

World Keratoconus Society



QUERATOCONO

PAUTAS PARA SU DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO

SEGUNDA EDICIÓN AUMENTADA

ROBERTO G. ALBERTAZZI
EDITOR

CAO
EDICIONES DEL
CONSEJO ARGENTINO
DE OFTALMOLOGÍA

QUERATOCONO

PAUTAS PARA SU DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO

Roberto G. Albertazzi

EDITOR

Segunda edición actualizada

CAO

EDICIONES DEL
CONSEJO ARGENTINO
DE OFTALMOLOGÍA

Autores

Dr. Roberto G. Albertazzi

Profesor de la Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina.

Presidente de la Keratoconus Society.

Director del Centro de Ojos Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

Cofundador y expresidente de la Sociedad Argentina de Córnea, Refractiva y Catarata (SACRYC)

Dr. Carlos Guillermo Arce

Preceptor, Sectores de Córnea y Lentes de Contacto Especiales, Hospital Oftalmológico y Banco de Ojos de Sorocaba, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

Oftalmólogo colaborador, Sectores de Refractiva, Córnea y Bioingeniería Ocular, Departamento de Oftalmología, Escuela Paulista de Medicina, Universidad Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Miembro del Board y fundador de la Academia Latinoamericana de Ortoqueratología y Control de Miopía (ALOCM).

Consultor, Ziemer Ophthalmic Systems AG, Port, Suiza.

Dr. Jaime Arramberri Agesta

Begitek Clínica Oftalmológica, San Sebastián, España.

Clínica Oftalmológica Gasteiz, Vitoria, España.

Dr. César Carriazo

Director científico, Clínica Carriazo, Barranquilla, Colombia.

Docente de la Universidad del Norte, Barranquilla.

Board director y vicepresidente de ALACCSA-R

Dra. María José Cosentino

Directora médica del Instituto de la Visión, Buenos Aires, Argentina.

Docente de la Universidad de Buenos Aires. International board member de EyeWorld (ASCRS)

Dr. Federico Cremona

Jefe de Sección Córnea y Transplantes de Córnea, Hospital de Clínicas José de San Martín.

Docente adscripto a la primera Cátedra de Oftalmología, Universidad de Buenos Aires.

Director médico de Consultorio Oftalmológico, Buenos Aires.

Dr. Joaquín Fernández

Director médico del Departamento de Oftalmología (Qvision), Hospital Vithas Virgen del Mar, Almería, España y Departamento de Oftalmología, Complejo Hospital Torrecárdenas, Almería, España.

Dr. Hugo Legaria

Director de contactología del Centro Voss de Baja Visión, Buenos Aires, Argentina.

Dr. David P. Piñero

Profesor investigador del Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía, Universidad de Alicante, Alicante, España y Departamento de Oftalmología, Hospital Vithas Medimar International, Alicante, España.

Dr. Manuel Ramírez Fernández

Profesor titular del curso de “Imagenología corneal”, Universidad Nacional Autónoma de México, con sede en el Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva del Hospital para Evitar la Ceguera en México (APEC).

Dr. Manuel Rodríguez-Vallejo

Director del Departamento Investigación y Evidencia de Qvision, Hospital Vithas Virgen del Mar, Almería, España

Dra. Adriana Tityun

Docente de la Universidad de Buenos Aires. Expresidente de la Sociedad Argentina de Córnea, Refractiva y Catarata (SACRYC) y directora del Centro de Diagnóstico y Tratamiento Dra. Tytiun, Buenos Aires.

Dra. Florencia Valvecchia

Médica especialista en oftalmología y en superficie ocular e infectología. Médica de planta del Centro de Ojos Quilmes y del Centro Oftalmológico Municipal San Camilo, Berazategui (Buenos Aires).

Tabla de contenido

- 1. Introducción**
Dr. Roberto Albertazzi
- 2. Topografía y aberrometría en el queratocono**
Dr. Jaime Aramberri Agesta
- 3. Diagnóstico de queratocono con tomografía de duplo Scheimpflug y topografía de Plácido**
Dr. Carlos Guillermo Arce
- 4. Hallazgos por microscopía confocal en queratocono**
Dr. Manuel Ramírez Fernández
- 5. Clínica: signos externos, signos más frecuentes biomicroscópicos, retroiluminación y esquiascopia**
Dr. Federico Cremona
- 6. Superficie ocular y queratocono**
Dra. Florencia Valvecchia
- 7. Anatomía quirúrgica de las ectasias**
Dr. Roberto Albertazzi
- 8. Refracción topográfica en ectasias**
Dr. Roberto Albertazzi
- 9. Crosslinking**
Dres. Adriana Tytiun y Vitali Darchuk
- 10. Anatomía de un segmento intracorneal**
Dr. Roberto Albertazzi
- 11. Evolución de los segmentos y sus nomogramas**
Dr. Roberto Albertazzi
- 12. Colocación de segmentos intracorneales (ICRS) con femtoláser**
Dr. Roberto Albertazzi

