

## **Consideraciones inmunológicas sobre el rechazo del trasplante de córnea**

### **Immunological considerations on the rejection of corneal transplantation**

**Dr. Eglis E. García-Alcolea; Dr. Alain Pérez-Tejeda; Dra. Arlenis Acuña-Pardo**

Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad Cubana de Oftalmología. Ciudad de La Habana, Cuba.

---

#### **RESUMEN**

Se presenta una revisión sobre algunas consideraciones inmunológicas relacionadas con el rechazo en el trasplante de córnea, proceder de la trasplantología de alta efectividad y uno de los que más se ha utilizado en la última década. Se describen los resultados obtenidos por diferentes autores, los principales elementos y factores inmunológicos involucrados en el rechazo del trasplante corneal, las características propias y los privilegios que tiene la córnea para su profilaxis.

*Palabras clave:* córnea, trasplante corneal, queratoplastia, rechazo, inmunología.

---

#### **ABSTRACT**

Present paper is a review on some immunological considerations related to the rejection of corneal transplantation, the procedure of high effectiveness transplantation science and one of the more used in past decade. The results obtained by different authors are described, the main elements and immunologic factors involved in the rejection of corneal transplantation, the own features, and the privilege of cornea for its prophylaxis.

*Key words:* Cornea, corneal transplantation, keratoplasty, rejection, immunology.

## INTRODUCCIÓN

El trasplante de córnea es actualmente una de las técnicas más frecuentemente realizadas y de mayor éxito en todo el mundo, conocido también como queratoplastia o injerto corneal. Esta es una intervención quirúrgica en la que el tejido corneal enfermo u opaco del huésped o receptor se sustituye por tejido sano y transparente proveniente de un donante homólogo.<sup>1</sup>

En el papiro de Ebers escrito hacia el año 1500 A.C. se menciona la opacificación de la córnea como un padecimiento frecuente e incluso se recomienda la aplicación de sulfuro de plomo o de bilis de tortuga mezclada con miel, para su tratamiento. Sin embargo, los primeros en sugerir la posibilidad de una cirugía corneal fueron *Darwin*, en 1796, y el oftalmólogo francés *Peltier Quengsy*, en 1789. Este último sugirió la idea de devolver a la córnea opacificada su transparencia mediante su remplazo por una lente convexa, pero las limitaciones técnicas hicieron totalmente irrealizable este proyecto.<sup>2</sup>

La primera queratoplastia llevada a cabo con éxito fue realizada hace un siglo por *Edward Konrad Zirm* en un paciente que había sufrido una quemadura por álcali en el 1905. Durante los 30 años siguientes se realizó el injerto utilizando tejido de ojos enucleados de donantes vivos. Estos trabajos sentaron las bases para el desarrollo de dicha técnica.<sup>3,4</sup>

Desde aquella época, hace casi un siglo atrás, hasta nuestros días, se realizan miles de estos procedimientos en todo el mundo, pues un número importante de enfermedades son capaces de lesionar la córnea, afectar su transparencia y por lo tanto, la función visual de forma irreversible. Es solo en años recientes que los oftalmólogos cirujanos se han visto en la necesidad de estudiar los fenómenos biológicos que acompañan a los trasplantes de córnea, ya que por casi un siglo y después de considerables controversias y fracasos, se llegó a la conclusión de que los trasplantes debían proceder de individuos de la misma especie.<sup>5</sup>

En Cuba se realizaron los primeros trasplantes de córnea entre 1936 y 1940 en el Hospital Universitario "General Calixto García", luego extendidos hacia todo el país.<sup>6</sup> No es hasta después del año 2004, cuando surge la "Misión Milagro", que este proceder se ha hecho más habitual, multiplicado en 8 veces la cantidad de pacientes que son intervenidos. Cada vez existen más afecciones que requieren, como parte de su terapia, el uso de tejidos homólogos para implantes, lo que ha mejorado el pronóstico de estas enfermedades.<sup>7</sup>

Grandes progresos se han hecho en estos últimos tiempos en el desarrollo de técnicas quirúrgicas para el uso de trasplantes, pero nuestros conocimientos de los factores inmunológicos implicados en el rechazo al trasplante de córnea han quedado atrás. Este conocimiento es indispensable no solo por su valor científico, sino también para transformar el aspecto clínico-terapéutico de los injertos.

En esta revisión se consideran los principales elementos y factores inmunológicos involucrados en el rechazo del trasplante corneal, las características propias de este proceder y los privilegios que tiene la córnea para su profilaxis.

