

Protocolo de actuación en el queratocono y ectasia post-LASIK

Management of keratoconus and post-lasik ectasia

M. Lecumberri, CL. Moser, D. Suñé

Hospital Transversal Moisès Broggi. Consorci Sanitari Integral. Sant Joan Despí. Barcelona.

Correspondencia:

Mónica Lecumberri

E-mail: monica.lecumberri@sanitatintegral.org

Resumen

El término ectasia corneal comprende un grupo de enfermedades que cursan con adelgazamiento no inflamatorio y protrusión de la córnea, lo que origina astigmatismo irregular progresivo y pérdida visual. Se incluyen bajo este término: el queratocono, la degeneración marginal pelúcida, la ectasia post-LASIK, la degeneración marginal de Terrien y el queratoglobo. La ectasia corneal más frecuente en nuestro medio es el queratocono, seguido de la ectasia corneal post-LASIK. Los tratamientos disponibles se basan en detener la progresión de la enfermedad (*cross-linking*) y en la rehabilitación visual (corrección óptica con gafas o lentes de contacto, anillos intraestromales, ablación corneal con PRK guiada por topografía + *cross-linking*, implante de lentes intraoculares tóricas y queratoplastia). Se presenta el protocolo de actuación en el queratocono y ectasias post-LASIK teniendo en cuenta los medios disponibles en un hospital público.

Resum

El terme ectàsia cornial inclou un grup de malalties que presenten aprimament no inflamatori i protrusió de la córnia, la qual cosa origina un astigmatisme irregular progressiu i pèrdua visual. S'inclou el queratocon, la degeneració marginal pel·lúcida, l'ectàsia post-LASIK, la degeneració marginal de Terrien i el queratoglobus. L'ectàsia corneal més freqüent al nostre medi és el queratocon seguit de l'ectàsia post-LASIK. Els tractaments disponibles aturen la progressió de la malaltia (*cross-linking*) o afavoreixen la rehabilitació visual (correcció amb ulleres o lents de contacte, anells intraestromals, ablació corneal amb PRK guiada per topografia + *cross-linking*, implant de lents intraoculars tòriques i queratoplastia). Es presenta el protocol d'actuació en el queratocon i les ectàsies post-LASIK tenint en compte els recursos disponibles en un hospital públic.

Abstract

Corneal ectasia definition includes a group of diseases featuring non-inflammatory thinning and bulging of the cornea, causing progressive corneal irregular astigmatism and visual impairment. The most common corneal ectatic disorders are keratoconus, pellucid marginal degeneration, post refractive surgery ectasia, Terrien's marginal degeneration and keratoglobus. Treatments available for these conditions are focused on preventing progression (*cross-linking*) and improving visual acuity (optical correction with glasses or contact lenses, intracorneal ring segments, topography guided-photorefractive keratectomy, implantation of toric intraocular lens and keratoplasty). This article provides the standard management protocol for keratoconus and post-LASIK ectasia considering the available resources in our public hospital.

Diagnóstico

Sospecha clínica

El paciente tipo con queratocono es una persona joven que consulta por pérdida visual. En la exploración se detecta un astigmatismo miópico que progresiva hacia un astigmatismo irregular con una sombra en tijera observable en la retinoscopia. Este astigmatismo sólo es parcialmente corregible con corrección óptica. También es característica la intolerancia a las lentes de contacto, signos de irritación ocular y la exagerada tendencia a frotarse los ojos.

Confirmación diagnóstica

Biomicroscopía

La biomicroscopía suele ser normal en casos precoces. En casos moderados y avanzados son evidentes signos como un adelgazamiento estromal inferotemporal en el ápex del cono, el anillo de Fleischer rodeando el cono incompleto o completo, las estrías de tensión endoteliales (de Vogt), los leucomas corneales apicales por roturas en la capa de Bowman, y el signo de Munson (Figura 1). En casos aún más evolucionados, puede aparecer un hidrops corneal por la rotura de la Descemet que produce un edema corneal franco, con bullas subepiteliales en fases agudas y cicatrices profundas en casos resueltos.

Topografía corneal

No existe ningún criterio topográfico que sea diagnóstico de queratocono por sí sólo. Suele ser suficiente el análisis de cuatro mapas topográficos (Figura 2):

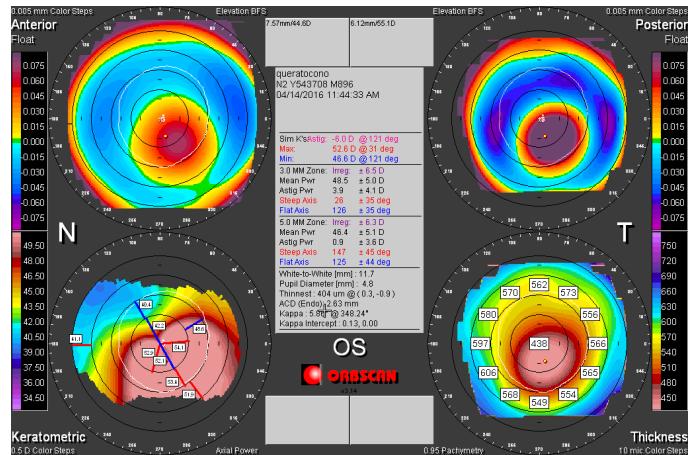


Figura 2. Quad Map Orbscan IIz de un paciente con queratocono.

- **Mapa queratométrico:** se basa en la imagen del disco de Placido reflejada en la córnea.
 - Km >47D son muy sospechosas.
- Patrones queratométricos de astigmatismo irregular: pajarita asimétrica (normalmente más curva inferior) y en forma de "lazo perezoso".
- Índices de irregularidad a 3 mm de >1,5 D y a 5 mm >3D.
- **Mapa paquimétrico:** thinnest (punto más delgado) <470 μ m, especialmente si está desplazado inferotemporal. Diferencias entre paquimetría central y thinnest de >20 μ m. Diferencias entre el thinnest y el valor paquimétrico a 7 mm en cualquier punto >100 μ m.

