

## Modificaciones de la curvatura posterior corneal después de la cirugía refractiva láser

### Modifications in the corneal posterior curve after laser refractive surgery

Lorelei Ortega Díaz<sup>1</sup>; Maygret Alberro Hernández<sup>1</sup>; Anabel González Peña<sup>1</sup>; María del Carmen Benítez Merino<sup>11</sup>; Magela Elfa Díaz Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Especialista de Primer Grado en Oftalmología y en Medicina General Integral. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

<sup>11</sup>Especialista de II Grado en Oftalmología. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

**OBJETIVO:** Describir las modificaciones de la curvatura posterior corneal en pacientes sometidos a cirugía refractiva láser en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" en el período de mayo a octubre de 2010.

**MÉTODOS:** Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo, con un universo de 257 pacientes (504 ojos) sometidos a cirugía refractiva láser. La muestra quedó conformada por 31 pacientes (59 ojos). Se analizaron variables como edad, sexo, equivalente esférico, paquimetría preoperatoria, cantidad de ablación, estroma residual y diferencia de elevación posterior corneal, esta última obtenida del mapa de diferencia del topógrafo *Galilei*, con medición preoperatoria al mes y a los tres meses de la cirugía. Mediante análisis de regresión múltiple fueron valorados dichos cambios de la paquimetría, la cantidad de ablación y el estroma residual.

**RESULTADOS:** El equivalente esférico, la paquimetría, la cantidad de ablación y el estroma residual se encontraron dentro de los parámetros de seguridad establecidos. La diferencia promedio de la elevación corneal posterior fue de 15,62  $\mu\text{m}$  al mes y de 11,78  $\mu\text{m}$  a los tres meses, con disminución significativa con el tiempo ( $p= 0,000$ ). Se observó asociación con la paquimetría preoperatoria y el estroma residual, y se encontró una correlación inversa entre este último y la elevación corneal posterior a los tres meses.

**CONCLUSIONES:** La cirugía refractiva láser induce un aumento precoz en la elevación corneal posterior, con disminución progresiva hacia el tercer mes. Los factores que más influyeron en estos cambios fueron el estroma residual y la paquimetría preoperatoria.

**Palabras clave:** LASIK, LASEK, elevación corneal posterior, paquimetría, estroma residual.

## ABSTRACT

**OBJECTIVES:** To describe the modifications in the corneal posterior curve in patients underwent laser refractive surgery in the "Ramón Pando Ferrer" Cuban Institute of Ophthalmology from May to October, 2020.

**METHODS:** A prospective, longitudinal and descriptive study was conducted in an universe of 257 patients (504 eyes) underwent to laser refractive surgery. Sample included 31 patients (59 eyes). Variables analyzed were: age, sex, spherical equivalent, preoperative pachymetry, ablation amount, residual stroma and difference of corneal posterior elevation, this latter achieved from the difference map of Galilei topography, with preoperative measurement at month and at three months after surgery. By multiple regression analysis the changes of pachymetry, the ablation amount and the residual stroma were assessed.

**RESULTS:** The spherical equivalent, the pachymetry, the ablation amount and the residual stroma were within the established safety parameters. The mean difference of posterior corneal elevation was of 15,62  $\mu$ m at three months, with a significant decrease in time ( $p= 0,000$ ). There was association with preoperative pachymetry and the residual stroma and also an inverse correlation between this latter and the posterior corneal elevation at three months.

**CONCLUSIONS:** The laser refractive surgery produces an early increase in the posterior corneal elevation with a progressive decrease at third month. The factors that more influenced in such changes were the residual stroma and the preoperative pachymetry.

**Key words:** LASIK, LASEK, posterior corneal elevation, pachymetry, residual stroma.

---

## INTRODUCCIÓN

La cirugía refractiva con sus variadas técnicas como el láser *in situ keratomileusis* (LASIK), la queratectomía fotorrefractiva (PRK) y el láser asistido por queratectomía subepitelial (LASEK), han demostrado ser tratamientos refractivos útiles para la corrección de las ametropías. Estas técnicas de la cirugía refractiva contemporánea usan un haz de luz ultravioleta que se aplica sobre la córnea con el objetivo de tallar y cambiar su curvatura, con lo cual se consigue el enfoque correcto de las imágenes y se logra corregir la miopía, la hipermetropía y/o el astigmatismo con un alto porcentaje de éxito.<sup>1,2</sup>