## PRIVILEGIOS INMUNOLÓGICOS DE LA CÓRNEA PARA EL TRASPLANTE

La córnea constituye el primer medio de refracción del ojo. Algo más gruesa que la esclerótica, representa solo 1/6 de la capa fibrosa, es la porción anterior transparente de esta y queda revestida por la conjuntiva.<sup>1</sup>

En el corte histológico se observa que está compuesta por 5 capas:<sup>4</sup>

---

- Epitelio corneal.
- Membrana de Bowman.
- Estroma o sustancia propia.
- Membrana de Descemet.
- Endotelio.

La mayoría de los homoinjertos corneales sobreviven a pesar del grado de histocompatibilidad antigénica, debido a las propiedades anatómicas de la córnea:<sup>8-10</sup>

1. Ausencia de vasos linfáticos (interfiere con el arco aferente del proceso de rechazo y reduce el contacto de los antígenos del donante con los linfocitos del receptor).
2. Ausencia de vasos sanguíneos (actúa en la cadena inmunológica a través del arco eferente, más que por la sensibilización).

Los antígenos se vuelven menos vulnerables al cabo de pocos meses debido a:

- Las modificaciones del receptor.
- La creación de un bloqueo de anticuerpos.
- La barrera de cicatrización que se produce entre el donante y el receptor que dificulta el contacto de los antígenos de uno con los linfocitos del otro.<sup>10</sup>

No obstante, la reacción inmunológica contra el homoinjerto se produce con cierta frecuencia y es la primera causa de rechazo de estos trasplantes.

## **TIPOS DE QUERATOPLASTIA**

Existen diferentes clasificaciones de este proceder quirúrgico, donde siempre se prefiere el homoinjerto para obtener mejores resultados.<sup>1</sup>

### *- Queratoplastia lamelar o laminar:*

Es la extirpación de la parte anterior de la córnea, siempre por delante de la Descemet y la sustitución por tejido corneal donante para rellenar el lecho receptor. Se realiza con finalidad óptica, terapéutica o reconstructiva.<sup>11</sup>

### *- Queratoplastia penetrante o perforante:*

Es aquella operación en la que se realiza un cambio del espesor total de la córnea alterada del receptor, desde el endotelio al epitelio, por un injerto de las mismas características pero sano. Este es el tipo de trasplante más realizado en el mundo.<sup>12</sup>

### *- Autoqueratoplastia:*

Consiste en cambiar la córnea de un sitio a otro del mismo ojo (ipsilaterales) o girar la parte central de la córnea hacia la periferia, con lo que se evita el rechazo debido a la falta de respuesta inmunológica a los tejidos del propio individuo; o, finalmente, cambiar la córnea de un ojo por la del congénere.<sup>13</sup>

### *- Endoqueratoplastia o trasplante de células endoteliales:*

Se realiza en los pacientes donde solo está afectado el endotelio y todas las capas anteriores están transparentes.<sup>14</sup>

Mientras menos capas de la córnea estén involucradas en el trasplante, menor será la incidencia del rechazo al tejido injertado. Esto es un poco contradictorio, puesto que la queratoplastia penetrante es la que con más frecuencia se realiza; el resto de las técnicas son más costosas y requieren más requisitos, la técnica quirúrgica es más compleja y el transoperatorio más prolongado.

## **CAUSAS DEL RECHAZO DE LA QUERATOPLASTIA**

El trasplante de córnea muestra privilegios inmunológicos que no tienen la mayoría de los tejidos u órganos en otros trasplantes.<sup>15</sup> Sin embargo, muchos factores, como técnica inadecuada o una inexperta selección de donantes, contribuyen al fracaso, pero los cambios biológicos como vascularización, edema, fibrosis, también pueden tener una importante influencia. En estos casos es que ocurre un posible rechazo como resultado de una respuesta inflamatoria al tejido de córnea homólogo injertado, que se considera la complicación tardía más frecuente.