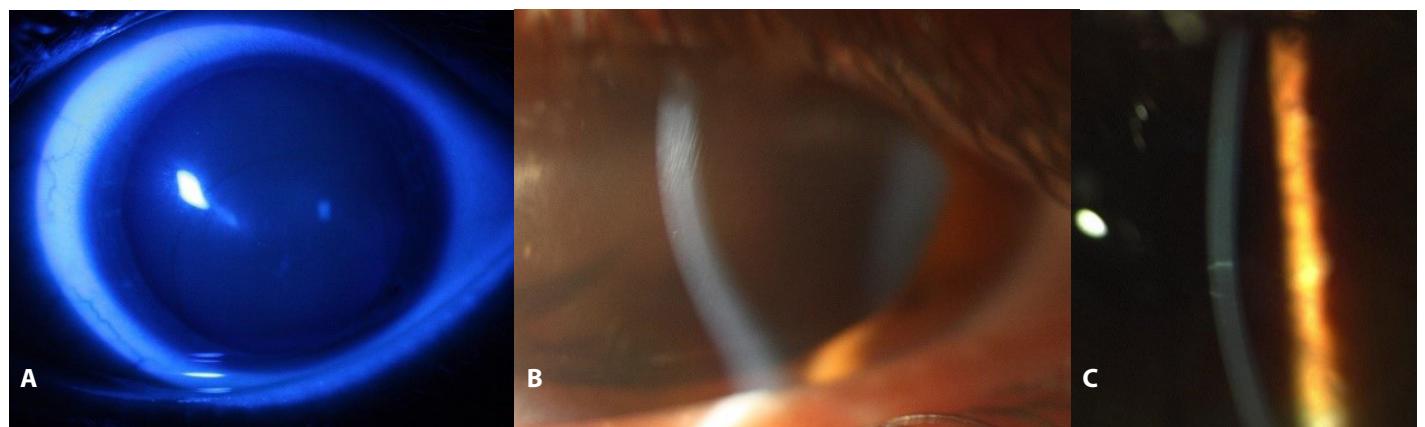


Figura 1. Anillo de Fleischer, Estrías de Vogt, leucomas corneales superficiales en Bowman.

- *Mapa de elevación posterior:* BFE posteriores >55D y elevaciones puntuales de la esfera posterior sobre la esfera de referencia >40 µm son muy sugestivas de queratocono.
- *Mapa de elevación anterior:* elevaciones puntuales de >15 µm respecto a la esfera de referencia anterior son sospechosas de queratocono.

Los parámetros paquimétricos y de elevación posterior son los más sensibles para detectar ectasias precoces. En los casos más evidentes, el mapa queratométrico, paquimétrico y de elevación posterior y anterior, muestran un mismo punto alterado que corresponde al ápex del cono. También es importante valorar el enantiomorfismo en los mapas: algunos pacientes con queratocono unilateral y formas frustres en el ojo contralateral nunca desarrollarán clínica, pero estará contraindicado cualquier tratamiento de ablación corneal.

Refracción

La refracción en el queratocono consta de las siguientes partes:

- Refracción objetiva (autorefractómetro o retinoscopía).
- Mejor agudeza visual corregida con lentes esferocilíndricas.
- Mejor agudeza visual corregida con lentes de contacto (silicona o rígido-gas permeables LCRGP).
- Mejor agudeza visual corregida con estenopeico: proporciona una estimación del efecto que las aberraciones ópticas provocan sobre la calidad visual del paciente.

Se practica una refracción objetiva mediante retinoscopía o autorefractómetro; y a partir de ésta, un subjetivo anotando la máxima agudeza visual obtenida. Si se consigue la corrección completa de la ametropía con lentes esferocilíndricas se trata de un caso de ectasia con bajo astigmatismo irregular. Si la máxima visión corregida no alcanza la unidad, lo ideal es graduar al paciente con lentes de contacto rígido-gas permeables (LRGP) ya que con ello se minimiza el astigmatismo irregular y es posible conocer el verdadero potencial visual del paciente. Si no se dispone de una unidad de contactología, como medida aproximativa se puede documentar la agudeza visual conseguida con la mejor corrección óptica (ya sea con lentes esfero-cilíndricas o con lentes de contacto) y el agujero estenopeico encima. Toda la mejora obtenida con el estenopeico, una vez corregido al paciente, se considera astigmatismo irregular no corregido.

La correcta refracción en los pacientes con queratocono representa un reto para los optometristas ya que su reproducibilidad

es inferior a la de los ojos normales¹⁻³. Aun así, es fundamental, ya que la corrección óptica es el primer escalón terapéutico para conseguir la rehabilitación visual. Además, la refracción permite valorar el grado de ambliopía y ayuda a diagnosticar la progresión de la enfermedad si se confirman las refracciones cambiantes a lo largo del tiempo.

Definición de progresión

Para definir progresión en las enfermedades ectásicas de la córnea es necesario tener en cuenta dos aspectos:

- *Historia natural de la enfermedad:* el queratocono comienza en la infancia o pubertad y progresó en grado variable hasta los 40 años. La degeneración marginal pelúcida empieza entre los 20 y 40 años y puede progresar durante toda la vida. La ectasia post-LASIK puede iniciarse en cualquier momento después del tratamiento con láser.
- *Reproducibilidad de las medidas topográficas y las refracciones:* los diferentes topógrafos que existen en la actualidad se basan en la reflexión de la imagen del disco de Placido asociado a una lámpara de hendidura (Orbscan IIz), o en el principio de Scheimpflug (Pentacam®), o en un disco de Placido asociado a un Scheimpflug (Sirius®, Galilei®). Por ello, y por la irregularidad corneal en las enfermedades ectásicas, no todos los topógrafos son igualmente reproducibles. Diferencias queratométricas de hasta 2D obtenidas con el Orbscan IIz, pueden ser errores en la reproducibilidad (errores aleatorios) y no permiten asegurar progresión⁴. En cambio, los topógrafos con tecnología Scheimpflug proporcionan datos más reproducibles⁵ y por lo tanto son más sensibles para confirmar la progresión.

