

Caracterización morfológica de la superficie corneal posterior en córneas normales

Morphological characterization of the posterior corneal surface in normal corneas

Dr. Lorelei Ortega Díaz, Dra. Yenny Lesdy Carralero Rabí, MSc. Juan Raúl Hernández Silva, Dra. Sorania Rodríguez Sánchez, Dra. Yanaisa Riverón Ruiz, Dra. Juliette Massip Nicot

Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

RESUMEN

Objetivo: describir las características de la superficie corneal posterior en córneas normales y las modificaciones de esta en pacientes a quienes se les realizó queratomileusis con láser *in situ*.

Métodos: fue realizado un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en 282 ojos de pacientes que asistieron a la consulta de cirugía refractiva. Las variables estudiadas fueron: queratometría media central posterior, equivalente esférico, paquimetría óptica en la posición más delgada, astigmatismo topográfico anterior y posterior, astigmatismo refractivo y variación morfológica del mapa topográfico de elevación posterior respecto a la esfera de mejor ajuste. Fueron escogidos 27 ojos, los cuales reunían los criterios para cirugía refractiva láser y se les realizó la técnica queratomileusis con láser *in situ*. Se analizaron también las variables cantidad de ablación, estroma residual y diferencia de elevación posterior corneal, esta última obtenida del mapa de diferencia del tomógrafo Pentacam HR.

Resultados: la queratometría media posterior fue de $-6,37 \pm 0,22$ dioptras; la correlación entre la queratometría media posterior con respecto a la paquimetría óptica fue muy significativa ($p= 0,008$). La media de la diferencia de elevación máxima con respecto a la esfera de mejor ajuste posterior fue $5,33 \mu\text{m}$; el 93,3 % de la muestra se encontraba dentro de valores normales. La diferencia de elevación posterior a través del tiempo fue de $18,38 \mu\text{m} \pm 7,47$ al mes y $14,95 \mu\text{m} \pm 10,02$. Se observó relación con la paquimetría y el estroma residual.

Conclusiones: la queratomileusis con láser *in situ* determina modificaciones en la superficie corneal posterior. El estroma residual es el factor más relacionado con estas modificaciones.

Palabras clave: superficie corneal posterior, queratomileusis con láser *in situ*, estroma residual.

ABSTRACT

Objective: to describe the characteristics of the posterior corneal surface in normal corneas and its changes in patients who underwent laser *in situ* keratomileusis.

Methods: prospective, longitudinal and descriptive study of 282 eyes from patients who went to the refractive surgery service. The studied variables were posterior central mean keratometry, spherical equivalent, optical pakimetry at the thinnest position, anterior and posterior topographic astigmatism, refractive astigmatism and morphological variation of the posterior elevation topographic map in relation to the best fit sphere. In this group, 27 eyes were selected, which met the criteria for laser refractive surgery using the laser *in situ* keratomileusis. Other analyzed variables were ablation amount, residual stroma and posterior corneal elevation difference, being the latter taken from the difference map outlined with the Pentacam HR tomography.

Results: mean posterior keratometry was $-6,37 \pm 0,22$ dioptres; the correlation between mean posterior keratometry and optical pakimetry was very significant ($p= 0,008$). The mean difference of maximum elevation with respect to the best posterior fit sphere was $5,33 \mu\text{m}$; 93,3 % of the sample was within the normal values. The correlation between the posterior elevation and the spherical equivalent was also significant ($p= 0,019$). The difference of the posterior elevation throughout the period was $18,38 \mu\text{m} \pm 7,47$ after a month and $14,95 \mu\text{m} \pm 10,02$ at the end of the period. There was correlation with pakimetry and residual stroma.

Conclusions: laser *in situ* keratomileusis causes changes in the posterior corneal surface. The residual stroma is the factor most related with these changes.

Key words: posterior corneal surface, laser *in situ* keratomileusis, residual stroma.

