

Evaluación de la variación de la agudeza visual y de la queratometría en pacientes con queratocono luego de la cirugía de anillos intracorneales

Sebastián Gallo^a, Julia Angelini^b, Daniela Acosta^a, Roberto G. Albertazzi^c

^a Instituto Oftalmológico de Rosario, Rosario, Argentina.

^b Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos (CEFOBI-CONICET), Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.

^c Centro de Ojos Quilmes, Quilmes, Argentina.

Recibido: 7 de enero de 2018.

Aceptado: 21 de enero de 2018.

Correspondencia

Dr. Sebastián Gallo

Balcarce 1085

2000 Rosario, Argentina

Tel. 0341 440-6095

sebastiangallo1973@hotmail.com.ar

Oftalmol Clin Exp (ISSN 1851-2658)

2018; 11(1): 1-11.

Resumen

Objetivo: Evaluar las variaciones de queratometría y agudeza visual generadas por la cirugía de anillos intracorneales en pacientes con queratocono.

Material y métodos: En este estudio retrospectivo se incluyeron 71 ojos con queratocono, sometidos a cirugía de anillos intracorneales de Ferrara entre febrero de 2010 y febrero 2015.

Las características físicas de los anillos de Ferrara utilizados son: PMMA amarillo, diámetro óptico de 5 mm, sección triangular, base de 600 μm , longitud de arco variable: 90°, 120° y 160° (esta última longitud fue la más utilizada) y grosor variable entre 150 μm y 200 μm . Se evaluó la agudeza visual mejor corregida aérea y queratometría (K_1 y K_2) preoperatoria y posteriormente, a los 1, 12 y 60 meses de realizada la cirugía.

Resultados: La cirugía de anillos intracorneales produjo una disminución en la curvatura corneal, la cual se evaluó mediante la reducción de K_1 en un 90.1% de los ojos y de K_2 en un 77.5% de ellos, lo cual arrojó un promedio de 2.9 dioptrías para K_1 y de 1.3 dioptrías para K_2 . Con respecto de la agudeza visual mejor corregida, se concluyó que el 78,9% de los ojos presentaron mejorías, mientras que el 21,1% se mantuvo constante; esto es, que no se

observaron disminuciones con respecto del valor prequirúrgico. A su vez, los ojos que mejoraron la agudeza visual lo hicieron entre una y tres décimas con respecto de los valores prequirúrgicos.

Conclusiones: La cirugía de anillos intracorneales resulta efectiva para reducir considerablemente la curvatura corneal y lograr una mejora en la agudeza visual.

Palabras clave: anillos intracorneales, queratocorno, cirugía, agudeza visual mejor corregida aérea, queratometría.

Evaluation of visual field variation and keratometry in keratoconus patients after intracorneal ring surgery

Abstract

Objective: To evaluate the keratometric and visual acuity variations generated by intracorneal ring surgery in keratoconus patients.

Material and methods: retrospective trial including 71 eyes with keratoconus undergoing Ferrara intracorneal ring surgery between February 2010 and February 2015.

The physical characteristics of Ferrara rings used are: yellow PMMA, 5 mm optical diameter, triangular cross-section, 600 μm base, variable arc length: 90°, 120° and 160° (this latter length was the most commonly used), and variable width between 150 μm and 200 μm . Best-corrected aerial visual acuity and keratometric values (K_1 y K_2) were evaluated preoperatively and at months 1, 12 and 60 after the procedure.

Results: Intracorneal ring implantation produced a reduction in the corneal curvature, which was evaluated on the basis of K_1 reduction in 90.1% of eyes and K_2 , in 77.5% of them, with a resulting average of 2.9 diopters for K_1 and of 1.3 diopters for K_2 . As regards best-corrected visual acuity, it was concluded that 78.9% of eyes evidenced improvements, while in 21.1%, it remained unchanged, i.e. there were no reductions vs. preoperative values. In turn, eyes improving their visual acuity had an increase between one and three tenths as compared to preoperative values.

Conclusions: Intracorneal ring surgery is effective at considerably reducing the corneal curvature and achieves an improvement in visual acuity outcomes.

Keywords: intracorneal rings, keratoconus, surgery, best-corrected aerial visual acuity, keratometry.

Avaliação da variação da acuidade visual e da ceratometria em pacientes com ceratocono logo da cirurgia de anéis intracorneanos

Resumo

Objetivo: Avaliar as variações de ceratometria e acuidade visual geradas pela cirurgia de anéis intracorneanos em pacientes com ceratocono.

Material e métodos: Neste estudo retrospectivo foram incluídos 71 olhos com ceratocono, submetidos a cirurgia de anéis intracorneanos de Ferrara entre fevereiro de 2010 e fevereiro de 2015.

As características físicas dos anéis de Ferrara utilizados são: PMMA amarelo, diâmetro óptico de 5 mm, secção triangular, base de 600 μm , comprimento de arco variável: 90°, 120° e 160° (esse último comprimento foi o mais utilizado) e grossura variável entre 150 μm e 200 μm . Avaliou-se a acuidade visual melhor corrigida aérea e ceratometria (K_1 y K_2) pré-operatória e depois, aos 1, 12 e 60 meses de realizada a cirurgia.

