

S U P E R F I C I E O C U L A R
S U P E R F I C I E O C U L A R
S U P E R F I C I E O C U L A R
S U P E R F I C I E O C U L A R
S U P E R F I C I E O C U L A R

Queratoprótesis (KPro) en la patología de la córnea y superficie ocular

María Fideliz de la Paz, MD¹, Borja Salvador, MD², Fabiano Brandao, MD²
Ralph Michael, PhD², Víctor Charoenrook, MD¹, José Temprano, MD, PhD¹
Juan Álvarez de Toledo, MD¹, Rafael Barraquer, MD, PhD¹

1. Centro de Oftalmología Barraquer, Barcelona.
2. Institut Universitari Barraquer, Barcelona

En 1771 el oftalmólogo francés Guillaume Pellier de Quengsy propuso, por primera vez, la posibilidad de sustituir el tejido corneal opacificado por una "córnea artificial". Se trataba de una lámina de cristal transparente que sustituía la córnea opaca favoreciendo la transparencia de los medios ópticos. Esta monografía publicada en 1789 puede ser considerada el primer relato respecto al uso de las queratoprótesis (QP)^{1,2}.

Desde entonces han sido muchos los cirujanos que se dedicaron a buscar el "sustituto corneal artificial ideal" y a desarrollar una técnica quirúrgica que permitiera realizar con éxito el recambio de una córnea sin transparencia por una córnea artificial completamente transparente. Durante las últimas décadas, hemos observado una serie de modificaciones en los modelos de QP disponibles. Estos cambios tienen como objetivo mejorar el diseño de la prótesis y la técnica quirúrgica, logrando así un mejor resultado anatómico y funcional³⁻⁹.

La mejoría en la inmunosupresión, tópica y sistémica, y las técnicas de trasplante de limbo utilizadas en el tratamiento de las patologías que afectan la superficie ocular, han limitado el uso de las QP en los últimos años. Actualmente, hay menos de 40 especialistas que realizan esta técnica quirúrgica en todo el mundo. En España se ha mencionado su utilización en tan sólo dos centros oftalmológicos. Aun así las prótesis corneales siguen siendo una importante opción terapéutica en casos de pacientes con elevado riesgo de presentar un rechazo inmunológico postoperatorio.

Actualmente, utilizamos en nuestro centro tres tipos de técnicas quirúrgicas para las queratoprótesis: La osteo-odonto queratoprótesis (OOKP), la tibia-queratoprótesis (tibia KPro) y la Boston queratoprótesis (Boston KPro).

En 1963, Benedetto Strampelli diseñó una lente acrílica cilíndrica montada en un soporte preparado con una pieza dentaria del mismo paciente, lo que se denominó osteo-odonto queratoprótesis (OOKP)^{4-7,10}. En la actualidad, la OOKP es considerada el "gold standard" para casos de opacidad corneal severa con ojo seco severo asociada a un alto riesgo de rechazo inmunológico⁸. En 1964, empezamos a realizar la técnica de Strampelli en nuestro centro. En 1980, el Dr. J. Temprano idealizó algunas modificaciones para la técnica de Strampelli: utilizó una pieza ósea de la tibia (para pacientes no aptos para la extracción dentaria) y procedió a la extracción del cristalino (transparente o no) con el objetivo de evitar una segunda intervención. A esta técnica quirúrgica se denomina tibia-queratoprótesis (tibia KPro). Hasta la actualidad se han realizado en nuestro servicio más de 300 casos entre las dos técnicas y los resultados los presentamos en el apartado "Resultados".

En 1992, Claes Dohlman, tras aprobación del FDA (Federal Drug Authority), desarrolló un nuevo modelo de queratoprótesis. Se trataba de una lente acrílica de 7.5 mm de diámetro que en su parte posterior presentaba 8 agujeros que favorecen la biointegración de la prótesis. Este modelo de QP constituye el actual diseño de la queratoprótesis tipo Boston¹¹. En Mayo de 2006 implantamos la primera QP tipo Boston y hasta Enero de 2008 hemos realizado un total de 20 implantes en 19 pacientes. Los resultados los presentamos en el apartado "Resultados".

Laboratorios Thea publica íntegramente los manuscritos recibidos de sus legítimos autores, sin introducir modificaciones en los mismos, y por ello no se hace responsable de las opiniones e informaciones contenidas en los artículos.

Edita: Domènec Pujades. ISSN: 1887-8342.

© Artículo: María Fideliz de la Paz, MD; Borja Salvador, MD; Fabiano Brandao, MD; Ralph Michael, PhD; Victor Charoenrook, MD; José Temprano, MD, PhD; Juan Álvarez de Toledo, MD; Rafael Barraquer, MD, PhD.

© Revista Laboratorios Thea.

Todos los derechos reservados. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc.), sin el permiso previo del titular de los derechos de la propiedad intelectual.

Impresión: Eurográfica Sant Vicenç - Depósito legal: B-26698/2007.

Modelos actuales de queratoprótesis

Presentamos, de manera resumida, los modelos de QP más utilizados en la actualidad. Nuestra experiencia está centrada en los tres primeros modelos de QP abajo relacionados.