INTRODUCCIÓN

La cirugía refractiva láser representa uno de los medios más populares para la corrección de las diferentes ametropías. Una de las complicaciones más importantes que tiene la corrección quirúrgica con láser es la ectasia iatrogénica, la cual está siendo objeto de numerosos estudios, ya que existen muchas dudas acerca de su dinámica.

Una cuidadosa valoración prequirúrgica es crucial para el éxito de la corrección de la visión con láser, básicamente la topografía corneal, basada en disco de Plácido y el grosor corneal. Ha sido considerada como la herramienta esencial para valorar candidatos en cirugía refractiva. Se ha reconocido que la topografía corneal puede detectar alteraciones de la cara anterior de la córnea antes de que sean visibles por biomicroscopia; sin embargo, existen muchos reportes de ectasias después de la

queratomileusis con láser *in situ* (LASIK) en los cuales no se identifican factores de riesgo por medio de topografía corneal con disco de Plácido.¹

Considerando que las ectasias corneales pudieran tener su origen en la cara posterior de la córnea, se impone el estudio minucioso acerca del tema.¹ Con esa finalidad, entre otras muchas aplicaciones, son utilizados los tomógrafos corneales.

El tomógrafo Pentacam HR se basa en el principio de Scheimpflug, el cual genera precisas imágenes nítidas del segmento anterior del ojo. El análisis tomográfico mediante un sistema Scheimpflug permite la caracterización diagnóstica de la forma corneal anterior y posterior. Ofrece mapas de altura, que eliminan todas las desventajas de los mapas de curvatura, además de mapas paquimétricos completos.²

La tomografía corneal pone en evidencia los cambios en la superficie posterior y/o cambios en la distribución paquimétrica, los cuales van a preceder a los que tienen lugar en la superficie corneal anterior, y el uso de la reconstrucción de imágenes Scheimpflug permite identificar los pacientes en riesgo que, de otro modo, serían ignorados con la topografía convencional.³

El objetivo de este estudio es describir las características de la superficie corneal posterior en córneas normales y las modificaciones de estas en pacientes a quienes se les realizó queratomileusis con láser *in situ*.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, observacional, longitudinal y prospectivo, en el Servicio de Cirugía Implantorrefractiva del Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", en el período comprendido de abril a noviembre del 2013. Fueron incluidos en el estudio 282 ojos de pacientes que estuvieron de acuerdo en participar en la investigación; de ellos, se escogieron 27 ojos que reunían los criterios para cirugía refractiva láser a los cuales se les realizó LASIK. Criterios de exclusión: pacientes que no asistieron a alguna de las consultas programadas en el estudio, pacientes con inmunosupresión, epilepsia, enfermedades del colágeno y otras condiciones oftalmológicas, como ojo único, enfermedades corneales inflamatorias, infecciosas y degenerativas, glaucoma, uveítis, cirugías corneales anteriores múltiples, estrabismo y ambliopía.

En el preoperatorio se realizaron los siguientes estudios: medición de la mejor agudeza visual sin corrección (MAVSC) y mejor corregida (MAVC), refracción dinámica, queratometría, biometría, paquimetría, exploración del segmento anterior mediante biomicroscopía en lámpara de hendidura, oftalmoscopia indirecta y tomografía corneal con Pentacam HR. Se realizaron consultas en el posoperatorio inmediato y fueron repetidos los estudios antes citados, al mes y a los tres meses posteriores a la cirugía.

Se estudiaron las siguientes variables: queratometría media central posterior, equivalente esférico, paquimetría óptica en la posición más delgada, astigmatismo topográfico anterior y posterior, astigmatismo refractivo, así como la variación morfológica del mapa de elevación posterior respecto a la esfera de mejor ajuste (BFS). También tuvimos en cuenta para el grupo al que se realizó LASIK la cantidad de ablación, el estroma residual y la diferencia de elevación posterior corneal; esta última se obtuvo del mapa de diferencia presente en el tomógrafo Pentacam HR, generado desde el mapa de elevación preoperatorio y los subsecuentes posoperatorios.

