Queratoplastia penetrante en el queratocono
Penetrating keratoplasty in keratoconus

O. Gris Castellón, M. Barbany Rodríguez, JL. Güell Villanueva

Resumen

En la actualidad, la cirugía indicada en casos de queratocono es la queratoplastia lamelar anterior profunda (DALK, *Deep Anterior Lamellar Keratoplasty*). Las principales indicaciones de queratoplastia penetrante (QP) en el queratocono son la perforación central o la macroperforación de la membrana de Descemet durante la disección estromal en una DALK o por la presencia previa de hidrops corneal. El trépano de la córnea receptora se escogerá en función de la extensión del cono y del diámetro corneal total. De manera general, se escogerá un trépano que sea 0,25-0,50 mm mayor para la córnea donante que para la receptora. La técnica de sutura debe ajustarse para evitar la presencia de escalones en la interfase donante-receptor y así facilitar la epitelización corneal del injerto donante. En pacientes jóvenes o corticorrespondedores, es de especial utilidad el uso de inmunosupresores tópicos (por ejemplo, ciclosporina, tacrolimus) como tratamiento preventivo del rechazo endotelial a largo plazo. La QP en queratocono cuenta con una larga experiencia. Se han descrito buenos resultados visuales y de supervivencia del injerto a largo plazo. Asimismo, la cirugía (tanto penetrante, como lamelar) no exime de la posibilidad de progresión de la enfermedad en la córnea receptora.

Resum

Actualment, la cirurgia indicada en casos de queratocon és la queratoplastia lamel.lar anterior profunda (DALK, *Deep Anterior Lamellar Keratoplasty*). Les principals indicacions de queratoplastia penetrant (QP) en queratocon són la perforació central o macroperforació de la membrana de Descemet durant la dissecció estromal en una DALK o per la presència d'hidrops cornial previ. El trepà de la còrnia receptora s'escull en funció de l'extensió del con i del diàmetre cornial total. De manera general, s'escollirà un trepà 0,25-0,50 mm major per la còrnia donant que per la receptora. La tècnica de sutura haurà d'evitar la presència de graons en la interfase donant-receptor per així facilitar l'epitelització cornial de l'injert donant. En pacients joves o cortico-responedors és d'especial utilitat l'ús d'immunosupressors tòpics (per exemple, ciclosporina, tacrolimus) com a tractament preventiu del rebuig endotelial a llarg termini. Es te una llarga experiència en l'ús de QP per queratocon. S'han descrit bons resultats visuals i de supervivència de l'injert a llarg termini. Tanmateix, la cirurgia (tant penetrant, com lamel.lar) no descarta la possibilitat de progressió de la malaltia a la còrnia receptora.

Abstract

Nowadays, deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) is the preferred surgical aproach in keratoconus. The main indications for penetrating keratoplasty (KP) in keratoconus are a central or extense descemet membrane's perforation during the performance of a lamellar aproach or due to a previous corneal hydrops. The host trephine will be chosen based on the conus extension and the host limbal white-to-white measurement. In general, the donor trephine will be 0.25-0.50 larger than the host trephine. The suturing technique should avoid steps in the graft-host junction in order to promote the epithelization of the donor cornea. In young patients or patients with raised IOP secondary to the use of corticosteroids, topical inmunosupressors (for example, ciclosporine, tacrolimus) can be a good alternative to prevent the long term endothelial rejection. There is a long experience with PK in keratoconus. Good visual results and long term graft survival rates have been reported. However, surgery (either KP or DALK) does not prevent from the possibility of the disease progression in the host cornea.

7. Queratoplastia penetrante en el queratocono

Penetrating keratoplasty in keratoconus

O. Gris Castellón[1], M. Barbany Rodríguez[1,2], JL. Güell Villanueva[1]

[1]Oftalmólogo. Departamento de Córnea, Catarata y Cirugía Refractiva. Instituto de Microcirugía Ocular. Barcelona.
[2]Oftalmólogo. Departamento de Córnea, Catarata y Cirugía Refractiva. Hospital Universitari Mútua de Terrassa. Barcelona.