Para mejorar la fiabilidad de los exámenes topográficos, los pacientes portadores de lentes blandas deberían abandonar su uso 2 semanas antes de realizar la topografía; y 1 mes antes en el caso de las LRGP, lo cual no siempre es posible por la limitación visual que representa para estos pacientes.

En general, se define progresión en base a 2 criterios:

- Criterio refractivo:
 - Aumento miopía/astigmatismo superior a 1 dioptría (>1D).

- Criterio topográfico:
 - Aumento de Kmáxima superior a 1 dioptría ($>1D$).
 - Reducción paquimetría mínima (*thinnest*) superior a $>30 \mu$ (10-20%).

La frecuencia del seguimiento (topografía y refracción) en los queratoconos varía en función del riesgo de progresión:

- Menores ≤ 20 años o frotadores compulsivos: cada 3 meses.
- Entre 20 y 30 años: cada 6 meses.
- Mayores >30 años: cada año.

Aunque no existe un consenso claro sobre los criterios de progresión, se consideran progresivos:

- Queratocono:
 - Todos los pacientes de edad ≤ 20 años.
 - Los mayores >20 años que cumplan los criterios de progresión.

- Degeneración marginal pelúcida de cualquier edad.
- Ectasia post-LASIK independientemente de la edad.

Tratamiento

Los tratamientos disponibles tienen 2 objetivos (Figura 3):

- Estabilizar la enfermedad:
 - Evitar factores que empeoran la enfermedad.
 - Detener la progresión: *cross-linking* (CCL).
- Rehabilitación visual:
 - Lentes de contacto.
 - Anillos intraestromales (ICRS).
 - Protocolo de Atenas (PRK + CCL).
 - Lentes intraoculares tóricas fáquicas.
 - Queratoplastia.

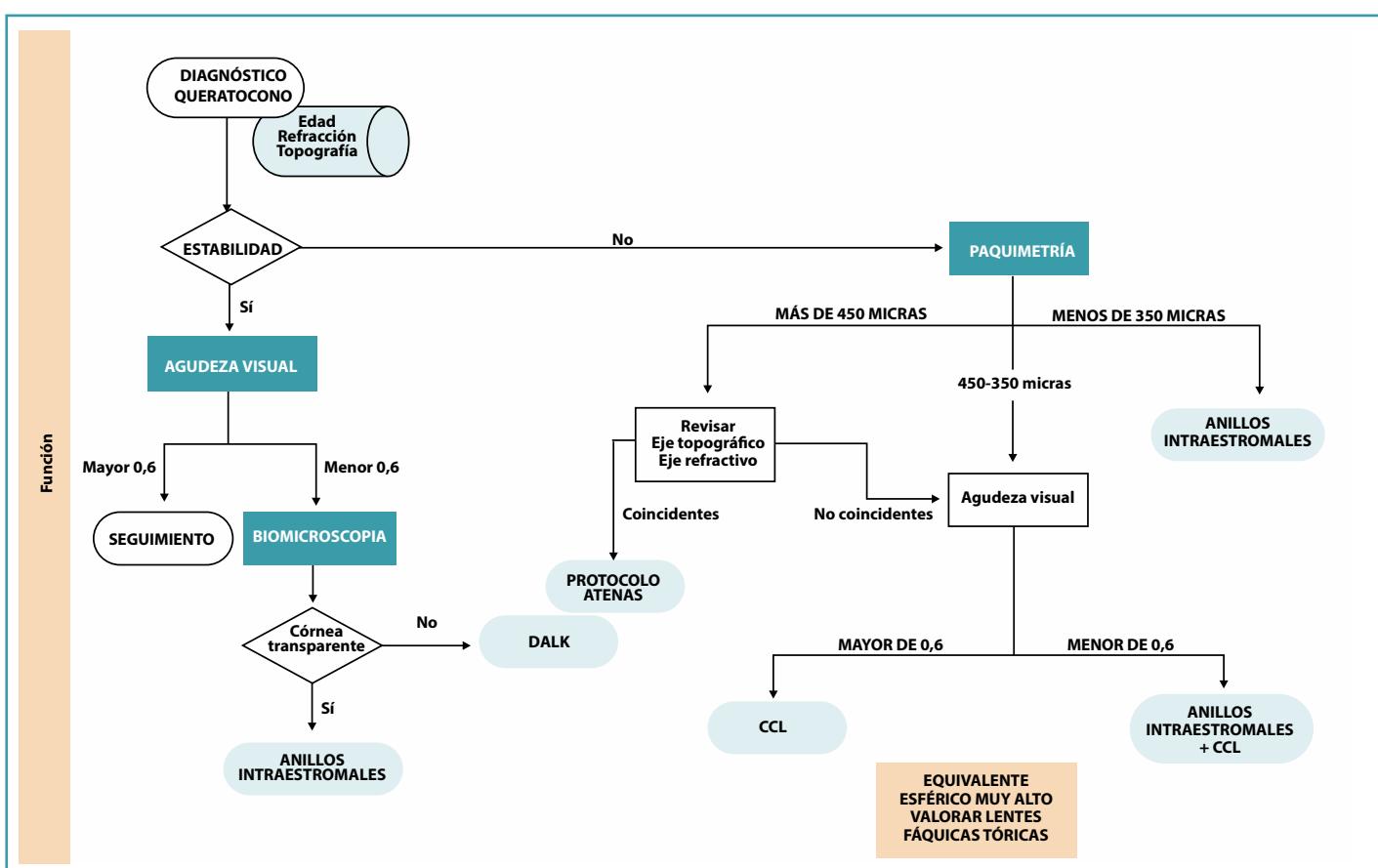


Figura 3. Algoritmo terapéutico del queratocono.

