



Cambios en la elevación posterior corneal en pacientes sometidos a LASEK

Beatriz Alvarado-Castillo,* Leticia Vázquez-Maya*

RESUMEN

Objetivo: Determinar el cambio en la elevación de la superficie corneal posterior (ESCP) en pacientes sometidos a láser asistido por queratectomía subepitelial (LASEK). **Material y métodos:** 44 ojos (22 pacientes) fueron sometidos a LASEK. Se determinó agudeza visual no corregida, equivalente esférico, presión intraocular y paquimetría (grosor corneal) antes, a las tres semanas, tres y cuatro meses de la cirugía. Los cambios en la elevación de la superficie corneal posterior fueron determinados usando el mapa de diferencia de Orbscan II (B & L), considerando la medición central a las tres semanas, tres y cuatro meses. Con análisis de regresión múltiple, valoramos dichos cambios con la paquimetría, ablación total, colchón residual y presión intraocular. **Resultados:** El promedio de la diferencia en la elevación posterior medida centralmente a las tres semanas fue de 24.86 μm , a los tres meses de 17.97 μm y a los cuatro meses de 15.68 μm , con una disminución significativa a través del tiempo ($p < 0.01$). Se encontró que el colchón residual está significativamente correlacionado con la elevación de la superficie corneal posterior ($p < 0.05$). **Conclusiones:** El LASEK induce aumento en la elevación posterior de la córnea, el cual es mayor durante las primeras semanas posoperatorias con decremento posterior.

Palabras clave: Láser asistido por queratectomía superficial, LASEK, elevación posterior, superficie corneal posterior.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the forward shift of the posterior corneal surface after Laser-assisted Subepithelial Keratectomy (LASEK). **Material and methods:** Forty-four eyes (twenty two patients) that underwent LASEK were reviewed prospectively. The uncorrected visual acuity, spherical equivalent, intraocular pressure (IOP) and pachymetry were obtained prior to surgery and 3 weeks, 3 and 4 months after. The change in the elevation of the posterior corneal surface was assessed using the difference map of an Orbscan II (B & L), considering the central measures at 3 weeks, 3 and 4 months. Stepwise regression was used to assess the changes with the pachymetry, microns of ablation, residual corneal thickness and IOP. **Results:** The posterior corneal surface displayed a mean forward shift of 24.86 μm at 3 weeks after LASEK, 17.97 μm at 3 months and 15.68 μm at 4 months, with a significant reduction depending on the time course ($p < 0.01$). A statistically significant correlation was found between the residual corneal bed thickness and the forward shift of the cornea ($p < 0.05$). **Conclusions:** LASEK induced a forward shift of the posterior corneal surface early postoperatively that gradually reduces.

Key words: Laser-assisted subepithelial keratectomy, LASEK, forward shift, posterior corneal surface.

INTRODUCCIÓN

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

la miopía.^{1,2} Sin embargo, esos procedimientos dan por resultado una inevitable substracción del estroma y pérdida de la integridad de la capa de Bowman.³ Estudios realizados para valorar los cambios posteriores a la aplicación de láser excimer a nivel de la superficie posterior de la córnea han demostrado un aumento en la elevación posterior, aunque ésta no sea afectada directamente por el procedimiento quirúrgico.⁴⁻⁶ El incremento en la elevación de la superficie corneal posterior se ha relacionado con el grosor cor-

* Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva. Hospital General de México.

neal residual y el porcentaje de ablación del grosor corneal total⁷⁻⁹ y también con protrusión de la superficie corneal anterior.¹⁰

Estudios realizados con el fin de determinar los cambios en la superficie corneal posterior en pacientes sometidos a PRK, LASIK y LASEK han valorado la evolución que presenta la elevación de la superficie corneal posterior respecto al tiempo; en ellos se ha demostrado mayor elevación en las primeras semanas posoperatorias¹¹ y, aunque esos estudios coinciden respecto al periodo en que se presenta una mayor elevación, difieren en cuanto a la progresión que presenta; mientras unos señalan aumento progresivo hasta los seis meses posoperatorios con estancamiento posterior, otros refieren regresión de la elevación posterior durante los dos primeros meses postratamiento con estabilidad a los dos años de seguimiento.^{6,11}