El rechazo tiene lugar después de un período de sensibilización. Puede aparecer pocos meses o años después de la queratoplastia. Oscila entre el 3,5 % en córneas avasculares hasta el 65 % en las muy vascularizadas.<sup>15-17</sup>

El rechazo del trasplante de córnea está en relación directa con:<sup>1,15</sup>

- *Tamaño del injerto*: a mayor diámetro, más propensos al rechazo por mayor cantidad de tejido injertado.
- *Proximidad al limbo*: los trasplantes centrales tienen menor incidencia de rechazo y los periféricos más, debido a su proximidad al limbo.
- *Grado de vascularización corneal*: aumenta en los ojos con córneas vascularizadas.
- *Historia de injertos anteriores fracasados*: más rechazo en segundo ojo que se hace una queratoplastia en queratocono.
- *Presencia de inflamación en el segmento anterior*.

Dentro de las causas del incremento de la sensibilidad a la reacción inmunológica están:<sup>16</sup>

- *Vascularización en el receptor*: por causticaciones químicas, enfermedades inflamatorias de la córnea y queratitis rosácea.
- *Enfermedades inmunológicas*: Stevens Johnson y Pénfigo.
- *Reactivación de la infección del receptor*: en queratitis herpética y distrofias.

## **INFLUENCIA DE LA VASCULARIZACIÓN CORNEAL**

- Actúa facilitando el arco aferente de la reacción de homoinjerto a través de la neoformación de vasos desde el limbo; de forma indirecta aumenta el número de linfocitos a través de los nuevos vasos.
- Debido al aumento de vasos sanguíneos y linfáticos hay mayor facilidad de contacto entre los antígenos del injerto y los linfocitos del receptor; se produce arco eferente y a través de los mismos vasos llega la reacción de rechazo.
- En ocasiones, la causa del incremento de los vasos no se debe a la reacción de homoinjerto, sino a factores traumáticos quirúrgicos (irritación por sutura) o reactivación de la enfermedad primaria del receptor.
- La ausencia de vasos no es protección absoluta, pues a veces se producen reacciones de homoinjerto en receptores perfectamente claros y sin neovascularización.<sup>18</sup>

En un estudio realizado a 40 queratoplastias penetrantes, no menos del 25 % presentaron incidencia de reacción inmunológica que estaba relacionada con la presencia de vascularización en la córnea donante.<sup>19</sup>

## **PATOGENIA DEL RECHAZO EN LA QUERATOPLASTIA**

Los linfocitos y las células plasmáticas son los elementos principales del rechazo de injertos de córnea. Estas células están sensibilizadas a los antígenos del injerto y son competentes inmunológicamente para buscar y destruir las células donantes.<sup>20</sup>

Se cree que estos antígenos se liberan en la cámara anterior tan pronto como se sutura el injerto al ojo. Pueden, por lo tanto, alcanzar también al huésped a través del estroma, desde donde los antígenos se desplazan a los nódulos linfáticos locales y regionales.<sup>4,21,22</sup>

Las células sensibilizadas regresarán al injerto en semanas o meses después del injerto, vía cámara anterior (del iris y vasos del cuerpo ciliar) y a través del estroma cubrirán la capa endotelial. Normalmente estas células surgen de los vasos linfáticos preexistentes del huésped o de la unión huésped-injerto.<sup>4</sup>

Los cortes transversales de córneas con rechazo epitelial activo muestran:<sup>21</sup>

- Células linfocíticas bajo la capa epitelial o que infiltran la capa de células epiteliales.
- En el estroma, las células inflamatorias se funden por la capa de la córnea, siguiendo los vasos que han invadido el injerto.

Al microscopio electrónico se observa destrucción de células estromales que están en contacto con los linfocitos. La eliminación de células epiteliales también tiene lugar por contacto con linfocitos sensibilizados; las zonas desprovistas de endotelio son sustituidas por fibroblastos.<sup>20-22</sup>

El rechazo de homoinjerto causado por histoincompatibilidad, depende sucesivamente de:<sup>18,20</sup>

- Reconocimiento de los antígenos extraños por los linfocitos del huésped procedentes del timo.
- Estimulación de las células linfoides en los ganglios del sistema linfático.
- Destrucción de tejidos donantes por linfocitos sensibilizados y sus productos.

Estas 3 fases son comúnmente denominadas como:<sup>20,21</sup>

*Arco aferente:* depende del contacto entre los antígenos de histocompatibilidad presentes en la superficie de las células donantes y de los linfocitos T dentro de los espacios de tejido del trasplante.