Las QP están formadas por dos partes: una zona central con fines ópticos y otra periférica que sirve para la fijación de la prótesis al globo ocular. La zona óptica suele ser de PMMA una vez que este material presenta alta biocompatibilidad y excelentes características refractivas.

a. Osteo-odonto queratoprótesis (**OOKP**)

Está constituida por un cilindro óptico (PMMA) de 4 mm de diámetro montado en una pieza dentaria (canino). (**FIGURA 1**).

b. Osteo-queratoprótesis con tibia (**Tibia KPro**)

El cilindro óptico (PMMA) de 4 mm de diámetro se monta en una pieza ósea con 4 agujeros para la biointegración.³ (**FIGURA 2**).

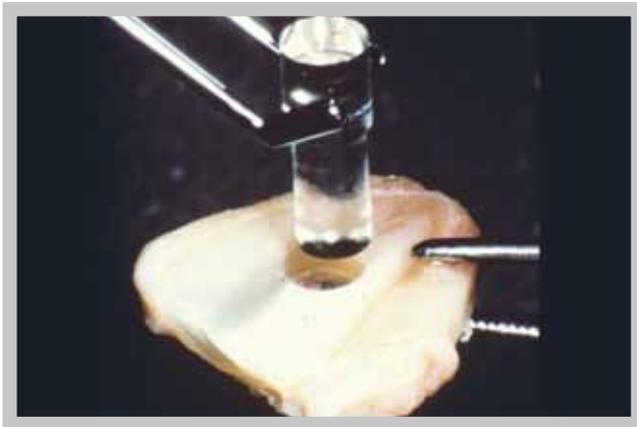


FIGURA 1: Osteo-odonto queratoprótesis (OOKP) mostrando la pieza dentaria del canino superior y el cilindro óptico.

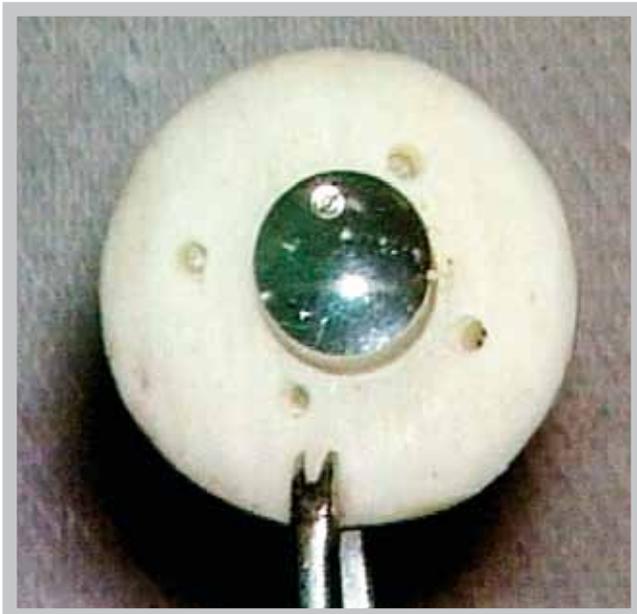


FIGURA 2: Queratoprótesis de tibia (Tibia KPro) mostrando el cilindro óptico montado en la pieza de tibia.

c. Queratoprótesis de Boston Tipo I (**Boston KPro**)

Está formada por dos piezas. La pieza anterior tiene la forma de un tornillo de PMMA. Constituye la zona óptica (de 6 mm) y se continúa posteriormente con un cilindro óptico de 3.35 mm de diámetro. Esta pieza se monta en una córnea donante (8.5 mm de diámetro)

previamente trepanada en su parte central. La pieza posterior que mide 8 mm de diámetro tiene forma de "donut". Se encaja con el cilindro óptico con la función de sujetar la estructura previamente montada (pieza anterior + anillo corneal donante). Además, podemos identificar en la pieza posterior varios agujeros que tienen el objetivo de favorecer la biointegración. Un anillo de titanio es utilizado para mantener la estabilidad de la QP¹² (**FIGURA 3**).

El Tipo II de la QP tipo Boston que fue diseñado para pacientes con ojo seco severo. Presentan la pieza anterior más larga permitiendo la implantación transpalpebral.

d. Chirila KPro Tipo II (AlphaCor®)

Está formada por una pieza única cuya parte central es transparente y la parte periférica opaca. Está diseñada para una implantación laminar, siendo en su totalidad de un mismo material hidrofílico y flexible (PHEMA), lo que favorece su manejo intraoperatorio y reversibilidad quirúrgica. La parte periférica de PHEMA es porosa y facilita su biointegración (**FIGURA 4**). La Chirilia KPro Tipo I, que fue diseñada para una implantación penetrante, tuvo poco éxito, motivo por el cual, actualmente la que se usa es la tipo II.¹³

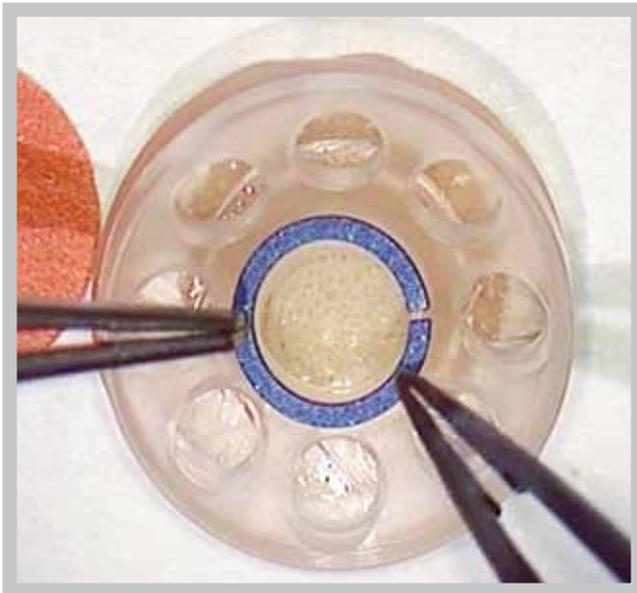


FIGURA 3: Queratoprótesis de Boston (Boston KPro) tras montar la pieza anterior, el injerto corneal, la pieza posterior y el anillo de titanio.