Resultados: A cirurgia de anéis intracorneanos produziu uma diminuição na curvatura corneana, que foi avaliada por redução de K_1 em um 90.1% dos olhos e de K_2 em um 77.5% deles, o que deu como resultado uma média de 2.9 dioptrias para K_1 e de 1.3 dioptrias para K_2 . Respeito da acuidade visual melhor corrigida, se concluiu que o 78,9% dos olhos apresentaram melhoras, enquanto o 21,1% se manteve constante; ou seja: não se observaram diminuições respeito do valor pré-cirúrgico. Por sua vez, a melhora da acuidade visual nos olhos que apresentaram melhoras, teve entre uma e três decimas de diferença respeito dos valores pré-cirúrgicos.

Conclusões: A cirurgia de anéis intracorneanos resulta efetiva para reduzir consideravelmente a curvatura corneana e obter uma melhora na acuidade visual.

Palavras chave: anéis intracorneanos, ceratocono, cirugía, acuidade visual melhor corrigida aérea, ceratometria.

Introducción

El queratocono es una ectasia corneal no inflamatoria que ocasiona la deformación de la córnea y produce astigmatismo irregular. Esta patología puede ser uni o bilateral con asimetría entre ambos ojos^{8, 10-11}. Uno de los primeros síntomas del queratocono es la disminución de la agudeza visual. A medida que la patología progresa, la visión suele deteriorarse rápidamente.

Existen varias modalidades de tratamiento que varían en función de la gravedad y del grado de deformidad corneal. En los estadios tempranos de la enfermedad se prescriben lentes aéreas. Luego, cuando la enfermedad progresa, la deformación de la córnea produce un alto astigmatismo irregular que no puede corregirse ya con lentes aéreas, por lo cual se prescribe el uso de lentes de contacto¹.

Si bien las lentes de contacto mejoran la visión, no detienen la progresión del queratocono⁸. Por ello, y para aquellos pacientes a quienes la progresión del queratocono los hace intolerables a las lentes de contacto (cualquiera que sea su material de fabricación), surgen los anillos intracorneales. Sin embargo, en estadios más avanzados de la enfermedad, la opción terapéutica indicada es el trasplante de córnea.

Entre las alternativas terapéuticas —previas al trasplante— para la corrección de la patología se encuentran los “anillos intracorneales de Ferrara”, fabricados con PMMA. Las características que presentan estos anillos son: PMMA amarillo; diámetro óptico variable desde 5 mm a 6 mm; sección triangular; base: 600 μ m; longitud de arco variable: 90°, 120°, 140°, 160° y 210°; grosor variable entre 150 μ m a 350 μ m y un orificio en cada extremo. Su utilización se indica en pacientes con queratocono en evolución, queratocono intolerable a lentes de contacto, astigmatismo irregular posqueratotomía radial, degeneración marginal pelúcida, entre otras patologías⁴⁻⁵.

Los riesgos de la cirugía de implantación de los anillos de Ferrara son mínimos. La cirugía es reversible; significa que el anillo puede retirarse y la córnea vuelve a su curvatura previa en caso de que el resultado obtenido no sea el esperado o la cicatrización corneal no fuera la habitual. Esta última eventualidad depende de factores propios del paciente^{4, 9}.

Mediante este estudio se busca evaluar la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreas al mes, a los 12 meses y a los 60 meses luego de la colocación de anillos de Ferrara, para así determinar cuál es el cambio refractivo que tienen los pacientes intervenidos a corto, mediano y largo plazo en nuestro medio. Además, con la medición de la queratometría mediante la realización de la topografía corneal, se puede estimar la modificación y la estabilidad estructural de la córnea. En definitiva, se desea determinar la eficacia de la implantación de anillos intracorneales como alternativa terapéutica del queratocono.

Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo, para el cual se recogieron datos de las historias clínicas de pacientes sometidos a la cirugía de anillos intracorneales de Ferrara.

Se estudió un total de 71 ojos con diagnóstico de queratocono sin ningún tratamiento previo, correspondientes a 55 pacientes (43 hombres y 12 mujeres), a los cuales se les realizó la cirugía de anillos intracorneales de Ferrara entre febrero de 2010 y febrero de 2015. Los pacientes analizados se encontraban dentro de un rango de edad de entre 12 y 40 años. La edad promedio de implantación fue de 25 años.

A la hora de hacer el diagnóstico se tuvieron en cuenta los índices de Rabinowitz-McDonnell en la topografía corneal.

Se incluyeron sólo aquellos pacientes que presentaban diagnóstico de queratocono con seguimiento posoperatorio completo, en los que se observó progresión de esa patología y no habían recibido otro tratamiento quirúrgico. El criterio de exclusión era la cirugía refractiva previa en el ojo con queratocono.

A todos los pacientes se les informó sobre la cirugía, las ventajas y desventajas del procedimiento y firmaron formularios de consentimiento informado aprobados por el Consejo Argentino de Oftalmología antes de la intervención.

