

Relación entre la clasificación subjetiva de la opacidad del cristalino y la calidad visual

Relationship between subjective lens opacity classification and visual quality

Raúl Barroso Lorenzo^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-7926-7810>

Luis Johannes Montes Guzmán¹

Marietta Gutiérrez Castillo¹

Yanay Ramos Pereira¹

¹Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: raul.barroso@infomed.sld.cu

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación entre la clasificación subjetiva de la opacidad del cristalino por LOCS III, la agudeza visual mejor corregida y el análisis objetivo de la calidad visual por aberrometría.

Métodos: En este estudio observacional, descriptivo y transversal se realizó la categorización con LOCS III de cataratas seniles en paciente con agudeza visual mayor a 0,7 y una medición objetiva de la calidad visual por análisis de frente de onda en pacientes que asistieron al Centro de Microcirugía Ocular del Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer” entre junio del año 2016 y diciembre de 2017.

Resultados: Las cataratas corticales estuvieron relacionadas con una gran magnitud de aberraciones ópticas de alto orden, principalmente coma y trefoil. También se encontró un valor significativo de la aberración esférica en el grupo de cataratas nucleares. Las cataratas del grupo subcapsular posterior no mostraron un tipo de aberración predominante. No se pudo obtener la relación entre la magnitud de la catarata catalogada por LOCS III y los indicadores de calidad visual o la agudeza visual mejor corregida porque el tamaño de la muestra fue insuficiente para relacionarlo con el gran número de categorías en LOCS III.

Conclusiones: En los pacientes con catarata senil y buena agudeza visual, el tipo y el grado de opacidad categorizada por LOCS III condiciona el tipo y la magnitud de las aberraciones, y por tanto el deterioro de la calidad visual.

Palabras clave: Catarata; frente de onda; aberrometría.

ABSTRACT

Objective: Determine the relationship between subjective lens opacity classification by LOCS III, best corrected visual acuity and objective visual quality analysis by aberrometry.

Methods: A cross-sectional observational descriptive study was conducted based on LOCS III to classify senile cataracts in patients with visual acuity above 0.7 and objective visual quality measurement by wavefront analysis attending the Ocular Microsurgery Center of Ramón Pando Ferrer Cuban Institute of Ophthalmology from June 2016 to December 2017.

Results: Cortical cataracts were associated to a large number of higher-order ocular aberrations, mainly coma and trefoil. Significant spherical aberration values were also found in the nuclear cataract group. Cataracts in the posterior subcapsular group did not display a prevailing aberration type. It was not possible to determine the relationship between the magnitude of the cataract as classified by LOCS III and visual quality indicators or best corrected visual acuity, because sample size was insufficient to be related to the large number of categories in LOCS III.

Conclusions: In patients with senile cataract and good visual acuity, the type and degree of opacity as classified by LOCS III determines the type and magnitude of the aberrations, and thus the deterioration of visual quality.

Key words: Cataract; wavefront; aberrometry.

Recibido: 19/10/2018

Aprobado: 22/10/2018

INTRODUCCIÓN

La calidad visual es probablemente el elemento más importante en la valoración del paciente con catarata. Es el principal factor para decidir si se realiza o no una cirugía; también para evaluar el éxito de la intervención. Actualmente la evaluación de la calidad visual en los

individuos con catarata se realiza por medio de métodos subjetivos como la agudeza visual manual y la medición de la sensibilidad al contraste. La agudeza visual mejor corregida (AVMC) no proporciona toda la información necesaria para indicar qué bien una persona ve; la sensibilidad al contraste provee información útil para complementarla. La función de sensibilidad al contraste da más información relevante sobre la calidad visual, por lo que permite explicar por qué algunos pacientes mantienen la incomodidad visual a pesar de tener agudeza visual de 20/20.⁽¹⁾

