

Variación de la asfericidad corneal en pacientes miopes sometidos a cirugía refractiva LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) o LASEK (Laser-Assisted Subepithelial Keratomileusis)

Variation in corneal asphericity in myopic patients undergoing refractive LASIK (laser-assisted in-situ keratomileusis) or LASEK (laser-assisted subepithelial keratomileusis) surgery

CAMILA ANDREA SÁNCHEZ RIVERA* 
MYRIAM TERESA MAYORGA**

Recibido: 10-12-2015 / Aceptado: 12-04-2016

RESUMEN

Objetivo: analizar, por medio de una revisión sistemática de la literatura, la variación de la asfericidad corneal en pacientes miopes corregidos con cirugía LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) o LASEK (Laser-Assisted Subepithelial Keratomileusis). **Métodología:** se realizó una búsqueda de estudios primarios en las bases de datos PubMed, Scopus y Science Direct, a través del *software* Vantage Point; se recolectaron 229 publicaciones, de las cuales se seleccionaron diecinueve que cumplían con los criterios de inclusión. La calidad de los diecinueve artículos se evaluó mediante la plataforma FLC Web 2.0 para fichas de lectura crítica, con base en la declaración STROBE. La búsqueda se ejecutó con palabras clave como: *corneal asphericity*, *corneal shape factor*, *Q-value*, *LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis)*, *LASEK (Laser-Assisted Subepithelial Keratomileusis)*, *refractive surgery*. **Resultados:** dieciocho de los artículos evaluados presentaron calidad media y uno, baja. Los artículos analizados coinciden en que se presentan cambios en la asfericidad corneal después de la cirugía refractiva, al pasar de prolatas a oblatas, que afectan notablemente los resultados visuales. **Conclusiones:** el análisis de los diecinueve artículos demostró el cambio en la asfericidad de prolata a oblata y reveló los factores que influyen en estas variaciones, al igual que la necesidad de mejorar las técnicas quirúrgicas y las falencias de las investigaciones, dado que el 95 % de los artículos analizados presentaron una calidad media.

Palabras clave: asfericidad, cirugía refractiva, miopía, LASIK, LASEK.

* Estudiante del programa de Optometría, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.  csanchez25@unisalle.edu.co

** Docente investigadora de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Cómo citar este artículo: Sánchez Rivera CA, Mayorga MT. Variación de la asfericidad corneal en pacientes miopes sometidos a cirugía refractiva LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) o LASEK (Laser-Assisted Subepithelial Keratomileusis). *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2016;14(2):71-9. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/sv.3877>

ABSTRACT

Objective: To analyze, through a systematic review of literature, the variation in corneal asphericity in myopic patients corrected with LASIK (laser-assisted in-situ keratomileusis) or LASEK (laser-assisted subepithelial keratomileusis) surgery. *Methodology:* A literature search for primary studies was performed in PubMed, Scopus, and Science Direct using the Vantage Point software, and 229 publications were collected; 19 of them met the inclusion criteria and were selected. The quality of these 19 articles was assessed using the FLC Web 2.0 platform for critical reading, based on the STROBE statement. The search used keywords such as corneal asphericity, corneal shape factor, Q-value, LASIK (laser-assisted in-situ keratomileusis), LASEK (laser-assisted subepithelial keratomileusis), and refractive surgery. *Results:* 18 of the evaluated articles had medium quality, and one of them had low quality. The articles agree on that there are changes in corneal asphericity after refractive surgery, from prolate to oblate, significantly affecting visual results. *Conclusions:* The analysis of these 19 articles evidenced a change in asphericity from prolate to oblate and revealed the factors influencing these variations, as well as the need for improving surgical techniques and deficiencies in research, since 95% of the analyzed articles had average quality.

Keywords: asphericity, refractive surgery, myopia, LASIK, LASEK.

INTRODUCCIÓN

La asfericidad corneal es uno de los factores que se modifican por procedimientos como LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) o LASEK (Laser-Assisted Subepithelial Keratomileusis), como métodos de corrección de ametropías. El valor Q mide el índice de asfericidad corneal ($Q = 0$ en córneas esféricas, $Q < 0$ en córneas prolatas y $Q > 0$ en córneas oblatas). La córnea humana tiene una forma prolata (valor Q negativo promedio de $-0,27$). El valor Q se basa en una curvatura central de 3 a 4 mm de la córnea; este es un coeficiente que describe la tasa de cambio en la curvatura de la córnea desde su centro hasta la periferia, a través de valores de radio corneal (1-3). La forma normal de la córnea no es la de una esfera, sino la de una elipse prolata, que indica que su curvatura va aplanándose según nos alejamos del centro hacia la periferia. La cuantificación de ese aplanamiento se representa mediante el valor excentricidad (e), que en córneas normales es de $0,45 \pm 0,10$ (4). La excentricidad se puede definir como el alejamiento de la forma de una superficie esférica, respecto de la misma superficie circular (5); es una constante adimensional que determina el aplanamiento de la córnea hacia la periferia. Si la córnea es más plana, entonces hay una mayor excentricidad en el borde; si el valor de e es menor, la córnea se considera que es más