Estabilizar la enfermedad

Tratamiento tópico

Clásicamente el queratocono se ha considerado una enfermedad no inflamatoria de la córnea. Sin embargo estudios recientes han demostrado un importante papel de la inflamación en su fisiopatología, y que determinados tratamientos antiinflamatorios podrían ser útiles para frenar la progresión^{6,7}. Se pueden prescribir colirios antihistamínicos y corticoides en caso de signos claros de conjuntivitis alérgica y también ciclosporina 0,05 (2 veces al día).

Cross-linking

El cross-linking (CCL) se basa en la fotopolimerización de las fibras de colágeno del estroma mediante la utilización de una fuente de luz ultravioleta y riboflavina. La riboflavina actúa por un lado como agente sensibilizador potenciando la absorción de luz UVA por el estroma y por otro impidiendo su paso a estructuras más profundas del ojo como endotelio, cristalino y retina. Con ello se consigue alterar las propiedades biomecánicas de la córnea ectásica, proporcionando fuerza y rigidez al estroma corneal y evitar su adelgazamiento y protrusión.

Indicaciones

Pacientes con enfermedad progresiva y que no cumplan criterios que contraindiquen el tratamiento

Contraindicaciones

- Cicatrices corneales de cualquier causa.
- Daño epitelial previo.
- Paquimetría mínima con epitelio (*thinnest*) < 450 µm.

Procedimiento

Actualmente se aplica un protocolo acelerado *epi-off* (sin epitelio): bajo anestesia tópica se desepitelizan los 9 mm centrales de la córnea con alcohol absoluto diluido al 20% durante 30 segundos. A continuación se lava con suero fisiológico y se aplica riboflavina isoosmolar durante 20 minutos sobre la superficie de la córnea desepitelizada. Después se aplica la radiación ultravioleta a 9 mw/cm² durante 10 minutos, instilando una gota de riboflavina cada 2 minutos. Una vez finalizado el procedimiento se lava de nuevo con suero fisiológico, se coloca una lente de contacto terapéutica (LCT) y se instila una gota de antibiótico tópico.

Consideración en córneas delgadas

Cuando no se cumple el requisito imprescindible de paquimetría mínima de 450 µm con epitelio, en pacientes con enfermedad

progresiva, buena agudeza visual y córnea transparente, es posible aplicar otro protocolo de *cross-linking* con algunas modificaciones para no comprometer la seguridad de la técnica. Son necesarios estudios más exhaustivos para demostrar su efectividad en detener la progresión^{8,9}:

- CCL con riboflavina hipoosmolar: engrosaría el estroma corneal unas 20 µm.
- CCL transepitelial: no es preciso desepitelizar la córnea, con lo que se cuenta con 50 µm más de espesor corneal.
- CCL asistido con lente de contacto terapéutica con riboflavina¹⁰.

Es recomendable realizar una microscopía endotelial con recuento de células previa y al mes de la intervención para monitorizar la seguridad de la técnica en estos pacientes con córneas delgadas.

Tratamiento postoperatorio

- Moxifloxacino 1 gota/8h.
- Dexametasona 1 gota/8h.

Una vez epitelizada la córnea:

- Retirada del antibiótico y de la LCT.
- Pauta descendente de dexametasona hasta su suspensión al mes.
- Lágrimas artificiales a demanda.

Seguimiento

Biomicroscopía. Típicamente aparece un leve velamiento corneal (*haze*) atribuido a la muerte de los queratocitos y su posterior repoblación entre el segundo y el sexto mes tras el tratamiento. La desepitelización corneal podría jugar un papel importante en el desarrollo del *haze* postoperatorio. Su aparición no se correlaciona con la agudeza visual final del paciente^{11,12}.

Tomografía de coherencia óptica (OCT) de segmento anterior. Se realiza a partir de las 2 semanas, y es esperable detectar una línea de demarcación hiperreflexica a unas 280 µm de profundidad. Aunque no es imprescindible para garantizar la eficacia del tratamiento, se utiliza como indicador de la profundidad y extensión del estroma corneal tratado. La línea de demarcación con el *cross-linking* acelerado es más estrecha que con el *cross-linking* convencional. El grosor de la línea es directamente proporcional al tiempo de exposición a la radiación y al de impregnación con riboflavina¹³.

Topografía corneal

- Cambios precoces < 3 meses: son secundarios al efecto térmico por la propia naturaleza del tratamiento¹⁴ y al haze estromal. Esto podría proporcionar medidas topográficas inexactas, ya que los topógrafos dependen de la transparencia corneal¹⁴.
 - Aumento de la Kmáx y de la Km.
 - Disminución paquimétrica.
- Cambios tardíos:
 - Disminución de la Kmáx y Km¹⁵.
 - Recuperación paquimétrica alrededor del año.

Todos estos cambios varían en función del protocolo de *cross-linking* utilizado y pueden ser no significativos. En algunos casos, se observa una mejora de la irregularidad corneal y por tanto en la agudeza visual asociada a los cambios topográficos tardíos. Aunque no sea el objetivo del tratamiento, representa un efecto colateral positivo del mismo¹⁶.

Rehabilitación visual

Corrección óptica y lentes de contacto

Gafas o lentes de contacto de hidrogel de silicona

Se indican en los casos de enfermedad precoz con bajo grado de astigmatismo irregular.

Lentes de contacto rígido gas permeables (LCRGPs)

Son el tratamiento de elección para el 90% de los queratoconos. Cuando el astigmatismo irregular progresiva, estas lentes enmascaran la irregularidad corneal y proporcionan una superficie refractiva anterior regular. Existen tres diferentes filosofías a la hora de adaptar las lentes de contacto rígidas¹⁷:

- *Levantamiento apical*: la lente no está en contacto con el ápex del cono y se apoya en la periferia. Su principal ventaja es el menor riesgo de leucomas y erosiones, la desventaja es que dificultan el buen intercambio entre lágrima y oxígeno. En caso de ectasias avanzadas, el borde de la lente se moviliza fácilmente y se coloca en el eje óptico dificultando la visión.
- *Apoyo apical*: la zona óptica de la lente se apoya en el ápex del cono. La principal ventaja es que proporcionan mejor calidad visual. Como desventaja, existe mayor riesgo de inducir cicatrices corneales e intolerancia a largo plazo.