Para la técnica LASIK se empleó el microqueratótomo de Carriazo con una presión de vacío de 612- 613 mmHg, creando un colgajo de aproximadamente 160 micras de grosor con una cabeza de 150 μm . Se utilizó un láser excímer modelo ESIRIS (SCHWIND eye-tech-solutions GmbH & Co. KG, Kleinostheim, Alemania) con una longitud de onda de 193 nm, energía del pulso de 12 mj (Clase 4) y diámetro del spot de 0,8 mm. Al concluir el procedimiento se realizó biomicroscopia anterior para evaluar la adhesión y la estabilidad del colgajo, así como descartar la presencia de cuerpos extraños en la interfase, e indicamos colirios de antibiótico, antinflamatorios esteroideos y lágrimas artificiales en una frecuencia de al menos cuatro veces al día, durante un mes.

Se calcularon frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas y desviación estándar para las cuantitativas. Para determinar asociación entre variables cuantitativas se realizó correlación de Pearson. Para determinar la asociación entre la diferencia de elevación máxima con el equivalente esférico y la paquimetría óptica se empleó el *test* no paramétrico para muestras independientes Kruskal-Wallis.

También se utilizó el modelo de regresión múltiple para estudiar la posible relación entre la diferencia en la elevación posterior a los tres meses y las siguientes variables: cantidad de ablación, paquimetría y estroma residual. Desde el punto de vista ético en todos los casos se contó con el consentimiento de los pacientes, acorde con la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

La queratometría media posterior fue de $-6,37 \pm 0,22\text{D}$ (Fig. 1).

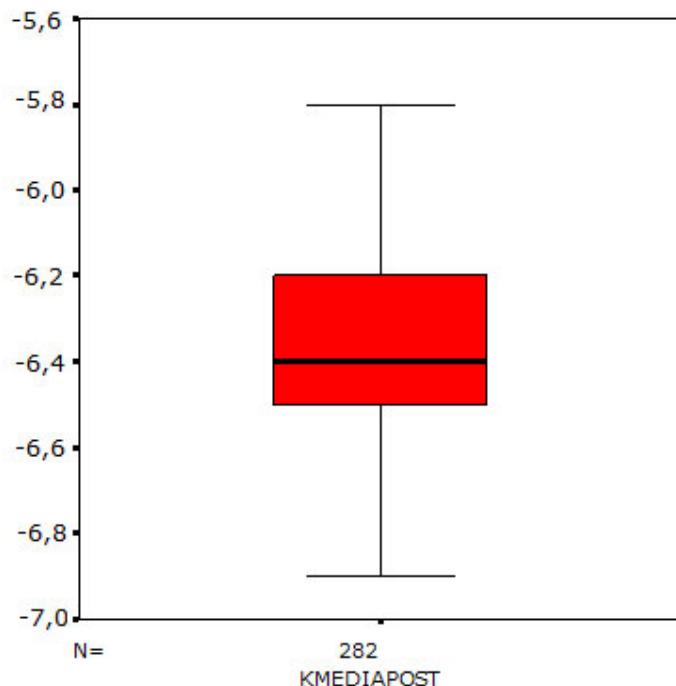


Fig.1. Poder refractivo corneal medio posterior.

La correlación entre los valores queratométricos posteriores y la paquimetría óptica fue muy significativa ($p= 0,008$), mientras que en relación con el equivalente esférico se comportó de manera significativa ($p= 0,037$), como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Relación entre poder refractivo medio de la cara posterior con el equivalente esférico y la paquimetría óptica

-		K media posterior	Paquimetría óptica	Equivalente esférico
K media posterior	Correlación de Pearson	1	0,159(**)	0,124(*)
	Significancia	-	0,008	0,037
	Número	282	282	282

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Otro aspecto evaluado fue la correlación entre el astigmatismo refractivo, el astigmatismo topográfico anterior y el posterior, la cual fue muy significativa ($p= 0,000$) y se muestra en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Relación entre astigmatismo refractivo con astigmatismo topográfico de la cara anterior y astigmatismo topográfico de la cara posterior