pronunciada; un mayor valor de e determina una superficie corneal más plana (6).

Las córneas prolatas, que son más planas en la periferia, con Q negativo, reducen el problema de las aberraciones esféricas por su curvatura. Por el contrario, las córneas oblatas, con Q positivo, en las que la córnea periférica es más curva que en la parte central, aumentan el problema de las aberraciones esféricas (2). Por otra parte, se ha demostrado que las cirugías refractivas LASIK o LASEK afectan la asfericidad corneal (7). El aumento de la asfericidad postoperatoria se puede predecir con la fórmula parabólica de Munnerlyn (8).

La biomecánica corneal se encarga del equilibrio y los cambios en la forma del tejido cuando este se somete a cualquier fuerza. Existen diferentes factores que determinan la estabilidad de la córnea; estos pueden ser extra e intracorneales, como los cambios en la presión intraocular, la presión atmosférica, la tensión ejercida por los párpados, los músculos extraoculares, el espesor y densidad de la córnea, el entrecruzamiento de fibras de colágeno, entre otros (9-12).

La cirugía refractiva corneal es una alternativa popular para la corrección de los errores refractivos. Estudios basados en la topografía corneal han mostrado que, aunque las ametropías son generalmente

corregidas con éxito, la cirugía refractiva puede aumentar la cantidad de aberraciones corneales de alto orden, especialmente la aberración esférica total; este aumento está relacionado con la cantidad de defecto esférico corregido. Así mismo, se han evidenciado alteraciones en el factor de forma, la asfericidad corneal normal y la sensibilidad al contraste, debido a estas técnicas quirúrgicas (11). A pesar de que la tecnología de las cirugías refractivas ha evolucionado mucho en los últimos años, aún existen algunas limitaciones, como la cicatrización, la biomecánica, la respuesta corneal y las condiciones personales —el género, la ametropía, la raza, la ocupación, el estilo de vida y la técnica quirúrgica empleada—, que impiden predecir de manera más precisa el resultado quirúrgico (12).

Al ocurrir una agresión o corte en el tejido el epitelio corneal, el estroma, las células inflamatorias y las glándulas lagrimales son los principales tejidos y órganos que participan en la cicatrización de la herida:

Interacciones celulares mediadas por citoquinas y factores de crecimiento se producen en las células de la córnea, lo que da como resultado una respuesta biológica muy variable. Estos procesos biológicos incluyen la apoptosis, proliferación y migración de queratocitos, así como la generación de miofibroblastos; estas interacciones celulares están implicadas en la reorganización de la matriz extracelular del estroma, la contracción de la lesión y otras respuestas en la herida quirúrgica. (12)

Varias técnicas de cirugía refractiva se han desarrollado; se pueden agrupar en corneales o lenticulares. Las técnicas queratorrefractivas (corneales) pueden clasificarse en cirugía incisional —no se usan en la actualidad; entre estas se encuentran la queratotomía radial, la queratotomía astigmática, la queratotomía arcuata, las incisiones limbares relajantes y la queratotomía transversa—, técnicas de ablación láser —comprenden la ablación superficial, la queratectomía fotorrefractiva (PRK), LASEK y epiLASIK (13,14)—, técnicas lamelares,

implantes corneales y técnicas de contracción corneal. La PRK surgió como un método seguro y eficaz, con resultados predecibles en la corrección de miopía baja a moderada. Sin embargo, las desventajas en el postoperatorio, como dolor, turbidez corneal, entre otras, ayudaron al desarrollo de técnicas como LASIK, establecida en 1990; años después se introdujo la LASEK (13).

LASIK es un “procedimiento quirúrgico que consiste en corregir los defectos de la visión asistidos por un láser Excimer. Para esto, es necesario hacer un fino corte superficial en la córnea que servirá de protección para la zona donde se aplicó el láser. Es el procedimiento electivo más popular del mundo con rápida recuperación y un mínimo de complicaciones” (15). LASEK “es una técnica quirúrgica desarrollada en 1998 que combina las ventajas de LASIK y PRK, en donde la córnea es separada en dos capas como en LASIK, pero sin la necesidad de un corte” (16).