FIGURA 4: Queratoprótesis Alphacor® (cortesía de Alphacor®) mostrando una sola pieza con una parte central transparente y una parte periférica opaca.

Indicaciones

En general, la queratoprótesis está indicada en casos de cicatrización corneal severa **bilateral** complicada por patología de la superficie ocular como, por ejemplo, conjuntivalización secundaria a insuficiencia limbar o ojo seco severo.

La mejor agudeza visual corregida debe ser inferior a 0.1 (20/200 o 6/60) en el ojo candidato a la cirugía. Se debe comprobar el estado anatómico del segmento posterior mediante ecografía. Son necesarios estudios electrofisiológicos (PEV, ERG) y control de la presión intraocular.

Tras revisar los casos realizados de OOKP y Tibia KPro que hemos realizado en los últimos 40 años, clasificamos las principales indicaciones en 6 categorías:

1. Quemadura química
2. Pemfigoide ocular cicatricial
3. Síndrome de Stevens-Johnson/Lyell
4. Tracoma cicatricial ocular
5. Quemadura térmica
6. Miscelánea – aniridia, síndrome de Sjögren, enfermedad injerto contra huésped, fallo de injerto repetido

Según la guía de usuario de la Boston KPro, la indicación principal es un fallo de injerto repetido (2 veces o más) con mal pronóstico para un tercer trasplante, en pacientes que conservan buena función palpebral y lagrimal¹⁵. La mejor agudeza visual con corrección tiene que ser inferior a 0.05 (20/400 o 6/120), no coexistir glaucoma avanzado ni desprendimiento de retina. También refieren que los casos de enfermedades autoinmunes como pemfigoide, síndrome de Stevens-Johnson, uveítis o síndrome de Sjögren no son considerados ideales para este modelo de queratoprótesis¹⁶.

Técnica quirúrgica

OOKP y Tibia KPro

La técnica quirúrgica para las queratoprótesis, en las cuales utilizamos tejido óseo para sustentación de la parte óptica (OOKP y Tibia K-Pro), se procede de forma diferida y en tres tiempos quirúrgicos. Los dos primeros tiempos se realizan en una misma sesión, postergándose el tercero aproximadamente unos tres meses. De esta manera, se consigue una mejor revitalización de las prótesis, a la vez que se observa la viabilidad de la misma.

Primer tiempo

El objetivo es preparar la superficie ocular para el implante posterior definitivo. Inicialmente se eliminan los restos de tejido fibrovascular, simblefaron y/o adherencias mediante la resección de las capas superficiales de la conjuntiva y córnea. Se obtiene de la cara interna del labio inferior un injerto mucoso sin folículos grasos, que se sutura de manera que cubra totalmente la superficie ocular. (**FIGURA 5**)

Segundo Tiempo

En función del injerto utilizado, las técnicas varían.

Autoinjerto dental: se extrae un canino superior en su totalidad, incluyendo el tejido óseo-maxilar peridentalario y las mucosas bucal y palatina (**FIGURA 6**). Desde este bloque se obtienen dos

piezas simétricas en las que se realiza una trepanación central de 3.5 mm de diámetro, donde luego se fijará el cilindro óptico.

Autoinjerto de tibia: se realiza una incisión de unos 4-5 cm en la parte interna superior de la tibia de la piel llegando hasta el periósteo. Se extrae una pieza redonda de 10-11 mm de diámetro con un grosor de 5 a 6 mm (**FIGURA 7**). De este bloque se obtienen dos piezas simétricas en las que se realiza una trepanación central de 3.5 mm, donde se fijará el cilindro óptico.

Finalmente, se obtiene un bolsillo dérmico a nivel del párpado inferior, donde luego se colocan las dos prótesis hasta el siguiente tiempo quirúrgico (**FIGURA 8**).

Tercer tiempo

Se diseca de manera amplia la mucosa bucal que habíamos colocado en la superficie ocular. Se retira la pieza del bolsillo palpebral inferior. Tras realizar una trepanación central de 4 mm en la córnea central, se procede a la extracción del cristalino, bien sea transparente o con catarata. Se coloca el extremo del cilindro óptico en la ventana corneal y se sutura la pieza, anclándola a la esclera y recubriéndola posteriormente con tejido mucoso, dejando una apertura central del tamaño de la óptica (**FIGURA 9**). Posteriormente, se adapta una cáscara para un mejor aspecto cosmético.

