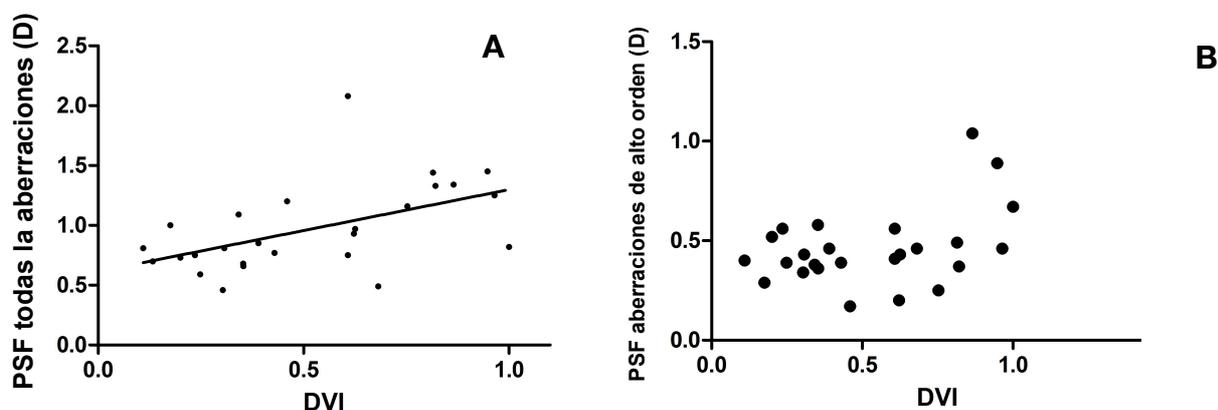


Figura 8. Sub análisis de las aberraciones de alto orden de todo el sistema óptico, expresado en porcentaje y VDI en pacientes sintomáticos donde se observa una clara tendencia a mejor valor de VDI, es decir, mejor desempeño en la prueba halométrica con un menor porcentaje de aberraciones de alto orden($r=-0.7333$, $p=0.0156$).

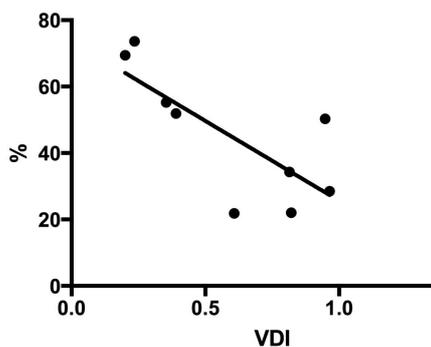


Figura 9. Sub análisis de aberraciones no corneales y VDI en pacientes sintomáticos donde se logró establecer una correlación significativa. **(a)** Aberración esférica demuestra que cierto grado de aberración esférica negativa mejora el índice de alteración visual. A medida que la aberración tipo **(b)** coma y **(c)** trefoil aumenta, se observa una mejor función visual por halometría.