Dentro de los aspectos que se evaluaron en cada publicación están la validez interna de los resultados, que se refiere a la fiabilidad de los hallazgos del ensayo en relación con la población del estudio; y, por otro lado, la validez externa, que comprende su representatividad y relevancia respecto a la población diana y la facilidad de extrapolar o generalizar los resultados (17).

El objetivo de este estudio fue analizar por medio de una revisión sistemática, con base en el *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE), el cambio de la asfericidad corneal en pacientes miopes después de cirugía LASIK o LASEK.

METODOLOGÍA

La revisión sistemática se realizó en dos etapas:

1. *Generación de la pregunta.* ¿Las cirugías LASIK y LASEK producen variaciones en el factor de forma y en la asfericidad corneal?

2. *Criterios de selección de la información.* Se realizó según la estrategia PICO_R:

P: participantes, pacientes miopes corregidos mediante LASIK o LASEK, cirugía primaria (se excluyen las cirugías secundarias o retoques).

I: intervención, las cirugías LASIK o LASEK.

Co: comparación entre los resultados de las dos cirugías en términos de variación de la asfericidad.

R: resultado de la variación de la asfericidad tras la cirugía refractiva.

La búsqueda de los artículos se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus y Science Direct, a través de los siguientes términos, que fueron combinados con los operadores booleanos AND y OR: (*Corneal Asphericity* OR *Corneal Shape Factor* OR *Q-value* OR *Q value*) AND (*Lasik* OR *Laser Assisted in Situ Keratomileusis* OR *Lasek* OR *Laser Assisted Subepithelial* OR *Keratomileusis* OR *Refractive Surgery*) AND (*Myopia* OR *Nearsightedness* OR *Short Sight* OR *Short-Sightedness* OR *Shortsightedness*). Los artículos se seleccionaron mediante Vantage Point, a partir de distintos criterios de selección.

Luego, se eligieron los artículos en forma separada por las dos autoras y se encontró un nivel de acuerdo del 82 %. Se encontraron 21 artículos completos; dos de ellos estaban en mandarín, por lo que se excluyeron.

EVALUACIÓN DE CALIDAD

La evaluación de estos artículos se realizó a través de la plataforma FLC Web 2.0 para fichas de lectura crítica, con base en la declaración STROBE. El orden de la búsqueda y la selección de los artículos se presentan en la figura 1.

RESULTADOS

Al evaluar los artículos mediante el *software* FLC, se encontró que diecinueve eran de calidad media, y uno, de calidad baja. El análisis de los resultados arrojó que las investigaciones coincidían en que después de realizar procedimientos con LASIK o LASEK se producían cambios corneales que se podían observar desde la primera semana del postoperatorio. Con respecto a la asfericidad, las córneas pasaban de tener valores negativos a positivos, es decir, de prolatas a oblatas; estos dependían de factores como el tipo de láser usado, las ametropías altas, entre otros.

Los autores coincidieron en la cantidad del cambio en la asfericidad preoperatoria respecto a la postoperatoria, con tendencia a un mayor cambio del valor *Q* en ametropías altas. No se encontró un cambio significativo en la variación de la asfericidad corneal medida con los valores *Q* al comparar las dos técnicas evaluadas, LASIK y LASEK. El resumen de los resultados de los estudios se observa en la tabla 1.

DISCUSIÓN

Como resultado de la revisión sistemática realizada, se pudo observar que se presenta una variación de la asfericidad corneal luego de realizar procedimientos como LASIK o LASEK; este tipo de cirugía es una de las principales opciones para la corrección de ametropías.

Zheng y colaboradores (18) afirman que el primer cambio en el valor *Q* se produjo dentro de una semana después de la cirugía; luego, se convirtió en un ligero descenso casi estable. LASIK cambió notablemente la estructura de la córnea después de la cirugía, con un deterioro adicional sobre la observación en un periodo de tres meses. Por otra parte, Tawfik y colaboradores (19) evaluaron