Correspondencia:
Oscar Gris Castellón
E-mail: gris@imo.es

Introducción

En los últimos años, el número de queratoplastias que se realizan a los pacientes con queratocono se ha reducido significativamente, debido a la aparición y desarrollo de otras opciones terapéuticas. El *cross-linking* corneal permite detener la progresión de formas tempranas de queratocono que ya no precisarán de una queratoplastia, y los segmentos intraestromales y las nuevas lentes de contacto (rígidas, híbridas o esclerales) permiten corregir satisfactoriamente a cada vez un número mayor de pacientes. Sin embargo, el queratocono sigue siendo la principal causa de queratoplastia en pacientes jóvenes.

Con respecto a las queratoplastias, en las últimas dos décadas, se ha visto cómo las técnicas lamelares han ido sustituyendo a la queratoplastia penetrante en todas aquellas patologías en las que no se encuentran alteradas todas las capas de la córnea. La queratoplastia lamelar anterior profunda es una técnica quirúrgica más segura que la queratoplastia penetrante, ya que elimina el riesgo de rechazo endotelial y permite la posibilidad de un futuro recambio del botón corneal trasplantado, manteniendo el endotelio del receptor. Por estos motivos, en los pacientes con queratocono, la técnica de elección debe ser, siempre que se pueda, la queratoplastia lamelar anterior profunda, que será tratada en otro capítulo de esta monografía. Y la queratoplastia penetrante en el queratocono ha sido relegada a una técnica, prácticamente de rescate, para aquellos casos en los que no se puede realizar una cirugía lamelar.

Indicaciones

Como se ha comentado, siempre que se pueda, se debe realizar una queratoplastia lamelar anterior profunda en los pacientes con queratocono. Sin embargo, existen algunas situaciones en las que puede ser necesario realizar una queratoplastia penetrante (Figura 1):

- Perforación corneal durante la disección estromal de una DALK.
- Hidrops previo con rotura central e importante en la membrana de Descemet.
- Ectasias muy importantes.

Perforación corneal durante la disección estromal de una DALK

A continuación se aborda la perforación corneal durante la disección estromal de una DALK, que impide realizar una cirugía lamelar. Durante la disección estromal profunda de una DALK, se puede tener, accidentalmente, una perforación corneal. Si

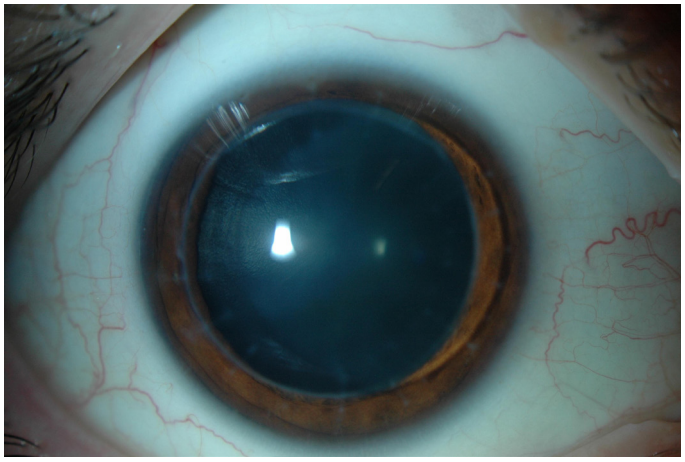

Figura 1. Queratoplastia penetrante en queratocono.