Realizamos un estudio prospectivo para valorar la elevación de la superficie corneal posterior (ESCP) con respecto al tiempo en pacientes sometidos a LASEK y se determinó su asociación con sexo, edad, equivalente esférico, grosor corneal preoperatorio, grosor corneal residual, ablación y presión intraocular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se valoraron todos los pacientes sometidos a cirugía refractiva con procedimiento refractivo tipo LASEK en el Hospital General de México en el periodo comprendido de marzo del 2006 a julio del 2006.

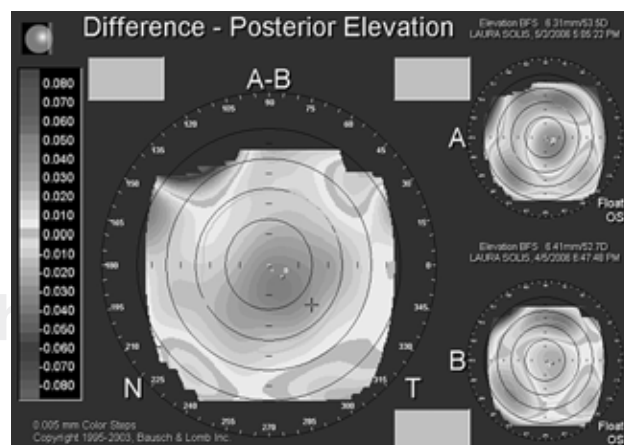
Fueron valorados todos aquellos pacientes que deseaban ser sometidos a cirugía refractiva y se determinaron aquellos que, por refracciones bajas o grosor corneal, fueran candidatos a procedimiento LASEK. Fueron excluidos pacientes con queratocorno, patología ocular previa, presión intraocular elevada o cirugía ocular previa. A los pacientes se les realizó estudio oftalmológico completo que incluyó: agudeza visual, agudeza visual mejor corregida, refracción, exploración del segmento anterior en la lámpara de hendidura, tonometría, paquimetría, fondo de ojo, topografía (Orbscan II), en el preoperatorio y a las tres semanas, tres meses y cuatro meses posteriores a cirugía. Se explicó el procedimiento y los pacientes firmaron carta de consentimiento informado. El procedimiento LASEK se realizó creando el flap epitelial con ayuda de etanol al 20% por 20 segundos. Se utilizó un láser excimer Schwind ESIRIS scanning spot laser (Schwind Eye-Tech-Solutions) con los siguientes parámetros: longitud de onda de 193 nm, energía 20 mJ, densidad

de energía 800 mJ/cm², duración del pulso 8 ns, frecuencia del pulso 200 Hz. En aquellos pacientes cuya ablación fuera mayor de 80 µm, se aplicó mitomicina al 0.02%, durante 20 segundos.

Todos los pacientes recibieron el siguiente tratamiento posoperatorio: tobramicina más dexametasona por cinco días cada cuatro horas y posteriormente fluorometolona y diclofenaco cada ocho horas por un mes, el segundo mes cada 12 horas y el tercer mes cada 24 horas, así como hialuronato de sodio cada cuatro horas durante los primeros tres meses y después de acuerdo a las necesidades del paciente.

Los cambios en la elevación posterior fueron valorados usando el mapa de diferencia de Orbscan II, generados desde el mapa de elevación preoperatorio y los subsecuentes posoperatorios (*Figura 1*). Para la alineación de la superficie se utilizó la zona de ajuste anular a 3 mm de la periferia, asumiendo que dicha zona no se afectó por el procedimiento quirúrgico. Se realizaron dos mediciones, una en el centro de la córnea y otra más en el punto más elevado encontrado en los 6 mm centrales.