La AVMC y la sensibilidad al contraste son dependientes de la información suministrada por el paciente y de la habilidad de quien realiza la valoración, lo que introduce una significativa variabilidad y limita su reproducibilidad. Por esta razón existe la necesidad de hallar una forma objetiva de evaluar la función visual, que permita obtener parámetros precisos, confiables y reproducibles del estado visual de los individuos en análisis de frente de onda, modalidad tecnológica que estudia la propagación de la luz desde el punto de vista óptico y permite evaluar la calidad visual de forma objetiva. Para analizar el frente de onda se utiliza un sistema óptico que mide las diferencias entre el frente de onda con aberraciones y el frente de onda ideal sin aberraciones. Las aberraciones de un sistema óptico se pueden representar matemáticamente. La fórmula más comúnmente usada son los polinomios de Zernike.^(2,3) En el análisis de frente de onda se utilizan diferentes métodos que pueden ser de entrada de salida o de doble paso. Los métodos de análisis de entrada utilizan un sensor de Shack-Hartmann; los métodos de análisis de salida utilizan el sistema Tscherning y el de trazado de rayo (ray-tracing), y los de doble paso utilizan el sistema OPD Scan.^(4,5) También proporcionan ciertos indicadores de calidad visual como la función de transferencia de modulación, la función de dispersión de puntos, la raíz cuadrada media (RMS) por sus siglas en inglés y la razón de Strehl, que son útiles para evaluar la función visual.⁽³⁾

Es posible que en la catarata senil el aumento de las aberraciones juegue un papel importante en el deterioro o la disminución de la calidad visual, por lo que es importante discernir el efecto que tienen las aberraciones en la calidad visual. Hay escasos estudios que evalúan objetivamente la calidad visual en los diferentes tipos de cataratas relacionada con la edad. Por esta razón, con este estudio nos propusimos determinar la relación entre la clasificación subjetiva de la opacidad del cristalino por LOCS III, la agudeza visual mejor corregida y el análisis objetivo de la calidad visual por aberrometría.

MÉTODOS

Se realizó un estudio con un diseño observacional, descriptivo y transversal, que se realizó en el Centro de Microcirugía Ocular del Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer” entre junio del año 2016 hasta diciembre de 2017. Fueron incluidos los 60 ojos de 38 pacientes con catarata asociada al envejecimiento, con AVMC igual o mejor de 0,7, que aceptaron participar en el estudio de forma voluntaria. Se excluyeron aquellos pacientes con patologías oculares sobreañadida que imposibilitaron la realización del examen o que pudieran alterar los resultados. Las variables de estudio fueron la agudeza visual mejor corregida, el *Root Mean Square* de alto orden (RMS), el tipo de aberración y la categoría de la catarata según LOCS III.

A los pacientes incluidos, después de explicarle la naturaleza del estudio y obtener el consentimiento informado firmado, previa dilatación farmacológica de la pupila (con tropicamida al 1 %), se les efectuó un examen físico oftalmológico y una biomicroscopia del segmento anterior con lámpara de hendidura para confirmar la presencia de catarata relacionada con el envejecimiento, y de esta forma clasificar las opacidades del cristalino utilizando LOCS III⁽⁶⁾ por un único oftalmólogo con entrenamiento en el método, para evitar el riesgo de sesgos en la clasificación (Fig. 1). Esto se comparó con la escala fotográfica estandarizada en una pantalla de ordenador. A todos los pacientes se les determinó la AVMC utilizando la tabla Snellen estándar a 6 metros y se registró en escala decimal. Posteriormente se realizó una aberrometría bajo condiciones de luz estandarizadas, con el aberrómetro Optical Path Differencescan III (OPD-Scan III) de Nidek para obtener indicadores de calidad visual (RMS y Strehl ratio), así como el mapa aberrométrico con la descomposición en polinomios de Zernike de los medios internos.

Se realizó un análisis descriptivo para describir las variables cualitativas utilizando valores absolutos y porcentajes. Con las variables cuantitativas continuas se analizaron la media, la desviación típica y la prueba de Kruskal-Wallis con chi-cuadrado para evaluar la significancia estadística.