- 13.** Remodelación corneal: nueva alternativa terapéutica para la ectasia corneal
Dres. César Carriazo y María José Cosentino
- 14.** Complicaciones en queratocono
Dr. Roberto Albertazzi
- 15.** Cálculo de lentes intraoculares para cirugía del cristalino en pacientes implantados de ICSR
Dres. Joaquín Fernández, Manuel Rodríguez-Vallejo y David Piñero
- 16.** Corrección visual mediante lentes de contacto en el queratocono
Dr. Hugo Legaria

Agradecimientos

A todos y cada uno de quienes me han acompañado a volver a hacer un libro sobre queratocono, para que entre todos podamos encontrar la mejor forma de tratarlo y ayudar a los pacientes con más eficiencia.

A los pacientes que confiaron en nuestras manos.

A los colegas que nos ayudan y nos apoyan para encontrar nuevas líneas de investigación.

A nuestras familias a la que les robamos atención, tiempo, y que sin embargo nos apoyan incondicionalmente.

A nuestros colaboradores más cercanos, que nos buscan historias clínicas, nos hacen las tablas, nos ayudan día a día en la consulta.

A los residentes, a los becarios, que con sus dudas nos enseñan a dudar también.

A mi maestros, a mis amigos y a mi mujer, Fabi, mi *sensei* que soporta todo... ¡gracias!

INTRODUCCIÓN

En busca de un *master plan* de una ectasia

Dr. Roberto Albertazzi

El queratocono es una enfermedad debilitante que provoca el adelgazamiento progresivo y un aumento de la curvatura de la córnea, estrías de Voght e hidrops. Esto se traduce en una distorsión paulatina y una reducción de la visión¹.

El adelgazamiento estromal presenta mediadores proinflamatorios y un aumento de las metaloproteasas^{2, 9-10} que, junto con la teoría de casquetes de esferas que sostiene que el adelgazamiento de las pequeñas zonas ópticas son más ectasiantes que las grandes zonas ópticas³, alimentan la teoría que afirma que en su origen intervienen mediadores proinflamatorios y no se necesitarían grandes zonas ópticas para producir una ectasia.

Muchos pacientes con queratocono padecen de una visión lejana borrosa y nocturna distorsionada, astigmatismo, deslumbramiento, sensibilidad a la luz, dolores de cabeza y problemas para leer. El queratocono puede afectar un sólo ojo, pero con mayor frecuencia ocurre en ambos. De todas formas, la progresión de la enfermedad suele producirse a un ritmo diferente para cada uno de ellos. Afecta a personas de todas las razas y de ambos sexos.

Los pacientes que desarrollan queratocono a menudo experimentan una disminución de la visión como un primer síntoma debido a la aparición de estrías de Voght o un hidrops⁴.

Los primeros signos de la enfermedad son la miopía (de curvatura) y el astigmatismo (corneal). Estos astigmatismos tienen la particularidad de ser asimétricos, oblicuos y progresivos, y el cambio frecuente de prescripción —en un intento de optimizar la visión del paciente— es otro signo común que indica el inicio de queratocono. No podemos perder esta ocasión de diagnóstico que nos da la clínica: todos los autorrefractómetros nos dan valores de K y debemos interpretarlos. Me inicié con retinoscopia de punto y las imágenes en tijera fueron y son un signo patognomónico del inicio de la alteración, pero las nuevas generaciones de oftalmólogos no saben que

existen; entonces debemos prestar atención a los valores altos de queratometrías casi como puntapié inicial.

Antes de que exista la topografía corneal computarizada frecuentemente era difícil establecer un diagnóstico de queratocono, especialmente si el médico no estaba familiarizado con las primeras etapas de la enfermedad. La topografía corneal ha facilitado el diagnóstico, ayudando a detectarlo más rápidamente para poder seguir la progresión de la afección con mayor precisión con el fin de poder diferenciar el queratocono de otras enfermedades corneales degenerativas.