- *Apoyo de 3 puntos*: el apoyo de la lente sobre la superficie corneal se distribuye entre el ápex del cono y la periferia media de la córnea para minimizar el riesgo de leucomas centrales.

Lentes de contacto híbridas

Contienen una parte central rígido gas permeable y otra blanda de hidrogel de silicona. Su adaptación precisa un mínimo soporte en el ápex.

Lentes esclerales

Se apoyan en la esclera y no contactan con la córnea ni el limbo. Las limitaciones en su uso son el precio, el bajo intercambio de lágrima y la dificultad de inserción y extracción.

Sistema piggy-back

Con la aparición de las lentes de hidrogel de silicona se ha renovado el interés en el uso de lentes rígidas sobre lentes blandas. Éstas últimas suelen ser de uso diario, ofreciendo mejor tolerancia sin comprometer la permeabilidad al oxígeno.

Las lentes de contacto son el primer escalón terapéutico para la rehabilitación visual de los pacientes con enfermedad ectásica no progresiva. Cuando no se cuenta con un contactólogo para adaptar la LC, se confía en la voluntad del paciente para acudir a una óptica especializada. Esto no sólo limita el manejo no quirúrgico del paciente, sino que también se pierde una información valiosa para abordar otros tratamientos, como la indicación de anillos estromales.

Anillos intraestromales

El implante de anillos intraestromales es una técnica aditiva cuyo objetivo es aplatar la córnea central y regularizar la superficie anterior corneal. Inducen cambios geométricos y en el poder refractivo de la córnea: disminuyen los valores queratométricos, el astigmatismo irregular, las aberraciones ópticas y mejora la calidad visual de los pacientes. Hasta la fecha no se ha demostrado su eficacia en detener la progresión de la enfermedad¹⁸.

Los anillos intraestromales son anillos de polimetilmetacrilato (PMMA) que se implantan en el estroma corneal, existen diferentes tipos. Si no se dispone de láser de femtosegundo se pueden implantar mediante una técnica manual. Los anillos Keraring (Mediphacos®) existen en 2 modelos (SI-5 y SI-6) para implantar en diferentes zonas ópticas (5,0, 5,5 y 6,0 mm), de diferentes espesores y arcos de diámetro. Se considera que a mayor grosor del anillo y menor longitud de arco, se obtiene mayor efecto

de aplanación sobre la córnea. La disposición de las fibras de colágeno en el estroma de las córneas ectásicas no es igual al de las córneas sanas, por lo que se contempla un cierto grado de imprevisibilidad. Este procedimiento es reversible. Si el resultado no es el esperado, se pueden extraer los anillos, devolviendo a la córnea sus características iniciales.

Indicaciones

Queratoconos con astigmatismo irregular elevado no corregible con LCRGP, porque no es posible la adaptación o por intolerancia a la lente de contacto.

Contraindicaciones

- Córnea no transparente por cualquier causa: cicatrices en la membrana de Bowman o profundas por hidrops resueltos.
- Enfermedad atópica y frotadores compulsivos.
- Kmáx > 65D.

Limitación

Paquimetría a lo largo del túnel de implantación: No existe un mínimo valor paquimétrico definido, ya que existen anillos de diferentes espesores. Se colocan a 5 o 6 mm de la zona óptica y a una profundidad del 70-75% de la paquimetría más delgada a lo largo de todo el túnel de implantación, de forma que queden 2/3 de grosor estromal por encima y 1/3 por debajo.

Plan quirúrgico

Las características de los anillos a implantar (número, arco de longitud, espesor y posición) se deciden siguiendo el nomograma proporcionado por Mediphacos®. Se calcula a partir de los datos clínicos del paciente (refracción esfero-cilíndrica y patrón topográfico del cono). Esto supone una limitación, ya que la refracción no deja de ser un dato subjetivo y por lo tanto cambiante. En individuos con gran irregularidad corneal, la topografía puede ser poco fiable por su baja reproducibilidad. El eje del coma proporcionado por la aberrometría corneal ha demostrado un buen potencial a la hora de predecir el resultado visual postoperatorio^{19,20}.

Procedimiento quirúrgico

Los *kerarings* se implantan centrados respecto el eje visual y no en el centro de la córnea. Se marca el centro de la pupila siguiendo el reflejo de Purkinje cuando el paciente mira la luz del microscopio. A continuación, con el paciente en posición vertical, se marca el eje de la incisión previamente calculado según el nomograma de Mediphacos®. Se marca en la córnea (rotulador de violeta de

genciana) el lugar de la incisión y el trayecto del túnel. Esto servirá de guía a la hora de realizar la disección manual. Se calibra el cuchillete de diamante a la profundidad deseada y se realiza la incisión en el eje previamente marcado. Se disecan los primeros milímetros del túnel siguiendo la profundidad creada con el cuchillete de diamante con un disector corto proporcionado por la casa comercial específico. Tras colocar el anillo de succión y crear vacío para fijar el ojo, se realiza la disección del túnel en dirección horaria con el disector largo manteniendo el mismo plano. Si se van a colocar 2 anillos se diseña el segundo túnel con el disector de sentido antihorario. Se inserta el anillo (o los anillos) prestando especial atención a que queden alejados de la incisión inicial realizada con el cuchillete de diamante. Posteriormente se valora la necesidad de suturar la incisión con un punto de nylon de 10/0 y de colocar una LCT en función del grado de manipulación de la incisión y del estado del epitelio.

