

Cambios en aberraciones de la córnea pos cirugía de cataratas con implante de lente secundario: una revisión exploratoria

Changes in corneal aberrations after cataract surgery with secondary lens implantation: An exploratory review

Recibido: 26 de julio de 2024 • Aprobado: 30 de agosto de 2024

Jorge Assis Reveiz

Clínica de Occidente.

E-mail: ophthalmology2013@gmail.com **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8113-506X>

Simon Giraldo Oliveros

Fundación Universitaria San Martin.

E-mail: simon.giraldo@sanmartin.edu.co **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1489-2241>

Laura Roncancio Buitrago

Fundación Universitaria San Martin.

E-mail: 110211181051@est.sanmartin.edu.co **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9258-8355>

Autor de correspondencia: Simon Giraldo. Fundación Universitaria San Martin, Cali, Valle del Cauca, Colombia. Código postal: 760001. Teléfono: +57 3186903301. E-mail: simon.giraldo@sanmartin.edu.co

Cómo citar: Assis-Reveiz J, Giraldo-Oliveros S y Roncancio-Buitrago L. Cambios en aberraciones de la córnea poscirugía de cataratas con implante de lente secundario: una revisión exploratoria. Revista Sanmartiniana de Ciencias de la Salud. 2024; Vol 1, pág. 100 a 112. ISSN 3028-6689

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

Financiación: Esta investigación fue autofinanciada.

Resumen

Introducción: La extracción de catarata con implante de lente intraocular (LIO) es uno de los procedimientos quirúrgicos más realizados se considera seguro y efectivo, con resultados postoperatorio positivos en la visión, sin embargo se desconoce el cambio en las aberraciones corneales que produce el procedimiento **Objetivo:** Realizar una síntesis de la evidencia disponible, sobre los cambios en las aberraciones post operatorias a cirugía de cataratas con implante de lente secundario en población adulta. **Metodología:** Se realizó una revisión exploratoria de literatura, de la evidencia científica disponible sobre la magnitud y distribución de las aberraciones corneales post cirugía de cataratas con implante de lente secundario. **Resultados:** Fueron seleccionados 13 estudios en la síntesis, que sumaron un total de 636 usuarios interviniendo 6,52 ojos, el promedio de edad fue de $55,8 \pm 17,3$ años, con mayor participación de mujeres, los sistemas de clasificación del lente con mayor frecuencia de uso fueron los intraoculares estándar, acri.smart y colamer, el 84,6% de las intervenciones quirúrgicas fueron por facoemulsificación, en cuanto al tipo de incisión realizada en el procedimiento fue más prevalente la micro incisión (MICS) con el 46,1% seguido por la Clear Corneal Incisión (CCI) con el 38,4%. **Conclusión:** Entre los cuatro tipos de aberraciones evaluados (coma, esféricas, trefoil, HOA) el mayor cambio medio se registró en trefoil con 0,0637 micrones, al comparar las medianas persiste el trefoil como la aberración con mayor cambio pre y pos cirugía.

Palabras clave: Implantación de Lentes Intraoculares, Aberración de Frente de Onda Corneal, Aberrometría. (Decs)

Abstract

Introduction: Cataract extraction with intraocular lens (IOL) implantation is one of the most performed surgical procedures, it is considered safe and effective, with positive postoperative results in vision, however, the change in corneal aberrations produced by the procedure is unknown. **Objective:** To make a synthesis of the available evidence on the changes in postoperative aberrations after cataract surgery with secondary lens implantation in the adult population. **Methodology:** An exploratory review of the literature was carried out, of the available scientific evidence on the magnitude and distribution of corneal aberrations after cataract surgery with secondary lens implantation. **Results:** 13 studies were selected in the synthesis, which added a total of 636 users intervening 6.52 eyes, the average age was 55.8 ± 17.3 years, with a greater participation of women, the lens classification systems the most frequently used were the standard, acri.smart and colamer intraoculars, 84.6% of the surgeries were by phacoemulsification, in terms of the type of incision made in the procedure, the micro incision (MICS) was more prevalent with the 46.1% followed by the Clear Corneal Incision (CCI) with 38.4%. **Conclusion:** Among the four types of aberrations evaluated (coma, spherical, trefoil, HOA) the greatest mean change was recorded in trefoil with 0.0637 microns, when comparing the medians trefoil persists as the aberration with the greatest change before and after surgery.

Keywords: Intraocular Lens Implantation, Corneal Wavefront Aberration, Aberrometry.

Introducción

La catarata es una enfermedad visual que consiste en la generación de una opacidad de la transparencia normal del cristalino ocular, lo cual impide el correcto paso de luz hacia el interior del ojo, provocando pérdida de la capacidad visual sobre todo en las noches, esta opacidad se genera gradualmente y en etapas iniciales no alteran la visión del paciente¹.

Dicha enfermedad es una de las principales causas de ceguera y discapacidad en el mundo, se estima a nivel global más de 90 millones de personas la padecen, específicamente en Colombia el último estudio oficial nacional estimó alrededor de 300 mil personas con pérdidas significativas de la visión^{2,3}, además un estudio realizado en siete centros de referencia de salud visual, concluyó que las causas de baja visión y ceguera no son exclusivamente por cataratas, siendo frecuentes los errores de refracción no corregidos a tiempo y ceguera de origen infecciosa⁴.

Este problema de salud es fácilmente corregido por medio de cirugía ambulatoria y poco invasiva, las cuales en su mayoría han demostrado ser altamente efectivas y seguras, sin embargo, las

incisiones realizadas pueden provocar cambios en la córnea, que se denominan aberraciones; estas consisten en distorsiones en la esfericidad perfecta del sistema óptico, que se traduce en un bajo nivel refractivo, empobreciendo así la calidad visual^{5,6}.

Las aberraciones corneales más frecuentes son las esféricas, trébol, coma y astigmatismo, estas se pueden clasificar como de alto o bajo orden y se representan matemáticamente a través de polinomios, siendo lo de Zernike uno de los más utilizados en su estimación⁷.