la perforación es de pequeño tamaño y permite mantener la cámara anterior llena de aire, sin que éste se escape, se trata de una microperforación y se puede continuar con la DALK. Hay que continuar con la disección, alejándose de la zona de perforación y realizando los movimientos de tracción de manera cuidadosa, y siempre hacia la zona de rotura, para que esta no se amplíe. Si la perforación es paracentral o periférica, se pueden dejar unas finas capas de estroma sobre ella, para ayudar a mantenerla cerrada, sin que afecte de manera significativa a la visión postoperatoria. Si, por el contrario, se sufre una macroperforación que impide mantener el aire en la cámara anterior, la actitud es reconvertir a una queratoplastia penetrante. Como se verá más adelante, los resultados de la queratoplastia penetrante en el queratocono son buenos. Intentar realizar una DALK en caso de macroperforación, con frecuencia, lleva a complicaciones postoperatorias, como la doble cámara anterior, y a reintervenciones con mal resultado anatómico o funcional.

Hidrops previo con rotura central e importante en la membrana de Descemet

Como se ha comentado previamente, siempre que se pueda, se debe optar por la cirugía lamelar, pero no a cualquier precio. En casos de hidrops previo periférico (o no muy central), es posible realizar una cirugía lamelar con una técnica cuidadosa, incluso dejando unas finas capas de estroma sobre la zona de rotura de Descemet previa. Pero, en casos de rotura central, puede no ser posible realizar este tipo de cirugía, y mantener zonas de estroma fibrótico o con una disección irregular en el centro de la córnea va a condicionar la visión postoperatoria del paciente. En casos de queratocono con hidrops corneal previo, en los que se intente realizar una queratoplastia lamelar anterior profunda, hay que realizar una disección muy cuidadosa para evitar la perforación. En estos casos, muchos autores recomiendan realizar directamente una disección lamelar por planos, evitando técnicas como la "gran burbuja", en las que el aire inyectado a presión puede perforar la membrana de Descemet ya alterada.

Ectasias muy importantes

Hay casos de ectasias muy importantes con adelgazamiento estromal severo en la córnea periférica. En estos pacientes, la trepanación parcial puede ya perforar en las zonas de adelgazamiento extremo. Además, el poco grosor estromal que queda en la córnea receptora impide nivelarla en la superficie con un botón corneal donante de espesor normal (que además suele encontrarse edematizado en el momento de la cirugía). Esta desproporción entre el grosor corneal donante y el receptor puede dar lugar a un escalón que dificulte la epitelización del botón.

Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica de queratoplastia penetrante en los ojos con queratocono avanzado presenta una serie de particularidades con respecto a otras indicaciones de queratoplastia, que son debidas a la ectasia corneal.

Tamaño del trépano corneal para el receptor

En primer lugar, es importante delimitar correctamente el área de ectasia corneal, ya que, con frecuencia, el cono está desplazado inferiormente y el tamaño de la trepanación debe intentar incluir la mayor parte posible del área ectásica, con el fin de evitar una enfermedad recurrente o residual[1]. Así pues, el diámetro corneal del receptor y la extensión del cono marcarán la elección del trépano, que habitualmente estará entre 7,5 y 8,5 mm. Hay que tener en cuenta que en ectasias severas o en presencia de opacidades por fibrosis o hidrops, la topografía corneal no será fiable, y habrá que planificar la cirugía en base a la exploración con lámpara de hendidura[2,3] (Figura 2). En estos casos avanzados, los mapas paquimétricos obtenidos por tomografía de coherencia óptica pueden ser de utilidad, aunque hay que tener en cuenta