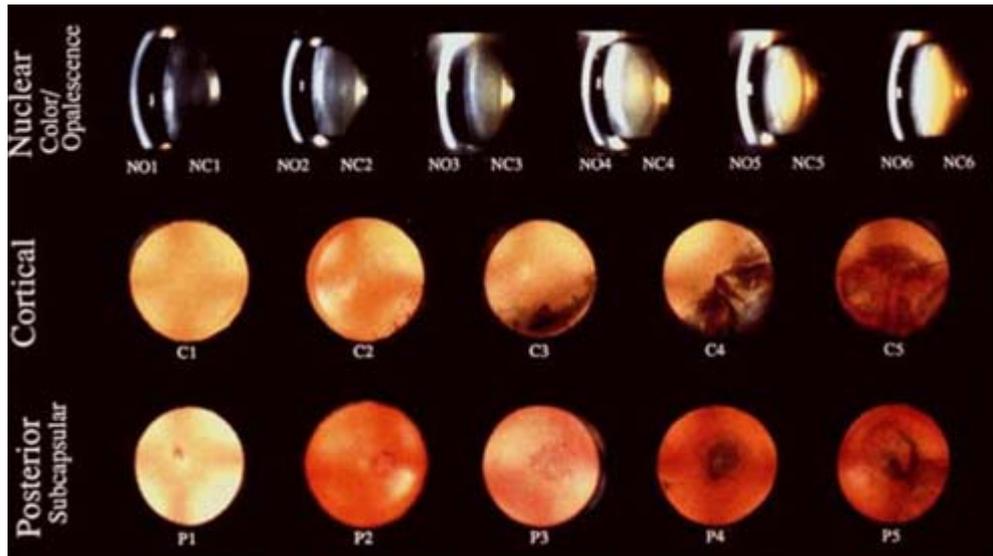


Fig. 1 - Imágenes estándar de LOCS III.

RESULTADOS

Se captaron un total de 60 ojos de 38 pacientes después de considerar los criterios de inclusión completos, de los cuales 20 (33,3 %) presentaban catarata predominantemente nuclear (NC1-NC4 y NO2-NO4); 18 (30 %) tenían catarata predominantemente cortical (C2-C4); 10 (16,6 %) tenían opacidad subcapsular posterior (P1-P3), y 12 (20 %) tenían opacidad con componente tanto cortical como subcapsular (P1-P2 y C1-C3). El equipo fue incapaz de analizar cataratas subcapsular posterior con densidad superior a P3.

Se encontró una magnitud mayor de aberraciones ópticas en las cataratas tipo cortical y nuclear en comparación con las subcapsulares posteriores y las corticales con componentes subcapsular posterior estadísticamente significativa, como se ve en la tabla 1 y en la figura 2, donde se encuentra una ligera diferencia entre la catarata cortical y la nuclear. La magnitud de las aberraciones en la catarata cortical con componente subcapsular posterior es la que menos aberraciones presenta de todos los tipos de catarata. Las cataratas con componente cortical y subcapsular posterior tienen menos aberraciones ópticas incluso que las que son subcapsular posterior pura.

Tabla 1 - Magnitud de aberración óptica internas según el tipo de catarata

Tipo de catarata	RMS (μm)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
Cortical	0,652*	0,616	0,145	0,346	0,959
Cortical y subcapsular posterior	0,291*	0,133	0,038	0,206	0,375
Nuclear	0,642*	0,286	0,064	0,508	0,776
Subcapsular posterior	0,355*	0,272	0,086	0,160	0,549
Total	0,527*	0,420	0,054	0,419	0,635