Es posible realizar el procedimiento bajo anestesia tópica. En pacientes jóvenes con pobre colaboración y cierto grado de ansiedad, es preferible el uso de anestesia peribulbar ya que la aplicación del vacío en el anillo de succión resulta molesta.

En el caso de utilizar disectores sin anillo de succión es necesario realizar el procedimiento bajo anestesia tópica, ya que se precisa la colaboración del paciente para poder movilizar el ojo en el momento de la disección de los túneles.

Tratamiento postoperatorio

Se retira la LCT cuando la córnea está epitelizada:

- Moxifloxacino 1 gota/ 8h 1 semana.
- Dexametasona 1 gota/ 8h 1 semana y pauta descendente posterior.

Seguimiento

- **Biomicroscopía.** La tolerancia es buena. Si la implantación es suficientemente profunda, una vez epitelizada la incisión no suelen dar más molestias. Se ha descrito la aparición de depósitos blanquecinos intraestromales (Figura 4) en el interior del túnel sin repercusión clínica con el paso del tiempo²¹.
- **Refracción.** Se produce una disminución en el equivalente esférico y una mejora de la agudeza visual no corregida y corregida, por la reducción del astigmatismo irregular y de las aberraciones de alto orden.

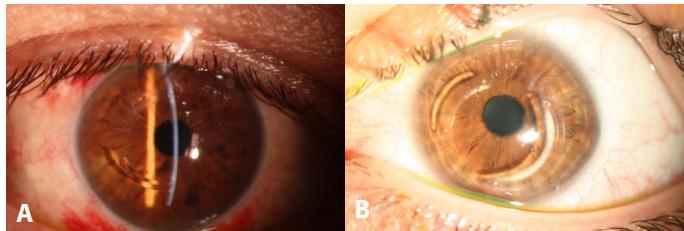


Figura 4A: Primer día postoperatorio del implante de anillo. **Figura 4B:** Depósitos blanquecinos intraestromales al cabo de un año y medio de realizar el implante.

- *Topografía corneal.* Normalmente los cambios refractivos y topográficos van en la misma dirección: se observa una disminución de la Km y Kmáx. No se detectan cambios paquimétricos ni en el mapa de elevación posterior. La mayoría de los cambios aparecen en los 6 primeros meses del postoperatorio, aunque pueden producirse hasta el año.
- *OCT de segmento anterior.* Resulta muy útil para comprobar la profundidad a la que ha quedado implantado el anillo. Lo ideal es que estén a un mínimo de un 70% de profundidad del estroma corneal en todo su trayecto (Figura 5).

Protocolo de Atenas

Consiste en la combinación de 2 tratamientos: queratectomía fotorrefractiva (PRK) con el objetivo de regularizar la superficie anterior de la córnea, disminuir las aberraciones de alto orden y mejorar la calidad óptica, junto con *cross-linking* para frenar la progresión de la ectasia. La combinación de estos dos procedimientos ha demostrado ser segura y efectiva para el tratamiento de queratoconos poco avanzados²². En ningún caso pretende corregir todo el defecto refractivo.

Indicaciones

Queratocono progresivo con mala visión corregida que cumpla todos los siguientes criterios:

- Thinnest mínimo 450 μm (sin epitelio).
- Coincidencia entre el eje refractivo y topográfico.
- Equivalente esférico $<6\text{D}$.
- Córnea transparente.
- Conos centrales.

Contraindicaciones

- Cualquier causa que contraindique el *cross-linking*.