Los datos de la elevación posterior central y máxima a través del tiempo se analizaron mediante una prueba de ANOVA de una vía. Las diferencias específicas se analizaron mediante un análisis de Tukey. Se realizó un análisis de regresión múltiple para investigar la relación entre las variables en estudio y la elevación posterior de la córnea después de la cirugía LASEK. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistica 7.0. Los valores $p < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos.



RESULTADOS

Fueron evaluados 44 ojos de 22 pacientes que fueron sometidos a procedimiento LASEK. El *cuadro 1* muestra las características demográficas, datos preoperatorios y quirúrgicos.

Todos los procedimientos fueron exitosos y no hubo complicaciones quirúrgicas. En el posoperatorio sólo dos pacientes presentaron opacidad subepitelial (haze) grado 1, el cual se controló con esteroides y en tres pacientes hubo un discreto aumento transitorio de PIO, uno a las tres semanas y otros dos a los tres meses, se indicó manejo hipotensor y suspensión de esteroides.

El procedimiento quirúrgico redujo el equivalente esférico de $-2.173 \text{ D} \pm 1.04$ a $0.014 \text{ D} \pm 0.441$ a los tres meses y a $0.017 \text{ D} \pm 0.342$ a los cuatro meses de seguimiento. Todos los pacientes presentaron mejoría visual, la cual no presentó diferencia estadísticamente significativa con respecto a la preoperatoria mejor corregida, como se observa en la *figura 2*.

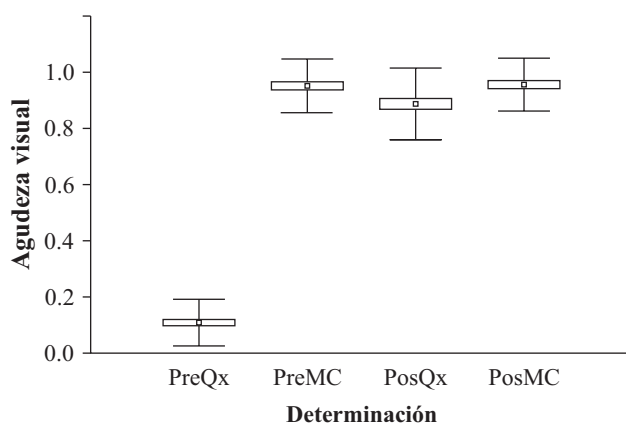


Figura 2. Gráfica comparativa entre la agudeza visual preoperatoria (PreQx), la agudeza visual preoperatoria mejor corregida (PreMC), la agudeza visual posoperatoria (PosQx) y la agudeza visual posoperatoria mejor corregida (PosMC).

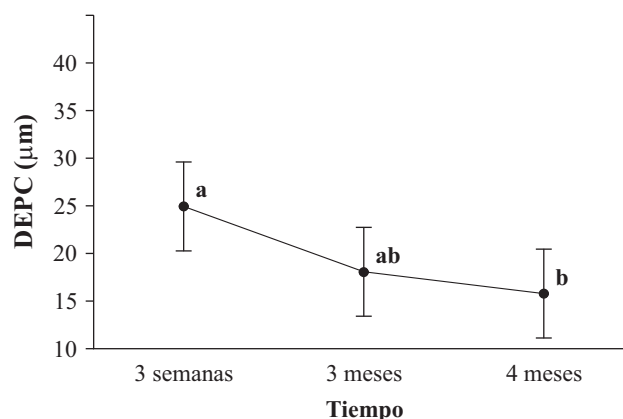


Figura 3. Diferencia de la elevación posterior central (DEPC) a través del tiempo. Los datos son media e intervalo de confianza al 95 %. Letras diferentes representan diferencias significativas $p < 0.05$.

El promedio de la diferencia central de la elevación posterior se comportó como sigue: a la tercera semana fue de $24.86 \mu\text{m}$ con un error estándar de 2.78, a los tres meses de $17.97 \mu\text{m}$ con un error estándar de 2.08 y a los cuatro meses de $15.68 \mu\text{m}$ con un error estándar de 2.16. La diferencia de la medida de la elevación posterior tomada en el punto máximo (dentro de los 6 mm centrales) se comportó como sigue: a las tres semanas $34.36 \mu\text{m}$ con error estándar de 3.76, a los tres meses de $29.00 \mu\text{m}$ con error estándar de 3.18 y a los cuatro meses $25.11 \mu\text{m}$ con error estándar de 2.99.