Se evaluó la agudeza visual mejor corregida aérea y queratometría (K_1 y K_2) extraídas de topografías realizadas a partir de un mismo topógrafo Orbscan, antes de la cirugía y luego de 1, 12 y 60 meses.

Procedimiento quirúrgico

En la cirugía se utilizan anillos de Ferrara fabricados con PMMA. La elección del anillo más adecuado para el paciente depende del tipo de queratocono, su ubicación en la córnea, la esfericidad que posee, el astigmatismo topográfico y la paquimetría.

Para el procedimiento quirúrgico se utiliza anestesia tópica, se comienza con la marcación del eje visual, luego se sigue con la marcación del eje más curvo de la córnea donde se realizarán las incisiones con bisturí preseteado y calibrado para el 80% del espesor de la córnea, medido por paquimetría intraoperatoria. Posteriormente, se realiza el bolsillo intracorneal por donde se introducirá la espátula doble de Ferrara para confeccionar los túneles o surcos, a través de los cuales se colocarán y posicionarán los segmentos del anillo intracorneal.

En todos los casos se coloca lente de contacto posterior a la intervención quirúrgica y se mantiene por 4 días. Asimismo, se indica tratamiento antibiótico y esteroideo a dosis decrecientes durante 3 semanas. Se realizan los controles posquirúrgicos correspondientes.

Análisis estadístico

Se realiza un análisis descriptivo de los datos recolectados con el fin de obtener una visualización general de sus características. Luego, para probar si existen diferencias significativas respecto de la agudeza visual media y de los valores medios de la queratometría en los distintos meses considerados, se aplica el test no paramétrico de Friedman. Si se observan diferencias significativas en los valores medios de las variables consideradas, se llevan a cabo comparaciones entre los distintos momentos a fin de determinar en cuáles de ellos se producen diferencias. El umbral de significación estadística fue de un valor de p menor de 0,05.

Resultados

En primer lugar se analizó la curvatura del meridiano (K_1 y K_2) y se observó la modificación que sufrió cada uno de ellos (fig. 1).

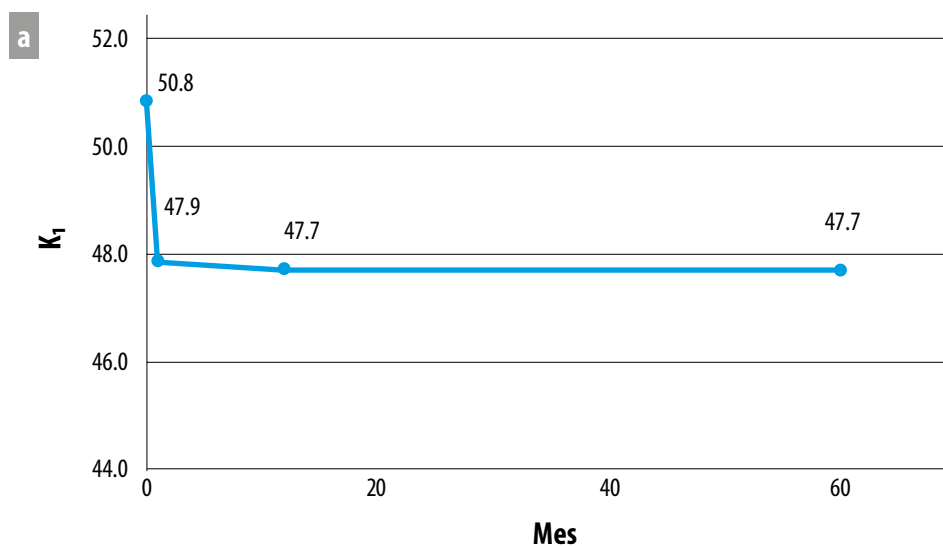


Figura 1. a) Variación del valor medio de K_1 de los 71 ojos en los distintos meses analizados.

El valor prequirúrgico medio del K_1 de los ojos intervenidos fue de 50.8 dioptrías; al mes de la cirugía: 47.9 dioptrías; a los 12 meses: 47.7 dioptrías; y a los 5 años se mantuvo estable en 47.7 dioptrías. Es decir que a corto plazo se produjo una reducción de los valores de K_1 , al año de la cirugía se redujo aún más y luego se mantuvo estable.

Con respecto del valor medio de K_2 , antes de la cirugía era de 46.1 dioptrías; al mes de la cirugía: 44.8 dioptrías; a los 12 meses: 44.9 dioptrías; y a los 5 años de la realización de la cirugía aumentó a 45.1 dioptrías. Ello nos demuestra que a corto plazo se produjo una reducción de los valores de K_2 , al año de la cirugía se redujo aún más y luego sufrió una leve regresión sin superar —en ningún caso— el valor prequirúrgico.

Existen diferencias significativas en los valores medios de K_1 como de K_2 durante el período analizado (ambos con $p < 0.0001$). Se realizaron comparaciones entre los distintos meses considerados en el estudio a fin de detectar en qué momento se producen diferencias. Se observaron diferencias significativas en los valores medios de la queratometría K_1 y K_2 al mes de realizada la cirugía, manteniéndose luego en el tiempo esa diferencia ($p < 0.0001$, en ambos casos).