Puede ocurrir interacción entre los vasos sanguíneos, pero lo más probable es que el contacto esencial ocurra en los espacios de tejido del injerto y que los linfocitos migratorios estimulen a los nódulos locales linfoides por el camino del drenaje linfático.<sup>23,24</sup>

La importancia de este drenaje linfático en el arco aferente del rechazo de homoinjerto está dada por la observación de que el tejido donante trasplantado, puede sobrevivir por períodos prolongados a pesar de la presencia de una rica continuidad vascular, lo que se atribuye a la ausencia de vasos linfáticos en los tejidos del receptor.

*Arco central:* la transformación y proliferación de linfocitos sensitivos antigénicos tiene lugar fundamentalmente en los ganglios linfáticos locales que con los agregados linfoides del limbo producen la fuente adicional en el contexto de los injertos de córnea.

*Arco eferente:* la salida de las células sensibilizadas de los nódulos linfoides locales y los agregados del limbo y su infiltración en el tejido extraño se realiza a través de la sangre

---

circulante; por lo tanto, es directamente dependiente de la continuidad en la vascularidad entre los tejidos del donante y del receptor.

Se ha demostrado la presencia de infiltración de linfocitos B y T cuando existe rechazo, siendo estos últimos los que producen mayor efecto. La evidencia del rechazo mediado por estas células se demuestra por la mayor supervivencia del trasplante en animales neonatos timectomizados y en niños con deficiencias tímicas.<sup>22,25</sup> Es posible que los anticuerpos ejerzan un efecto protector en el injerto; su mecanismo es desconocido, aunque es posible que actúen como mediadores de la activación del complemento y citolisis o faciliten la fagocitosis, previniendo la citotoxicidad por los linfocitos T.

## **CARACTERÍSTICAS DEL RECHAZO**

Los 3 elementos celulares de la córnea que están involucrados en el rechazo son:<sup>26-30</sup>

### *1. Rechazo de células epiteliales:*

Se inicia en la vecindad de los vasos limbares congestionados, especialmente cuando estos se introducen en el anillo de la córnea receptora y termina con el desplazamiento del epitelio donante.<sup>31,32</sup>

La aparición de zonas necróticas entre el epitelio rechazado y el del huésped con infiltración de células inflamatorias, se manifiesta por una línea de opacidad que no siempre puede ser detectada clínicamente. Aparece una línea elevada, bien marcada, irregular, que comienza en la periferia del injerto, se dirige hacia el centro y cruza la córnea en pocos días, que se tiñe con fluoresceína. El epitelio por detrás de la línea aparece como borroso e irregular. A veces la línea tiene forma de anillo deformado concéntrico con el limbo.<sup>31</sup>

El rechazo subepitelial se caracteriza por la aparición de depósitos redondeados subepiteliales, similares a los que se encuentran después de una queratoconjuntivitis epidémica.

### *2. Reacción del estroma:*

Se manifiesta por el avance de una banda constituida por leucocitos pleomórficos, células polimorfonucleares, linfocitos y células plasmáticas. Es un engrosamiento difuso del parénquima en la periferia de un injerto que previamente estaba transparente, se asocia con inyección periquerática y que progresa en forma de arco hacia el centro de la córnea.<sup>33</sup> Gradualmente, ocurre a la vez que el rechazo endotelial y es muy difícil diferenciarlos.

### *3. Rechazo de las células endoteliales:*

Aparece primero una hiperemia conjuntival límbica seguida de células inflamatorias en la cámara anterior, con Tyndall, precipitados queráticos endoteliales que pueden agruparse y formar una línea de Khodadoust, que se inicia en la vecindad de un foco de vascularización corneal periférica y va progresando hacia el centro. Posteriormente, se produce la destrucción del endotelio donante que avanza en arco detrás de la línea de precipitados queráticos y que inevitablemente conduce al edema progresivo del estroma de la vecindad. Por alteración del endotelio se produce edema del parénquima que puede verse en la parte central asociado con precipitados o en la parte periférica del injerto en el receptor, con engrosamiento de vasos en área edematosa.<sup>34-36</sup> Se asocia con un grado variable de uveítis anterior; por lo tanto, se piensa que los leucocitos podrían proceder de los vasos del iris, que atravesando el acuoso llegan a la córnea, pero también pueden proceder de los vasos del limbo y llegar al endotelio a través de la membrana de Descemet.