Nadie sabe realmente cuál es la causa del queratocono⁴. Sabemos que es frecuente encontrarlo en ciertas familias y hace años la Dra. Carolina Ortube encontró un 26,7% cuando investigaba para su tesis a un grupo familiar primario de pacientes con queratocono. Pensamos que la clásica incidencia de 1:2000 está quedando desactualizada, porque en el universo de nuestra institución de 84 integrantes tenemos una *incidencia de 1:168*⁴.

El motivo por el cual se dispara la progresión de la ectasia es diferente en cada caso. Muchos pacientes suelen frotarse el ojo en forma vigorosa y se demostró que está relacionado con la progresión de la ectasia, por lo que habrá un capítulo sobre esto.

Asistimos a convenciones donde la industria hace alarde de tecnología con un marketing que nos trata de convencer de que sin los productos que ellos venden nunca podremos ni hacer diagnóstico ni tratar a las ectasias. Nada más lejos que eso; seguramente nos ayudarán principalmente en casos de difícil diagnóstico, pero aún la clínica sigue siendo mandataria y con nuestro topógrafo y la experiencia que nos dan los años de usarlo muchas veces es suficiente.

No quiero olvidarme aquí de la edad. Ésta juega un papel importante y fundamental. Es en los niños y jóvenes en los que habitualmente se dispara la progresión y es donde debemos estar atentos a los cambios haciéndole entender al entorno familiar la gravedad de la enfermedad⁵.

Los pacientes deben recibir una explicación completa de todas las opciones de tratamiento disponibles en la actualidad. Ellos van a querer saber los riesgos y los beneficios de cada procedimiento y van a valorar su explicación. Ya que el tratamiento de las ectasias es una nueva opción para los pacientes con queratocono será muy importante para usted tener un conocimiento profundo de éstos y de las opciones alternativas de tratamiento para asegurar que los pacientes reciban la base para un consentimiento informado⁶.

El desafío que enfrentan los médicos es que este tipo de pacientes está claramente informado de los numerosos tipos de tratamiento del queratocono y nuestra meta será guiarlos cuidadosamente a través de las distintas opciones —ya sean médicas, quirúrgicas y ópticas, cada una con su propio conjunto de riesgos y beneficios— para ayudarles a elegir la mejor de acuerdo con sus necesidades.

Muchos son los aportes que podemos hacer ante una patología de la que no tenemos certeza de poder curar y es aquí donde quisiera que alguna vez los oftalmólogos nos pusiéramos de acuerdo con el mensaje a nuestros pacientes sobre la existencia de tres tipos de tratamiento que se pueden que llevar a cabo:

Tratamiento médico

El objetivo del tratamiento médico es estabilizar la superficie corneal y disminuir así los disparadores de la progresión de las ectasias.

Este paso no puede evitarse y es obligatorio hasta lograr tener un film precorneal sano y estable, especialmente en pacientes portadores de lentes de contacto rígidas, mal adaptadas con los años o con leucomas en la superficie anterior. Debemos de estar seguros de tener un film precorneal que tolere el trauma quirúrgico al que vamos a someterlo⁷. No me voy a detener aquí en cómo lograrlo porque no es el objetivo de esta obra, es mucho más complejo y sobrepasa el fin de ella, pero es la base no sólo del éxito sino también de la elección de una correcta táctica. Si no tenemos un film precorneal sano no podremos evaluar correctamente una ectasia y muchas consultas por ectasias son sólo defectos topográficos originados por alteraciones del film.

En primer lugar, nos debemos proponer tratar los disparadores de la progresión, que si bien no los conocemos todos, sabemos que la inflamación es uno de ellos.

Ahora: ¿cómo se inflama una ectasia?⁷ ¿es por el rascado ocasionado por el prurito?⁶ ¿causado a su vez por la no degradación de las metaloproteasas? ¿o por las lesiones que causa el ojo seco?⁹⁻¹⁰ ¿por la pobre adaptación a las lentes de contacto? ¿o su excesivo uso?

La superficie anterior de la córnea es la responsable del 70% de la formación de la imagen¹¹ por lo que si no tenemos una buena superficie anterior no sólo seremos incapaces de tratar al paciente sino que tampoco podremos explorarlo correctamente.

Esto se basa en el tratamiento del ojo seco, de las blefaritis, del escozor crónico y de la ruptura del film precorneal⁸⁻¹⁰.