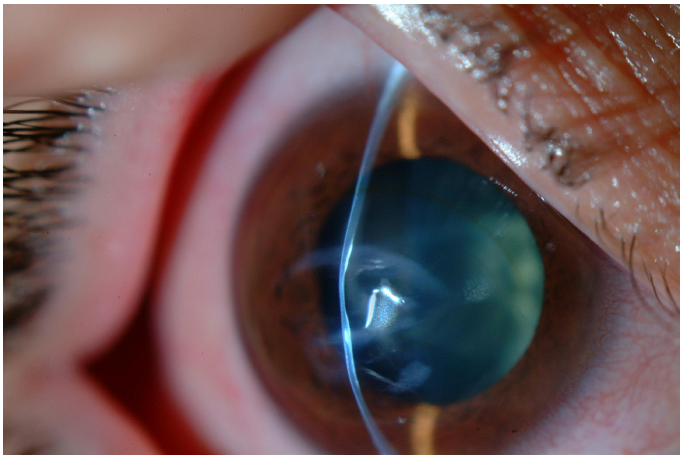

Figura 2. Imagen con lámpara de hendidura que permite la valoración de la extensión del cono, el grado de adelgazamiento estromal focal y el grado de opacidad generado en las diferentes capas corneales.

que tienden a infraestimar las medidas y que, si la opacidad es muy densa, tampoco serán fiables[4].

Tamaño del botón corneal donante

En general, se suele escoger un trépano que sea 0,25-0,50 mm mayor para la córnea donante que para la receptora. Esto se debe a la disparidad originada por el mismo trépano en función de si corta por la cara epitelial o endotelial[5].

En algunos casos de ectasia severa o longitud axial elevada, se puede escoger el mismo tamaño de trépano con el fin de reducir la miopía postoperatoria[6,7]. Sin embargo, hay que tener en cuenta que un aplanamiento corneal excesivo puede provocar problemas de superficie ocular y dificultades en la adaptación de lentes de contacto rígidas; a su vez, una falta de tejido donante puede causar problemas en la estanqueidad de las suturas. Por ello, se debe evitar reducir en exceso el tamaño de botón corneal donante en ojos con longitudes axiales o cavidades vítreas cortas o incluso normales[8-11].

Técnica de sutura

De manera general, se puede utilizar el tipo de técnica de sutura preferida por el cirujano: suturas interrumpidas, continuas (simples o dobles) o combinadas. Sin embargo, se recomienda el uso exclusivo de suturas interrumpidas en los siguientes casos: queratoplastias en edad pediátrica, vascularización de la córnea receptora, rechazos múltiples previos, procesos inflamatorios concomitantes o injertos descentrados hacia el área limbar. Las suturas se suelen dejar entre 12-18 meses y se pueden retirar completa o parcialmente en función del astigmatismo residual.

La técnica de sutura debe evitar escalones entre el tejido donante y el receptor, para así facilitar la epitelización e integración de ambos. De manera general, el pase de la sutura debe incluir el 90% de espesor, tanto en el donante como en el receptor, de manera que la membrana de Bowman en ambos tejidos quede nivelada. Sin embargo, en la mayoría de los casos en los que se realiza una queratoplastia penetrante, existe una gran disparidad entre el grosor de tejido donante y la córnea periférica receptora, por lo que se deberá modificar la técnica de sutura. En estos casos, la sutura incluirá entre un 50-70% del espesor anterior de la córnea donante y un 95% del espesor de la córnea receptora para aproximar la membrana de Bowman de ambos tejidos[2].

Tratamiento postoperatorio

El manejo postoperatorio de la queratoplastia penetrante en queratocono no difiere del que se realiza para otras indicaciones. El tratamiento médico se basa en pautas de corticoides tópicos cuya posología se va descendiendo progresivamente hasta dejar unas dosis de mantenimiento bajas, además de antibióticos tópicos mientras haya defectos epiteliales corneales. En caso de rechazos múltiples previos o patologías de base inflamatoria o autoinmune, se puede considerar el uso de medicación sistémica inmunosupresora concomitante.

La retirada de suturas depende de varios factores, entre ellos el tipo de sutura (continua, interrumpida, doble o simple), pero, de manera general, se suele esperar en torno a 12 meses para asegurar una correcta cicatrización. En función del astigmatismo residual postoperatorio, se pueden retirar todas las suturas o dejar alguna. Asimismo, como en el resto de queratoplastias, los defectos refractivos residuales se pueden compensar con una corrección óptica en gafas, una adaptación de lentes de contacto rígidas, lentes intraoculares fáquicas o pseudofáquicas, incisiones arcuatas o reapertura de la incisión realizada durante la queratoplastia, resecciones en cuña o ablaciones con láser de excímero.