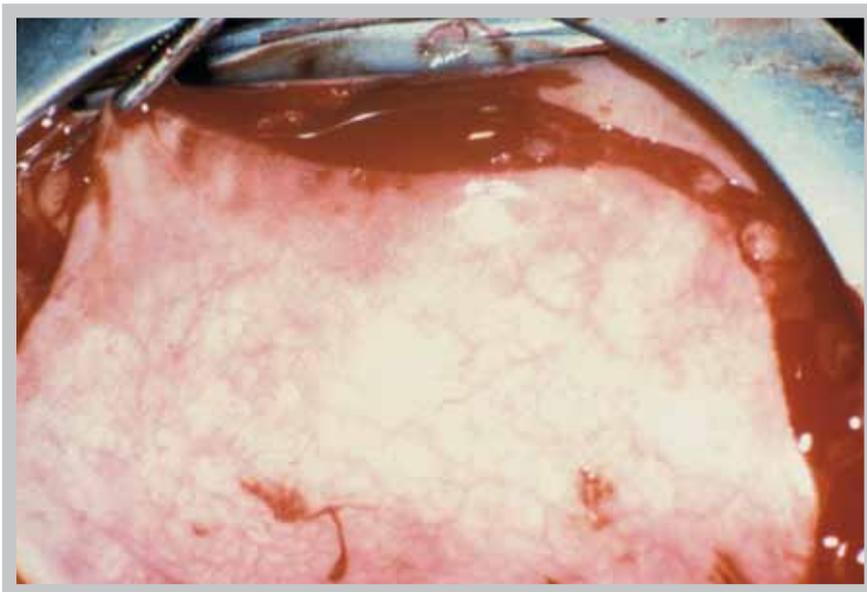


FIGURA 5:
 Primer tiempo
 quirúrgico de
 OOKP y Tibia
 KPro. Extracción
 de la mucosa
 bucal de la cara
 interna del labio
 inferior.



FIGURA 6: Segundo tiempo quirúrgico de OOKP. Extracción del canino incluyendo la raíz, mucosa bucal y palatina.

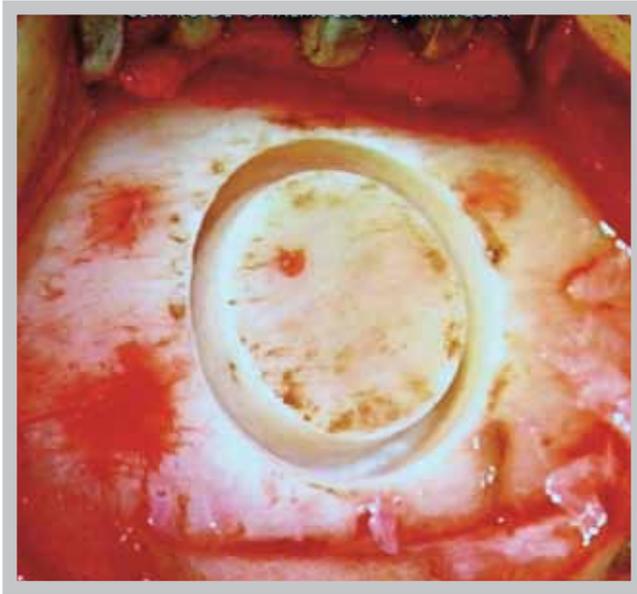


FIGURA 7: Segundo tiempo quirúrgico de Tibia KPro. Extracción de la pieza ósea de la tibia.

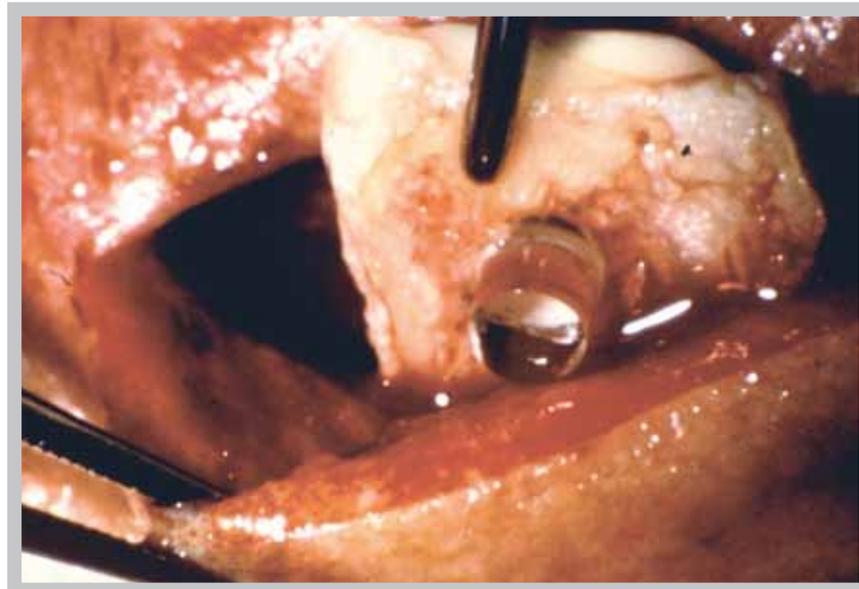


FIGURA 8: Segundo tiempo quirúrgico de OOKP y Tibia KPro. Inserción de la pieza dentro de la bolsa inferior palpebral para su biointegración.