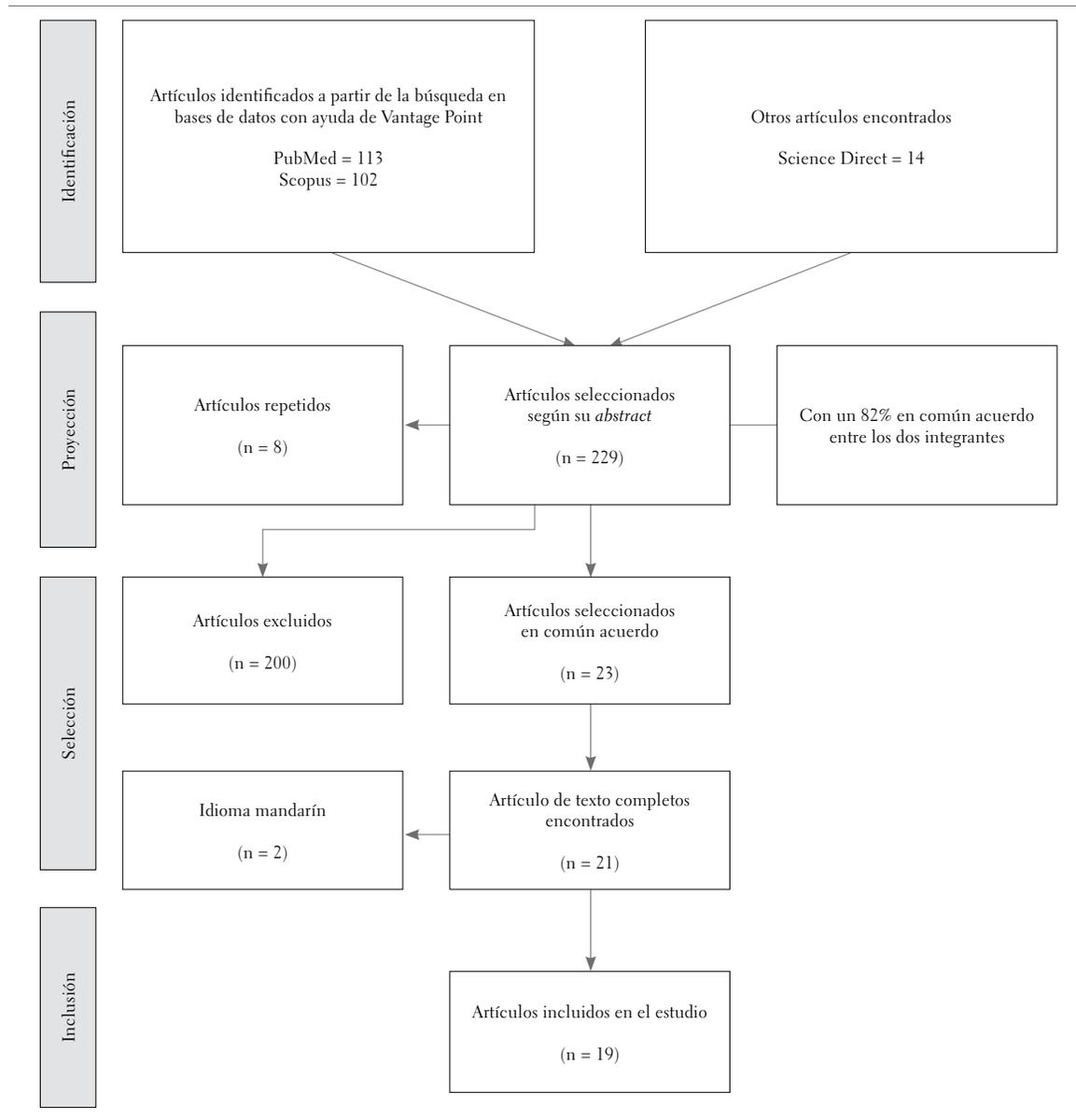


TABLA 1. Resumen de los resultados de la investigación

AUTORES	NÚMERO DE PACIENTES	AMETROPIA	SEGUIMIENTO	CIRUGÍA	VARIACIÓN Sí/No	CAMBIOS EN LA ASFERICIDAD CORNEAL
Zheng-y colaboradores (18)	222	Miopía entre -1,00 y -17,00 D.	3 meses.	LASIK	Sí	El valor Q era de $-0,17 \pm 0,13$ en el preoperatorio y $0,99 \pm 0,70$, $0,97 \pm 0,66$ y $0,86 \pm 0,41$ una semana, uno y tres meses después de la operación, respectivamente.
Tawfik y colaboradores (19)	200	Miopía entre -1,00 y -10,50 D y astigmatismo de hasta -4,00 D.	Antes y 3 meses después de la operación.	LASIK	Sí	Con Wavefront optimized el valor Q cambió de 0,30 a 0,06 D después de la operación; con Custom-Q laser assisted, de 0,32 a 0,03 D.
Molchan y colaboradores (20)	51	Miopía entre -3,25 y -8,25 D.	Entre 3 y 6 meses después de la operación.	PRK	Sí	La asfericidad aumentó de -0,31 a +0,25 D y de -0,32 a +0,26 D.
Anera y colaboradores (21)	14	Miopía entre -1,25 y -9,00 D.	6 meses.	LASIK	Sí	La media del factor p antes de la cirugía LASIK fue 0,88; en un mes, aumentó significativamente a $p = 1,65$.