Este extraordinario auge experimentado por la cirugía refractiva corneal no ha estado exento de polémica en cuanto a las complicaciones que podrían aparecer a mediano plazo en los ojos operados. Al provocar la inevitable substracción del estroma y la pérdida de la integridad de la capa de Bowman, estos procedimientos producen un debilitamiento de la arquitectura corneal que puede conducir al desarrollo de una ectasia corneal iatrogénica. Numerosas series revisadas reportan una incidencia desde el 0,008 hasta el 0,66 % en el caso del LASIK, mientras que con la técnica PRK existen subregistros, pues solamente se halla un caso publicado.<sup>3</sup> Aunque se ha visto que puede ser inducida por ablacionar por debajo de criterios de seguridad, esta complicación está siendo objeto de numerosos estudios, ya que existen muchas dudas acerca de su dinámica porque es difícil caracterizar y predecir la respuesta corneal a las agresiones.<sup>4</sup>

---

Varios factores han sido reportados como predisponentes a la ectasia posquirúrgica, entre los que se destacan el queratocono frustre, la miopía elevada, la edad menor a la media de la población que se interviene con cirugía refractiva láser, el lecho estromal residual pequeño, poco espesor corneal preoperatorio,<sup>5,6</sup> alteraciones topográficas, cirugías previas o retratamientos innecesarios, así como cambios en la curvatura corneal posterior.<sup>1,2</sup> Se conoce que la elevación posterior corneal es un signo temprano de queratocono, razón por la que es necesario evaluarla en todos los pacientes que se someterán a una cirugía refractiva láser, con el objetivo de detectarla precozmente e impedir así que se exacerbe la queratectasia.<sup>7</sup>

Además de los factores mencionados, la biomecánica corneal ha adquirido relevancia en los últimos años como factor de riesgo, por alteración no solo de la córnea tratada, sino también del resto del tejido, el cual, ante la agresión, adopta un nuevo estado de equilibrio o termina cediendo. En las córneas operadas de LASIK, el espesor del colgajo no interviene en el mantenimiento de su estructura y, aunque se conserva la membrana de Bowman, al haber sido esta intersectada por el microquerátomo pierde su papel como factor estabilizante. En la técnica de PRK y LASEK también se alteran la membrana de Bowman y el tercio estromal anterior, relevantes a la estabilidad corneal.<sup>8</sup>

La topografía es valiosa para realizar un examen oftálmico preoperatorio de los pacientes que serán sometidos a una cirugía refractiva láser. A finales de la década del 90 aparece en clínica la tecnología Scanning slit (Orbscan) y posteriormente se introduce la tecnología Scheimpflug con una cámara giratoria (Oculus - Pentacam) y más recientemente con dos cámaras giratorias (*Galilei*), los cuales permiten hacer un análisis detallado de la córnea, incluyendo su cara posterior.<sup>9</sup>

Las imágenes tridimensionales les permiten a los cirujanos examinar el grosor corneal y su superficie anterior y posterior, además de mostrar la forma de la córnea en los pacientes que se han sometido a una cirugía refractiva láser. Permite también identificar sutiles configuraciones que pudieran convertirse en contraindicaciones para aquellos pacientes que se someterán a una cirugía refractiva.

Los topógrafos de elevación (*Pentacam*, *Galilei*, etc.), a través del estudio de sus mapas de elevación de la cara posterior de la córnea y los de diferencia, se han convertido en la forma más utilizada para detectar precozmente la ectasia corneal primaria o de causa iatrogénica por cirugía refractiva láser.<sup>10</sup> Sin embargo, estudios realizados para valorar los cambios posteriores a la aplicación de láser excímer a nivel de la superficie posterior de la córnea han demostrado un aumento en la elevación posterior, aunque esta no sea afectada directamente por el procedimiento quirúrgico.<sup>11</sup>

Con el auge de la cirugía refractiva corneal en el mundo y en Cuba, el advenimiento de nuevos equipos que nos permiten tener acceso a realizar un análisis detallado de la cara posterior de la córnea<sup>12</sup> y la no existencia de estudios en el país que aborden esta problemática, nos vimos motivados a realizar esta investigación con el propósito de describir las modificaciones de la curvatura posterior corneal en pacientes sometidos a cirugía refractiva láser en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", en el período comprendido de mayo a octubre del 2010 y los factores que pudieran influir en esta.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, de corte longitudinal y prospectivo, con el propósito de describir las modificaciones de la curvatura posterior corneal en pacientes

---

sometidos a cirugía refractiva láser en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", en el período comprendido de mayo a octubre de 2010.