El objetivo del tratamiento médico es estabilizar la superficie corneal y disminuir así los disparadores de la progresión de las ectasias.

Tratamiento quirúrgico

Cuando el paciente haya perdido líneas de visión sin corrección podemos decir que es posible el tratamiento quirúrgico y su objetivo varía de acuerdo con el estado estructural de la córnea, la edad, la superficie corneal, etc.

Si la estructura corneal está funcionando correctamente, sin pliegues endoteliales, sin leucomas o afinamientos paquimétricos extremos, y su sintomatología es sólo la pérdida de una línea de visión o un par de ellas, entonces podremos optar entre diferentes tipos de indicaciones.

La edad es otra variable importante a tener en cuenta⁷. Sabemos que en pacientes jóvenes la progresión es mucho más rápida que en adultos, por lo que la indicación será distinta en cada grupo etario. Asimismo, los pacientes adultos con indicación de cirugía de cataratas a los que se le descubre una ectasia requerirán de otro tipo de indicaciones⁷.

Pero la mala superficie corneal contraindica transversalmente a todo procedimiento quirúrgico⁸⁻¹⁰.

Como cirujano que está incorporando diferentes técnicas en su práctica será esencial que mantenga las líneas de comunicación abiertas sobre estos nuevos métodos entre usted, el paciente y su personal.

La intervención dentro del espacio intracorneal es una nueva tecnología oftalmológica y su manejo no es algo habitualmente familiar para el oftalmólogo, no por su dificultad sino porque es algo nuevo y tiene que aprender sus reglas.

En concreto, el profesional explicará los beneficios del procedimiento para el tratamiento del queratocono y también la posibilidad de complicaciones.

Indicaciones de la cirugía fotodinámica

Se trata fundamentalmente del *crosslinking* del colágeno corneal con riboflavina, con sus variantes de *EpiOn* (si no sacamos el epitelio para realizar el *crosslinking*) o *EpiOff* (si sacamos el epitelio y queda la Bowman),

y dentro de ambas técnicas las diferentes variables del tipo de vehículo de la riboflavina¹².

Este procedimiento tiene numerosas indicaciones, aunque fundamentalmente se realizan en tres situaciones:

- Pacientes jóvenes, por su alta tasa de progresión.
- Pacientes con disminución progresiva de la visión.
- Que tengan valores paquimétricos suficientes para soportar el procedimiento¹².

Indicaciones de la cirugía aditiva

La cirugía aditiva (adición: acción y efecto de añadir) tiene como beneficio el hecho de que no debilita el tejido donde trabajamos¹³ sino que, por el contrario, lo refuerza al agregarle material rígido en su estructura y lo remodela como ventaja adicional. Pero tiene como desventaja que nos hace perder predictibilidad en su efecto debido a que entran en juego muchas variables como la viscoelasticidad corneal, la paquimetría, las queratometrías, el diámetro donde se coloquen los implantes, su perfil y su volumen.

Todas estas variables hacen perder predictibilidad en el resultado a obtener, pero la gran ventaja que hemos visto en los últimos años es que se pueden operar córneas con estructuras normales o no, y es allí donde este método —condenado al olvido y ayudado por la introducción de los femtoláser— toma impulso para tratar no sólo un sinnúmero de ectasias sino también para tratar córneas que no sabemos a ciencia cierta si son normales o no¹³.

Los fundamentos de las indicaciones en córneas normales ya los comenzó a fijar Intacs¹ con los implantes para miopía y su aprobación por la FDA hace muchos años, pero luego, la aparición de segmentos planos con diferentes perfiles, con diferentes arcos, más la combinación de todos ellos, ha dado un abanico terapéutico impensado hace poco tiempo atrás.

Indicaciones refractivas, tectónicas y mixtas

Indicaciones refractivas: cuando nuestro objetivo es exclusivamente refractivo en córneas en las que están contraindicados otros métodos quirúrgicos por su estructura asimétrica, paquimetrías y queratometrías anormales, antecedentes de cirugías refractivas previas, antecedentes fa-

miliares de queratoconos o cirugía contralateral de un cono, y el paciente tiene buena agudeza visual y quiere un efecto refractivo¹³.