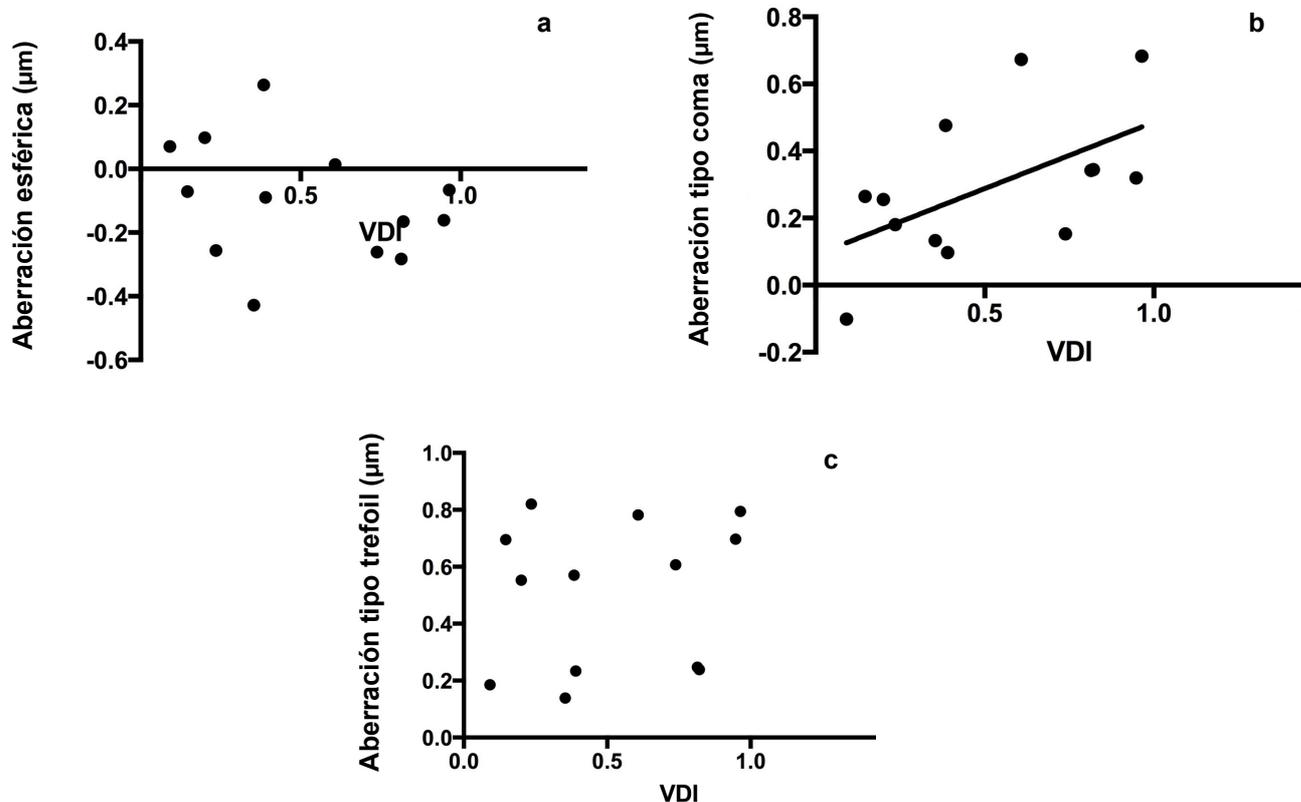
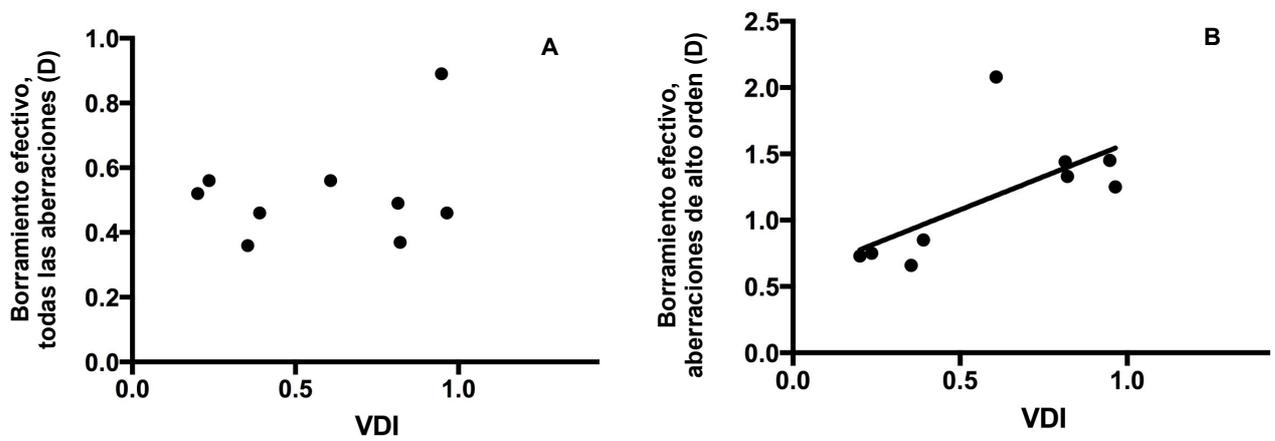