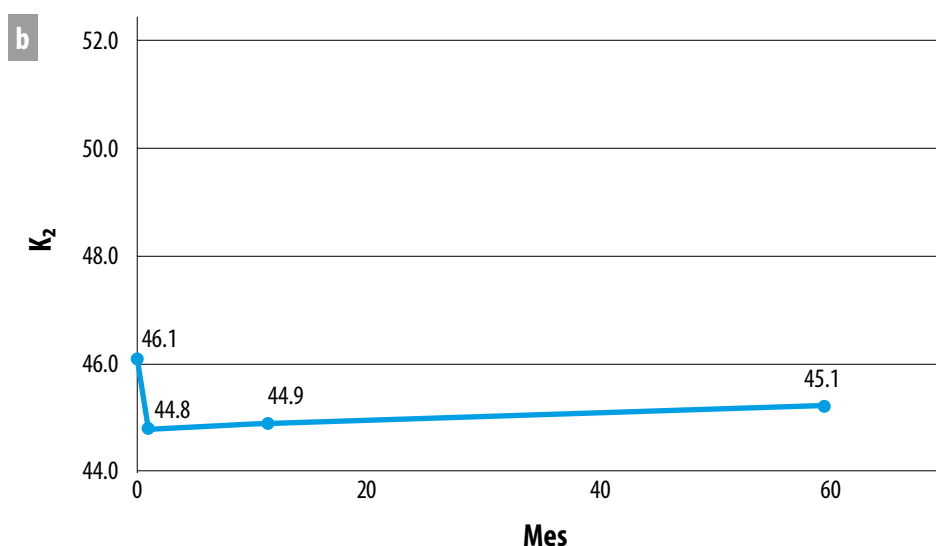
La tabla 1 muestra los resultados obtenidos al mes de la cirugía con respecto de la queratometría previa a intervención.

Al mes de realizada la cirugía, el valor de K_1 presentó una disminución en el 90.1% de los ojos, un aumento en el 8.5% y en el 1.4% restante se mantuvo constante. Con respecto al valor de K_2 , al mes de realizada la cirugía, el 77.5% de los ojos presentaron una disminución del mismo, mientras que el 21.1% aumentaron dicho valor y el 1.4% se mantuvo constante. En consecuencia, podemos afirmar que la cirugía de segmentos de anillos intracorneales reduce los valores queratométricos a corto plazo en la mayoría de los ojos.

En la figura 2 se observan las topografías de uno de los pacientes analizados, en todos los períodos del seguimiento, al que se le colocó un segmento de 200 micras y 160° , con la base de 600 micras. Se puede observar cómo a medida que pasa el tiempo se produce una mejoría en las imágenes topográficas que se traduce en una disminución de los valores queratométricos, es decir, en la curvatura de la córnea.

También se analizó la evolución de la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreas en los meses considerados en el estudio (fig. 3).

Se puede observar que la agudeza visual media mejor corregida preoperatoria es 5/10; al mes de



b) Variación del valor medio de K_2 de los 71 ojos en los distintos meses analizados.