Como consideraciones especiales a tener en cuenta en el queratocono, destacan los siguientes puntos:

- La menor necesidad de dosis altas de cortisona tópica, debido al menor riesgo de rechazo en el queratocono respecto a otras enfermedades que precisan una queratoplastia penetrante.
- La necesidad de restringir el uso de cortisona a largo término, debido al perfil de paciente joven, con cristalino claro y en ocasiones, corticorrespondedor. En estos casos, se suelen introducir agentes inmunosupresores tópicos, como la ciclosporina o el tacrolimus como tratamientos a largo plazo.

Los casos de queratocono severo que requieran injertos de 8,5 mm o que precisen ser ligeramente descentrados hacia el área perilimbar por un adelgazamiento periférico importante, tendrán un riesgo de rechazo mayor, por lo que se deberá ajustar el tratamiento postoperatorio en consonancia. Si el descentramiento es muy importante y genera un alto astigmatismo irregular que no puede ser corregido con una lente de contacto rígida, el paciente podrá llegar a necesitar una segunda queratoplastia centrada en el eje visual por razones ópticas.

Resultados

Aunque, en la actualidad, la técnica de elección para el queratocono es la queratoplastia lamelar anterior profunda, la queratoplastia penetrante cuenta con una larga experiencia y con buenos resultados a largo plazo.

Al revisar la bibliografía, se observa que, durante décadas, la mayoría de trabajos describen una tasa de éxito a largo plazo (en cuanto a la transparencia del injerto) de alrededor del 95%[12-14]. Fukuoka et al. publicaron una probabilidad acumulada de supervivencia del injerto a los 10, 20 y 25 años después de la QP del 98,8, del 97,0 y del 93,2%, respectivamente, demostrando que la tasa de supervivencia del injerto disminuye progresivamente a lo largo de los años, aunque de manera muy lenta[15].

Los resultados en cuanto a la recuperación visual también han sido muy positivos. Varios estudios han descrito agudezas visuales mejor corregidas de ≥ 20/40 en el 73,2% de los pacientes operados con un tiempo de seguimiento medio de 14 años[16,17].

Por otro lado, el riesgo de sufrir algún episodio de rechazo oscila entre el 10 y el 30%, según las series[18,19], y suele darse sobre todo en los dos primeros años[15-17]. Especialmente, en casos de retrasplante, se han descrito peores tasas de supervivencia y peores resultados visuales en comparación con injertos primarios[20]. Aunque muchos de estos pacientes trasplantados son jóvenes y pueden sufrir episodios de rechazo endotelial, suelen responder muy bien al tratamiento con corticoides, y es poco frecuente que la córnea acabe descompensándose si se instaura el tratamiento. No hay que olvidar que el endotelio de estos pacientes no se encuentra alterado por el queratocono, y conservan, por tanto, una buena reserva endotelial en la córnea periférica receptora que ayude a repoblar el botón donante en caso de necesidad. Muchos de estos pacientes trasplantados presentan una densidad de células endoteliales reducida unos años después del trasplante, pero conservan la córnea transparente durante décadas.

El principal problema a largo plazo en estos pacientes no es la pérdida de transparencia de la córnea, sino la progresión tardía del astigmatismo. Es frecuente observar un aumento progresivo del astigmatismo a largo plazo en ojos con queratocono que han sido trasplantados, especialmente a partir de los diez años de la cirugía[1]. Aunque a veces se habla de recurrencia del queratocono, en realidad se debe a una progresión del mismo queratocono en la córnea receptora periférica. Aunque con las técnicas lamelares no hay tantos años de experiencia y seguimiento como con la queratoplastia penetrante, esta progresión del queratocono en la córnea periférica receptora probablemente ocurra de un modo similar.