El estudio de las aberraciones es un fenómeno altamente analizado, sin embargo su evaluación posterior a la cirugía de cataratas es poco frecuente debido a su baja incidencia y al enmascaramiento que sufren a causa de las bondades en la agudeza visual que brinda la cirugía, llevando a subestimar los efectos secundarios de dichas aberraciones, desconociendo su comportamiento diferencial según factores del paciente y clínico-tecnológicos de la cirugía⁷.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación busca cerrar una brecha de conocimiento existente en determinar los cambios de las aberraciones de frente de onda, comparan-

do pre y post cirugía de cataratas con implante de lente secundario, según factores del paciente y del procedimiento quirúrgico, por medio de una síntesis de evidencia disponible obtenida a través de una revisión exploratoria de literatura.

Metodología

La presente investigación realizó una revisión exploratoria de literatura, con el fin de sintetizar la evidencia científica disponible sobre la magnitud y distribución de las aberraciones corneales post cirugía de cataratas con implante de lente secundario.

Criterios de Inclusión

Artículos publicados en revistas indexadas con las siguientes características:

1. Estudios observacionales.
2. Población de 19 años y más.
3. Población con cirugía de cataratas con implante de lente secundaria.
4. Cirugías con medición de las aberraciones como el astigmatismo, el trefoil, coma, esférica, poscirugía de cataratas con implante de lente secundario.
5. En idioma inglés y español.

Criterios de Exclusión

1. Estudios con bajo rigor metodológico se-

gún lista de chequeo STROBE.

2. Artículos o estudios que incluyeron únicamente Población con enfermedades corneales de base, como: herpes ocular, zoster y distrofias corneales de las cuales destacan el queratocono, distrofia mapa-punto-huella, distrofia de Fuch y reticular.

Fuentes de información

La búsqueda de estudios sobre aberraciones de la córnea en pacientes poscirugía de cataratas más implante de lente secundario, se realizó entre el 15 de junio y el 15 octubre de 2021, con restricción idiomática al inglés y español, sin restricción de temporalidad retrospectivamente y se utilizaron las siguientes bases de datos y/o motores de búsqueda:

1. PubMed
2. Scisense Direct
3. Scopus
4. Lilacs
5. Google Scholar

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo por medio de una pregunta estructurada de investigación PICO por sus siglas en inglés (P= Población, I=Intervención, C= Comparador, O= Desenlace) y utilizando el filtro en humanos y población de 19 o más años.

Tabla 1. Pregunta estructurada de investigación PICO para desarrollar la búsqueda bibliográfica.

PECO	Descripción	Términos DeCS	Términos MeSH
Población	Población adulta de 18 y más años	adulto OR Persona de Mediana Edad OR Anciano	adult OR Middle Aged OR Aged
Intervención	Cirugía de catarata intraocular con implante de lente secundario	Implantación de Lentes Intraoculares	Implantation, Intraocular Lens
Comparador	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Desenlace	Aberraciones corneales	Aberrometría OR Aberración de Frente de Onda Corneal	Aberrometry OR Corneal Wavefront Aberration

Se plantearon dos estrategias de búsqueda en idioma español e inglés utilizando los términos DeCS y MeSH para incrementar la probabilidad

de éxito en el rastreo de evidencia científica en las diferentes bases de datos y motores de búsqueda utilizados (Tabla 2).

Tabla 2. Estrategia de búsqueda.

No	Español	Inglés
1	Implantación de Lentes Intraoculares AND Aberrometría OR aberración de frente de onda corneal.	Implantation, Intraocular Lens AND Aberrometry OR Corneal Wavefront Aberration.

La estrategia de búsqueda realizada encontró un total de 2.575 artículos por medio de la estrategia de búsqueda planteada en las cinco bases de datos y motores de búsqueda (Tabla 3).

Tabla 3. Estrategia de búsqueda utilizada en cada base de datos o motor de búsqueda.

No	Bases de datos o motores de búsqueda	Estrategia de búsqueda	Número de resultados
1	<i>PubMed</i>	("Intraocular Lens") AND ("Corneal Wavefront Aberration" OR "Aberrometry")	340
2	<i>Sciense Direct</i>	ALL ("Intraocular Lens") AND ALL ("Corneal Wavefront Aberration" OR "Aberrometry")	463
3	<i>Scopus</i>	ALL ("Intraocular Lens") AND ALL ("Corneal Wavefront Aberration" OR "Aberrometry")	1351
4	<i>Lilacs</i>	((migración de implante de lente artificial)) AND ((aberración de frente de onda corneal)) OR ((aberrrometría))	285
5	<i>Google académico</i>	Implantación de Lentes Intraoculares AND "aberración corneal"	136

Proceso de selección

El proceso de selección fue realizado de manera ciega e independiente por parte de los tres investigadores en adelante GPZ, LSR y NVM, empleando los criterios de tipificación descritos en la metodología, al final del proceso de tamizaje y selección fueron comparados los artículos finales, ajustando las diferencias por parte de un proceso argumentativo; en caso de no llegar a un acuerdo entre los tres investigadores, se llevó a cabo un proceso de arbitraje por parte de un cuarto investigador SAG.

Duplicados

Las cinco búsquedas que sumaron (n=2575 artículos) fueron exportadas a Microsoft Excel 2013® por medio de un archivo .csv, fueron eliminados los duplicados primero por el DOI y segundo por el título del artículo.

Tamizaje

Con los artículos 894 artículos únicos, se realizó un proceso de tamizaje, leyendo el título y el resumen, para determinar si cumplía con los crite-

rios de tipificación antes mencionados, en este proceso GPZ, LSR y NVM, excluyeron un total de 762, 801 y 829 artículos respectivamente.

Selección

El proceso de selección consistió en la lectura completa del artículo para confirmar aquellos estudios preseleccionados en la etapa de tamizaje, en este proceso GPZ, LSR y NVM, excluyeron un total de 109, 72 y 37 artículos respectivamente.