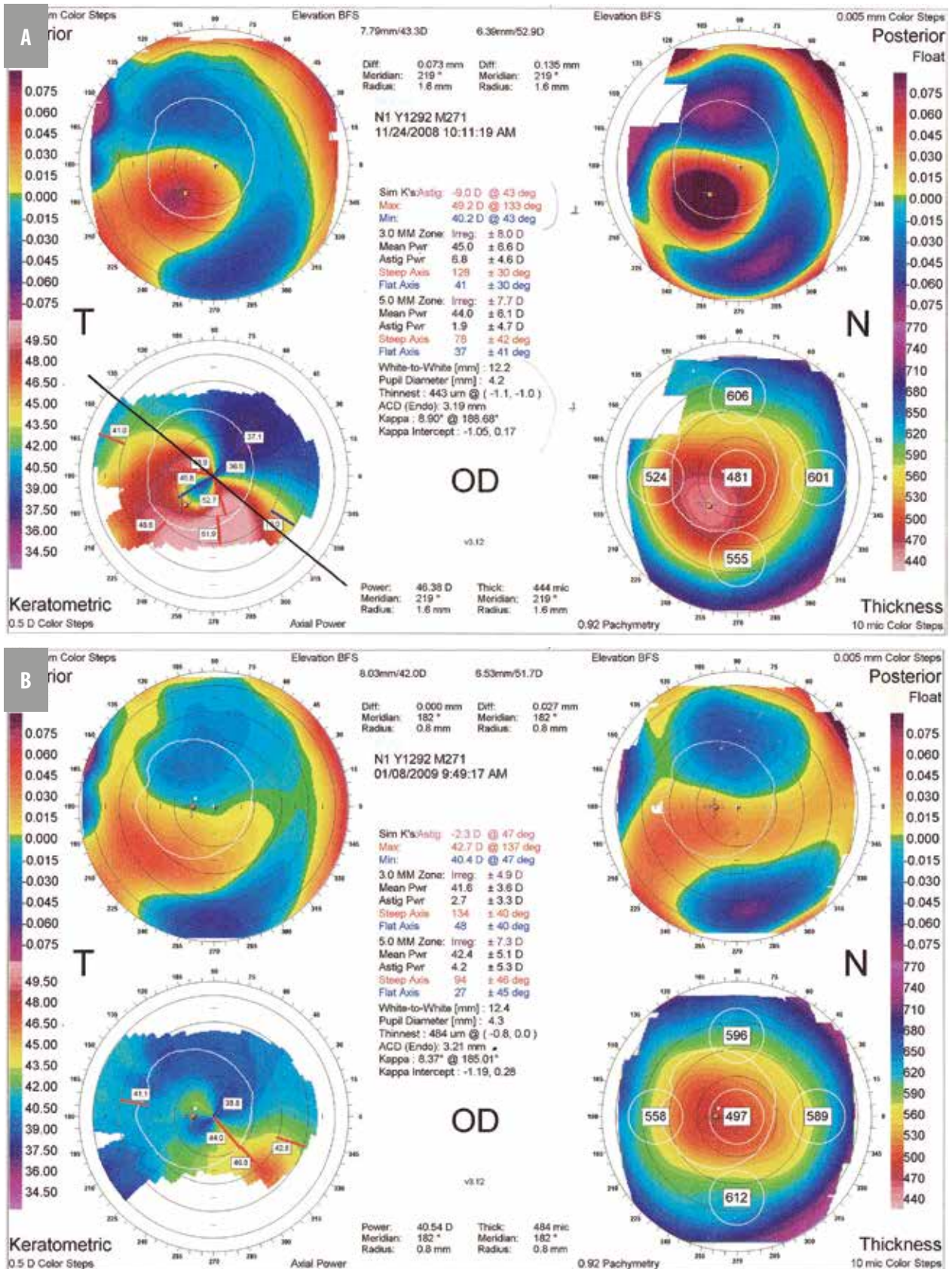
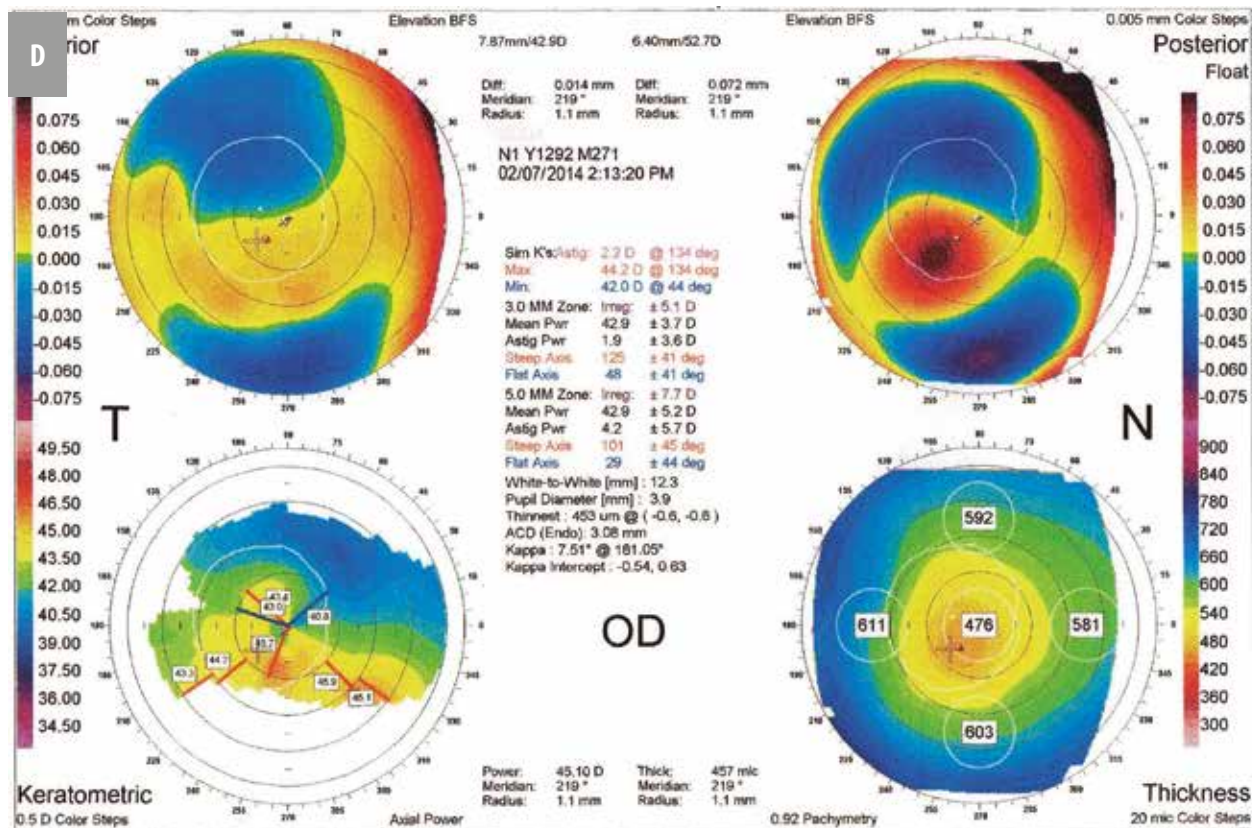
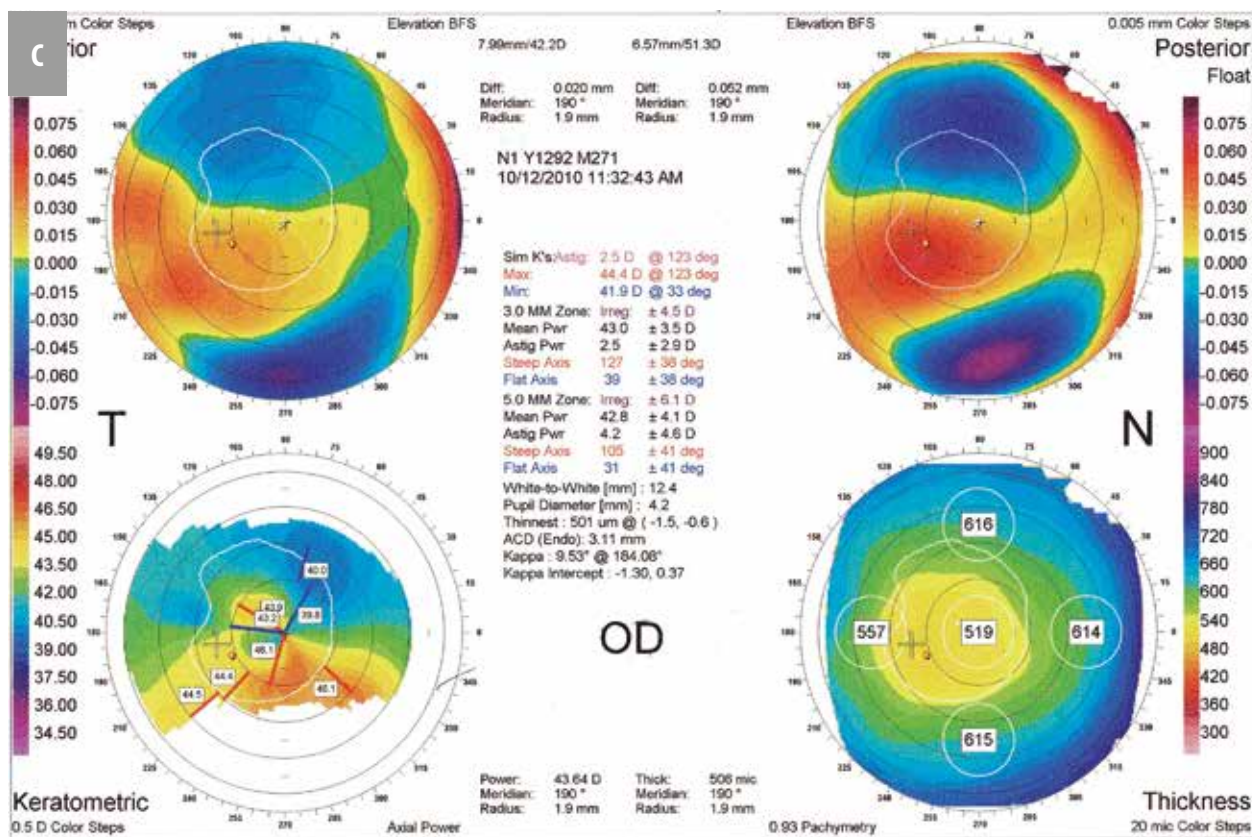