Figura 10. Función punto-dispersión (PSF) en pacientes sintomáticos: A diferencia de la correlación positiva establecida en la población general en este subgrupo no se encontró correlación significativa entre PSF todas las aberraciones y VDI ($r= -0.03361$, $p=0.4701$) **(A)**. A diferencia de la población general, en este subgrupo si se logró establecer una correlación positiva con la aberraciones de alto orden ($r= 0.6667$, $p=0.0294$) **(B)**.



DISCUSIÓN

Las disfotopsias positivas son un problema relacionado con el LIO, pues no se han reportado en pacientes fáquicos [3]. Esta muestra, donde predominó el sexo femenino, mostró una incidencia de disfotopsias acorde a la literatura publicada [2] [3], siendo ésta más percibida por el sexo masculino que el sexo femenino. La duración de los síntomas también corresponde a lo reportado en la literatura [2] [3].

No se logró establecer una relación clara entre la presencia de síntomas subjetivos de disfotopsias positivas y alteración en VDI. La correlación entre equivalente esférico post quirúrgico y VDI muestra una relación negativa, débil, estadísticamente significativa, con intervalo de confianza que cruza el cero. Esto podría indicar que una leve miopía residual está relacionada con menores alteraciones visuales cuantificadas por Halómetro.

El diámetro pupilar guarda una correlación positiva con el VDI ($r=0.613$ $p=0.0188$, IC 95% 0.04099 a 0.8824)., sugiriendo que a mayor diámetro pupilar, menor son las alteraciones inducidas por halos. Esto se podría explicar por el fenómeno de aberraciones inducidas por una pupila pequeña, ya que, a pesar de mejorar la capacidad visual por aumentar la profundidad de foco, las aberraciones inducidas por difracción aumentan con una pupila pequeña [15], presentando un pobre desempeño en el estudio halométrico. Se debe tomar en cuenta que el valor que se tomó como diámetro pupilar fue obtenido al momento de realizar Pentacam® (resolución de 0.001mm) el cual, se realiza en condiciones mesópicas, sin embargo, estas características luminosas no son exactamente las mismas condiciones bajo las que se realizó el estudio halométrico, ya que al realizar la toma de Pentacam®, se envía un flashazo de luz visible que podría interferir con las mediciones. Un método más exacto hubiera sido utilizar un pupilómetro, bajo luz infrarroja menor a 1 lux. Se sabe que existe una variación entre dos sistemas que utilizan la misma técnica para medir el diámetro pupilar, siendo 0.14 ± 0.24 mm mayor en Pentacam® al compararse con Galilei G4 [16].

Para el análisis aberrométrico, se tomaron arbitrariamente las aberraciones de alto orden de coma a 90°, trefoil a 0° y aberración esférica. Múltiples variables que no fueron tomadas en cuenta podrían haber afectado estos resultados, desde la calidad de la lágrima, hasta la posición de la incisión corneal. Al igual que lo reportado en la literatura [4, 10], no se logró establecer una correlación significativa. Al realizar el mismo análisis, tomando en cuenta solo los datos de los pacientes que sí manifestaron sintomatología, se logró establecer una correlación positiva entre aberraciones las aberraciones en cuestión y el puntaje de VDI, sugiriendo que cierto grado de aberraciones no corneales, de bajo y alto orden interactúan de manera compleja a manera que un menor número de éstas se relacionan con peor desempeño en la prueba halométrica. Al mismo tiempo, esta población sintomática demostró una correlación negativa con el porcentaje de aberraciones totales de alto orden y VDI.

La correlación positiva encontrada entre VDI y PSF de todo el sistema visual es moderada y expresa que a mayor dispersión de la función visual a nivel retiniano, la desviación visual medida por el halómetro es menor, acercándose a una visión menos perturbada por problemas de halos. Al realizar el mismo análisis sólo en la población sintomática no se pudo observar los mismos resultados, pero si una relación positiva con la dispersión de la imagen a nivel retiniano al tomar en cuenta solo las aberraciones de alto orden.