Con los artículos seleccionados pos lectura completa, se realizó una revisión de contenido empleando la lista de chequeo STROBE para estudios observacionales, para establecer estudios con ausencia de dos o más criterios de la lista, proceso en que GPZ, LSR y NVM, excluyeron un total de 4, 3 y 11 artículos respectivamente.

Al comparar en este punto los artículos se encontró que diferían entre sí y sumaban un total de 23 artículos únicos, además existían diferencias en las etapas de tamizaje, selección por lectura completa y por lista de chequeo, de los cuales se llevó un proceso de comparación de

artículos quedando así 20 estudios finales para realizar la síntesis cualitativa y cuantitativa.

Recolección de información

Para la recolección de la información a partir de los 13 artículos seleccionados, se tomaron en consideración las tablas guía del manual para elaboración de revisiones sistemáticas de la colaboración Cochrane.

Plan de análisis

Para la síntesis cualitativa se realizó una tabla para evidenciar el volumen inicial de artículos encontrados en cada una de las bases de datos y motores de búsqueda utilizados, además un diagrama de selección de artículos, que documento el volumen de estudios en cada una de las etapas de búsqueda, tamizaje y selección de artículos.

Se realizó un análisis descriptivo del año de publicación, la procedencia de los autores, de los pacientes, el número de participantes, el número de ojos, el tipo de diseño, tipo de cirugía de implante de lente intraocular, tiempo de medición de la aberración poscirugía, la prevalencia de aberraciones corneales, los tipos de aberración encontrados y principales conclusiones de los estudios.

Consideraciones éticas

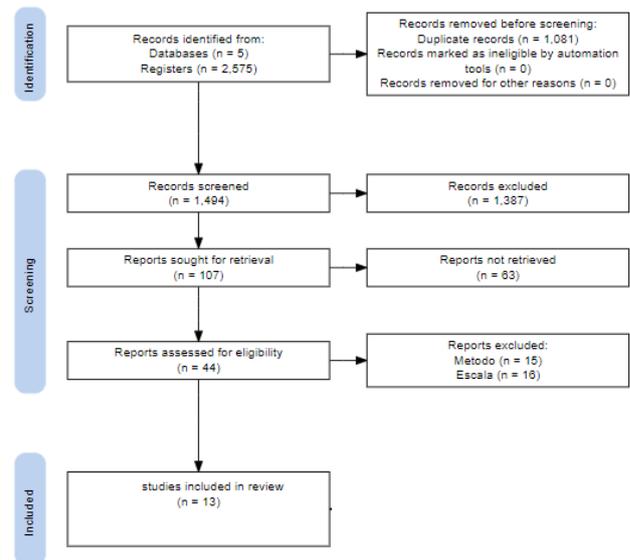
De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 en la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud y con base al artículo 11, que reglamenta y clasifica el riesgo, este estudio entraría dentro de una investigación sin riesgo, ya que este utiliza métodos de análisis documental en los diferentes buscadores como lo son Pubmed, Scopus, ScienceDirect, Lilacs, Google Scholar, por lo que no se hará ninguna modificación o alteración intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de ningún individuo.

Resultados

En las cinco bases de datos o motores de búsqueda, que fueron *Pubmed*, *Science Direct*, *Scopus*, *Lilacs* y *Google Scholar* se identificaron con la estrategia de búsqueda un promedio de 515 artículos en cada base, con una variabilidad que oscilo entre 136 y 1351 artículos por cada base, consolidando en total 2.575 artículos se identificaron 1.081 artículos duplicados entre las cinco bases de datos o motores de búsqueda

utilizados, quedando así 1.494 artículos únicos que fueron tamizados por medio de la revisión del título y el resumen para determinar si el estudio cumplía con los criterios de tipificación (inclusión y exclusión), excluyendo en esta fase un total de 1387 artículos, porque 201 correspondían a reporte de un solo caso, 180 eran series se casos con menos de 10 ojos intervenidos, 200 eran ensayos clínicos que no estudiaron el cambio en las aberraciones corneales pre y pos intervención quirúrgica, 456 porque eran artículos de revisión (narrativa, exploratoria o sistemática), 97 porque la población tenía patologías de base como el glaucoma, 88 porque no median aberraciones de frente de onda, si no agudeza visual y otras medidas y 165 porque no evidenciaba cirugía de cataratas con implante de lente intraocular, quedando así un total de 107 artículos para el proceso de selección que posterior a la lectura completa del artículo y aplicación de la lista de chequeo STROBE, se excluyeron 63 artículos y en proceso de extracción de información se excluyeron 31 estudios debido a problemas metodológicos, completitud de la información o problemas con la escala o tiempos en la medición de aberraciones, quedando así 13 estudios para realizar la síntesis cualitativa de resultados (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.



Los años con mayor volumen de publicación fueron 2016 y 2011, sumando entre ambos el 46,2% del total de artículos, cuatro países sumaron el 76,9% de las publicaciones siendo estos en orden de magnitud, Japón, España, Corea del sur y China, no hubo publicaciones Latinoamericanas; de acuerdo a las universidades u organizaciones donde que realizaron las investigaciones se encontraron en su mayoría

universidades y escuelas de medicina, más de la mitad de los artículos fueron publicados en dos revistas, siendo estas la *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, revista norteamericana que se publica desde 1986 pertenece a la Wol-

ters Kluwer Health y tiene un índice H de 142, seguida por *American Journal of Ophthalmology*, revista norteamericana, que se publica desde 1918, pertenece a Elsevier USA y tiene un índice H de 186 (Tabla 4).

Tabla 4. Características del cuerpo de la evidencia seleccionado.