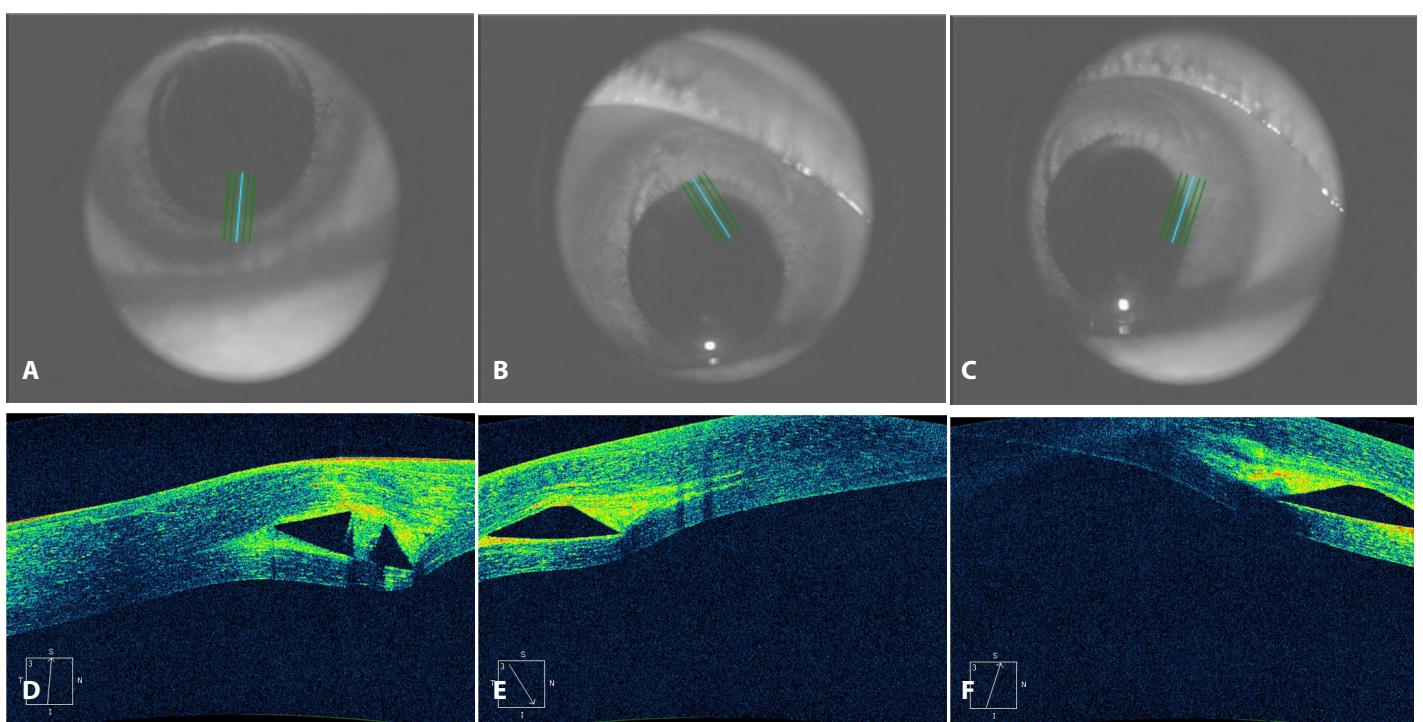


Figura 5. Evaluación de la profundidad de implante de los ICR con OCT anterior en todo su trayecto.

- Paquimetría mínima <450 µm sin epitelio.
- Paquimetría mínima (*Thinnest*) prevista tras el tratamiento inferior a 400 µm.

Procedimiento

Consta de cuatro pasos:

- Desepitelización corneal de los 9 mm corneales centrales con alcohol al 20% durante 20 segundos.
- Queratectomía fotorrefractiva (PRK): Ablación estromal superficial con láser Excimer guiada por topografía.
- Aplicación de mitomicina C al 0,02% durante 20 segundos sobre la córnea ablacionada.
- *Cross-linking* convencional (3 mw/cm² 30 min), también puede ser acelerado²³.

Al final del procedimiento se coloca una LCT. La ablación máxima se sitúa alrededor de 40 µm y el mínimo espesor corneal residual debe ser de 400 µm.

Tratamiento postoperatorio

- Moxifloxacino 1 gota/8h.
- Dexametasona 1 gota/ 6h.

Una vez epitelizada la córnea

- Retirada del antibiótico y de la LCT.
- Dexametasona 1 gota/6h 2 semanas y pauta descendente hasta retirada al mes.
- Lágrimas artificiales a demanda.

Seguimiento

- *Refracción*. La reducción del equivalente esférico está limitada por la máxima ablación corneal practicada; no así la agudeza visual máxima obtenida. Ésta puede ser mayor ya que la afectación visual estaba producida por un astigmatismo irregular no mejorable con corrección óptica.
- *OCT de segmento anterior*. Aparece una línea de demarcación igual que al realizar sólo *cross-linking*. Sus características dependen del tipo de *cross-linking* aplicado (convencional o acelerado).
- *Biomicroscopía*. Haze corneal de características similares al inducido por el *cross-linking*.
- *Topografía corneal*:
 - Mapa queratométrico: mejora de la Km y Kmáx.

- Mapa paquimétrico: disminución mantenida, ya que se realiza ablación corneal.

Lentes intraoculares tóricas fáquicas

Indicaciones

Se reservan para casos muy seleccionados con las siguientes características:

- Conos centrales.
- Alto equivalente esférico.
- Bajo astigmatismo irregular: coincidencia entre eje topográfico, refractivo y queratométrico
- Enfermedad no progresiva.
- Córnea transparente.

Tipo de lente intraocular

- Lentes de soporte iridiano.
- Lentes fáquicas de cámara posterior (*Implantable collamer lens ICL*)²⁴.

Queratoplastia

Indicaciones

Queratoconos que precisan rehabilitación visual por baja AV, y en los que están contraindicados los tratamientos previamente descritos. Suelen corresponder a casos muy evolucionados con hidrops previos y leucomas corneales centrales residuales, o a pacientes portadores de LCRGP con cicatrices apicales corneales.

Procedimiento

- Tamaño del injerto 0,25 mm mayor que el receptor.
- Siempre es preferible realizar una queratoplastia lamelar anterior a una penetrante.
- Técnica quirúrgica:
 - Pacientes con leucomas superficiales: queratoplastia lamelar anterior profunda (DALK) mediante la técnica de *big bubble*.
 - Pacientes con hidrops previos: DALK mediante disección manual para minimizar el riesgo de perforación de la membrana de Descemet²⁵⁻²⁷.
 - En caso de perforación amplia de la Descemet: re-conversión a queratoplastia penetrante.

También se ha propuesto el trasplante de la membrana de Bowman para casos de queratocono avanzado con la intención de retrasar la queratoplastia. Por el momento, sus indicaciones y los resultados están por definir^{28,29}.

Conclusiones

El tratamiento del queratocono ha evolucionado mucho en los últimos años. En el pasado sólo se disponía de las lentes de contacto para mejorar la visión y de la queratoplastia penetrante cuando la enfermedad progresaba. Actualmente no sólo es posible detener la progresión de la enfermedad, sino que se dispone de muchas herramientas terapéuticas para mejorar la agudeza visual de los individuos afectos.

La línea divisoria entre procedimiento refractivo y terapéutico en las ectasias corneales es ambigua. Los pilares básicos del diagnóstico y tratamiento como la contactología, la aberrometría y la ablación con PRK no están al alcance de forma reglada en el sistema público. Aún se está lejos de la unificación de criterios terapéuticos por la rápida evolución de los diferentes tratamientos, por la variabilidad morfológica del queratocono, y por las cortas series de casos manejados en cada centro. Sería interesante consensuar los criterios terapéuticos de cada hospital para optimizar los resultados obtenidos tras estos tratamientos.