-		Astigmatismo refractivo	Astigmatismo topográfico posterior	Astigmatismo topográfico anterior
Correlación de Pearson		1	-0,238*	-0,282*
Significancia		-	0,000	0,000
Número		282	282	282

* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La media de la elevación máxima posterior con respecto a la esfera de mejor ajuste posterior (BFS) fue $5,33 \pm 4,836 \mu\text{m}$. Más del 90 % de los exámenes estuvo dentro de valores normales; el resto de la muestra se distribuyó entre sospechosos y patológicos (3,9 % y 2,8 % respectivamente). La correlación entre la diferencia de elevación máxima posterior respecto a la BFS y el equivalente esférico se consideró

como significativa ($p= 0,019$) y no existió relación con la paquimetría óptica en la posición más delgada (tabla 4, 5 y 6).

Tabla 3. Relación entre astigmatismo refractivo con astigmatismo topográfico de la cara anterior y astigmatismo topográfico de la cara posterior

-	-	Astigmatismo refractivo	Astigmatismo topográfico posterior	Astigmatismo topográfico anterior
Astigmatismo refractivo	Correlación de Pearson	1	-0,238(*)	-0,282(*)
-	Significancia	-	0,000	0,000
-	Número	282	282	282

* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 4. Diferencia de elevación máxima posterior con respecto a la esfera de referencia

-	Número	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Diferencia de elevación respecto a la BFS	282	-6	24	5,33	4,836

Fuente: Base de datos.

Tabla 5. Clasificación de la diferencia de elevación máxima posterior con respecto a la esfera de mejor ajuste según valores normativos del tomógrafo Pentacam

-	Frecuencia	Porcentaje
Normal	263	93,3
Patológico	8	2,8
Sospecho	11	3,9
Total	282	100,0

Tabla 6. Relación entre la diferencia de elevación máxima posterior respecto a la esfera de mejor ajuste, la paquimetría óptica y el equivalente esférico

-	Paquimetría óptica	Equivalente esférico
Chi cuadrado	0,393	7,886
Gl	2	2
Significancia	0,821	0,019*

* Significativo al nivel 0,05 (bilateral).

La diferencia de elevación posterior a través del tiempo en pacientes intervenidos por queratomileusis con láser *in situ* (LASIK) fue de $18,38 \mu\text{m} \pm 7,47$ al mes y $14,95 \mu\text{m} \pm 10,02$ ($p = 0,002$) a los tres meses. La prueba de Wilcoxon arrojó los siguientes resultados:

Diferencia a los 3 meses < diferencia al mes: 22 ojos.

Diferencia a los 3 meses > diferencia al mes: 5 ojos.

Total: 27.

En relación con el análisis de regresión lineal múltiple que se realizó para el grupo de pacientes a los que se les practicó queratomileusis con láser *in situ* para determinar la posible relación entre la diferencia de elevación de la superficie corneal posterior y las variables que se muestran, ninguna resultó significativa (tabla 7); sin embargo, en el análisis recalculado (tabla 8) encontramos que ambas variables fueron significativas tanto la paquimetría óptica en la posición más delgada como el estroma residual (0,097; 0,036).

Tabla 7. Análisis de regresión lineal múltiple para determinar las variables relacionadas con la diferencia de la elevación posterior a los tres meses en pacientes intervenidos por queratomileusis con láser *in situ* (LASIK)

Variables	Coeficientes	T (55)	P
Ablación total	-0,753	-0,946	0,354
Paquimetría óptica	0,899	1,127	0,271
Estroma residual	-0,899	-1,215	0,237
Constante	-123,713	-0,890	0,383

$R^2: 0,205$; $F (3; 55): 1,975$; $p: 0,146$.