El universo de estudio estuvo constituido por 257 pacientes (504 ojos) que acudieron al servicio de córnea y cirugía refractiva del mencionado Instituto y fueron sometidos a cirugía refractiva láser por la tutora de la investigación, de acuerdo con los criterios establecidos en Cuba según el *Manual de diagnóstico y tratamiento*.<sup>12</sup> La muestra quedó conformada por 31 pacientes (59 ojos) que aceptaron su participación en el estudio y asistieron a las consultas planificadas posteriores a la cirugía. Fueron excluidos aquellos cuyos datos estaban incompletos en la planilla de recolección.

A los pacientes pertenecientes a la muestra de estudio se les confeccionó, previo a la cirugía, una historia de datos individuales y se realizó un estudio oftalmológico completo que incluyó: agudeza visual sin corrección y mejor corregida, refracción, biometría, exploración del segmento anterior mediante biomicroscopía en la lámpara de hendidura, paquimetría, fondo de ojo si la longitud axial era mayor a 25 mm y topografía de elevación. Las evaluaciones se realizaron en el preoperatorio, al mes y a los tres meses posteriores a la corrección quirúrgica. Se les explicó en qué consistía la investigación y los procedimientos a realizar, y dieron su consentimiento. Se analizaron variables como edad, sexo, equivalente esférico, paquimetría preoperatoria, cantidad de ablación, estroma residual, así como la diferencia de la elevación posterior corneal. Este último valor se obtuvo del mapa de diferencia presente en el topógrafo Galilei, generado desde el mapa de elevación preoperatorio y los subsecuentes posoperatorios.

Fueron realizadas las técnicas quirúrgicas LASIK y LASEK en dependencia del cumplimiento de los criterios por parte de los candidatos a una u otra técnica. El procedimiento LASEK se realizó con la creación de un flap epitelial con ayuda del alcohol absoluto al 20 %, y si la cantidad de ablación superaba las 60 micras, se utilizó mitomicina C al 0,02 % (0,2mg/mL) durante 15 a 20 segundos. Para la técnica LASIK se empleó el microquerátomo 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  $\mu$ m. 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.

Para la recogida de la información se confeccionó un formulario llamado planilla de recolección de datos (confeccionado por la autora de la investigación), validado por el Comité de Expertos del Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva del mencionado Instituto. Se llenó a partir de los datos recogidos de la historia clínica preoperatoria y fue completada con los resultados de los exámenes realizados al mes y a los tres meses del posoperatorio.

Los datos recolectados en este estudio fueron registrados en un libro de Microsoft Excel y posteriormente fueron procesados mediante el software estadístico SPSS versión 11.0. La información fue presentada en tablas y gráficos en los que se muestran frecuencias absolutas, porcentajes, así como la media, desviación estándar y rango cuando se trataba de variables medidas en una escala cuantitativa.

Se construyeron intervalos de confianza para el 95 % de confiabilidad, con la finalidad de estimar el valor de las medias de las variables pre y transoperatorias. Se aplicó el *test* de Wilcoxon para comparar los valores de la diferencia en la elevación posterior al mes con los correspondientes a los tres meses. Como resultado de esta prueba se mostró el valor de su estadígrafo (z), así como su significación (p). También se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple para estudiar la posible relación entre la diferencia en la elevación posterior a los tres meses y las siguientes variables:

ablación, paquimetría preoperatoria y estroma residual. Se elaboró un diagrama de dispersión para aquellas variables con relación significativa, y se mostró el valor del coeficiente de correlación de Pearson. De acuerdo con el valor de p se consideró la diferencia o relación con:

- Muy significativa: Si  $p < 0,01$
- Significativa: Si  $p > 0,01$  y  $p < 0,05$
- Medianamente significativa (casi significativa): Si  $p > 0,05$  y  $p < 0,10$
- No significativa: Si  $p > 0,10$

## RESULTADOS

Como se aprecia en la tabla 1, el 45,2 % de los pacientes incluidos en el estudio se encontraban en el grupo de edad comprendido entre 30 y 39 años, seguido de los pacientes entre 21 y 29 años (11 pacientes que representan el 35,5 %). La edad media fue de  $32,5 \pm 7,7$  años (rango entre 21 y 48 años). Más de la mitad de los pacientes fueron del sexo femenino (54,8 %).