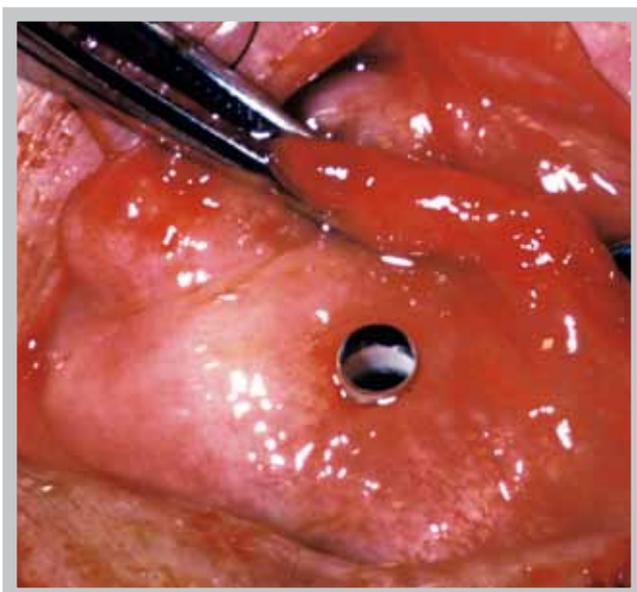


FIGURA 9: Tercer tiempo quirúrgico de OOKP y Tibia KPro. La queratoprótesis colocada encima de la córnea y recubierta por la membrana mucosa bucal.

Boston KPro Tipo I

La queratoprótesis de Boston tipo I consta de los siguientes componentes, que se disponen de modo "sándwich":

- La pieza anterior la forma un tornillo con un plato de 6 mm de diámetro y una rosca de 3.35 mm.
- La parte media es un injerto corneal bien de donante fresco o conservado de 8.5 mm con un orificio central de 3 mm.
- La pieza posterior es un plato de 8 mm de diámetro con varios agujeros periféricos y un orificio central de 3,35 mm donde se encaja la pieza anterior.
- La última pieza es un anillo de titanio que actúa a modo de cierre de seguridad.

Se procede a deslizar la córnea donante a través del apéndice posterior de la pieza anterior asegurando que el anillo corneal quede firmemente sujeto a la prótesis y con la rosca bien visible. Se coloca el plato posterior sobre el injerto, y para terminar se coloca el anillo de seguridad. Se procede a suturar la pieza montada mediante la técnica habitual de queratoplastia penetrante.

Al finalizar la intervención, se recomienda colocar una lente de contacto terapéutica sobre el ojo (**FIGURA 10**), así como mantener una cobertura antibiótica tópica con vancomicina y quinolona de última generación.

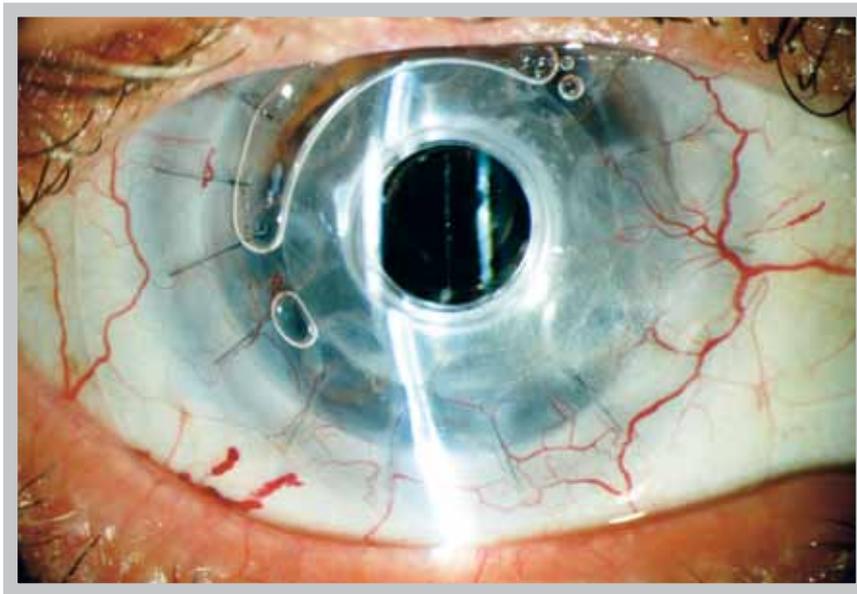


FIGURA 10: La queratoprótesis de Boston con una lente de contacto de gran diámetro para recubrir la superficie ocular. Se aprecian burbujas de aire por debajo de la lentilla.

Resultados

OOKP y Tibia KPro

Con más de 40 años de experiencia en queratoprótesis ocular, hemos analizado el resultado anatómico y funcional de unos 300 casos de queratoprótesis, bien sea con OOKP o con tibia KPro. Definimos como éxito anatómico la retención de la pieza de queratoprótesis y como éxito funcional una agudeza visual (BCVA) ≥ 0.05 . En total incluimos 227 casos: 145 ojos con OOKP, y 82 ojos con tibia KP con un promedio de seguimiento de 8.4 años para OOKP, y 3.5 años para tibia KPro. Incluimos un solo ojo en casos donde se había realizado la cirugía en ambos ojos para descartar el sesgo estadístico.

Anatómicamente, la tasa de supervivencia a los 10 años fue 66% para OOKP, y 47% para tibia KPro, sin observarse ninguna diferencia estadísticamente significativa. En cuanto al resultado funcional, la tasa de supervivencia a los 10 años fue 38% para OOKP, y 17% para tibia KPro, con una diferencia significativa estadísticamente.

En cuanto a la categoría diagnóstica, analizando todos los casos juntos (OOKP y tibia KPro), vemos que hay mejor pronóstico anatómico en casos de quemadura térmica seguido por quemadura química (FIGURA 11).