Tabla 8. Análisis de regresión lineal múltiple recalculado con las variables relacionadas notablemente con la diferencia de elevación posterior a los tres meses en pacientes intervenidos por queratomileusis con láser *in situ* (LASIK)

Variables	Coeficientes	T (55)	P
Paquimetría óptica	0,149	1,724	0,097
Estroma residual	-0,214	-2,222	0,036
Constante	3,416	0,096	0,925

R^2 : 0,174; F (2; 56): 2,526; p : 0,101.

La figura 2 muestra una estrecha relación entre el estroma residual y la diferencia de elevación de la superficie corneal posterior a los tres meses (correlación lineal de Pearson: $r = -0,267$; $p = 0,177$), donde se observa una tendencia a menor elevación de la superficie corneal posterior mientras mayor sea el grosor corneal residual.

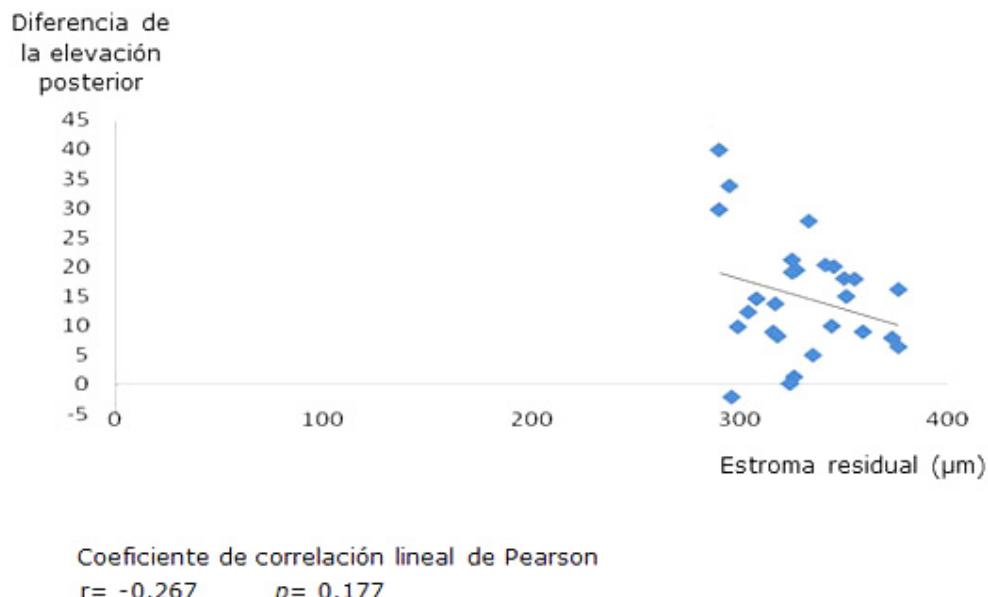


Fig. 2. Diagrama de dispersión de la diferencia de elevación posterior a los tres meses versus estroma residual en pacientes intervenidos por queratomileusis con láser *in situ* (LASIK).

DISCUSIÓN

La cirugía refractiva persigue modificar las propiedades ópticas del ojo e inducir modificaciones en la cara anterior de la córnea. Aunque este concepto continúa siendo válido, el reconocimiento de que algunas alteraciones —como el queratocono o las ectasias posquirúrgicas— puedan tener sus manifestaciones en la cara posterior de la córnea, ha despertado el interés en el estudio de esta estructura y de su comportamiento tras la cirugía.

Belin enfatiza en que, además de la evaluación previa a la cirugía refractiva láser para detectar el queratocono subclínico temprano o también conocidas como formas frustres, es muy importante poder diferenciar entre la disminución de visión posterior a LASIK como consecuencia de una hipocorrección, mala respuesta a la cicatrización o anomalías en la superficie por ectasias iatrogénicas, pues en estudios anteriores (con Orbscan) se encontraron cambios en la superficie corneal posterior que generalmente ocurren después de LASIK. Trabajos más recientes han mostrado que los cambios rutinarios posquirúrgicos no ocurren en la superficie corneal posterior.