**Tabla 1.** Distribución de los pacientes sometidos a cirugía refractiva láser según edad y sexo. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Mayo - octubre 2010

Edad (años)	Sexo				Total	
	Femenino		Masculino			
	No.	%	No.	%	No.	%
21 - 29	8	25,8	3	9,7	11	35,5
30 - 39	7	22,6	7	22,6	14	45,2
40 - 49	2	6,5	4	12,9	6	19,4
Total	17	54,8	14	45,2	31	100,0

Razón femenino/masculino: 1,21.

Edad (años): Media= 32,5. Desviación estándar= 7,7. Rango: 21- 48 años.

Fuente: Formulario de recolección de datos.

En la tabla 2 se aprecia un resumen de variables preoperatorias (equivalente esférico y paquimetría) y transoperatorias (cantidad de ablación y estroma residual). Para ambas técnicas quirúrgicas se cumplieron los parámetros de seguridad establecidos. Se encontró un promedio del equivalente esférico de  $3,87 \pm 2,48$  dioptrías y en la paquimetría de  $543 \pm 29,6$   $\mu\text{m}$ . La cantidad media de ablación fue de  $69,5 \pm 28,6$   $\mu\text{m}$  con un estroma residual que osciló entre 301 y 552  $\mu\text{m}$  (media de 400,4  $\mu\text{m}$ ).

**Tabla 2.** Resumen de variables preoperatorias y transoperatorias. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Mayo - octubre 2010

Variables	No. ojos	Media	Desviación estándar	Rango
Equivalente esférico (D)	59	-3,87	2,48	-7,75 a 4,75
Paquimetría ( $\mu\text{m}$ )	59	543	29,6	500 a 607
Cantidad de ablación ( $\mu\text{m}$ )	59	69,5	28,6	19 a 112
Estroma residual ( $\mu\text{m}$ )	59	400,4	75,7	301 a 552

*Fuente:* Formulario de recolección de datos.

El promedio de la diferencia de elevación de la superficie corneal posterior a través del tiempo fue al mes de 15,62  $\mu\text{m}$  con una desviación estándar de 10,28 (intervalo de confianza 95 %: 12,94 - 18,29) y a los tres meses de 11,78  $\mu\text{m}$  con una desviación estándar de 9,59 (intervalo de confianza 95 %: 9,29 - 14,28). La diferencia de la elevación posterior a los tres meses es muy significativamente menor que la encontrada al mes del posoperatorio. La prueba de Wilcoxon muestra una reducción de los valores de diferencia de la superficie corneal posterior en casi la totalidad de los pacientes a los tres meses de la cirugía (tabla 3).

**Tabla 3.** Resultados de la Prueba de Wilcoxon. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Mayo - octubre 2010

Valores de la diferencia en la elevación posterior	No. ojos	%
A los 3 meses < al mes	53	89,8
A los 3 meses > al mes	6	10,2
Total	59	100,0

Z= -3,98. P= 0,000.

Luego de realizado un análisis de regresión lineal múltiple para determinar la posible relación entre la diferencia de elevación de la superficie corneal posterior y las variables que se muestran en la tabla 4 se puede apreciar una asociación estadísticamente significativa con el estroma residual y medianamente significativa con la paquimetría preoperatoria. Por encontrarse el equivalente esférico correlacionado muy significativamente y de manera inversa con la ablación ( $r = -0,736$ ,  $p= 0,0000$ ), se decidió excluirlo como variable dependiente del modelo de regresión lineal múltiple para evitar la colinealidad que afecta la estimación de los parámetros.

**Tabla 4.** Análisis de regresión lineal múltiple para determinar las variables relacionadas con la diferencia de la elevación posterior a los tres meses. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Mayo - octubre 2010

Variables	Coefficientes	t (55)	P
Cantidad de ablación	0,064	1,566	0,123
Paquimetría preoperatoria	0,074	1,887	0,064
Estroma residual	-0,042	-2,737	0,008
Constante	-15,81	-0,727	0,470

$R^2=0,208$ .  $F(3; 55)=4,827$ .  $P=0,005$ .

Fuente: Formulario de recolección de datos.

No se encontró asociación significativa entre la cantidad de ablación y la diferencia de elevación posterior ( $p=0,123$ ). Teniendo en cuenta que la paquimetría preoperatoria es el resultado de la suma de la ablación y el grosor corneal residual, en el caso del LASEK, y de estos y el grosor del colgajo que consideramos como un valor constante en nuestro estudio ( $160\ \mu\text{m}$ ) en el caso del LASIK, decidimos eliminar la ablación del análisis. Por esta razón, en la tabla 5 se observa un análisis recalculado de acuerdo con las variables que más influyeron en este trabajo: paquimetría preoperatoria y estroma residual. Es válido señalar la relación inversamente proporcional entre la diferencia de elevación posterior y el estroma residual.