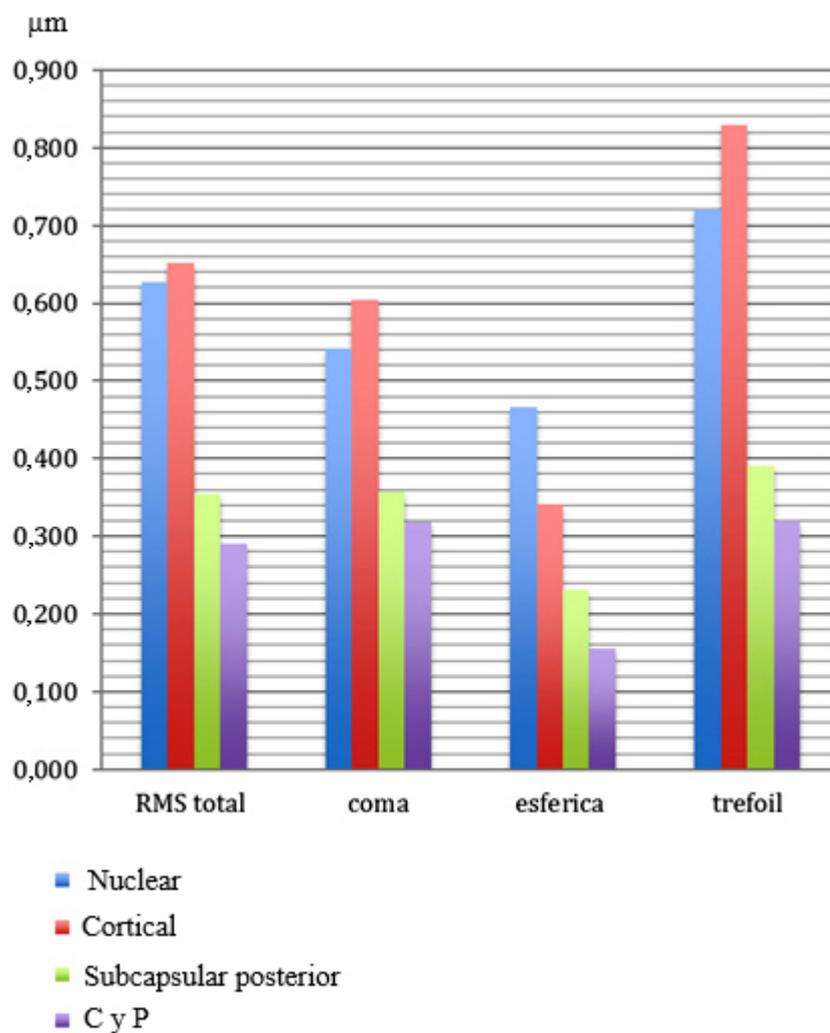


Fig. 2 - Aberraciones del frente de onda en cada tipo de catarata.

En la tabla 2 se observa una proporción estadísticamente significativa mayor de coma en las cataratas de tipo cortical y nuclear en comparación con los otros grupos, con predominio en el tipo cortical sobre el nuclear. La catarata cortical con componente subcapsular posterior es la que menos coma presenta.

Tabla 2 - Coma interno de cada tipo de catarata

Tipo de catarata	Coma (μm)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
Cortical	0,548*	0,291	0,069	0,403	0,693
Cortical y subcapsular posterior	0,318*	0,210	0,061	0,184	0,452
Nuclear	0,542*	0,217	0,074	0,389	0,696
Subcapsular posterior	0,357*	0,409	0,129	0,065	0,650
Total	0,485*	0,327	0,042	0,400	0,569

En la tabla 3 se evidencia una importante diferencia en la proporción de componente de trefoil entre los diferentes grupos de cataratas con un predominio significativo en las cataratas corticales. El grupo de cataratas nucleares presenta una sustancial proporción de trefoil, pero inferior al del grupo de tipo cortical. Se encuentra similitud entre los grupos de subcapsular posterior y el cortical con componente subcapsular posterior.