Mientras que los cambios en la superficie anterior se pueden ver en todas las condiciones anteriores (incluyendo ectasia posLASIK), solamente la ectasia iatrogénica (o queratocono preexistente) muestra cambios en la superficie corneal posterior. La comparación de la superficie corneal posterior antes de la cirugía con el mapa posoperatorio, es el método más sensible para identificar cambios ectásicos tempranos. La protrusión o desplazamiento hacia adelante de la superficie corneal posterior se encuentra en ojos con ectasia posLASIK. Los pacientes que presentan esta clase de cambios deben ser advertidos acerca de cualquier cirugía ablativa adicional que pueda debilitar más la córnea.³

Jorge Castanera de Molina,⁴ quien realizó un estudio de la en 486 ojos normales, encontró un valor de la queratometría media posterior de $-6,14 \pm 0,24$ D, muy similar al de esta investigación, que fue $-6,37 \pm 0,22$ D. Al relacionarlo con la paquimetría óptica preoperatoria y el equivalente esférico, existió una correlación muy significativa para los valores de queratometría media posterior y significativa para el equivalente esférico. Sin embargo, en el estudio antes mencionado este valor no guardó relación con la paquimetría óptica preoperatoria o con el equivalente esférico. En este estudio se realizó un análisis del comportamiento del astigmatismo topográfico, tanto de la cara anterior como posterior; se relacionó con el refractivo y se obtuvieron valores en la cara posterior de $0,314 \pm 0,1504$ D, los cuales fueron inferiores al compararlos con los de la cara anterior de la córnea ($0,995 \pm 0,6516$ D); sin embargo, ambos superaron al refractivo ($-0,786 \pm 0,6800$ D).⁴

Por otra parte, la correlación entre el astigmatismo de la cara posterior, anterior y el refractivo resultó muy significativo ($p= 0,000$), resultado que coincide con el estudio anteriormente mencionado, donde existía muy buena correlación entre el astigmatismo refractivo y el topográfico anterior ($p= 0,005$).⁴ La diferencia de elevación máxima con respecto a la esfera de referencia en esta investigación fue de $5,33 \pm 4,836$ μ m, lo que la situó dentro de valores normales de elevación posterior normados para Pentacam HR.

Belin y *Ambrosio*⁵ reportan un valor de elevación máxima de $1,63 \pm 1,4$ μ m (sin excluir la zona de 4 mm) en pacientes con córneas supuestamente sanas realizado también con Pentacam HR, mientras *Castanera*⁴ reporta en su serie un valor de $23,49 \pm 10,58$ μ m. En dicho estudio fue utilizado un topógrafo Orbscan y no se encontró asociación entre la diferencia de elevación posterior, el equivalente esférico o la paquimetría, a diferencia de esta investigación, en la que hubo relación

de manera significativa para el equivalente esférico y no así para la paquimetría óptica preoperatoria. Sin embargo, en estudio realizado⁵ en 100 córneas normales con Pentacam, las curvas operativas del receptor (ROC) para valores de elevación mostraron que el mejor corte fue 21, con área bajo la curva ROC (AUROC) de 0,98 para la BFS. Esto significa que el valor de BFS a partir de 21 μm es útil para el diagnóstico de queratocono tanto pre como poscirugía refractiva con el uso de los mapas de elevación, especialmente el de la cara posterior, con una sensibilidad de 98 %.

Numerosos autores^{6,7,8-10} coinciden al referir que existe un incremento subclínico y precoz de la elevación corneal posterior luego de cirugía refractiva láser por técnica LASIK. *Baek* y otros⁸ encontraron una diferencia de elevación posterior media de $40,9 \pm 24,8 \mu\text{m}$ en un estudio retrospectivo de 196 ojos sometidos a LASIK. *Cairns*⁹ observó en su serie una protrusión de aproximadamente 20 μm en 154 ojos posterior al LASIK, mientras que *J. Ciolino* y *M. Belin*¹¹ mostraron en su investigación una diferencia de elevación promedio de solo $8,64 \pm 4,95 \mu\text{m}$, que atribuyeron al cumplimiento de las normas de seguridad establecidas para la cirugía y, en especial, a un lecho estromal residual superior a las 250 μm y una ablación total menor a 125 μm .