Continúa

AUTORES	NÚMERO DE PACIENTES	AMETROPIA	SEGUIMIENTO	CIRUGÍA	VARIACIÓN Sí/No	CAMBIOS EN LA ASFERICIDAD CORNEAL
Marcos y colaboradores (22)	7	Miopía entre -2,00 y -11,50 D.	Ante y una semana después de cirugía.	LASIK	Sí	La media preoperatoria de asfericidad corneal fue negativa (-0,14 ± 0,14) y aumentó a los valores positivos después de LASIK (1,1 ± 1,3).
Huang y colaboradores (3)	35	Miopías mayores de -6,00 D y astigmatismo hasta de -2,50 D.	3 años.	LASIK y LASEK	Sí	El valor Q medio aumentó de -0,35 ± 0,15 D a 0,79 ± 0,33 D en LASIK y de -0,35 ± 0,15 a 0,79 ± 0,30 en el grupo de LASEK.
Zhou y colaboradores (23)	58	Miopía entre -5,40 y -5,25 D.	Antes y 6 meses después del tratamiento.	LASIK	Sí	La asfericidad aumentó de -0,15 a 0,51 en el grupo A y -0,16 a 0,72 en el grupo B.
Vega y colaboradores (24)	17	Miopías mayores de 8,50 D.	6 meses.	LASIK	Sí	El valor Q varió de -0,27 a +0,95.
Queirós y colaboradores (25)	54	Miopía entre -0,75 y -4,25 D y astigmatismo menor de -1,75 D.	6 meses.	LASIK	Sí	Los valores Q variaron de -0,5 a 0,6.
Khairat y colaboradores (26)	30	Miopía, con o sin astigmatismo, entre -5,07 y 2,1 D.	3 meses después de la operación.	LASIK	Sí	Después de LASIK la asfericidad varió de -0,50 a 0,38.
Bottos y colaboradores (27)	117	Miopía de -9,87 D.	3 meses.	LASIK	Sí	Para cada dioptría de tratamiento miope, el cambio en el valor Q fue de -0,42 a +0,29.
Goyal y colaboradores (28)	40	Miopía entre -2,00 y -8,00 D y astigmatismo de hasta 2,50 D.	6 meses.	LASIK	Sí	El cambio en el valor Q fue significativamente menor en el grupo esférico (0,53 ± 0,31) que en el grupo guiado por frente de onda (0,91 ± 0,30).
Holladay y colaboradores (29)	39	Miopía entre -1,50 y -18,00 D.	No hay datos.	LASIK	Sí	La asfericidad (valor Q) aumentó ligeramente de forma positiva, lo que indica un cambio de una córnea prolata a oblatas en pacientes miopes.
Hersh y colaboradores (30)	11	Miopía de -12,00 D.	No hay datos.	LASIK, LASEK y PRK.	Sí	La asfericidad media (Q) fue de -0,17 ± 0,14 antes de la operación y de +0,92 ± 0,70 después de la operación.
Mosquera y de Ortueta (31)	73	Miopía y astigmatismo entre -1,25 y -7,50 D.	3 meses.	LASIK	Sí	El valor Q en preoperatorio fue de -0,057 y varió en el posoperatorio con un valor de +0,268.
Arba-moquera y de Ortueta (32)	56	Miopía de -3,18 ± 1,29 D y astigmatismo de 0,73 ± 0,79 D.	3 meses.	LASIK	Sí	La diferencia en la preasfericidad fue estadísticamente significativa ($p < 0,005$). La inducción de la asfericidad positiva también se relacionó con la corrección obtenida.
Igarashi y colaboradores (33)	33	Miopía entre -5,13 y -5,63 D.	Antes y 3 meses después de la operación.	LASIK	Sí	Después de Con-LASIK y As-LASIK los valores Q eran 0,75 ± 0,19 (rango: 0,33 a 1,33) y 0,83 ± 0,19 (rango: 0,53 a 1,33).
Pop y colaboradores (11)	37	Miopía entre -1,00 y -10,00 D.	3 meses.	LASIK	Sí	Un mes después de la cirugía LASIK, se mostró un incremento individual en la asfericidad de -0,36 ± 0,28 (rango: -0,36 a 0,86).
Kaya y colaboradores (13)	32	Miopía entre -1,00 y -6,00 D.	6 a 12 meses.	LASIK y LASEK	Sí	El cambio en la asfericidad corneal fue así: LASIK, -0,27 ± 0,9; LASEK, -0,49 ± 0,8.