No	Artículo	Año publicación	País	Universidad/entidad	Revista
1	Elkady, Bas-sam MD ⁷	2008	España	Instituto Oftalmológico de Alicante, España	Journal of Cataract & Refractive Surgery
2	Tong, Nu Xia OD ⁸	2008	China	Wenzhou Medical College, Wenzhou, Zhejiang, China	Journal of Cataract & Refractive Surgery
3	Kazutaka Kamiya ⁹	2011	Japón	Department of Ophthalmology, University of Kitasato School of Medicine, Kanagawa, Japan; and Sanno Hospital, Tokyo, Japan.	American Journal of Ophthalmology (AJO)
4	Sun Woong Kim ¹⁰	2011	Corea del Sur	Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University College of Medicine, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Bucheon, Korea	American Journal of Ophthalmology (AJO)
5	Alió et al ¹¹	2011	España	Vissum-Instituto de Oftalmológico de Alicante, Alicante, Spain	Journal of Cataract & Refractive Surgery
6	Hayashi et al ¹²	2012	Japón	Hayashi Eye Hospital, Fukuoka, Japón.	Journal of Cataract & Refractive Surgery
7	Mojzis et al ¹³	2015	España-Republica Checa	Regional Hospital in Havlickuv Brod - Universidad Miguel Hernandez	Journal of Cataract & Refractive Surgery
8	Jong-Hyuck Lee ¹⁴	2016	Berlín	Department of Ophthalmology, Yonsei University Wonju College of Medicine	Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology
9	Mustafa Koç ¹⁵	2016	Turquía	Kafkas University	Arquivos Brasileiros de Oftalmologia
10	Hidaka et al ¹⁶	2016	Japón	Keio University Hospital.	The Japanese Journal of Ophthalmology
11	Hun Lee ¹⁷	2017	Corea del Sur	Yonsei University College of Medicina	Taylor and Francis Online
12	Seyed Javad Hashemian ¹⁸	2018	Irán	Eye Research Center, Rassoul Akram Hospital, Iran University of Medical Sciences, and Iranian Eye Clinic	Journal of Current Ophthalmology
13	Qin He ¹⁹	2019	China	School of Medicine, Zhejiang University, China	Journal of Cataract & Refractive Surgery

Los 13 estudios sumaron un total de 636 usuarios interviniendo 6.52 ojos, es decir una media de 1,02 ojos por paciente, el promedio de edad fue de 55,8 ±17,3 años, con una participación media más prevalente en mujeres con una media de 58,2 ± 9%, los sistemas de clasificación del lente con mayor frecuencia de uso fueron

los intraoculares estándar, acri.smart y colamer, el 84,6% de las intervenciones quirúrgicas fueron por facoemulsificación, en cuanto al tipo de incisión realizada en el procedimiento fue más prevalente la micro incisión (MICS) con el 46,1% seguido por la Clear Corneal Incisión (CCI) con el 38,4% (Tabla 5).

Tabla 5. Características de los pacientes intervenidos en el cuerpo de la evidencia.

No	Artículo	Edad media	% Mujeres	Sistema de clasificación lente	Tipo de cirugía	Tipo de incisión	Número de ojos	Número de sujetos
1	Elkady, Bassam MD ⁷	67	-	LIO AnAcri.Smart 48S	Facoemulsificación	Microincisión (MICS)	25	25
2	Tong, Nu Xia OD ⁸	66,38	-	LIO Acri.Smart	Facoemulsificación	Microincisión (MICS) y pequeña incisión (SICS)	74	53
3	Kazutaka Kamiya ⁹	33	56,60%	Lente colamer implantable (ICL)	Queratomileusis	CCI (clear corneal incision)	30	20
4	Sun Woong Kim ¹⁰	27	68,6%	Lente intraocular fáquica, lente colamer implantable (ICL)	Facoemulsificación	Pequeña incisión (SICS)	56	30
5	Alió et al ¹¹	70,05	61,9%		Facoemulsificación	Microincisión (MICS)	27	21
6	Hayashi et al ¹²	70,3	42,9%		Facoemulsificación	CCI (clear corneal incision)	49	49
7	Mojzís et al ¹³	53,9	-		Facoemulsificación	Microincisión (MICS)	30	30
8	Jong-Hyuck Lee ¹⁴	66,7	-	Clasificación de opalescencia nuclear (NO) de LOCS III	Facoemulsificación	CCI (clear corneal incision)	102	66
9	Mustafa Koç ¹⁵	64	-	The intraocular lens (IOL)	Facoemulsificación	CCI (clear corneal incision)	28	28
10	Hidaka et al ¹⁶	67,3	47,2%		Facoemulsificación	SSI ²	36	36
11	Hun Lee ¹⁷	63	68,70%	The intraocular lens (IOL)	Facoemulsificación	CCI (clear corneal incision)	64	64
12	Seyed Javad Hashemian ¹⁸	24,22	54,40%	ICL: lente de colámero implantable, TICL: lente de colámero implantable tórica	Queratomileusis	Microincisión (MICS)	33	18
13	Qin He ¹⁹	64	68%	The intraocular lens (IOL)	Facoemulsificación	Microincisión (MICS) y pequeña incisión (SICS)	98	196

La mayoría de los estudios que conforman el cuerpo de la evidencia realizaron las mediciones de las aberraciones corneales por medio de polinomios de Zernike, además el dispositivo más prevalente fue el aberrometro de Hartmann-Shack, en promedio las aberraciones se midieron 3,6 ± 1,8 meses después de la cirugía de cataratas, la moda indica que el periodo pre y pos cirugía que más se repite fue 3 meses.

El cambio en las aberraciones corneales esféricas fue en promedio de 0,0403 ± 0,0492 micrones, con una mediana de 0,0210 indicando que en algunos estudios se registraron cambios elevados como Jong-Hyuck Lee et al. las diferencias en las aberraciones pre y pos cirugía fue

cercana a los 0,20 micrones.