En cuanto al pronóstico visual según diagnóstico, vemos que hay mejor resultado en casos de síndrome de Stevens-Johnson, seguido muy estrechamente por quemadura química (FIGURA 12).

Las complicaciones graves más comunes con OOKP y tibia KPro son la extrusión de la queratoprótesis (27%) (FIGURA 13), seguido por desprendimiento de retina (16%), glaucoma (11%) e infección (8%). Como tratamiento profiláctico, se instila tratamiento tópico con antibióticos de amplia cobertura asociada a hipotensores tópicos.

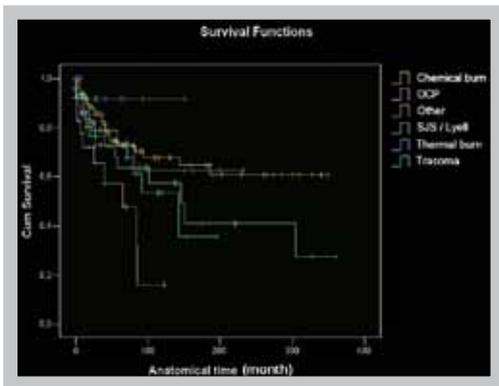


FIGURA 11: Gráfico de Kaplan-Meier mostrando la tasa de supervivencia anatómica de las diferentes categorías diagnósticas con mejor resultado.

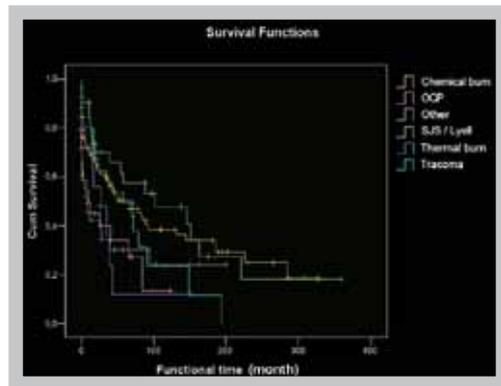


FIGURA 12: Gráfico de Kaplan-Meier mostrando la tasa de supervivencia funcional de las diferentes categorías diagnósticas.

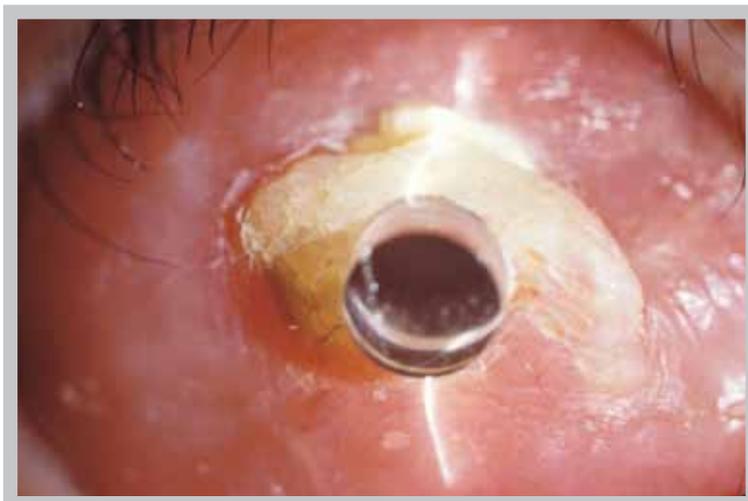


FIGURA 13: Extrusión de la queratoprótesis.

Boston KPro

Desde Mayo de 2006 hasta Enero de 2008 hemos realizado un total de 20 implantes en 19 pacientes con un promedio de seguimiento postoperatorio de 7 meses. La muestra analizada está formada por 7 mujeres y 12 varones. El promedio de edad fue de 61.5 años.

La cirugía fue indicada en casos de fallos múltiples de injertos corneales con un promedio de queratoplastias previas al implante de 3 injertos (DE: ± 1.5). Todos los casos fueron unilaterales, excepto en un caso donde se procedió a una implantación bilateral con un intervalo de 6 meses entre las cirugías. Las indicaciones del injerto corneal inicial fueron: queratopatía bullosa (6 ojos), pemfigoide ocular (2 ojos), leucoma herpética (2 ojos), queratopatía neurotrófica (2 ojos), queratopatía anirídica (1), enfermedad injerto-contra-huésped (1), degeneración de Terrien (1), síndrome de Lyell (1), queratopatía inmunotactoide (1), insuficiencia limbar por abuso de lentes de contacto (1), traumatismo ocular (1).

El promedio de la agudeza visual con corrección (AVCC) preoperatoria fue 0.002 y a los 6 meses postoperatorio fue de 0.1 (DE: ± 0.14). La diferencia observada fue estadísticamente significativa con una $p < 0.05$ (Test de Wilcoxon).

En esta primera serie de casos la media de duración de la cirugía fue de 47 minutos, sin observar ninguna complicación intraoperatoria grave.

Las complicaciones observadas en el postoperatorio fueron las siguientes: 2 casos de Seidel positivo, un desprendimiento de retina y dos casos de endoftalmitis que se pudieron resolver.