pacientes con miopía de -1,00 a -10,00 D y astigmatismo con hasta -4,00 D y hallaron que en los dos grupos había una diferencia significativa de los factores Q postoperatorios de $p = 0,02$.

En la mayoría de los casos, los resultados evaluados de la asfericidad corneal mostraron que después de la cirugía refractiva el cambio de la córnea anterior presentó valores de córneas que pasaban de prolatas a oblatas (20,21). Como lo mencionan

Marcos y colaboradores (22), la media preoperatoria de asfericidad corneal fue negativa (-0,14 ± 0,14) y aumentó a los valores positivos después de LASIK (1,1 ± 1,3). El incremento de la asfericidad corneal (y la aberración esférica) después de LASIK para miopía fue altamente relacionado con el error esférico preoperatorio ($r = 0,91$; $p < 0,0001$).

No obstante, en el estudio realizado por Zhou y colaboradores (23) se encontró en la ablación

esférica personalizada un incremento más pequeño de la asfericidad corneal con respecto a la ablación convencional: $Q = 0,66$ en el grupo de ablación personalizada y $Q = 0,88$ en el otro grupo ($p < 0,01$).

Se determinaron ciertos factores que podían causar las variaciones en la asfericidad y que han sido objeto de estudio. Según Anera y colaboradores (34), el factor principal que explica el cambio funcional en la asfericidad corneal es el algoritmo de ablación, además de la descentración, el tipo de láser, la curación de la herida, los efectos biomecánicos, los procedimientos técnicos y las pérdidas de reflexión del láser en la córnea. Estos elementos son importantes para todo tipo de cirugía refractiva. Aunque para algunos pacientes otras variables pueden producir síntomas o molestias después de la cirugía, las limitaciones del algoritmo de ablación están siempre presentes. Los cambios biomecánicos son otros factores que intervienen en la inducción de aberraciones después de LASIK; estos se relacionan con la escisión del láser en una importante parte del estroma corneal, la inducción potencial de debilidad estructural y su papel en el desarrollo de ectasias (24).

Antes de realizar este tipo de tratamientos, es importante tener en cuenta que las alteraciones de la asfericidad corneal y el correspondiente aumento de las aberraciones ópticas tienen un impacto significativo no solo en la cantidad de la visión, sino también en la sensibilidad al contraste y otras funciones visuales, como la visión nocturna (25). La integridad de la córnea y su forma original es fundamental para la adecuada calidad de las imágenes, ya que esta es la estructura encargada de la mayor parte de la refracción del ojo, para que las imágenes se focalicen en la retina correctamente; por esta razón, pequeñas variaciones en la curvatura de esta superficie proporcionan grandes cambios en el poder refractivo ocular. Debido a ello, el valor de la asfericidad corneal también es decisivo en la calidad de la imagen retiniana final del paciente. Aunque el tratamiento con láser estándar corrige

los errores de refracción, puede inducir nuevas aberraciones de alto orden que disminuyen la calidad de la imagen en mayor proporción (26-28).

Así mismo, en la revisión se encontró que la cantidad del defecto visual es un factor importante en la asfericidad final: cuanto más elevado es el grado de miopía o astigmatismo, más notorio es el cambio (35).

En la actualidad, existen perfiles de ablación optimizados para minimizar el aumento de las aberraciones corneales, los cuales tienen en cuenta la forma corneal preoperatoria para conseguir una forma corneal más natural en el postoperatorio. A través de la ablación dirigida por topografía, o la ablación guiada por frente de onda, se suprimen las principales aberraciones que influyen en la calidad visual del paciente (29,35).

Aunque durante una valoración de rutina no se mide la asfericidad corneal, es importante considerar que esta ejerce una función significativa en la calidad de la imagen y, por ende, en la visión. El cambio teórico y real de la asfericidad corneal después de la cirugía de refracción es clínicamente importante debido a que la asfericidad corneal original corrige parcialmente la aberración esférica natural del haz de rayos de luz que entra en el ojo (30).