En el caso de Jong-Hyuck et al, el elevado cambio en las aberraciones corneales registradas se explica por el tipo de cataratas “nuclear”, la cual lo cual se ha evidenciado en diversas investigaciones (21,22); Jong-Hyuck et al encontró además que las aberraciones trefoil y coma fueron superiores en sujetos con cataratas nucleares y mayor nivel opacidad, sin embargo estas diferencias no fueron significativas la igual que con la edad.

Jong-Hyuck et al además afirma que los cambios en las aberraciones corneales especialmente las de alto orden se explican por el tamaño

de la incisión quirúrgica, lo cual ha sido ampliamente documentado en diversos estudios (23,24).

El cambio en las aberraciones trefoil fue en promedio de $0,0627 \pm 0,0422$ micrones, con una mediana de 0,0575 indicando que existen algunos cambios elevados como en Tong, Nu Xia et al y Qin he et al en el grupo de pequeña incisión (SICS), Sun Woong Kim et al., las diferencias en las aberraciones pre y pos cirugía fue superior a los 0,11 micrones.

El cambio en las aberraciones coma fue en promedio de $0,0357 \pm 0,0293$ micrones, con una mediana de 0,0305 indicando que algunos estudios reportaron cambios elevados como en

Kazutaka Kamiya et al y Mojzis et al., las diferencias en las aberraciones pre y pos cirugía fueron superiores a los 0,090 micrones.

El cambio en las aberraciones de alto orden HOA fue en promedio de $0,0526 \pm 0,0634$ micrones, con una mediana de 0,0355 indicando que existen cambios elevados que suben el promedio, encontrando la mayor discrepancia en el estudio de Kazutaka Kamiya et al con 0,132 micrones y Mustafa koç et al con 0,2350 micrones. Entre los cuatro tipos de aberraciones evaluados el mayor cambio medio se registró en trefoil con 0,0637 micrones, al comparar las medianas persiste el trefoil como la aberración con mayor cambio pre y pos cirugía (Tabla 6).

Tabla 6. Cambios medios en las aberraciones de frente de onda pre y post cirugía de cataratas con implante de lente de intraocular.

No	Artículo	Tiempo post cirugía (meses)	Técnica para medir aberración	Cambios aberración (micras μm)			
				Esférica	Coma	Trefoil	HOA
1	Elkady, Bassam MD ⁷	3	Zernike polynomials	0,0210	0,0100	-	0,0100
2	Tong, Nu Xia OD MICS ⁸	6	Zernike polynomials	0,0200	0,0370	0,0850	0,0410
	Tong, Nu Xia OD SICS ⁸			0,0160	0,0310	0,1345	0,0710
3	Kazutaka Kamiya ⁹	3	Aberrometría de Hartmann-Shack	--	0,0900	--	0.132
4	Sun Woong Kim ¹⁰	3	Aberrómetro Hartmann-Shack	0,0100	0,0100	0,1150	0,0850
5	Alió et al ¹¹	6	Zernike polynomials	0,0100	0,0400	--	--
6	Hayashi et al ¹²	6	Zernike polynomials	--	--	0,0300	0,0550
7	Mojzis et al ¹³	3	Zernike polynomials	0,0300	0,1075	0,0775	0,0603
8	Jong-Hyuck Lee ¹⁴	1	Aberrómetro Hartmann-Shack	0,1900	0,0010	0,0200	0,0100
9	Mustafa Koç ¹⁵	3	Zernike polynomials	0,0420	0,0400	0,0650	0,2350
10	Hidaka et al ¹⁶	1	Zernike polynomials	0,0120	0,0270	0,0260	0,0050
11	Hun Lee ¹⁷	3	The ray-tracing aberrometer	0,0430	0,0200	0,0364	0,0190
12	Seyed Javad Hashemian ¹⁸	6	Aberrómetro Hartmann-Shack	0,0800	0,0310	0,0025	--
13	Qin He MICS ¹⁹	3	Zernike polynomials	0,010	0,025	0,050	0,010
	Qin He SICS ¹⁹			0,040	0,030	0,110	0,030

Discusión

La población que presentó mayor prevalencia de aberraciones corneales posquirúrgicas fue de los 60 años en adelante, lo cual está plenamente identificado en la literatura científica^{24,25}. La razón por la cual es más frecuente la población de 60 años y más, es porque la presencia de cataratas con necesidad de intervención quirúrgica se ve asociada al envejecimiento poblacional; a medida que envejecemos, la calidad óptica del cristalino genera cambios en la lente, principalmente como resultado de un aumento progresivo de las aberraciones del frente de onda, particularmente esféricas; en la cual se ratifica que la presencia y número de aberraciones en relación a la edad se verá aumentada; por lo tanto, en presencia de más aberraciones, mayor será la intervención para corregir y así lograr una mejor calidad de imagen retiniana, como también la degradación superior causada por la edad que aumenta el grado de dispersión intraocular, sin embargo la agudeza visual mejoró significativamente después de la cirugía para los grupos poblacionales estudiados en los artículos de revisión^{24,25}.

En este orden de ideas, el objetivo de la cirugía de cataratas es poder obtener una excelente calidad visual con el fin de conseguir una buena imagen retinal y que el ojo logre disminuir el riesgo de aberraciones, las cuales podrían alterar la óptica de la córnea, generando así cambios post operatorios. Por este motivo la presencia o no, de una buena imagen retiniana depende en muchos casos de los cambios que se generen a partir de la cirugía de cataratas con implante de lente intraocular, de este modo es cómo a partir de diversos factores asociados a la intervención quirúrgica aumentan las aberraciones de alto orden^{7,11,12}.

A partir de lo anteriormente nombrado se desarrollaron diferentes tipos de cirugías y diseños de lentes intraoculares (LIO) los cuales mejoraban la opacidad corneal generada por la catarata y asimismo evaluando el porcentaje de aberraciones corneales inducidas por las mismas. Es por esta razón que en la mayoría de los estudios analizados se pudo evidenciar una relación directa con el tamaño de la incisión, es decir a mayor incisión mayor cambio en las aberraciones corneales, así como daños en la superficie ocular, es decir, si el tipo de incisión era pequeña incisión (SICS) en comparación con la micro incisión (MICS) el impacto iba a tener mayor influencia y menor rendimiento óptico^{7,8,11,19}.