Los datos de la diferencia posterior central y máxima a través del tiempo se analizaron mediante una prueba de ANOVA de una vía. Las diferencias específicas se analizaron mediante un análisis de Tukey.

Se encontraron diferencias significativas en la elevación de la superficie corneal posterior a lo largo del tiempo $p < 0.05$ ($F_{2,129} = 4.0734$, $p = 0.01926$). Al comparar con Tukey, sólo se encontraron diferencias entre la elevación a las tres semanas y a los cuatro meses $p = 0.016812$ (Figura 3).

Cuadro I. Datos demográficos y quirúrgicos de los pacientes sometidos a láser asistido por queratectomía subepitelial (LASEK).

Parámetros	Promedio	Rango	Desviación estándar
Relación hombre:mujer	11:11		
Edad (años)	29	19 a 45	8.60
Equivalente esférico (D)	-2.713	-0.500 a -5.625	1.04
Presión intraocular (mm Hg)	14	12 a 18	2
Paquimetría (μm)	550	502 a 633	29
Cantidad de ablación (μm)	51.97	10 a 92	16.71
Grosor corneal residual (μm)	498	438 a 600	36.74
Porcentaje de ablación del grosor corneal total	9.50	1.90 a 17.35	3.17

No se encontraron diferencias significativas en la elevación posterior máxima a lo largo del tiempo $p > 0.05$ ($F_{2,129} = 1.9404$, $p = 0.14781$); sin embargo, se observa la misma tendencia de los datos hacia una reducción (Figura 4).

Se realizó un análisis de regresión múltiple para investigar la relación entre las variables en estudio y la elevación posterior de la córnea después de la cirugía LASEK. Las variables preoperatorias y quirúrgicas estudiadas incluyeron sexo, edad, equivalente esférico, grosor

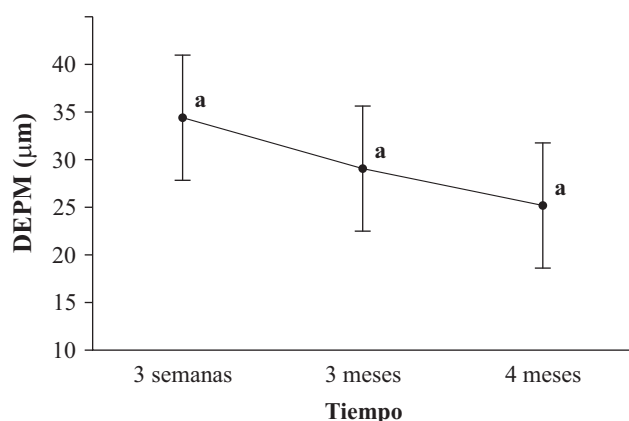


Figura 4. Diferencia de la elevación posterior máxima a través del tiempo (DEPM). Los datos son media e intervalo de confianza al 95%.

corneal preoperatorio, presión intraocular preoperatoria, cantidad de ablación (μm) y grosor corneal residual.

Debido a que el equivalente esférico está correlacionado inversamente con la ablación ($r = -0.8915$, $p < 0.0001$) y directamente al grosor corneal residual ($r = 0.6452$, $p < 0.001$), se excluyó de la regresión múltiple, y considerando que: grosor corneal residual = ablación + grosor corneal residual, se decidió quitar la ablación (μm), dejando para el análisis grosor corneal preoperatorio y grosor corneal residual. Los resultados se presentan en el cuadro II.

La edad y el grosor corneal residual fueron significativos en el modelo. El modelo se recalculó con sólo esas dos variables (Cuadro III), quedando de la siguiente manera:

$$\text{Diferencia de la elevación posterior } (\mu\text{m}) = 149.41 - (0.252 \times \text{edad}) - (0.624 \times \text{colchón residual})$$

Con una $R = 0.6491$ ($p < 0.001$, $F_{2,41} = 12.92$). En la figura 5 se observa la correlación del grosor corneal residual con la elevación posterior.