**Tabla 5.** Análisis de regresión lineal múltiple recalculado con las variables relacionadas notablemente con la diferencia de elevación posterior a los tres meses. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Mayo - octubre 2010

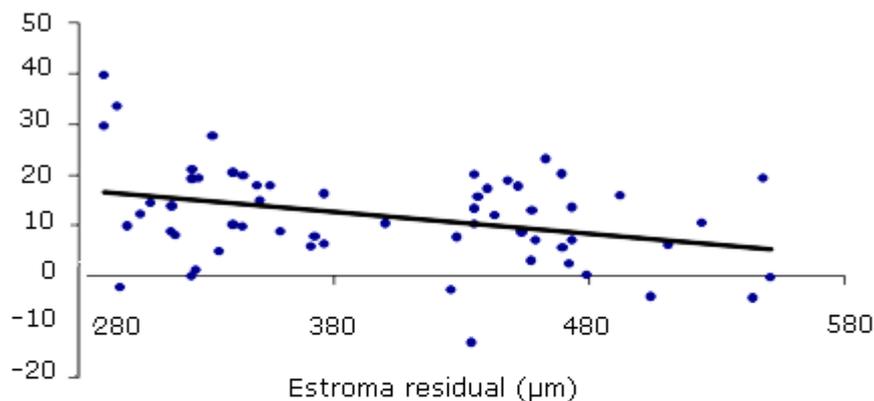
Variables	Coefficientes	t (55)	P
Paquimetría preoperatoria	0,078	1,970	0,054
Estroma residual	-0,045	-2,939	0,005
Constante	-12,28	-0,561	0,577

$R^2=0,173$ .  $F(2; 56)=5,863$ .  $P=0,005$ .

Fuente: Formulario de recolección de datos.

En la figura se muestra la estrecha relación entre el estroma residual y la diferencia de elevación de la superficie corneal posterior a los tres meses (correlación lineal de Pearson:  $r=-0,340$ ;  $p=0,008$ ), observándose una tendencia a menor elevación de la superficie corneal posterior mientras mayor sea el grosor corneal residual.

Diferencia de la elevación posterior



Coefficiente de correlación lineal de Pearson:  $r = -0,340$ .  $P = 0,008$ .

Fuente: Formulario de recolección de datos.

**Fig.** Diagrama de dispersión de la diferencia de elevación posterior a los tres meses versus estroma residual. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Mayo-octubre 2010.

## DISCUSIÓN

Múltiples investigaciones acerca de la cirugía refractiva láser mediante técnicas LASEK y LASIK han indicado resultados refractivos y visuales favorables.<sup>1</sup>

Aunque la edad y el sexo no muestran relación con la elevación posterior corneal, en los pacientes evaluados la edad fue superior a los 20 años, elemento que es vital en la estabilidad refractiva de los pacientes miopes fundamentalmente. Esto coincide con los resultados mostrados por *Kazunori Miyata* y otros,<sup>13</sup> quienes encontraron una edad media de  $33,2 \pm 9,3$  años (rango de 19 a 52 años) con un discreto predominio del sexo femenino.

Numerosos estudios<sup>1,14-17</sup> han descrito un incremento subclínico y precoz de la superficie posterior de la córnea luego de cirugía refractiva láser por técnica LASIK ó LASEK/PRK. *Baek* y otros<sup>3</sup> 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*<sup>18</sup> observó en su serie una protrusión de aproximadamente 20  $\mu\text{m}$  en 154 ojos posterior al LASIK, mientras que *J Ciolino* y *M Belin*<sup>15</sup> mostraron en su investigación una diferencia de elevación promedio de solo  $8,64 \pm 4,95$   $\mu\text{m}$ , lo que atribuyeron al cumplimiento de las normas de seguridad establecidas para la cirugía y en especial un lecho estromal residual superior a las 250  $\mu\text{m}$  y la ablación total menor a 125  $\mu\text{m}$ .

*Twa M* y otros<sup>11</sup> y *Baek Tae Mink*,<sup>19</sup> 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.<sup>11</sup> 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.<sup>2,20</sup>

Estos resultados coinciden con los encontrados por *Alvarado Castillo*<sup>1</sup> en México y *H Kim* y otros<sup>2</sup> en Korea, quienes hallaron en su serie un aumento en la elevación posterior durante las primeras semanas después de la cirugía, con notable disminución hacia el tercer mes y menos pronunciada hacia el cuarto mes, con significación estadística de la tercera semana al cuarto mes. Por el contrario, *DH Lee*,<sup>20</sup> 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 observó diferencias estadísticamente significativas entre esta y los valores a los tres meses que duró el estudio.