Se encontró un componente significativamente mayor de aberraciones esféricas en el grupo de cataratas nucleares en comparación con todos los demás grupos de catarata (tabla 4). Se observó poco componente de aberración esférica en los dos grupos de catarata que presenta componente subcapsular posterior.

Se encontró que los tipos de catarata subcapsular posterior y cortical con componente subcapsular posterior tienen una mayor razón de strehl que los grupos cortical y nuclear (tabla 5); sin embargo, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa de la razón de Strehl entre los diferentes grupos de catarata.

Tabla 3 - Trefoil interno de cada tipo de catarata

Tipo de catarata	Trefoil (µm)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
Cortical	0,830*	1,074	0,253	0,296	1,364
Cortical y subcapsular posterior	0,321*	0,163	0,047	0,217	0,424
Nuclear	0,722*	0,419	0,094	0,525	0,918
Subcapsular posterior	0,391*	0,290	0,092	0,183	0,599
Total	0,619*	0,671	0,087	0,445	0,792

Tabla 4 - Aberración esférica interna de cada tipo de catarata

Tipo de catarata	Esférica (µm)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
Cortical	0,341*	0,287	0,068	0,199	0,484
Cortical y subcapsular posterior	0,156*	0,097	0,028	0,095	0,218
Nuclear	0,466*	0,342	0,076	0,306	0,626
Subcapsular posterior	0,231*	0,138	0,044	0,132	0,330
Total	0,328*	0,283	0,037	0,254	0,401

Tabla 5 - Relación de razón de Strehl como indicador de calidad visual con el tipo de catarata

Tipo de catarata	Razón de Strehl	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
Cortical	0,082*	0,017	0,004	0,073	0,090
Cortical y subcapsular posterior	0,094*	0,005	0,001	0,090	0,097
Nuclear	0,089*	0,009	0,002	0,085	0,093
Subcapsular posterior	0,093*	0,009	0,003	0,086	0,099
Total	0,088*	0,012	0,002	0,085	0,092

No se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la agudeza visual mejor corregida entre los grupos de catarata, aunque se observó que era ligeramente mejor en el grupo de catarata subcapsular posterior con respecto a los otros grupos, y que la cortical fue la que peor agudeza visual demostró (tabla 6).

Tabla 6 - Relación del tipo de catarata con la agudeza visual mejor corregida

Tipo de catarata	AVMC	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %	
				Límite inferior	Límite superior
Cortical	0,728*	0,046	0,011	0,705	0,751
Cortical y subcapsular posterior	0,783*	0,084	0,024	0,730	0,836
Nuclear	0,760*	0,075	0,017	0,725	0,795
Subcapsular posterior	0,800*	0,105	0,033	0,725	0,875
Total	0,762*	0,078	0,010	0,741	0,782

DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó la relación que hay entre la clasificación de las cataratas seniles catalogadas por el LOCS III en pacientes con buena agudeza visual y la calidad visual estimada por los indicadores de calidad óptica RMS y razón de Strehl.

Kuroda y otros⁽⁵⁾ sugieren que en las cataratas corticales y nucleares incipientes el deterioro de la visión no solo es causado por la dispersión de la luz al pasar el medio opaco, sino también por las aberraciones del frente de onda originadas en el cristalino. Las aberraciones cercanas al centro de la tabla de Zernike (Ej. coma, trefoil y aberración esférica) son las que causan una mayor distorsión de la calidad visual, en comparación con las que están en la periferia.⁽⁷⁾ El aumento de ese tipo de aberraciones en los medios internos representan mejor los cambios inducidos por el cristalino en el frente de onda.