La evaluación de la sensibilidad al contraste es importante, ya que se sabe los resultados para las correlaciones entre VDI y sensibilidad al contraste deben ser interpretadas con cautela, pues la sensibilidad al

contraste fue tomada tiempo después del VDI por motivos de logística, con una variabilidad de entre 0 a 60 días, dato que no se tomó en cuenta al realizar el análisis. El presente estudio no logró establecer una correlación significativa en este aspecto, en concordancia con lo reportado en la literatura [4, 10].

La función de punto dispersión de las aberraciones totales mostró correlación positiva moderada, lo que hace pensar que la combinación entre aberraciones corneales y no corneales tanto de bajo como de alto orden podría jugar un papel importante en el VDI obtenido. Esta correlación se mantiene y se hace más evidente al analizar solamente a los pacientes sintomáticos, sugiriendo, nuevamente, que cierto grado de aberraciones mejoran la función visual medida por Halómetro.

CONCLUSIÓN

El halómetro, por medio de VDI, mostró correlación positiva con PSF de aberraciones totales en pacientes pseudofacos. Esta correlación no se mantuvo al analizar solamente los pacientes con síntomas. La prueba halométrica logró establecer correlaciones significativas en pacientes sintomáticos con las siguientes variables: diámetro pupilar, equivalente esférico, aberración no corneal tipo coma, porcentaje de aberraciones totales de alto orden, y PSF de aberraciones de alto orden; Indicando una compleja interacción entre estos factores en la manifestación de disfotopsias positivas en pacientes pseudofacos.

REFERENCIAS

1. Holladay, J.T., A. Lang, and V. Portney, Analysis of edge glare phenomena in intraocular lens edge designs. *J Cataract Refract Surg*, 1999. 25(6): p. 748-52.
2. Tester, R., et al., Dysphotopsia in phakic and pseudophakic patients: incidence and relation to intraocular lens type(2). *J Cataract Refract Surg*, 2000. 26(6): p. 810-6.
3. Bournas, P., et al., Dysphotopsia after cataract surgery: comparison of four different intraocular lenses. *Ophthalmologica*, 2007. 221(6): p. 378-83.
4. Aslam, T.M., et al., Long-term prevalence of pseudophakic photic phenomena. *Am J Ophthalmol*, 2007. 143(3): p. 522-4.
5. Farbowitz, M.A., et al., Visual complaints associated with the AcrySof acrylic intraocular lens(1). *J Cataract Refract Surg*, 2000. 26(9): p. 1339-45.
6. Arnold, P.N., Photic phenomena after phacoemulsification and posterior chamber lens implantation of various optic sizes. *J Cataract Refract Surg*, 1994. 20(4): p. 446-50.
7. Osher, R.H., Negative dysphotopsia: long-term study and possible explanation for transient symptoms. *J Cataract Refract Surg*, 2008. 34(10): p. 1699-707.
8. Dick, H.B., et al., Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. *Ophthalmology*, 1999. 106(10): p. 1878-86.
9. Castro, J.J., et al., A visual test based on a freeware software for quantifying and displaying night-vision disturbances: study in subjects after alcohol consumption. *Theor Biol Med Model*, 2014. 11 Suppl 1: p. S1.
10. Kinard, K., A. Jarstad, and R.J. Olson, Correlation of visual quality with satisfaction and function in a normal cohort of pseudophakic patients. *J Cataract Refract Surg*, 2013. 39(4): p. 590-7.
11. Castro, J.J., et al., New testing software for quantifying discrimination capacity in subjects with ocular pathologies. *J Biomed Opt*, 2011. 16(1): p. 015001.
12. Castro, J.J., et al., Retinal-image quality and night-vision performance after alcohol consumption. *J Ophthalmol*, 2014. 2014: p. 704823.
13. Jimenez, J.R., et al., Testing a model for excimer laser-ablation rates on corneal shape after refractive surgery. *Opt Lett*, 2010. 35(11): p. 1789-91.
14. Ortiz, C., et al., Quantifying age-related differences in visual-discrimination capacity: drivers with and without visual impairment. *Appl Ergon*, 2013. 44(4): p. 523-31.
15. Schwiegerling, Jim Refractions and Reflections. *Survey of Ophthalmology*, 2000 PII S0039-6257(00)00145-4