En nuestra investigación, a pesar de observar una reducción en los valores promedios de diferencia de elevación posterior entre los meses primero y tercero del posoperatorio, no pudimos definir un momento en la estabilidad de la superficie corneal posterior por el breve tiempo que abarcó el estudio, y se pudo estudiar a la totalidad de los pacientes solo hasta los tres meses después de la cirugía. *Alvarado Castillo*,<sup>1</sup> *H Kim*,<sup>2</sup> *T Miya*<sup>21</sup> y *H Zhou*<sup>22</sup> consideran que con el tiempo existe una tendencia hacia la estabilidad, lo que puede ser explicado por la respuesta a la curación de las heridas. Después de la cirugía, los queratocitos adyacentes a la herida penetran por el estroma; al final de la primera semana, la fuerza tensil de la herida se incrementa por el depósito de colágeno, lo que continúa hacia el tercer y sexto meses; el tejido cicatrizal se vuelve más compacto; sin embargo, la organización de las fibras de colágeno nunca se restaura por completo, motivo por el que la superficie corneal posterior no puede volver a los niveles preoperatorios. Existen criterios diversos en relación con el momento en el cual la córnea posterior adquiere estabilidad: *Joseph Ciolino*,<sup>23</sup> en Estados Unidos, plantea que a los 12 meses, mientras que *Miyata* y otros<sup>24</sup> y *L Zhang*<sup>25</sup> refieren a los seis meses del procedimiento quirúrgico, sin diferencias significativas entre una u otra técnica.

*Kim H* y *O Brart* plantean que, luego de aplicado procedimientos del tipo LASIK y LASEK,<sup>2</sup> la afectación que se produce en la estabilidad del tejido corneal pudiera explicar estas modificaciones.<sup>26</sup> Las cirugías de superficie (PRK, LASEK) tienen la ventaja sobre el LASIK de conservar más tejido, aunque en ambos casos también se altera la membrana de Bowman y el tercio estromal anterior (ambos relevantes en la estabilidad corneal). En el caso del LASIK, el espesor útil desde un punto de vista biomecánico equivale solo al lecho estromal residual, sin tomar en cuenta el grosor del colgajo, ya que las uniones de las fibras de colágeno de la cicatriz del colgajo hacia el lecho (interfase) nunca vuelven a tener la cohesión y fuerza de unión iniciales, por lo que el espesor del colgajo no es considerado en el mantenimiento de la estructura corneal.<sup>1,17,27</sup> Y si bien se conserva la membrana de Bowman, esta —al haber sido intersectada por el microquerátomo— pierde su papel como factor estabilizante.<sup>8,28</sup> Esto remarca que no solo es importante el espesor corneal, sino también la densidad y el entrecruzamiento de fibras colágenas, esqueleto invisible de la córnea que otorga resistencia y elasticidad.<sup>8</sup> *PM Piccoli* y otros<sup>29</sup> 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 pos- LASIK en córneas con lecho residual mayor a 300  $\mu\text{m}$  o más del 50 % del grosor corneal total inicial.

Se consideró la evaluación de los factores que influyen en los cambios de la superficie corneal posterior a los tres meses de la cirugía por múltiples razones: la visión y la refracción han alcanzado una estabilidad adecuada; las fluctuaciones visuales, los síntomas de resequeidad, halos y deslumbramientos nocturnos solo se presentan en algunos casos, además de que el error refractivo residual o inducido en este momento es lo suficientemente estable para considerar un retratamiento.<sup>30,31</sup>

Aunque la presión intraocular no constituyó una variable de estudio en nuestra investigación, no podemos obviar su valor como factor extracorneal que puede afectar la biomecánica e influir en la superficie corneal posterior;<sup>8</sup> de ahí la importancia de una selección cuidadosa de los pacientes con presiones limítrofes y el control de esta en el posoperatorio para disminuir la probabilidad de elevación de la superficie corneal posterior.<sup>1</sup>

Nuestros resultados coinciden con los mostrados por *Alvarado Castillo*<sup>1</sup> y *DH Lee*,<sup>20</sup> en los que se observó que la paquimetría preoperatoria y el grosor corneal residual estaban significativamente correlacionados con la elevación de la superficie corneal posterior. Se considera también que los ojos con alta miopía (que requieren una mayor ablación) y las córneas con paquimetría preoperatoria baja son los que se encuentran más propensos a tener un grosor corneal residual menor y, por tanto, los que tienen más posibilidades de presentar un aumento en la elevación posterior de la córnea.