En este estudio resultaron notoriamente elevados tanto el coma como el trefoil y la aberración esférica en comparación con lo reportado en estudios de aberrometría en individuos sin catarata.^(7,8) Si se contrastan los indicadores de calidad visual obtenidos en cada grupo de catarata con una muestra de población general se puede evidenciar la magnitud del aumento en las aberraciones ópticas de alto orden producidas por los diferentes tipos de catarata. Según un estudio realizado por *H. Hashemi* y otros,⁽⁷⁾ en una población adulta normal se manifestaba un RMS total de alto orden promedio de 0,282 μm con coma de 0,137; trefoil de 0,132 y aberración esférica de 0,161. Estos valores son significativamente menores a los encontrados en cataratas seniles de este estudio. Otros estudios que evalúan estos mismos factores también encuentran en individuos con catarata senil un aumento en este tipo de aberraciones del frente de onda y de los valores de los indicadores de calidad visual.^(5,9,10) Teniendo esto en cuenta, el cambio en los indicadores de calidad visual encontrados en nuestro estudio podría representar las fuentes de las quejas visuales que tienen estos pacientes.

Los resultados de este estudio coinciden con otros que evalúan las aberraciones de alto orden en la catarata senil. Por ejemplo, el realizado por *Rocha* y otros,⁽¹¹⁾ quienes también observaron una proporción similar de RMS de alto orden en las cataratas corticales y nucleares, con un aumento estadísticamente significativo de coma y trefoil en el grupo de catarata cortical, donde la aberración esférica fue la que presentó un aumento estadísticamente significativo en el grupo de catarata nuclear. En otro estudio en pacientes con buena agudeza visual antes y después de la cirugía de catarata, *X Zhu* y otros⁽⁹⁾

encontraron indicadores de calidad visual generalmente pobres con aumento de coma y trefoil en las cataratas corticales y aberración esférica en la catarata nuclear. Asimismo, la razón de Strehl también fue peor en el grupo de catarata cortical que los otros grupos y estadísticamente no significativa, lo que coincidió con los resultados de nuestro estudio.

Son muy reveladores los resultados posoperatorios encontrados por *X Zhu* y otros⁽⁹⁾ en pacientes con catarata senil y buena agudeza visual, con una disminución significativa de las aberraciones internas de alto orden, en especial las de tercer y cuarto orden, junto con una mejoría de la razón de Strehl en los ojos operados, tanto en el grupo de catarata cortical como nuclear, y quienes presentaron un alto grado de satisfacción con la calidad visual posoperatoria,^(2,9) lo que reforzaría la hipótesis de que las aberraciones ópticas internas de alto orden contribuyen significativamente a la disminución de la calidad visual y que el tipo de catarata clasificada por LOCS III determina el tipo de aberraciones. Se debe resaltar que con los indicadores de calidad visual obtenidos por análisis del frente de onda, por sí solo no se puede justificar una conducta y se deben utilizar como herramienta complementaria para la toma de decisiones, teniendo en cuenta otros factores para tomar una conducta en este grupo de individuos con buena calidad visual y catarata.

No se pudo identificar una relación estadísticamente significativa de la agudeza visual mejor corregida, los indicadores de calidad visual o la clasificación de la catarata por LOCS III, por el pequeño margen de variabilidad de este dato causado por un criterio de selección muy estrecho en esta variable. Sin embargo, cabe notar que los grupos de catarata con más aberraciones presentaban peor AVMC. Teniendo en cuenta que según *Y. Cheng* y otros, en los pacientes con catarata senil categorizada por LOCS III el deterioro de la calidad visual se refleja más comprensivamente con sensibilidad al contraste que con la AVMC.⁽¹²⁾ Se podría pensar que en estos tipos de cataratas el deterioro de calidad visual se explica mejor por una disminución de la sensibilidad al contraste que por la disminución de la AVMC solamente.

Además, por la exclusión en este estudio de las cataratas con componente subcapsular posterior más denso, causado por la incapacidad del equipo para analizar el frente de onda en cataratas con densidad mayor a P3, es posible que se haya generado un sesgo en el tipo y magnitud de las aberraciones que se observaron en los grupos con este componente, lo que podría explicar por qué presentan una diferencia tan marcada con respecto a los otros grupos sin este.