Figura 2. a) Topografía prequirúrgica de paciente. b) Topografía al mes.



c) Topografía a los 12 meses. d) Topografía a los 60 meses.

Tabla 1. Cantidad de ojos según variación en valores de queratometría al mes de la cirugía.

Cambio	K1	K2
Aumento	6 (8.5%)	15 (21.1%)
Disminución	64 (90.1%)	55 (77.5%)
Constante	1(1.4%)	1 (1.4%)

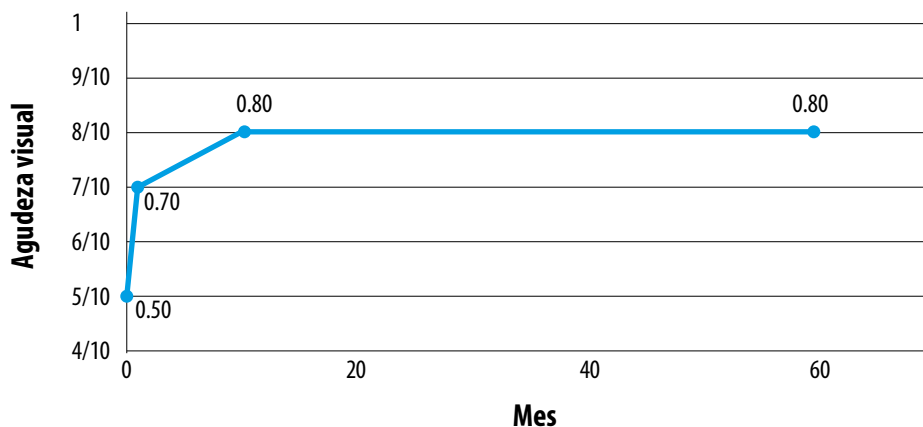


Figura 3. Evolución del promedio de la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreos de los 71 ojos en los distintos meses considerados en el estudio.