En cuanto al tipo de lente LIO se ha contem-

plado que este genera un gran impacto, ya que proporcionaron resultados visuales buenos y similares, restaurando las funciones visuales a distancia después de la cirugía de cataratas con algunas limitaciones en los resultados visuales cercanos. Sin embargo es importante diferenciar que existen dos tipos de lentes intraoculares que se enfocan en la necesidad del paciente y por ende en el éxito del procedimiento, los primeros son los pseudofaquicos, los cuales se basan en la sustitución del cristalino en caso de cataratas o para corregir defectos refractivos (aberraciones de bajo y alto orden), en segundo lugar se encuentran las faquicas que se basan en la implantación del lente para complementar al cristalino sin extraerlo, es decir, solo corregir defectos refractivos como la miopía, hipermetropía y presbicia. Del mismo modo y entendiendo a que se refiere cada tipo de LIO estos se pueden implantar en la cámara anterior, posterior, surco y dentro del saco capsular del ojo dependiendo de donde se encuentre el daño y el alcance que se quiera lograr; es así como este tipo de lentes tienen una subdivisión dependiendo la deficiencia óptica que se quiera corregir, por lo que actualmente existen: LIO monofocales, bifocales, trifocales, tórica y tele-dioptica^{7,16,17}.

Por otro lado, los ojos con LIO de óptica dual tenían una calidad óptica ocular significativamente mejor, sin embargo, los datos sugieren que la cantidad de aberración esférica negativa generada por los distintos lentes actualmente disponibles podría no ser óptima para el tipo de ojo de algunos pacientes. Además, se estableció que respecto al método utilizado (como tipo de láser) inducían menor o mayor presencia de aberraciones internas las cuales con ayuda de los medidores de aberraciones se lograron estimar. No obstante, dentro de la evidencia encontrada también se pudo observar que dentro de las diferentes aberraciones posquirúrgicas analizadas hubo diferencias significativas según la LIO esférico y esférico, características basales, tamaño de la pupila y tamaño de la capsulorrelaxis.^{15,19,26,27,28}

En este orden de ideas la personalización y selección adecuada del diseño de una LIO es una consideración que va mucho más allá de la emetropía después de una cirugía de cataratas, cuyo objetivo principal es minimizar la onda ocular de aberraciones, lo cual nos lleva a una optimización de la calidad de la imagen retiniana^{7,15,19,26,27,28}.

En consecuencia, al tipo de cirugía utilizada y lente intraocular se encontró dentro del cuerpo

que conforma la evidencia que las técnicas más utilizadas para medir las aberraciones corneales son los polinomios de Zernike y el aberrómetro de Hartmann-Shack; En promedio las aberraciones se midieron $3,6 \pm 1,8$ meses después de la cirugía de cataratas, la moda indica que el periodo pre y pos cirugía que más se repite fue de 3 meses.

El cambio en las aberraciones corneales esféricas fue en promedio de $0,0403 \pm 0,0492$ micrones, con una mediana de 0,0210 indicando que en algunos estudios se registraron cambios elevados como Jong-Hyuck Lee et al., quienes refirieron que la diferencia en las aberraciones pre y pos cirugía fue cercana a los 0,20 micrones, lo cual nos muestra que las cataratas corticales y nucleares, la cuales según la evidencia encontrada inducen aberraciones esféricas negativas, están involucradas en el deterioro de la visión por la opacidad que genera al pasar la luz por el cristalino, no solo es originada por estas sino también por las aberraciones de frente de onda (coma, trefoil, esférica, etc.), la cuales causan un aumento en la distorsión de la óptima calidad visual, en paralelismo con las que están ubicadas en la periferia. El incremento de estas aberraciones significa que mejora los cambios que se generan por el cristalino en el frente onda^{14,29,30}.

Por otro lado, según lo observado por Jonh-Hyuck et al., las aberraciones esféricas se correlacionaron negativamente con las cataratas nucleares, teniendo en cuenta que estas se asocian al envejecimiento natural del ser humano y que es el cristalino quién sufre más cambios con la edad, aumenta en tamaño a lo largo de la vida y sus curvaturas de superficie van a disminuir con el paso de los años, es así como este tipo de aberraciones de cuarto orden va a ser significativamente mayor en ojos seniles que en jóvenes.^{14,29,30}

En cuanto a los cambios evidenciados dentro de la literatura por las aberraciones trefoil fue en promedio de $0,0627 \pm 0,0422$ micrones, con una mediana de 0,0575 indicando que existen algunos cambios elevados como los reportados por Tong, Nu Xia et al., Qin he et al., cuando abordaron las cirugías de pequeña incisión (SICS) y Sun Woong Kim et al., quienes encontraron que la diferencia en las aberraciones pre y pos cirugía fue superior a los 0,11 micrones, lo cual se explica gracias a tipo de cirugía refractiva empleada para la corrección de aberraciones así como lo menciona Quin he et al., quienes encontraron que los cambios generados fueron superiores cuando se sometía al procedimiento con una

incisión quirúrgica mayor, que cuando esta era menor, por lo que en el grupo de las microincisiones el número de aberraciones esperadas disminuyó, mientras que en el de pequeña incisión tuvo mayor número de cambios o complicaciones. Teniendo en cuenta lo anteriormente nombrado y con base a las aberraciones de tipo trefoil y como destacan diferentes autores como Tong Nu Xia et al., y Sun Woong Kim et al., refirieron que el aumento en la aberración trefoil después de la cirugía e inserción de la lente se asoció al tamaño y posición de la incisión empleada, así como al tipo de procedimiento quirúrgico, lo cual puede interferir en el poder refractivo de la visión post cirugía de cataratas^{8,10,31,32}.