Es pertinente entender realmente los cambios corneales que ocurren después de LASIK o LASEK para mejorar cada día su aplicación, ya que ha aumentado la cantidad de pacientes que en la actualidad se someten a este tipo de procedimientos.

Desde hace muchos años se evidenció que los tratamientos refractivos inducen un cambio en la asfericidad de la córnea, pero recientemente se ha asumido que la mejora de estos algoritmos puede preservarla y evitar la inducción de aberraciones. Por esta razón, se están desarrollando y perfeccionando estas técnicas, como en la transPRK, que presenta perfiles de ablación personalizados y mejorados (31-33).

CONCLUSIÓN

Del análisis de los diecinueve artículos se puede concluir que la asfericidad corneal varió en todos los casos; esto era más notable en defectos refractivos altos. Por lo general, los mayores cambios se presentan entre la primera y la tercera semana después de la cirugía.

Se observó que existen diversas causas que provocan cambios en la córnea después de los procedimientos para la corrección de ametropías. Uno de ellos es el tipo de láser usado, un factor importante para determinar el aumento de las aberraciones y de la asfericidad corneal.

Así mismo, se encontró un 95 % de calidad media en las publicaciones incluidas, lo que indica que existen algunas falencias que pasan por alto los autores. Por esta razón, es importante resaltar la necesidad de mejorar la calidad de los textos, para facilitar la recolección de información en las futuras investigaciones basadas en estudios anteriores.

REFERENCIAS

1. Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Sur* [internet]. 2007;23(5):505-14. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17523514>.
2. Sinjab MM. Corneal topography in clinical practice (Pentacam System): basics and clinical interpretation [internet]. Nueva Delhi: Jaype Brothers Medical Publishers; 2012. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?isbn=9350255758>.
3. Huang H, Yang J, Bao H, Chen S, Xia B, Zou J. Retrospective analysis of changes in the anterior corneal surface after Q value guided LASIK and LASEK in high myopic astigmatism for 3 years. *BMC Ophthalmol*. 2012;12(1):15.
4. Villa C. Atlas de topografía corneal y aberrometría ocular [internet]. Madrid: Consejo Nacional de Ópticos-Optometristas; 2004. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?isbn=8493356948>.
5. Herranz R. Contactología aplicada: un manual práctico para la adaptación de lentes de contacto [internet]. Madrid: Imagen y Comunicación Multimedia SL; 2005. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?isbn=8493356956>.
6. Bene P, Synek S, Petrová S. Corneal shape and eccentricity in population. *Coll Antropol*. 2013;37 Suppl 1:117-20.
7. Carmona D. Zona profesional [Internet]. Madrid: Blog Zona Profesional; 2011. Interpretación de topografía corneal. Disponible en: <http://areaprofesional.blogspot.com.co/2011/08/interpretacion-de-topografias-corneales.html>
8. Gatinel D, Hoang-Xuan T, Azar D. Determination of corneal asphericity after myopia surgery with the excimer laser: a mathematical model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* [internet]. 2001;42(8):1736-41. Disponible en: <https://www.gatinel.com/wp-content/uploads/2010/01/IOVS-2001.pdf>
9. Del Buey M. Estudio de la biomecánica corneal: relación entre las propiedades biomecánicas corneales, determinadas mediante el Analizador de Respuesta Ocular ORA y la patología ocular [tesis de grado]. [Zaragoza]: Universidad de Zaragoza-Zaguan, Departamento de Cirugía, Ginecología y Obstetricia; 2013.
10. Ballesteros J. Cambios corneales físicos y fisiológicos inducidos por el módulo de elasticidad del lente de contacto [tesis de maestría]. [Bogotá D. C.]: Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias de la Salud; 2010.
11. Pop M, Payette Y. Correlation of wavefront data and corneal asphericity with contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Refrac Surg*. 2004;20(5):S678-84.
12. Rey D. Reincidencia de ametropías después de cirugía refractiva con excimer láser. *Revista Salud Bosque*. 2013;3(1):49-58.
13. Kaya V, Oncel B, Sivrikaya H, Faruka O. Prospective, paired comparison of laser in situ keratomileusis and laser epithelial keratomileusis for myopia less than -6,00 diopters. *J Refrac Surg*. 2004;20(3):223-8.
14. American Academy of Ophthalmology. Cirugía refractiva [internet]. Barcelona: Elsevier; 2009. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=TrNALLLbc18C&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_bse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
15. Trujillo U, Santamaría M, Orjuela JP, Jiménez Vásquez D, Elsa M. Caracterización del perfil de asfericidad corneal en pacientes atendidos en un centro de cirugía refractiva de la ciudad de Medellín en el periodo 2008-2009. *Revista Sociedad Colombiana de Oftalmología*. 2011;44(2):110-20.
16. Sánchez-Galeana C. Manual de corrección visual láser [internet]. México D. F.: Panorama; 2004. p. 88. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?isbn=9683813054>.
17. Tato F. Bases metodológicas del ensayo clínico [internet]. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, Servicio de Publicación e Intercambio Científico; 1998. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?isbn=8481217395>.