DISCUSIÓN

Investigaciones publicadas en los últimos años han indicado resultados refractivos y visuales favorables con el procedimiento tipo LASEK comparables con los re-

Cuadro II. Análisis de regresión múltiple para determinar las variables relacionadas con el aumento en la elevación posterior de la córnea.* $R = 0.66121231$, $R^2 = 0.43720171$, R^2 ajustada = 0.36114789, $F(5,37) = 5.7486$.

	Beta	t (37)	P
Sexo	-0.084240	-0.65382	0.517272
Edad	-0.259530	-1.92950	0.061365
Grosor corneal-pre	0.025405	0.08982	0.928915
Grosor residual en micras	-0.659850	-2.30917	0.026620
PIO-pre	-0.035870	-0.27315	0.786256

*El equivalente esférico y la ablación en micras fueron eliminadas del análisis debido a que el primero está correlacionado inversamente con la ablación ($r = -0.8915$, $p < 0.0001$) y directamente con el grosor corneal residual ($r = 0.6452$, $p < 0.001$) y el grosor corneal residual = ablación + colchón residual por lo que dejamos para el análisis grosor corneal preoperatorio y grosor corneal residual.

Cuadro III. Análisis de regresión múltiple recalculado con las variables encontradas como relevantes en el aumento de la elevación posterior.

Variable	Coefficiente	Correlación parcial	t(41)	p
Edad	-0.25210	-0.31310	-2.11097	0.040917
Grosor residual en micras	-0.62447	-0.63253	-5.22913	0.000005
Constante	149.41			

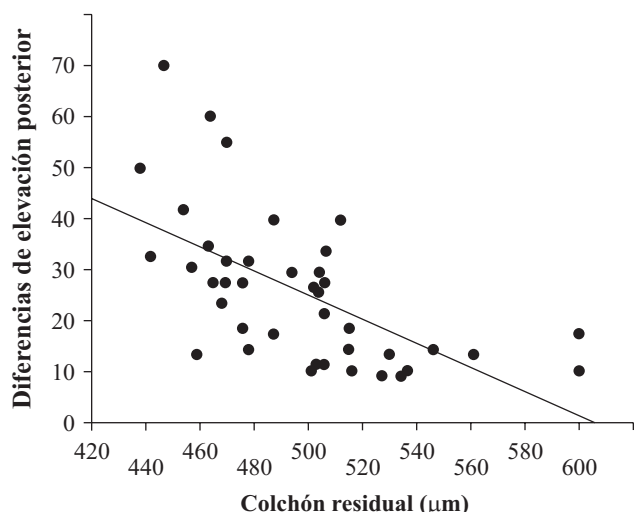


Figura 5. Gráfica de la correlación entre el colchón residual y la diferencia de la elevación posterior a los cuatro meses.

sultados obtenidos con LASIK y PRK.¹²⁻¹⁴ 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).¹⁵ En el caso del LASIK, el espesor útil desde un punto de vista biomecánico equivale sólo al lecho estromal residual, sin tomar en cuenta el grosor del colgajo, ya que las uniones de las fibras de colágena de la cicatriz del colgajo hacia el lecho nunca vuelven a tener la cohesión y fuerza de unión iniciales.¹⁶

En varios estudios se ha descrito un incremento subclínico de la elevación posterior corneal después de cirugía refractiva PRK o LASIK;^{5,11,17,18} sin embargo, no hay muchos que valoren estos cambios en LASEK. Miyata y colaboradores¹¹ señalaron que la mayor elevación de la superficie corneal después de PRK se presentaba dentro de la primera semana de cirugía. La progresión era más pronunciada entre el primer y el sexto mes, pero con estabilidad hacia el sexto mes, demostrando además que la elevación posterior de la córnea fue mayor en aquellos ojos con córneas residuales delgadas. De acuerdo con otro estudio realizado en pacientes sometidos a LASIK,⁷ el mayor cambio en la elevación posterior se señala durante la primera semana de la cirugía, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre la elevación preoperatoria y los valores posoperatorios en los tres meses que duró el estudio.