la cirugía: 7/10; al año fue 8/10; y a los 5 años se mantuvo estable en 8/10. Esto representa que, luego de la cirugía, la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreos mejoró en la mayoría de los ojos y tal mejoría se mantuvo estable durante el seguimiento del paciente.

Existen diferencias significativas en la agudeza visual media en los meses analizados ($p < 0.0001$). A partir de un test de comparaciones múltiples se concluye que existen diferencias significativas en la agudeza visual media al mes de realizada la cirugía ($p < 0.0001$). Además, los valores obtenidos al mes difieren significativamente de los obtenidos al año y a los cinco años ($p < 0.0001$, en ambos casos). No se observan diferencias significativas en los valores de la agudeza visual media al año y a los 5 años de realizada la operación.

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos de agudeza visual mejor corregida con lentes aéreos al mes y al año de la cirugía de colocación de

anillos con respecto de los valores previos a la intervención.

Al mes de realizada la cirugía se presentó un aumento de la agudeza visual en el 71.8% de los ojos, una disminución en el 14.1% y se mantuvo igual en un 14.1%. Esto representa que la cirugía de anillos intracorneales aumenta los valores de la agudeza visual a corto plazo en la mayoría de los ojos.

Al año de realizada la cirugía se observó que el 78.9% de los ojos aumentó el valor de la agudeza visual mejor corregida, mientras que el 21.1% se mantuvo constante, no se observaron disminuciones con respecto del valor obtenido antes de la cirugía.

En la tabla 3 se aprecian los resultados obtenidos de la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreos al año de la cirugía con respecto del mes de la intervención. Se presenta una mejora de la agudeza visual al año de la cirugía con respecto

Tabla 2. Cantidad de los ojos según variación en valores de agudeza visual al mes y al año de la cirugía.

Cambio	Al mes	Al año
Aumento	51 (71.8%)	56 (78.9%)
Disminución	10 (14.1%)	0
Constante	10 (14.1%)	15 (21.1%)

Tabla 3. Cantidad de ojos según variación en valores de agudeza visual mejor corregida obtenida al año en relación con el mes de la cirugía.

Año/Mes	Aumento	Disminución	Sin cambios
Aumento	17 (33.3%)	10 (100%)	3 (30%)
Disminución	12 (23.5%)	0	0
Sin cambios	22 (43.1%)	0	7 (70%)

de los valores obtenidos al mes de la misma, en el 42.3% de los ojos, una disminución en el 16.9% y un 40.8% se mantuvo igual.

De aquellos ojos con una mejora en la agudeza visual al mes de la intervención, el 33.3% obtuvo otra mejoría al año; el 23.5% disminuyó sus valores mientras que el 43.1% restante se mantuvo estable. Sin embargo, de aquéllos que habían mejorado su agudeza visual al mes y luego al año obtuvieron una disminución de la misma, ningún ojo alcanzó valores menores que los prequirúrgicos; sólo dos de ellos obtuvieron el mismo valor anterior a la cirugía: el resto presentó valores mayores a los prequirúrgicos.

La totalidad de aquellos ojos que al mes obtuvo una disminución de la agudeza visual, al año de la cirugía aumentó los valores de la agudeza visual.

Aquellos ojos que no obtuvieron una mejora al mes de la operación, el 30% mejoró y el 70% se mantuvo constante, es decir ninguno obtuvo disminución.

En la tabla 4 se analizan las mejorías en la agudeza visual. Los 56 ojos intervenidos que mejoraron la agudeza visual mejor corregida al realizarse la cirugía, lo hicieron en distinta proporción, ya que el 21.4% mejoraron en una línea, el 17.9% en dos líneas, 21.4% en tres líneas, el 16.1% en cuatro líneas, el 7.1% en cinco líneas, el 5.4% en seis líneas y el 10.7% en siete líneas.

Como resultado se puede observar que la mejoría resulta variable, pudiendo estimar que la mayoría de los ojos que mejoraron la agudeza visual mejor corregida lo hicieron entre una a tres décimas con respecto del valor prequirúrgico.

En resumen, la cirugía de colocación de anillos intracorneales de Ferrara induce diferencias significativas en los valores medios de la queratometría, K_1 y K_2 , al mes de realizada la colocación de segmentos de anillos intracorneales. Luego del primer mes, los valores medios se mantienen estables hasta, al menos, el quinto año.

Tabla 4. Porcentaje de ojos según mejorías en la agudeza visual mejor corregida.