Casos clínicos

OOKP

Presentamos el caso de una paciente de 75 años que acude a nuestra consulta refiriendo pérdida de AV progresiva en AO hace 2 años. Se realizaron varias sesiones de cauterización de pestañas en otro centro. La agudeza visual fue de buena percepción y localización luminosa en OD y no percepción luminosa en OI. A la exploración se aprecia en AO la córnea con aspecto de queratinización, simblefaron y pseudopterigion marcado en ambos fondos de saco y catarata avanzada brunesciente. La pupila es central con buen reflejo fotomotor, la cámara anterior es de grado IV (**FIGURA 14**) y la tensión digital normal. La ecografía muestra un polo posterior normal. La exploración de la boca confirma la presencia de tres caninos, por lo que se decide realizar OOKP en OD. Se muestra en la **FIGURA 15** el aspecto de la superficie ocular tras implante de mucosa bucal.

En este caso, como la paciente presenta una catarata densa, se decide realizar si-



FIGURA 14: Segmento anterior de paciente con pemfigoide ocular grado IV.



FIGURA 15: Aspecto de la superficie ocular tres meses después del implante de mucosa bucal.

multáneamente su extracción durante el tercer tiempo de implante de la prótesis. Así, tras extraer la catarata a cielo abierto se retira todo el saco capsular, se rompe la hialoides anterior y se realiza vitrectomía anterior con el propósito de evitar la opacificación de la cápsula posterior, ya que en estos pacientes la realización de una capsulotomía YAG-láser puede ser difícil de realizar.

En el postoperatorio se puede apreciar una mejoría en la AVCC de 0.15 a los 6 meses. La exploración del segmento posterior con oftalmoscopia indirecta muestra un fondo de aspecto miópico con una papila pálida de excavación moderada.

Tibia KPro

Presentamos el caso de una paciente de la India que sufrió una agresión con ácido sulfúrico sobre la cara, principalmente en ojos, nariz y labio superior. Le habían realizado tres cirugías reconstructivas faciales. La AVCC en AO fue de buena percepción luminosa con mala localización. La exploración con lámpara de hendidura muestra en OD un simblefaron con epidermización superior, lagofthalmia y un ectropion inferior con retracción palpebral, aunque no se distinguen detalles de cámara anterior ni otras estructuras intraoculares por conjuntivalización y vascularización total de la superficie ocular (**FIGURA 16**). En el OI se apreciaba una ptisis bulbi incipiente. La ecografía confirma que no existen lesiones a nivel vítreo-retiniano. Los PEV y el ERG del OD muestran cierta respuesta aunque con ligeras alteraciones; en OI no se detecta respuesta alguna. Se realiza cirugía Tibia KPro, primero en OD y posteriormente en OI. LA AVCC fue de 0.1 en OD y 0.04 en OI. Posteriormente la paciente volvió a su país, donde siguió los controles periódicos de su estado ocular (**FIGURA 17**).



FIGURA 16: Quemadura facial y ocular en una paciente hindú.



FIGURA 17: Aspecto de la superficie ocular tras implante de Tibia KPro.

Boston KPro

Presentamos el caso de una paciente de 54 años que presenta una queratopatía calcífica en AO (**FIGURA 18**). El OI había sido sometido a 5 cirugías previas de trasplante de córnea con fallo del injerto en el postoperatorio (**FIGURA 19**). La paciente padece de una enfermedad del tejido conectivo. La AVCC preoperatoria fue de movimientos de mano. Se decide realizar un implante de queratoprótesis de Boston en el OI. A los 18 meses el resultado era satisfactorio con un AVCC de 0.05 (**FIGURA 20**). Se mantiene la paciente con una lente de contacto de gran diámetro, y tratamiento tópico con vancomicina, levofloxacino y antiinflamatorio.



FIGURA 18: Queratopatía calcífica en una mujer de 54 años.

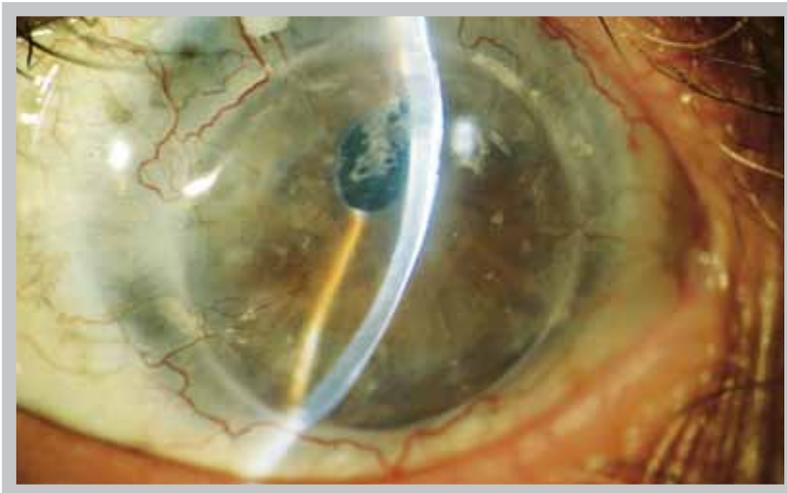


FIGURA 19: Fallo de injerto crónico tras 5 trasplantes.