De este mismo modo, el cambio observado en las aberraciones coma fue en promedio de $0,0357 \pm 0,0293$ micrones, con una mediana de 0,0305 indicando que algunos estudios reportaron cambios elevados como en Kazutaka Kamiya et al., y Mojzis et al., quienes encontraron una diferencia en las aberraciones pre y pos cirugía superior a los 0,090 micrones; estos especifican que en todos los que se encuentren asimetría, no se puede esperar un aumento del coma, siempre y cuando tengan un correcto centrado de la lente. Sin embargo, puede ser un resultado del enfoque diferente de los rayos de luz en la parte periférica y central de un sistema óptico o ser acompañado a la estructura del cristalino, si bien las aberraciones tipo coma junto con las aberraciones que se indujeron, fueron significativamente menores después de la implantación de lentes con láser guiada por frente de onda^{9,13}.

Por otra parte, el cambio en las aberraciones de alto orden HOA fue en promedio de $0,0526 \pm 0,0634$ micrones, con una mediana de 0,0355 indicando que existen cambios elevados que suben el promedio, encontrando la mayor discrepancia en el estudio de Kazutaka Kamiya et al., con 0,132 micrones y Mustafa koç et al., con 0,2350 micrones, es decir, estos dos estudios evidenciaron que la disminución en la calidad óptica en ojos pseudofáquicos con un aumento de HOA se debió al tipo de incisión empleada, pues como refiere el cuerpo de la evidencia, entre más grande sea la incisión, mayor el cambio de las aberraciones obtenidas, por lo que se pudo observar que en pacientes sometidos a cirugías de cataratas con la técnica de micro incisión les brido una exitosa calidad visual. Además, según como lo menciona Mustafa Koc et al., en su investigación, de acuerdo al tipo de LIO empleado, como lo es el caso de los LIO esféricas, mostraron mayor beneficio en la reducción de las

aberraciones HOA^{9,15,33}.

Adicionalmente, entre los cuatro tipos de aberraciones evaluados el mayor cambio medio se registró en trefoil con 0,0637 micrones, al comparar las medianas persiste el trefoil como la aberración con mayor cambio pre y pos cirugía, en otras palabras, según el cuerpo de la evidencia y como lo mencionan diferentes autores, tal es el caso de Kazutaka Kamiya, quien se observa que la incisión corneal en el trefoil en la cirugía mostró un cambio no solo en la cantidad, si no en el componente vectorial, razón que se puede explicar por el mayor tamaño de la incisión empleada. Asimismo, al confirmar que el tamaño y posición de la incisión podría estar involucrado en el resultado de este tipo de aberraciones postquirúrgicas, se hizo un análisis exhaustivo explicando que debido a la respuesta biomecánica después de la incisión en la córnea se encontró que hay un aplanamiento en forma de cuña, el cual corresponde a la parte inferior de la córnea, por lo que este cambio de forma de la córnea es consistente con el patrón de aberraciones tipo trébol⁹.

Conclusiones

De acuerdo a los niveles de evidencia las aberraciones corneales con mayor significancia estadística fueron las de alto orden, dentro de las que resaltan las esféricas y trefoil, ya que se ven afectadas en gran medida por factores fisiológicos relacionados con el envejecimiento, lo cual se debe a una ineficiente calidad de la imagen retiniana, puesto que la agudeza visual al pasar los años hay un aumento progresivo de las aberraciones de frente onda, en otras palabras, la edad es causante del grado de dispersión intraocular; como también por la respuesta biomecánica de las diferentes incisiones empleadas, puesto que a mayor sea el diámetro de la incisión mayor será la predisposición a aberraciones corneales, las cuales tienen mayor representatividad las aberraciones de alto orden. No obstante, cabe resaltar que el tipo de lente también juega un papel importante a la hora de evaluar el número de aberraciones postquirúrgicas, ya que para poder corregir el defecto refractivo se debe saber exactamente el área del ojo afectada (cataratas corticales, nucleares, capsulares, subcapsulares, etc.) y poder elegir el mejor LIO para ello.

Referencias

1. Bakri S. Mayo Clinic Guide to Better Vision [Internet]. Rochester, Minnesota: Mayo Clinic Health Solutions; 2014. 219 p. Disponible

en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/cataracts/symptoms-causes/syc-20353790>

2. Organización Mundial De La Salud (OMS). Informe mundial sobre la visión [Internet]. 1.a ed. Vol. 1. Ginebra: OMS Editorial; 2020. 188 p. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331423/9789240000346-spa.pdf>
3. Ministerio de salud y Protección Social, Organización Panamericana de la Salud. Análisis de situación de salud visual en Colombia 2016 [Internet]. Bogotá D.C.; MSPS; 2016. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-visual-colombia-2016.pdf>
4. Von Sonnleithner C, Pilger D, Homburg D, Brockmann T, Torun N, Bertelmann E. Corneal Higher-Order Aberrations after Phacoemulsification: A Comparison of 3 Different Incision Sizes. *Eur J Ophthalmol*. 26 de junio de 2017;27(4):402-6.
5. Arrazola-Vázquez JC, Morfín-Salido IL, Moya-Romero JO. Cirugía de extracción extracapsular de catarata con incisión pequeña versus convencional, realizadas por residentes. *Rev Mex Oftalmol*. 2010;84(1):25-9.
6. Vidal Olarte R. Entendiendo e interpretando las aberraciones ópticas. *Cienc Tecnol Para Salud Vis Ocul*. 1 de enero de 2011;9(2):105-22.
7. Elkady B, Alió JL, Ortiz D, Montalbán R. Corneal aberrations after microincision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. enero de 2008;34(1):40-5.
8. Tong N, He JC, Lu F, Wang Q, Qu J, Zhao YE. Changes in corneal wavefront aberrations in microincision and small-incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. diciembre de 2008;34(12):2085-90.
9. Kamiya K, Igarashi A, Shimizu K, Matsumura K, Komatsu M. Visual Performance After Posterior Chamber Phakic Intraocular Lens Implantation and Wavefront-Guided Laser In Situ Keratomileusis for Low to Moderate Myopia. *Am J Ophthalmol*. junio de 2012;153(6):1178-1186.e1.
10. Kim SW, Yang H, Yoon G, Lee YJ, Kweon MN, Kim JK, et al. Higher-Order Aberration Changes After Implantable Collamer Lens Implantation for Myopia. *Am J Ophthalmol*.

abril de 2011;151(4):653-662.e1.