Mejoría	Porcentaje
1 línea	21.4
2 líneas	17.9
3 líneas	21.4
4 líneas	16.1
5 líneas	7.1
6 líneas	5.4
7 líneas	10.7

Con respecto de los valores medios de la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreos, se observan diferencias significativas al mes de realizada la colocación de segmentos de anillos intracorneales y luego al año se observan también diferencias significativas en relación con los valores medios obtenidos al mes, manteniéndose estables hasta al menos el quinto año.

Se observó una mejora, en la mayoría de los ojos, luego de la colocación de segmentos de anillos intracorneales y tal mejora se mantuvo estable en el tiempo. A su vez, resultó variable, de entre una a tres décimas de agudeza visual con respecto del valor prequirúrgico.

Discusión

El queratocono es una patología corneal degenerativa de progresión lenta y tórpida con picos evolutivos que determina una disminución —a veces progresiva— en la agudeza visual. Actualmente se cuenta con tecnología que permite hacer diagnósticos en forma precoz, detectando pacientes con queratocono en fases tempranas. A raíz de ello surgen tratamientos alternativos, uno de los cuales resulta la cirugía de anillos intracorneales.

Un estudio descriptivo realizado en el Servicio de Oftalmología del Hospital Universitario de Jordania, Amman, tuvo como objetivo investigar la eficacia de la implantación de anillos de Ferrara en

el tratamiento del queratocono. La muestra estuvo conformada por 50 pacientes con un total de 79 ojos con diagnóstico de queratocono. Todos los participantes se sometieron a la implantación quirúrgica de anillos de Ferrara en el período entre enero de 2009 y septiembre de 2010 en el Hospital de la Universidad de Jordania. Los exámenes oftalmológicos cuidadosos se aplicaron para medir las variables vitales para cada condición patológica antes y después de la cirugía. Como conclusión se planteó que la implantación de anillos de Ferrara ha demostrado ser un procedimiento alternativo seguro y factible para el tratamiento de queratocono y que este método ha mejorado los resultados visuales en todos los ojos estudiados^{2-3,6}.

Por otro lado, algunos trabajos similares realizados fundamentalmente en Brasil y en Francia demostraron una mejoría en la agudeza visual sin corrección de manera sustancial⁷. Estos resultados no son explícitos en cuanto a la agudeza visual con corrección. Ésta ha demostrado clínicamente la ganancia de hasta tres o más líneas^{4,7}, ya que se presenta por lo general una mejor recuperación visual en los casos que antes de la cirugía presentaban una agudeza visual con corrección más comprometida, lo cual resulta sin dudas muy alentador para los pacientes con queratocono.

En el presente estudio se concluyó que la cirugía bajo análisis produjo mejorías en la agudeza visual mejor corregida con lentes aéreos; primero, al mes de la intervención, y luego, al año, manteniéndose estable hasta al menos el quinto año.

Además, produjo una disminución en la curvatura corneal, la cual se evaluó mediante la reducción de K_1 en un 90.1% de los ojos y de K_2 en un 77.5% de los mismos, siendo en promedio de 2.9 dioptrías para K_1 y de 1.3 dioptrías para K_2 .

Las principales conclusiones a las que se arribó en este estudio estuvieron dadas fundamentalmente por la mejoría encontrada en la agudeza visual mejor corregida, así como en los valores queratométricos en la mayoría de los ojos que resultaron implantados. Por lo tanto, la cirugía de anillos intracorneales resulta efectiva para lograr una satisfactoria reducción de la curvatura corneal y permitir una mejor agudeza visual.

Referencias

1. Albertazzi R. Abordaje quirúrgico en las ectasias corneales con segmentos intraestromales (anillos). *Comunicación oral en la Sociedad Española de Oftalmología*, 2003.
2. Ameerh MA, Hamad GI, Ababneh OH, Gharaibeh AM, Refai RM, Bdour MD. Ferrara ring segments implantation for treating keratoconus. *Int J Ophthalmol* 2012; 5: 586-90.
3. Artigas A, Artigas A, Bartucci F. Segmentos intraestromales para el tratamiento del queratocono *Oftalmol Clin Exp* 2009; 3: 113-6.
4. Chiaradía P. *La córnea en apuros*. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas, 2006.
5. Chou B, Boxer Wachler BS. INTACS: a promising new option for a keratocone. *Rev Optom* 2000; 137: 97-8.
6. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 1117-22.
7. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F, Holmes-Higgin D. INTACS inserts for treating keratoconus: one-year results. *Ophthalmology* 2001; 108: 1409-14.
8. Li X, Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H. Longitudinal study of the normal eyes in unilateral keratoconus patients. *Ophthalmology* 2004; 111: 440-6.
9. Miranda D, Sartori M, Francesconi C, Allemann N, Ferrara P, Campos M. Ferrara intrastromal corneal ring segments for severe keratoconus. *J Refract Surg* 2003; 19: 645-53.
10. Siganos D, Ferrara P, Chatzinikolas K, Bessis N, Papastergiou G. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1947-51.
11. Rabinowitz YS1, Nesburn AB, McDonnell PJ. Videokeratography of the fellow eye in unilateral keratoconus. *Ophthalmology* 1993; 100: 181-6.