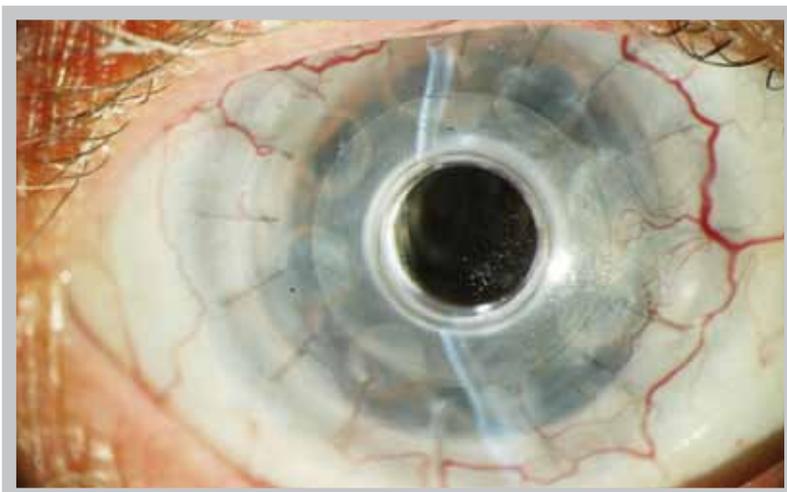


FIGURA 20: Boston KPro a los 18 meses del postoperatorio.

Conclusión

El uso de la queratoprótesis está indicada en la patología de la córnea y superficie ocular con alto riesgo de fracaso de una queratoplastia penetrante como la quemadura química o térmica, síndrome de Stevens-Johnson o Lyell, síndrome de pemfigoide ocular o tracoma ocular cicatricial.

La osteo-odonto queratoprótesis (OOKP) es el “gold standard” para casos de cicatrización corneal bilateral complicada por ojo seco severo. La queratoprótesis con tibia (Tibia KPro) diseñado por Dr. José Temprano es una buena alternativa para casos no aptos para OOKP. Hemos observado mejores resultados anatómicos y funcionales en casos de quemadura química y térmica, síndrome de Stevens-Johnson o Lyell. Ambas cirugías requieren una amplia experiencia quirúrgica para lograr una satisfactoria tasa de éxito postoperatorio.

La queratoprótesis de Boston (Boston KPro) es la novedad prometedora en este campo. Está indicada en casos de fracaso del injerto repetido con buena función lagrimal y palpebral. La cirugía es más simple, aunque su mayor desventaja es el alto coste del implante.

Bibliografía

1. Fyodorov SN, Moroz ZI, Zuev VK, Keratoprosthesis Development of Keratoprosthesis. Longman Singapore Publishers Ltd, 1982.
2. Chirila TV, Hicks CR. The origins of the artificial cornea: Pellier de Quengsy and his contribution to the modern concept of keratoprosthesis. Gesnerus. 1999; 56 (1-2): 96-106.
3. Temprano J. Queratoplastias y Osteo-odonto-queratoprótesis. Espaxs S.A. Publicaciones Medicas. 1991: 291-300.
4. Strampelli B, Valvo A, Tusa E. [Osteo-odonto-keratoprosthesis in a case treated for ankyloblepharon and total symblepharon]. Ann Ottalmol Clin Ocul. 1965 Jun; 91(6): 462-79.
5. Strampelli B. [Osteo-chondro-keratoprosthesis in substitution of the osteo-odonto-keratoprosthesis in edentulous patients]. Ann Ottalmol Clin Ocul. 1967 Oct; 93(10): 975-978.
6. Strampelli B, Marchi V. [Osteo-odonto-keratoprosthesis]. Ann Ottalmol Clin Ocul. 1970 Jan; 96(1): 1-57.
7. Strampelli B. [Osteo-odonto-keratoprosthesis]. Ber Zussammenkunft Dtsch Ophthalmol Ges. 1972; 71: 322-325.
8. Hille K, Landau H, Ruprecht KW. Improvement of the osteo-odonto-keratoprosthesis according to Strampelli: influence of diameter of PMMA cylinder on visual field. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 1999 Apr; 237(4): 308-213.
9. Hull CC, Liu CS, Sciscio A, Eleftheriadis H, et al. Optical cylinder designs to increase the field of vision in the osteo-odonto-keratoprosthesis. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2000 Dec; 238(12): 1002-1008.
10. Pameijer JK. Proceedings: Strampelli's Operation. Corneal prosthesis (osteo-odonto-keratoprosthesis). Ophthalmologica. 1973; 167(5): 397-401.
11. Khan B, Dudenhofer EJ, Dohlman CH. Keratoprosthesis: An update. Curr Opin Ophthalmol. 2001 Aug; 12(4): 282-287.
12. Dohlman CH, Abad JC, Dudenhofer EJ, Graney JM. Ophthalmic Surgery Principles and Practice, 3rd ed. Spaeth, G (ed.): Keratoprosthesis: Beyond Corneal Graft Failure, p 199-207.
13. Hicks CR, Crawford GJ, Chirila TV, Lou X, et al. Pilot Study of the Chirila Keratoprosthesis in Human Patients. An. Inst. Barraquer 2001 (Barcelona) 30: 109-111.
14. Grabner G. Conferencia: Keratoprosthesis: Actual Possible Approaches. V Curso Internacional sobre Patología y Cirugía de la Córnea, Barcelona, Enero 2004.
15. A New Boston Kpro Design: Threadless. Boston Keratoprosthesis Update. Massachusetts Eye and Ear Infirmary Newsletter IV:2007.
16. Dalton M. Artificial corneas much improved. Eyeworld, May 2007. 46-49.