Por otro lado, por la gran cantidad de subcategorías dentro de la clasificación LOCS III y el tamaño de la muestra, no se pudo encontrar una relación entre el grado de opacidad y los indicadores de calidad visual, ya que el número de cataratas en cada subcategoría fue muy pequeño y esto impidió hacer cualquier conclusión con respecto al grado de la opacidad según LOCS III.

Los resultados en el presente estudio y la evidencia ejemplificada previamente demuestran que las aberraciones del frente de onda causadas por los diferentes tipos de cataratas deterioran la calidad visual y que el tipo de catarata catalogada por LOCS III condiciona la clase y la magnitud de la aberración óptica que esta produce; por lo tanto, también su impacto en la calidad visual, por lo que los indicadores de calidad visual para el análisis del frente de onda son herramientas de valor en el estudio del paciente con catarata senil.

Las cataratas catalogadas por LOCS III como del grupo cortical están relacionadas con una gran magnitud de aberraciones ópticas de alto orden, principalmente coma y trefoil, y por lo tanto, con un deterioro superior de la calidad visual, lo que es menor en las nucleares relacionadas mayormente con aberraciones esféricas. Las opacidades tipo subcapsular posterior son las que presentan la menor magnitud de aberraciones del frente de onda en comparación con los tipos nuclear y cortical y no tienen un tipo predominante de aberración. No se pudo encontrar la relación entre la AMVC, los indicadores de calidad visual y la clasificación LOC SIII, por el estrecho margen de valores causado por el criterio de selección para esta variable y el tamaño insuficiente de la muestra. El tipo de opacidad, según la clasificación LOCS III, condiciona el tipo y la magnitud de las aberraciones del frente de onda causadas por la catarata y su impacto en la calidad visual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. David BE. Contrast sensitivity and glare testing. in: William JB, editor. Borish's clinical refraction. St. Louis: Elsevier; 2006. p. 247-88.
2. Parede TRR, Torricelli AAM, Mukai A, Vieira Netto M, Bechara SJ. Quality of vision in refractive and cataract surgery, indirect measurers. Arquiv Bras Oftalmol. 2013;76(6):386-90.
3. Mello GR, Rocha KM, Santhiago MR, Smadja D, Krueger RR. Applications of wavefront technology. J Cataract Refract Surg. 2012;38:1671-83.

4. Namba H, Kawasaki R, Sugano A, Murakami T, Nishitsuka K, Kato T, Kayama T, et al. Age-related changes in ocular aberrations and the Yamagata study (Funagata). *Cornea*. 2017;36(Suppl 1):S34-S40.
5. 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;134:1-9.
6. Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, Friend J, McCarthy D, Wu SY. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol*. 1993;111(6):831-6.
7. Hashemi H, Khabazkhoob M, Jafarzadehpur E, Yekta A, Emamian MH, Shariati M, Fotouhi A. Higher order aberrations in a normal adult population. *J Curr Ophthalmol*. 2016;27(3-4):115-24.
8. Paz Filgueira C, Sánchez RF, Issolio LA, Colombo EM. Straylight and visual quality on early nuclear and posterior subcapsular cataracts. *Curr Eye Res*. 2016;41(9):1209-15.
9. Zhu X, Ye H, He W, Yang J, Dai J, Lu Y. Objective functional visual outcomes of cataract surgery in patients with good preoperative visual acuity. *Eye (Lond)*. 2017;31(3):452-9.
10. Lyall DA, Srinivasan S, Gray LS. Changes in ocular monochromatic higher-order aberrations in the aging eye. *Optom Vis Sci*. 2013;9:996-1003.
11. 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):1442-6.
12. Cheng Y, Shi X, Cao XG, Li XX, Bao YZ. Correlation between contrast sensitivity and the lens opacities classification system III in age-related nuclear and cortical cataracts. *Chin Med J (Engl)*. 2013;126(8):1430-5.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que en este trabajo no existe conflicto de intereses.