Bibliografía

1. Raasch TW, Schechtman KB, Davis LJ, Zadnik K; CLEK Study Group. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus Study. Repeatability of subjective refraction in myopic and keratoconic subjects: results of vector analysis. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2001;21(5):376-83.
2. Davis LJ, Schechtman KB, Begley CG, Shin JA, Zadnik K. Repeatability of refraction and corrected visual acuity in keratoconus. The CLEK Study Group. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus. *Optom Vis Sci.* 1998;75(12):887-96.
3. Gordon MO, Schechtman KB, Davis LJ, McMahon TT, Schornack J, Zadnik K. Visual acuity repeatability in keratoconus: impact on sample size. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. *Optom Vis Sci.* 1998;75(4):249-57.
4. Emmanuel Guibert, MD; Alain Saad, MD; Maud Elluard, MD; Alice Grise-Dulac, MD; Hélène Rouger, OD; Damien Gatinel, MD. Repeatability of Keratometry Measurements Obtained With Three Topographers in Keratoconic and Normal Corneas. *J Refract Surg.* 2016;32(3):187-92.
5. Shetty R, Arora V, Jayadev C, Nuijts RM, Kumar M, Puttaiah NK, Kummelil MK. Repeatability and agreement of three Scheimpflug-based imaging systems for measuring anterior segment parameters in keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55(8):5263-8.
6. 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.
7. Galvis V, Sherwin T, Tello A, Merayo J, Barrera R, Acera A. Keratoconus: an inflammatory disorder? *Eye (Lond).* 2015;29:843-59.
8. Chen X, Stojanovic A, Eidet JR, Utheim TP. Corneal collagen cross-linking (CXL) in thin corneas. *Eye Vis (Lond).* 2015;2:15.
9. Padmanabhan P, Dave A. Collagen cross-linking in thin corneas. *Indian J Ophthalmol.* 2013;61(8):422-4.
10. Jacob S, Kumar DA, Agarwal A, Basu S, Sinha P, Agarwal A. Contact lens-assisted collagen cross-linking (CACXL): A new technique for cross-linking thin corneas. *J Refract Surg.* 2014;30(6):366-72.
11. Mazzotta C, Hafezi F, Kymionis G, Caragiuli S, Jacob S, Traversi C, Barabino S, Randleman JB. In Vivo Confocal Microscopy after Corneal Collagen Crosslinking. *Ocul Surf.* 2015;13(4):298-314.
12. Greenstein SA, Fry KL, Bhatt J, Hersh PS. Natural history of corneal haze after collagen crosslinking for keratoconus and corneal ectasia: Scheimpflug and biomicroscopic analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(12):2105-14.
13. Medeiros CS, Giacomin NT, Bueno RL, Ghanem RC, Moraes HV Jr, Santhiago MR. Accelerated corneal collagen crosslinking: Technique, efficacy, safety, and applications. *J Cataract Refract Surg.* 2016; 42(12):1826-1835.
14. Hashemi H, Fotouhi A, Miraftab M, Bahrmandy H, Seyedian MA, Amanzadeh K, Heidarian S, Nikbin H, Asgari S. Short-term comparison of accelerated and standard methods of corneal collagen crosslinking. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(3):533-40.
15. Tomita M, Mita M, Huseynova T. Accelerated versus conventional corneal collagen crosslinking. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(6):1013-20.
16. Raiskup F, Theuring A, Pillunat LE, Spoerl E. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A light in progressive keratoconus: ten-year results. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(1):41-6.
17. Maharana PK, Dubey A, Jhanji V, Sharma N, Das S, Vajpayee RB. Management of advanced corneal ectasias. *Br J Ophthalmol.* 2016 Jan;100(1):34-40. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307059. Epub 2015 Aug 20.
18. Vega-Estrada A, Alió JL, Plaza-Puche AB. Keratoconus progression after intrastromal corneal ring segment implantation in young patients: Five-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2015 Jun;41(6):1145-52. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.08.045.
19. Alfonso JF, Lisa C, Merayo-Lloves J, Fernández-Vega Cueto L, Montés-Micó R. Intrastromal corneal ring segment implantation in paracentral keratoconus with coincident topographic and coma axis. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(9):1576-82.
20. Piñero DP, Alió JL, El Kady B, Coskunseven E, Morbelli H, Uceda-Montanes A, Maldonado MJ, Cuevas D, Pascual I. Refractive and aberrometric outcomes of intracorneal ring segments for keratoconus: mechanical versus femtosecond-assisted procedures. *Ophthalmology.* 2009;116(9):1675-87.
21. Colin J. European clinical evaluation: use of Intacs for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(5):747-55.
22. Kymionis GD, Portaliou DM, Kounis GA, Limnopoulos AN, Kontadakis GA, Grentzelos MA. Simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy followed by corneal collagen cross-linking for keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2011;152(5):748-55.

23. Abou Samra WA, El Emam DS, Farag RK, Abouelkheir HY. Simultaneous versus Sequential Accelerated Corneal Collagen Cross-Linking and Wave Front Guided PRK for Treatment of Keratoconus: Objective and Subjective Evaluation. *J Ophthalmol*. 2016;2016:2927546.
24. Alió JL, Peña-García P, Abdulla G F, Zein G, Abu-Mustafa SK. Comparison of iris-claw and posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lenses in keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2014; 40(3):383-94.
25. Chew AC, Mehta JS, Tan DT. Deep lamellar keratoplasty after resolution of hydrops in keratoconus. *Cornea*. 2011;30(4):454-9.
26. Fuest M, Mehta JS. Strategies for Deep Anterior Lamellar Keratoplasty After Hydrops in Keratoconus. *Eye Contact Lens*. 2017 Mar 21.
27. Parker JS, van Dijk K, Melles GR. Treatment options for advanced keratoconus: A review. *Surv Ophthalmol*. 2015;60(5):459-80.
28. van Dijk K, Liarakos VS, Parker J, Ham L, Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Melles GR. Bowman layer transplantation to reduce and stabilize progressive, advanced keratoconus. *Ophthalmology*. 2015;122(5):909-17.
29. van Dijk K, Parker J, Tong CM, Ham L, Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Melles GR. Midstromal isolated Bowman layer graft for reduction of advanced keratoconus: a technique to postpone penetrating or deep anterior lamellar keratoplasty. *JAMA Ophthalmol*. 2014;132(4):495-501. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2013.5841.