Indicaciones tectónicas: tomado del griego Τεκτονικός: relativo a los edificios, obras, corteza terrestre... Se trata de endurecer, fortalecer una estructura para comprender cómo actúan los segmentos implantados en las córneas ectásicas muy alteradas. Estas son indicaciones paliativas donde el implante sólo brinda un sostén paralimbar de una córnea enferma en aquel paciente que no tolera las lentes de contacto y no se quiere someter a un injerto de córnea.

Indicaciones mixtas: son las más comunes, donde modificamos algo de su refracción sin llegar a que tenga 20/20 sin corrección y cambiamos algo de su estructura, logrando fortalecer el tejido que queda entre el limbo y el implante, y en menor medida dentro de él. Esta indicación tiene como finalidad alterar la evolución de una ectasia.

Cuando se habla de riesgos potenciales a los pacientes se les debe explicar cómo pueden minimizarse. La principal ventaja de los segmentos para el tratamiento del queratocono es que pueden removerse o reemplazarse si el paciente no está satisfecho con su resultado. También, que el período de recuperación postoperatoria se reduce en comparación con la queratoplastia penetrante. Es importante señalar que, con base en la experiencia clínica hasta la fecha, los pacientes sometidos a cirugía aditiva con segmentos son más estables en el tiempo.

Si la pérdida de visión es mayor pero se logra corregir con lentes aéreas, la indicación será una; pero cuando no se logre corregir a 20/20 la indicación será diferente.

Cuando existe una estructura corneal funcionante se podrán indicar segmentos intracorneales y/o *crosslinking*¹² del colágeno corneal para mejorar los remanentes ectásicos centrales a los segmentos.

Indicaciones de la cirugía sustitutiva (injertos corneales)

Cuando la estructura corneal presente signos de agotamiento extremo de su función, como lo son las estrías en Descemet, los afinamientos extremos de su estroma y los leucomas, no quedará otra alternativa que el reemplazo de esa estructura con un injerto.

Hoy se ha abierto una gran gama de posibilidades de injertos gracias a la asistencia de los láseres de femtosegundo¹²⁻¹³ y a la creatividad de los cirujanos.

Se han podido realizar con éxito implantes de membrana de Bowman, lamelares superficiales, profundos, *big bubble*, además de los tradicionales penetrantes.

En conclusión, el objetivo del tratamiento quirúrgico es estabilizar la estructura corneal, para así modificar la progresión de la enfermedad.

Técnicas nuevas

Remodeling corneal: esta técnica plantea crear queratectomías periféricas (anulares o semianulares según el grado y el patrón de ectasias) y así, a partir del aplanamiento de las suturas que se dan para cerrar estas queratectomías, reformar la estructura corneal ectásica de la córnea³.

Si bien es una técnica dependiente de la habilidad del cirujano de suturar los puntos separados con similar tensión, como también lo es la técnica para realizar las queratectomías semilunares, recientemente se desarrolló una plataforma *ad hoc* para láser de femtosegundo mediante la cual se tallan arcos de 180°, 270° o 360° y se trabaja hasta un 90% de la profundidad total de la córnea. Una vez terminada la ablación se procede a suturar los bordes del área reseca con puntos interrumpidos con nylon 10/0.

PRK sobre ICRS: el implante de segmentos de anillos intracorneales y la queratectomía fotorrefractiva transepitelial guiada por topografía (PRK) podrían ser eficaces para optimizar el resultado del tratamiento *crosslinking*⁴. Se podría también realizar 6 meses después del *crosslinking* mejorando la agudeza visual de los pacientes.

Pero el objetivo del tratamiento quirúrgico es estabilizar la estructura corneal para así modificar la progresión de la enfermedad.

Tratamiento óptico

Sólo con una superficie ocular compensada y una estructura corneal estabilizada podremos darle al paciente una opción óptica coherente y estable en el tiempo, ya sea en forma de corrección aérea, con lentes de contacto o lentes intraoculares fáquicas o pseudofáquicas.

En general se logra una estructura corneal estable luego de 6 meses del último procedimiento quirúrgico y hay que tener en cuenta que muchos de ellos necesitan dos o más procedimientos. Por lo tanto, hay que ser muy claros a la hora de manejar las expectativas de los pacientes.

El uso de las lentes de contacto debe restringirse sólo a las que están correctamente adaptadas y luego de haber tenido algún otro tratamiento que modifique la pendiente evolutiva de la enfermedad. El uso de las lentes de contacto por sí sólo no lo hace.