*Zhou H*<sup>22</sup> y *Twa Michael*,<sup>11</sup> en estudios realizados en China a 151 y 1 124 pacientes respectivamente, así como *A Ran*<sup>32</sup> en India, observaron que los cambios en la superficie corneal posterior estaban estrechamente vinculados al grosor corneal preoperatorio 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, *DH Lee* y otros<sup>20</sup> no consideraron a la paquimetría y al porcentaje de ablación del grosor corneal total como las variables que más influyeron en la elevación posterior corneal luego del LASIK. *TM Baek*<sup>3</sup> reportó como factor más relevante la cantidad de ablación, seguido en orden decreciente por la paquimetría y la presión intraocular preoperatoria.

*Miyata* y otros,<sup>24</sup> *Alvarado Castillo*,<sup>1</sup> *Lee DH*,<sup>20</sup> *Baek TM*<sup>3</sup> y *Joseph Ciolino*,<sup>15,23</sup> demostraron en sus investigaciones un mayor incremento en la elevación posterior corneal en ojos con córneas residuales delgadas (correlación inversa), provocado quizás por afectación de la estabilidad en la biomecánica corneal. *K Miyata* y otros<sup>24</sup> añaden que, en caso de miopías elevadas que requiere ablacionar gran cantidad de micras, puede observarse una elevación mantenida no ectásica de la superficie corneal anterior y posterior.

Como plantean *Kasunori Miyata* y otros,<sup>13</sup> el estroma corneal residual es un factor crucial generalmente implicado en la etiología de la ectasia iatrogénica posterior a cirugía refractiva láser. En una córnea determinada existe probablemente 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 eso que podemos encontrar córneas que desarrollen ectasias a pesar de ser respetadas las medidas de seguridad; lo contrario también puede ocurrir: ojos en los que se haya sobrepasado los límites de seguridad universalmente aceptados, pueden permanecer inalterados en su estructura corneal. Por esta razón se recomienda no dejar menos de 300 µm de grosor en el caso del LASIK y 400 µm en el LASEK, no ablacionar más del 20 % del espesor total de la córnea y no obtener una lamela mayor del 25 % del grosor total de esta.<sup>33</sup>

## CONCLUSIONES

La cirugía refractiva láser induce aumento en la elevación posterior corneal en las primeras semanas con disminución progresiva hacia el tercer mes. Existe asociación entre la modificación de la curvatura posterior corneal con el estroma residual y la

paquimetría preoperatoria, así como una tendencia a menor elevación de la superficie corneal posterior mientras mayor sea el grosor corneal residual.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar la realización de este estudio a largo plazo para caracterizar mejor el efecto de la cirugía refractiva en la superficie corneal posterior e incluir en posteriores estudios la presión intraocular y la paquimetría ultrasónica intraoperatoria al ser factores que influyen en el comportamiento de la curvatura posterior corneal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado-Castillo B, Vázquez-Maya L. Cambios en la elevación posterior corneal en pacientes sometidos a LASEK. Rev Med Hosp Gen Mex. 2007;70(1):12-7.
2. Kim H, Kim HJ, Joo CK. Comparison of forward shift of posterior corneal surface after operation between LASIK and LASEK. Ophthalmologica. Journal International D'ophtalmologie. International Journal of Ophthalmology. Zeitschrift Für Augenheilkunde; 2006;220(1):37-42.
3. Baek TM, Lee KH, Kagaya F, Tomidokoro A, Amano S. Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after Laser *in situ* Keratomileusis. Ophthalmology. 2001;108:317-20.
4. Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. Ophthalmology. 2008;115:37-50.
5. Vicente D, Clinch TE, Kang PC. Changes in posterior corneal elevation after laser *in situ* keratomileusis enhancement. J Cataract Refract Surg. 2008;34(5):785-8.
6. Binder PS, Lindstrom RL, Stulting D. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. J Refract Surg. 2005;21:749-52.
7. Agarwal A. Cómo evaluar la curvatura posterior de la córnea adquiere importancia en los candidatos a la cirugía LASIK. J Refract Surg. 2009;32:13-9.
8. Torres RM, Merayo-Lloves J, Jaramillo MA, Galvis V. Biomecánica de la córnea. Arch Soc Esp Oftalmol. 2005;80(4):5-12.
9. Morcillo Lais R, Muñoz Negrete F, Durán Poveda S. La cámara rotacional Scheimpflug Pentacam. Studium Ophthalmologicum. 2006;4:289-95.
10. Arntz A, Durán JA, Pijoán JI. Diagnóstico del queratocono subclínico por topografía de elevación. Arch Soc Esp Oftalmol. 2003;78(12):7-21.
11. 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.