Bibliografía

1. Álvarez de Toledo JA, de la Paz MF, Barraquer RI, Barraquer J. Long-term progression of astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus. Evidence of late recurrence. *Cornea.* 2003;22:317-23.
2. Arnalich-Montiel F, Alió Del Barrio JL, Alió JL. Corneal surgery in keratoconus: which type, which technique, which outcomes? *Eye Vis.* 2016;3:2.
3. Belin MW, Villavicencio OF, Ambrósio RR Jr. Tomographic parameters for the detection of keratoconus: suggestions for screening and treatment parameters. *Eye Contact Lens.* 2014;40:326-30.
4. Fan R, Chan TC, Prakash G, Jhanji V. Applications of corneal topography and tomography: a review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2018;46:133-46.
5. Olson RJ. Variation in corneal graft size related to trephine technique. *Arch Ophthalmol.* 1979;97:1323-5.
6. Wilson SE, Bourne WM. Effect of recipient-donor trephine size disparity on refractive error in keratoconus. *Ophthalmology.* 1989;96:299-305.
7. Javadi MA, Mohammadi MJ, Mirdehghan SA, Sajjadi SH. A comparison between donor-recipient corneal size and its effect on the ultimate refractive error induced in keratoconus. *Cornea.* 1993;12:401-5.

8. Lanier JD, Bullington RH Jr, Prager TC. Axial length in keratoconus. *Cornea.* 1992;11:250-4.
9. Tuft SJ, Fitzke FW, Buckley RJ. Myopia following penetrating keratoplasty for keratoconus. *Br J Ophthalmol.* 1992;76:642-5.
10. Doyle SJ, Harper C, Marcyniuk B, Ridgway AE. Prediction of refractive outcome in penetrating keratoplasty for keratoconus. *Cornea.* 1996;15:441-5.
11. Messina M, Umapathy T, Avadhanam V, Wilde C, Said D G, Dua H S. Vitreous cavity length in keratoconus: implications for keratoplasty. *Eye.* 2018;32:359-63.
12. Price FW, Whitson WE, Marks RG. Graft survival in four common groups of patients undergoing penetrating keratoplasty. *Ophthalmology.* 1991;98:322-8.
13. Sharif KW, Casey TA. Penetrating keratoplasty for keratoconus: complications and long-term success. *Br J Ophthalmol.* 1991;75:142-6.
14. Tuft T, Gregory WM, Davison Cr. Bilateral penetrating keratoplasty for keratoconus. *Ophthalmology.* 1995;102:462-8.
15. Fukuoka S, Honda N, Ono K, Mimura T, Usui T, Amano S. Extended long-term results of penetrating keratoplasty for keratoconus. *Cornea.* 2010;29:528-30.
16. Javadi MA, Motlagh BF, Jafarinasab MR, Rabbanikhah Z, Anissian A, Souri H, *et al*. Outcomes of penetrating keratoplasty in keratoconus. *Cornea.* 2005;24:941-6.
17. Pramanik S, Musch DC, Sutphin JE, Farjo AA. Extended long-term outcomes of penetrating keratoplasty for keratoconus. *Ophthalmology.* 2006;113:1633-8.
18. Girard LJ, Esnaola N, Rao R, Barnett L, El Magraby A, Canizals R. Allograft rejection after penetrating keratoplasty for keratoconus. *Ophthalmic Surg.* 1993;24:40-3.
19. Olson RJ, Pingree M, Ridges R, Lundergan ML, Alldredge C Jr, Clinch TE. Penetrating keratoplasty for keratoconus: a long term review of results and complications. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26:987-91.
20. Claesson M, Armitage WJ. Clinical outcome of repeat penetrating keratoplasty. *Cornea.* 2013;32:1026-30.