Cuadros sinópticos

| | | |
|------------------------|---|--|
| ¿Qué es? | El queratocono es una enfermedad debilitante corneal. | |
| ¿Qué provoca? | Adelgazamiento estromal: aumento de metaloproteasas y mediadores proinflamatorios. Aumento de curvatura: teoría de casquetes de esfera. Estrías de Vogt: disminuyen rápidamente la visión. Hidrops: ruptura de membrana de Descemet. | |
| ¿Cómo se traduce? | Distorsión y disminución paulatina de la visión. | |
| Síntomas | Aparición de miopías de curvaturas. Aparición de astigmatismos: asimétricos, oblicuos, progresivos. | |
| ¿Dónde aparece? | Todas las razas. Ambos sexos. Generalmente es bilateral. | |
| | Adolescencia y preadolescencia | Adultez |
| ¿Dónde buscar? | Diagnóstico de ambliopías. Antecedentes familiares. Protadores crónicos. Aparición brusca de miopías y/o astigmatismos. | Cambios repetidos de la refracción. Protadores crónicos. Usuarios crónicos de lentes de contacto. Astigmatismos oblicuos altos. Ejes contra la regla. Leucomas centrales por uso de LC. |
| ¿Cómo se comportan? | Rápida progresión Pueden debutar con un hidrops. | Casi no tienen progresión. Pueden debutar con leucomas. Altas miopías. Se encuentran grados III y IV. |
| Tratamiento médico | Actuar contra los disparadores de la progresión: ciclosporina-lágrimas. No frotarse; protectores. | Tratar las blefaritis. Mejorar la superficie. Alta frecuencia de ojo seco. |
| Tratamiento quirúrgico | <i>Crosslinking</i> : muy frecuente al verificar progresión y disminución de AV. | ICRS: asimetrías y astigmatismos. Injertos: cuando el daño es irreversible. |
| Tratamiento óptico | Luego de verificar: disminución o estabilización del proceso. | Lentes de contacto de diseños esclerales. LIO fáquicas. |

Referencias

1. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998; 42: 297-319.
2. Galvis V, Sherwin T, Tello A *et al.* Keratoconus: an inflammatory disorder? *Eye (Lond)* 2015; 29: 843-59.
3. Carriazo C, Cosentino MJ. A novel corneal remodeling technique for the management of keratoconus. *J Refract Surg* 2017; 33: 854-856.
4. Romero-Jiménez M, Santodomingo-Rubido J, Wolffsohn JS. Keratoconus: a review. *Cont Lens Anterior Eye* 2010; 33: 157-166.
5. Torres Netto EA, Al-Otaibi WM, Hafezi NL *et al.* Prevalence of keratoconus in paediatric patients in Riyadh, Saudi Arabia. *Br J Ophthalmol* 2018;102: 1436-1441.
6. Borrone R. *Consentimientos informados oftalmológicos*. Buenos Aires : Ediciones del Consejo Argentino de Oftalmología (CAO), 2019, p. 41-48.
7. Ertan A, Muftuoglu O. Keratoconus clinical findings according to different age and gender groups. *Cornea* 2008; 27: 1109-13.
8. Dogru M, Karakaya H, Ozçetin H *et al.* Tear function and ocular surface changes in keratoconus. *Ophthalmology* 2003; 110: 1110-1118.
9. McMonnies CW. Inflammation and keratoconus. *Optom Vis Sci* 2015; 92: e35-41.
10. Shetty R, Ghosh A, Lim RR *et al.* Elevated expression of matrix metalloproteinase-9 and inflammatory cytokines in keratoconus patients is inhibited by cyclosporine A. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56: 738-50.
11. Barraquer JI. *Queratomileusis y queratofaquia*. Bogotá: Instituto Barraquer de Colombia, 1980, p. 49-53.
12. Elsaftawy HS, Ahmed MH, Saif MY, Mousa R. Sequential intracorneal ring segment implantation and corneal transepithelial collagen cross-linking in keratoconus. *Cornea* 2015; 34: 1420-1426.
13. Fernández Vega Cueto L, Lisa C, Poo-López A *et al.* Intrastromal corneal ring segment implantation in 409 paracentral keratoconic eyes. *Cornea* 2016; 35: 1421-1426.
14. Zeraid FM, Jawkhab AA, Al-Tuwairqi WS, Osuagwu UL. Visual rehabilitation in low-moderate keratoconus: intracorneal ring segment implantation followed by same-day topography-guided photorefractive keratectomy and collagen cross linking. *Int J Ophthalmol* 2014; 7: 800-806.