12. Eguía Martínez F, Río Torres M, Capote Cabrera A. Manual de diagnóstico y tratamiento en Oftalmología. Editorial Ciencias Médicas: La Habana; 2009.
13. Kazunori M, Tadatoshi T, Masaaki N, Shinichiro O, Ryohei N. Residual bed thickness and corneal forward shift after laser *in situ* keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2004;30:1067-72.
14. Lee M, Lee S, Lee H, Wee W, Lee J, Kim M. The changes of posterior corneal surface and high-order aberrations after refractive surgery in moderate myopia. Kor J Ophthalmol. 2007;21(3):131-6.
15. Ciolino JB, Belin MW. Changes in the posterior cornea after laser *in situ* keratomileusis and photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg. 2006;32:142643.
16. Sun H, Park J, Kim S. Stability of the posterior corneal surface after laser surface ablation for myopia. Cornea. 2009;28(9):1019-22.
17. Du C, Shen Y, Huang Z, Xin S. Characteristics and correlative factors of posterior corneal surface changes after laser *in situ* keratomileusis. (Zhonghua Yan Ke Za Zhi). Chin J Ophthalmol. 2005;41(6):488-91.
18. Cairns G, Ormonde SE, Gray T. 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;33:14752.
19. 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;108:31720.
20. Lee DH, Seo S, Jeong KW. Early spatial changes in the posterior corneal surface after LASIK. J Cataract Refract Surg. 2003;29:778-84.
21. Miyai T, Miyata K, Nejima R, Honbo M, Minami K, Amano S. Comparison of laser *in situ* keratomileusis and photorefractive keratectomy results: Long-term follow-up. Journal of Cataract and Refractive Surgery. 2008;34(9):1527-31.
22. Zhou H, Zhou X, Chu R, Dai J, Qu X. The effect of the flap thickness on forward shift of posterior corneal surface in excimer laser surgery correcting high myopia [Zhonghua Yan Ke Za Zhi]. Chin J Ophthalmol. 2008;44(7):591-5.
23. Ciolino JB, Khachikian SS, Cortese MJ, Belin MW. Long-term stability of the posterior cornea after LASIK. J Cataract Refract Surg. 2007; 33:136670.
24. Miyata K, Kamiya K, Takahashi T. Time course of changes in corneal forward shift after Excimer Laser Photorefractive Keratectomy. Arch Ophthalmol. 2002;120:896-900.
25. Zhang L, Wang Y. The shape of posterior corneal surface in normal, post- LASIK and post-Epi-LASIK eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010;51(7):3468-75.
26. O'Brart D, Al-Attar M, Hussein B. Laser subepithelial keratomileusis for the correction of high myopia with the Schwind ESIRIS Scanning Spot Laser. J Refract Surg. 2006;22:253-62.

27. Rumelt S, Cohen I, Skandarani P, Delarea Y, Ben Shaul Y, Rehany U. Ultrastructure of the lamellar corneal wound after laser in situ keratomilysis in human eye. J Cataract Refract Surg. 2001;27:1323-7.
28. Muller LJ, Pels E, Vrensen GF. The specific architecture of the anterior stroma accounts for maintenance of corneal curvature. Br J Ophthalmol 2001;85:437-43.
29. 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.
30. Buratto L, Brint S. Seguimiento posoperatorio. En: Buratto L, Brint S. (eds.): LASIK: Técnicas quirúrgicas y Complicaciones. Snack Inc. 2000:265-8.
31. Najman Vainer J. Manejo posoperatorio. En: Sánchez Galeana C. LASIK/ LASEK. Nuevos horizontes en la calidad de visión. Panamá: Highl Ophthalmol. 2003:113-8.
32. 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.
33. Binder PS, Lindstrom RL, Stulting D. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. J Refract Surg. 2005;21:749-52.

Recibido: 20 de noviembre de 2010.

Aprobado: 10 de diciembre de 2010.

Dra. *Lorelei Ortega Díaz*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer".  
Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao. La Habana, Cuba. E- mail:  
[lorelei@horpf.sld.cu](mailto:lorelei@horpf.sld.cu)