M. Twa y otros¹² y *Tae Mink Baek*,¹³ en estudios realizados para valorar los cambios y el movimiento antero-posterior de la superficie corneal posterior luego del LASIK, han demostrado un aumento en esta, aunque no sea afectada directamente por la manipulación del colgajo ni la fotoablación con láser.¹¹ El incremento en la elevación de la superficie corneal posterior se ha relacionado con el grosor corneal residual y el porcentaje de ablación del grosor corneal total, así como la protrusión de la superficie corneal anterior.¹⁴

Por el contrario, *D.H. Lee*,¹⁵ en un estudio realizado a pacientes sometidos a LASIK, encontró un mayor cambio en la elevación posterior durante la primera semana de la cirugía, y no encontró diferencias estadísticamente significativas entre esta y los valores a los tres meses. *P.M. Piccoli* y otros¹⁶ plantean que en el caso de la córnea podemos medir el espesor, pero no podemos objetivar la densidad de sus fibras colágenas *in vivo*; de ahí la presencia de ectasias postLASIK en córneas con lecho residual mayor a 300 μm o más del 50 % del grosor corneal total inicial. *H. Zhou*¹⁷ y *Twa Michael*,¹⁸ en estudios realizados en China a 151 y 1 124 pacientes respectivamente, así como *A. Rani*¹⁹ en la India, observaron que los cambios en la superficie corneal posterior estaban estrechamente vinculados al grosor corneal pre y posoperatorio, la ablación total y el estroma residual, independientemente del grosor del colgajo corneal en el caso de los pacientes sometidos a LASIK. Por el contrario, *D.H. Lee* y otros¹⁵ no consideraron a la paquimetría y el porcentaje de ablación del grosor corneal total como las variables que más influyeron en la elevación posterior corneal luego del LASIK. *T. M. Baek*⁸ reportó como factor más relevante la cantidad de ablación, seguido en orden decreciente por la paquimetría y la presión intraocular preoperatoria.

El estroma residual es un factor crucial generalmente implicado en la etiología de la ectasia iatrogénica posterior a cirugía refractiva láser. En una córnea determinada existe un espesor mínimo que no puede resistir la deformación causada por la presión intraocular de ese ojo. Este espesor mínimo variará dependiendo de la resistencia de las fibras de colágeno de cada córnea. Es por esto que se pueden encontrar córneas que desarrollen ectasias a pesar de ser respetadas las medidas de seguridad, o por el contrario, ojos en los que se haya sobrepasado los límites de seguridad universalmente aceptados pueden permanecer inalterados en su estructura corneal.⁷

De acuerdo con los resultados de esta investigación, las características "normales" de la córnea son diversas. Los datos de la superficie posterior de la córnea se consideran problemáticos porque no es una medición directa. Aún existe escasa información en cuanto a valores normales; no debemos basarnos solamente en anormalidades aisladas, ya que en la cara posterior estas poseen un valor limitado. En aquellos pacientes con elevación posterior de la córnea incrementada y que no manifiestan otros cambios, se desconoce si este descubrimiento evidencia queratocono prematuro. En consecuencia, la decisión de continuar con la cirugía refractiva es más dificultosa; por tanto, es aconsejable buscar patrones definidos y correlacionar alteraciones con otros mapas; sobre todo, ser muy cauto en la valoración preoperatoria de manera que con las herramientas que contamos podamos discernir entre córneas normales y anormales.