Por la remodelación del epitelio y la interferencia que podría presentarse al realizar el Orbscan II, decidimos hacer la primera medición a las tres semanas,

considerando que las alteraciones en la calidad óptica de la córnea pudieran influir en los valores obtenidos. En nuestra serie encontramos, al igual que en el estudio de Kim y colaboradores,⁶ un aumento en la elevación posterior durante las primeras semanas después de la cirugía, lo cual disminuye notablemente hacia el tercer mes y continúa con disminución menos pronunciada hacia el cuarto mes, con una significancia estadística de la tercera semana al cuarto mes. No determinamos el momento de estabilidad, ya que en la medición del cuarto mes todavía se presentó un decremento progresivo, con tendencia a la estabilidad.

Estas diferencias en el comportamiento de la superficie corneal posterior con respecto al estudio realizado por Miyata,¹¹ pueden deberse a que el procedimiento se limitaba a pacientes con córneas más delgadas, dejando un grosor corneal residual menor. En nuestro estudio, aunque los sujetos tuvieran un buen grosor corneal preoperatorio, si su refracción era baja, el paciente era sometido a LASEK, dejando colchones posoperatorios mayores, quizá dando con esto mayor estabilidad en la biomecánica corneal y, por lo tanto, menos tendencia al aumento de la elevación posterior. No determinamos momento de estabilidad; sin embargo, el cambio registrado entre el tercer y cuarto mes posteriores a la cirugía fue menor, por lo que consideramos que con el tiempo existe una tendencia hacia la misma. Esta tendencia a la estabilidad podría ser explicada 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 colágena, lo que continúa hacia el tercer y sexto mes; el tejido cicatrizal se vuelve más compacto; sin embargo, la organización de las fibras de colágena nunca se restaura por completo, motivo por el que la superficie corneal posterior no puede volver a los niveles preoperatorios.⁶

Al igual que en otros estudios,⁷⁻⁹ encontramos que el grosor corneal residual está significativamente correlacionado con la elevación de la superficie corneal posterior y al encontrar el equivalente esférico correlacionado inversamente con la ablación y directamente al grosor corneal residual, así como la deducción de que el grosor corneal residual es igual a la ablación + colchón residual, podemos considerar que aquellos ojos con alta miopía (que requieren una mayor ablación) y con córneas preoperatorias delgadas son los que se encuentran más propensos a tener un grosor corneal residual menor y, por lo tanto, los que tienen más posibilidades de presentar un aumento en la elevación posterior de la córnea.

En nuestro estudio, de acuerdo al análisis estadístico utilizado, encontramos como otra variable correlacionada la edad, pero con un valor crítico cercano al 95%, en términos generales en el borde de ser significativo, lo cual puede ser determinado por el azar o por la naturaleza de los datos; sin embargo, también hay que considerar que con el envejecimiento hay un mayor entrecruzamiento de fibras de colágena, con lo que las propiedades biomecánicas del tejido mejorarían, dando mayor estabilidad corneal, siendo esto una posible explicación de la edad como una variable relacionada.

La presión intraocular preoperatoria no fue una variable encontrada como significativa, pero hay que considerar que los pacientes fueron seleccionados y no se consideraron candidatos aquellos que tuvieran presión intraocular elevada. No podemos dejar de considerar a la presión intraocular elevada como uno de los factores que afectan la biomecánica de la córnea, por lo que la selección cuidadosa de los pacientes que tienen presiones limítrofes y el control de la misma en el posoperatorio debe considerarse importante para disminuir la probabilidad de elevación de la superficie corneal posterior.

CONCLUSIONES

El procedimiento refractivo LASEK induce un aumento en la elevación posterior de la córnea de forma temprana, el cual tiene una regresión progresiva con el tiempo, requiriendo hacer un estudio con mayor seguimiento para determinar el momento de estabilidad.