18. Zheng-wei Z, Wei-ran N, Ming-ming M, Ke-li-mu J, and Bi-lian K. Time course of Q value after myopic laser-assisted in situ keratomileusis. *Chin Med Sci J*. 2011;26(3):141-5.
19. Tawfik A, Mostafa A, Hasanen R, Mofteh I. Q-value customized ablation (custom-Q) versus wavefront optimized ablation for primary myopia and myopic astigmatism. *Int Ophthalmol*. 2014;34(2):259-62.
20. Molchan RP, Taylor KR, Panday VA, Caldwell MC, Reilly CD. Retrospective analysis comparing the preoperative and postoperative "Q" values for 2 different lasers in refractive surgery. *Cornea*. 2015;34(11):1437-40.
21. Anera R, Jiménez J, Bermúdez J, Hita E. Changes in corneal asphericity after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(4):762-8.
22. Marcos S, Cano D, Barbero S. Increase in corneal asphericity after standard laser in situ Keratomileusis for myopia is not inherent to the Munnerlyn algorithm. *J Refract Surg*. 2003;19(5):S592-6.
23. Zhou C, Chai X, Yuan L, He Y, Jin M, Ren Q. Corneal higher-order aberrations after customized aspheric ablation and conventional ablation for myopic correction. *Curr Eye Res*. 2007; 32(5):431-8.
24. Vega A, Alió J, Arba S. Corneal higher order aberrations after LASIK for high myopia with a fast repetition rate excimer laser, optimized ablation profile, and femtosecond laser-assisted flap. *J Refract Surg*. 2012; 28(10):689-95.
25. Queirós A, Villa C, Jorge J, Gutiérrez A, González J. Multi-aspheric description of the myopic cornea after different refractive treatments and its correlation with corneal higher order aberrations. *J Optom*. 2012; 5(4):171-81.
26. Khairat YM, Mohamed YH, Mofteh IA, Fouad NN. Evaluation of corneal changes after myopic LASIK using the Pentacam (R). *Clin Ophthalmol*. 2013; 7:1771-6.
27. Bottos K, Leite M, Aventura M, Bernabe-Ko J, Wongpitoonpiya N, Ong-Camara N, et al. Corneal asphericity and spherical aberration after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(6):1109-15.
28. Goyal J, Garg A, Arora R, Jain P, Goel Y. Comparative evaluation of higher-order aberrations and corneal asphericity between wavefront-guided and aspheric LASIK for myopia. *J Refract Surg*. 2014; 30(11):777-84.
29. Holladay J, Janes JA. Topographic changes in corneal asphericity and effective optical zone after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2002; 28(6):942-7.
30. Hersh P, Fry K, Blaker JW. Spherical aberration after laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy clinical results and theoretical models of etiology. *J Cataract Refract Surg*. 2003; 29(11):2096-104.
31. Arba-Mosquera S, de Ortueta D. Analysis of optimized profiles for 'aberration free' refractive surgery. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2009; 29(5):535-48.
32. Arba-Mosquera S, de Ortueta D. Correlation among ocular spherical aberration, corneal spherical aberration, and corneal asphericity before and after LASIK for myopic astigmatism with the SCHWIND AMARIS platform. *J Refract Surg*. 2011; 27(6):434-43.
33. Igarashi A, Kamiya K, Komatsu M, Shimizu K. Aspheric laser in situ keratomileusis for the correction of myopia using the technolas 217z100: comparison of outcomes versus results from the conventional technique. *Jpn J Ophthalmol*. 2009; 53(5):458-63.
34. Anera R, Jiménez J, Jiménez L. Estado de la cirugía refractiva: limitaciones ópticas. *Gaceta Óptica*. 2002; 365:10-4.
35. Tomás-Juan J. Variables y parámetros influyentes en los perfiles de ablación del láser de excímeros. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2014; 12(1):117-26.