Se concluye que el valor de la queratometría media posterior es bastante constante. Existe una buena correlación estadística entre el astigmatismo topográfico tanto de la cara anterior como posterior y el refractivo. La diferencia de elevación máxima con respecto a la esfera de referencia se encuentra dentro de valores normales. La queratomileusis con láser *in situ* determina modificaciones en la superficie corneal posterior, las cuales son más evidentes en el primer mes del posoperatorio. El estroma residual es el factor más relacionado con estas modificaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Belin MW, Khachkian SS. Introducción y visión general. En: Belin MW, Khachkian SS, Ambrosio R Jr. Tomografía corneal basada en la elevación. Panamá: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2012. p. 1-14.
2. Ambrosio R Jr, Belin MW. Imaging of the córnea: topography vs. tomography. J Refract Surg. 2010;26:847-9.
3. Belin MW, Ambrosio R. Corneal ectasia risk score system-statistical validity and clinical relevance. J Refract Surg. 2010;26(4):238-40.
4. Castanera de Molina J. EPNP con implante de PDS. Ann Oftalmol. 2002;10(4):237-8.
5. Belin MW, Ambrosio R, Khachkian SS. Detección de queratocono/ectasia con superficie de referencia modificada (mejorada). En: Belin MW, Khachkian SS, Ambrosio R, Jr. Tomografía corneal basada en la elevación. Panamá: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2012. p. 93-104.
6. Vicente D, Clinch TE, Kang PC. Changes in posterior corneal elevation after laser *in situ* keratomileusis enhancement. J Cataract Refract Surg. 2008 [citado 12 de abril de 2012];34(5):[aprox 1 p.]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0886335008001880>
7. Miyata K, Kamiya K, Takahashi T, Tanabe T, Tokunaga T, Amano S, et al. Time course of change in corneal forward shift after Excimer Laser Photorefractive Keratectomy. Arch Ophthalmol. 2002;120(7):896-900.
8. Baek TM, Lee KH, Kagaya F, Tomidokoro A, Amano S, Oshika T. Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after láser *in situ* Keratomileusis. Ophthalmology. 2001 [citado 12 de abril de 2012];108(2):[aprox 2 p.]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161642000005029>

9. Cairns G, Ormonde SE, Gray T, et al. Assessing the accuracy of Orbscan II post-LASIK: apparent keratectasia is paradoxically associated with anterior chamber depth reduction in successful procedures. *Clin Exp Ophthalmol.* 2005;33:147-52.
10. Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology.* 2008 [citado abril 2012];115(1):[aprox 1 p.]. Disponible en: <http://ukpmc.ac.uk/abstract/MED/17624434>
11. Ciolino JB, Belin MW. Changes in the posterior cornea after laser *in situ* keratomileusis and photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1426-43.
12. Twa M, Roberts C, Mahmoud A, Chang J. Response of the posterior corneal surface to laser *in situ* keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:61-71.
13. Tae Min B, Kyung HL, Fumie K, Atsuo T, Shiro A, Tetsuro O. Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after laser *in situ* keratomileusis. *Ophthalmology.* 2001;108:317-20.
14. Kim H, Kim HJ, Joo CK. Comparison of forward shift of posterior corneal surface after operation between LASIK and LASEK. *Ophthalmologica.* 2006;220(1):37-42.
15. Lee DH, Seo S, Jeong KW. Early spatial changes in the posterior corneal surface after LASIK. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:778-84.
16. Piccoli PM, Gomes AA, Piccoli FV. Corneal ectasia detected 32 months after LASIK for correction of myopia and asymmetric astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:1222-5.
17. Zhou H, Zhou X, Chu R, Dai J, Qu X. The effect of the flap thickness on forward shift of posterior corneal surface in excímer laser surgery correcting high myopia. *Chin J Ophthalmol.* 2008;44(7):591-5.
18. Twa M, Roberts C, Mahmoud A, Chang J. Response of the posterior corneal surface to laser *in situ* keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:61-71.
19. Rani A, Murthy B, Sharma N, Titiyal J, Vajpayee R, Pandey R, et al. Posterior corneal topographic changes after retreatment LASIK. *Ophthalmology.* 2002;109(11):1991-6.

Recibido: 6 de mayo de 2014.

Aprobado: 20 de junio de 2014.

Dra. *Lorelei Ortega Díaz*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, La Habana, Cuba. Correo electrónico: lorelei@horpf.sld.cu