El conocer el comportamiento de la superficie corneal posterior, de acuerdo al procedimiento, así como los factores relacionados con dicha elevación nos permitirá hacer una mejor selección de los pacientes.

El procedimiento refractivo LASEK es seguro, con pocas posibilidades de complicación transquirúrgica, pero al igual que otros procedimientos refractivos, induce un aumento en la elevación posterior de la córnea, secundaria al cambio en la biomecánica corneal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Autrata R, Rehurek J. Laser assisted subepithelial keratectomy for myopia: Two-year follow-up. J Cataract Refract Surg 2003; 29: 661-668.
2. Salz JJ, Maguen E, Nesburn AB et al. A two year experience with excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. Ophthalmology 1993; 100: 873-882.
3. Muller LJ, Pels E, Vrensen GF. The specific architecture of the anterior stroma accounts for maintenance of corneal curvature. Br J Ophthalmol 2001; 85: 437-443.
4. 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.
5. Naroo SA, Charlan W. Changes in posterior corneal curvature after photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 2000; 26: 872-878.
6. Kim H, Kim HJ, Joo CK. Comparison of forward shift of posterior corneal surface after operation between LASIK and LASEK. Ophthalmologica 2006; 220: 37-42.
7. Lee D-H, Seo S, Jeong KW et al. Early spatial changes in the posterior corneal surface after laser *in situ* keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2003; 29: 778-784.
8. Wang Z, Chen J, Yang B. Posterior corneal surface topographic changes after laser *in situ* keratomileusis are related to residual corneal bed thickness. Ophthalmology 1999; 106: 406-410.
9. Baek T, Lee K, Kagaya F, Tomidokoro A, Amano S, Oshika T. Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after laser *in situ* keratomileusis. Ophthalmology 2001; 108: 317-320.
10. Kamiya K, Oshika T, Amano S, Takahashi T, Tokunaga T, Miyata K. Influence of excimer laser photorefractive keratectomy on the posterior corneal surface. J Cataract Refract Surg 2000; 26: 867-871.
11. Miyata K, Kamiya K, Takahashi T, Tanabe T et al. Time course of changes in corneal forward shift After Excimer Laser Photorefractive Keratectomy. Arch Ophthalmol 2002; 120: 896-900.
12. Claringbold TV. Lasser-assisted subepithelial keratectomy for low to moderate myopia. J Cataract Refract Surg 2001; 27: 565-570.
13. Rouweyha RM, Chiang AZ, Mitra S, Phillips CB, Yee RW. Laser epithelial keratomileusis for myopia with the autonus laser. J Refract Surg 2002; 18: 217-224.
14. O'Brart D, Al-Attar M, Hussein B et al. Laser subepithelial keratomileusis for the correction of high myopia with the Schwind ESIRIS Scanning Spot Laser. J Refract Surg 2006; 22: 253-262.
15. Muller LJ, Pels E, Vrensen GF. The specific architecture of the anterior stroma accounts for maintenance of corneal curvature. Br J Ophthalmol 2001; 85: 437-443.
16. Rumelt S, Cohen I, Skandarani P, Delarea Y, Bean Shaul Y, Rehany U. Ultrastructure of the lamellar cornea wound after laser *in situ* keratomileusis in human eye. J Cataract Refract Surg 2001; 27: 1323-1327.
17. Seitz B, Torres F, Langenbuchner A et al. Posterior corneal curvature changes after myopic laser *in situ* keratomileusis. Ophthalmology 2001; 108: 666-672.
18. Back TM, Lee KH, Kayaga F et al. Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after laser *in situ* keratomileusis. Ophthalmology 2001; 108: 317-320.
19. Torres RM, Merayo-Llones J, Galvis Jaramillo MA. Biomecánica de la córnea. Arch Soc Esp Oftalmol 2005; 80: 215-224.

Correspondencia:

Dra. Beatriz Alvarado-Castillo

Hospital General de México
Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva
Dr. Balmis 148
Col. Doctores
06726 México, D.F.
Tel: 27 89 2000 ext. 1781
E-mail: betty_10779@yahoo.com