11. Alió JL, Piñero DP, Tomás J, Alesón A. Vector analysis of astigmatic changes after cataract surgery with toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* junio de 2011;37(6):1038-49.
12. Hayashi K, Kondo H, Yoshida M, Manabe S ichi, Hirata A. Higher-order aberrations and visual function in pseudophakic eyes with a toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* julio de 2012;38(7):1156-65.
13. Mojzis P, Majerova K, Plaza-Puche AB, Hrcokova L, Alio JL. Visual outcomes of a new toric trifocal diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* diciembre de 2015;41(12):2695-706.
14. Lee JH, Choo HG, Kim SW. Spherical aberration reduction in nuclear cataracts. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* junio de 2016;254(6):1127-33.
15. Koç M, İlhan Ç, Koban Y, Özülken K, Durukan İ, Yılmazbaş P. Effect of corneal biomechanical properties on surgically-induced astigmatism and higher-order aberrations after cataract surgery. *Arq Bras Oftalmol [Internet].* 2016 [citado 30 de abril de 2022];79(6). Disponible en: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0004-2749.20160108>
16. Hidaka Y, Yamaguchi T, Saiki M, Dogru M, Tsubota K, Negishi K. Changes in corneal aberrations after cataract surgery. *Jpn J Ophthalmol.* mayo de 2016;60(3):135-41.
17. Lee H, Kim SM, Choi S, Seo KY, Kim EK, Kim T. Effect of diquafosol three per cent ophthalmic solution on tear film and corneal aberrations after cataract surgery. *Clin Exp Optom.* 1 de noviembre de 2017;100(6):590-4.
18. Hashemian SJ, Farrokhi H, Foroutan A, Jafari ME, Hashemian SM, Alemzadeh SA, et al. Ocular higher-order aberrations changes after implantable collamer lens implantation for high myopic astigmatism. *J Curr Ophthalmol.* junio de 2018;30(2):136-41.
19. He Q, Huang J, Xu Y, Han W. Changes in total, anterior, and posterior corneal surface higher-order aberrations after 1.8 mm incision and 2.8 mm incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* agosto de 2019;45(8):1135-47.
20. Sachdev N, Ormonde SE, Sherwin T, McGhee CNJ. Higher-order aberrations of lenticular opacities. *J Cataract Refract Surg.* agosto de 2004;30(8):1642-8.
21. Rocha KM, Nosé W, Bottós K, Bottós J, Morimoto L, Soriano E. Higher-order aberrations of age-related cataract. *J Cataract Refract Surg.* agosto de 2007;33(8):1442-6.
22. Guirao A, Tejedor J, Artal P. Corneal Aberrations before and after Small-Incision Cataract Surgery. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 1 de diciembre de 2004;45(12):4312.
23. Marcos S, Rosales P, Llorente L, Jiménez-Alfaro I. Change in corneal aberrations after cataract surgery with 2 types of aspherical intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* febrero de 2007;33(2):217-26.
24. Benítez Cartaya M, Hernández Silva JR, Curbelo Cunill L, Fernández Vásquez G, Padilla González C. Estudio comparativo aberrométrico posterior a la cirugía de catarata en el Centro de Microcirugía Ocular «Ramón Pando Ferrer» (2007-2008). *Rev Cuba Oftalmol.* junio de 2011;24(1):1-14.
25. Kurz S, Krummenauer F, Thieme H, Dick BH. Contrast sensitivity after implantation of a spherical versus an aspherical intraocular lens in biaxial microincision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* marzo de 2007;33(3):393-400.
26. Bellucci R, Cargnoni M, Bellucci C. Clinical and aberrometric evaluation of a new extended depth-of-focus intraocular lens based on spherical aberration. *J Cataract Refract Surg.* julio de 2019;45(7):919-26.
27. Blaylock JF, Hall B. Clinical outcomes of a diffractive trifocal intraocular lens with femtosecond laser, digital tracking, and intraoperative aberrometry. *Can J Ophthalmol.* junio de 2021;S0008418221002027.
28. Iwama Y, Maeda N, Ikeda T, Nakashima H, Emi K. Impact of vitrectomy and air tamponade on aspheric intraocular lens tilt and decentration and ocular higher-order aberrations: phacovitrectomy versus cataract surgery. *Jpn J Ophthalmol.* julio de 2020;64(4):359-66.
29. Sachdev N, Ormonde SE, Sherwin T, McGhee CNJ. Higher-order aberrations of lenticular

opacities. *J Cataract Refract Surg.* agosto de 2004;30(8):1642-8.

30. Rocha KM, Nosé W, Bottós K, Bottós J, Morimoto L, Soriano E. Higher-order aberrations of age-related cataract. *J Cataract Refract Surg.* agosto de 2007;33(8):1442-6.
31. Tahzib NG, MacRae SM, Yoon G, Berendschot TTJM, Eggink FAGJ, Hendrikse F, et al. Higher-order aberrations after implantation of iris-fixated rigid or foldable phakic
32. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Galvis V, Tello A, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Jaramillo LC, Universidad Autónoma de Bucaramanga, et al. Cambios corneales producidos por la cirugía refractiva con excimer láser: revisión de tema. *Rev Médicas UIS.* 1 de julio de 2017;30(1):99-105.
33. Guirao A, Tejedor J, Artal P. Corneal Aberrations before and after Small-Incision Cataract Surgery. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 1 de diciembre de 2004;45(12):4312