16. Domínguez-Vicent A, Monsálvez-Romín D, Aguila-Carrasco AJ, García-Lázaro S, Montés-Micó R. Measurements of anterior chamber depth, white-to-white distance, anterior chamber angle, and pupil diameter using two Scheimpflug imaging devices. *Arq Bras Oftalmol*. 2014 Aug;77(4):233-7.

Anexos



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Este consentimiento informado es para pacientes del departamento de Segmento Anterior del Hospital Nuestra Señora de la Luz a quienes se invita a participar en el proyecto de investigación “Análisis halométrico y de calidad visual en pacientes pseudofacos.”

Se le hace una invitación atenta a formar parte de este proyecto, que busca encontrar la relación que existe entre la presencia de fenómenos visuales reaccionamos con la luz (como halos, destellos, deslumbramiento y glare) y la presencia de un lente intraocular después de una cirugía de catarata. Esta investigación requiere datos personales tales como su edad, la fecha de cirugía, el tipo de lente que se le colocó, la prescripción de sus anteojos, así como su cooperación para una batería de estudios paraclínicos como aberrometría, pentacam, halometría, campos visuales y sensibilidad al contraste. Esta investigación no involucra medicamentos, cirugías o procedimientos invasivos. Toda la información obtenida es confidencial y se utilizará sólo con fines de enseñanza.

Su participación es totalmente voluntaria y tiene el derecho a aceptar o negarse a participar en la investigación y en cualquier momento puede cambiar de opinión.

En caso de alguna duda, favor de contactar a:

Dra. Stephanie De la O, teléfono 5566 101503 o por correo electrónico s.delao.md@gmail.com

Dra. Rosa María Pacheco, teléfono 5514 918558 o por correo electrónico rosa_mpz@hotmail.com

Yo _____ el día ___ del
mes _____ del año 2015, he leído y comprendido el documento, y como
consecuencia, he decidido participar de manera voluntaria en la investigación.

Firma



CUESTIONARIO PARA DISFOTOPSIAS EN PACIENTES PSEUDOFACOS
PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN - SEGMENTO ANTERIOR

A ser llenado por entrevistador

Expediente:

Sexo:

Edad:

Fecha de cirugía:

Tipo de LIO:

Instrucciones: Marque con una X su respuesta.

1. EN LO QUE RESPECTA A SU VISIÓN ACTUAL ¿ESTA SATISFECHO(A)?
 sí NO
2. DESPUÉS DE SU CIRUGÍA, ¿ALGUNA VEZ NOTÓ FLASHES, LÍNEAS O HALOS LUMINOSOS QUE NO HABÍA NOTADO ANTES?
 sí NO
3. ¿HAN DESAPARECIDO ESTOS FLASHES, LÍNEAS O HALOS LUMINOSOS?
4. ¿QUÉ TAN MOLESTO ES?
 MUY MOLESTO (INCAPACITANTE) MOLESTO
 POCO MOLESTO NO ES MOLESTO
5. DESPUÉS DE SU CIRUGÍA, ¿ALGUNA VEZ NOTÓ UNA SOMBRA O MEDIA LUNA OSCURA A LOS LADOS DE SU VISIÓN?
 sí NO
6. ¿HA DESAPARECIDO ESTA SOMBRA O MEDIA LUNA OSCURA?
 sí CASI POR COMPLETO NO

DESDE HACE _____ DÍAS _____ SEMANAS _____ MESE _____ AÑOS
7. ¿QUÉ TAN MOLESTO ES?
 MUY MOLESTO (INCAPACITANTE) MOLESTO
 POCO MOLESTO NO ES MOLESTO