En general, en la córnea, privilegiada con ausencia de vasos sanguíneos y linfáticos, se han encontrado evidencias del papel inmunológico de los linfocitos y células plasmáticas en el rechazo del trasplante corneal, aún en el homoinjerto. Esto evidencia la necesidad de profundizar en su estudio, aunque su frecuencia sea relativamente baja, ya que existen un sinnúmero de procesos que son de escaso conocimiento. Esto puede ser de gran utilidad en el manejo terapéutico futuro de esta entidad y favorecer el éxito total de la queratoplastia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eguía-Martínez F. Córnea y cirugía refractiva. En: Eguía-Martínez F, Río-Torres M, Capote-Cabrera A. Manual de diagnóstico y tratamiento en oftalmología. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. pp. 184-7.
2. Mendoza-Rodríguez SM. Resultados de la queratoplastia. Centro Oftalmológico "Carlos Juan Finlay", enero 2001 - junio 2007. Rev Misión Milagro [serie en Internet]. 2009 [citado 2009 Sept 29]; 3: Disponible en: <http://www.misionmilagro.sld.cu/vol3no1/inv3106.php>
3. Bourges JL, Hubschman JP, Burt B, Culjat M, Schwartz SD. Robotic microsurgery: Corneal transplantation. Br J Ophthalmol 2009;93:1672-5.
4. Serghiescu I, Selaru D. Actualities in keratoplasty. Oftalmologia 2009;53:55-63.
5. Rodríguez-Paz U, López-Hernández S, Castillo-Pérez AC, Escalona-Leyva ET. Queratoplastia endotelial. En: Río-Torres M. Oftalmología. Criterios y tendencias actuales. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. pp. 153-8.
6. Moreno-Ramírez ME, López-Hernández S, Escalona-Leyva E, Castillo-Pérez A, Padilla-González C, Vilches-Lescaille D. Relación donante-receptor en la evolución de la queratoplastia. Rev Cubana Oftalmol [revista en la Internet]. 2008 Jun [citado 2009 Sept 30]; 21: Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762008000100010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762008000100010&lng=es)
7. Moreno-Pérez LM, Peraza-Martínez E, Figueredo-Valdés R. La Misión Milagro: candil de esperanzas para América Latina. Rev Misión Milagro [serie en Internet]. 2009 Mar [citado 2009 Sept 29]; 3: Disponible en: <http://www.misionmilagro.sld.cu/vol3no1/rev3102.php>
8. Gómez-Castillo Z, López-Hernández S, Castillo-Pérez AC, Rodríguez-Paz U, Pérez-Parra Z, Escalona-Leiva E. Microscopia confocal en operados de queratoplastia perforante. Rev Cubana Oftalmol [revista en la Internet]. 2009 Jun [citado 2009 Sept 26]; 22: Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762009000100006&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762009000100006&lng=es)
9. Mokey-Castellanos MO, Pérez-Suárez RG, Alemañy-Martorell J. El banco de ojos y el donante idóneo. Rev Cubana Oftalmol [revista en la Internet]. 2007 Dic [citado 2009 Sept 28]; 20: Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762007000200019&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000200019&lng=es)
10. Silva RF, Vargas NU, Rocha GA, Freitas ML, Souza LB, Moreno NP. Evaluation of corneal tissue processed by a reference Eye Bank. Arq Bras Oftalmol 2009;72:673-6.
11. Tan DT, Anshu A. Anterior lamellar keratoplasty: 'Back to the Future'- a review. Clin Experiment Ophthalmol 2009;81:67-73.
12. Flores VG, Dias HL, Castro RS. Indicações para ceratoplastia penetrante no Hospital das Clínicas-UNICAMP. Arq Bras Oftalmol 2007;70:505-8.

13. Asfour WM, Shaban RI. Post-keratoplasty emergency visits at a hospital in Jordan. Saudi Med J 2009;30:1568-71.
14. Melles GR, Ong TS, Ververs B, van der Wees J. Preliminary clinical results of Descemet membrane endothelial keratoplasty. Am J Ophthalmol 2008;145:222-7.
15. Mokey-Castellanos MO, Florit-Martin D, Suárez-Martínez R, Pérez-Suárez RG, Kuri-Cienfuegos E. Rechazo y retrasplante corneal. Rev Cubana Oftalmol [revista en la Internet]. 2007 Jun [citado 2009 Sept 26]; 20: Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762007000100002&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000100002&lng=es)
16. Sigler-Villanueva AA. Queratoplastia de alto riesgo: a propósito de un caso. Rev Cubana Oftalmol [revista en la Internet]. 2006 Dic [citado 2009 Sept 28]; 19: Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762006000200010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762006000200010&lng=es)
17. López-Plandolit S, Etxebarria J, Acera A, Castiella G, Durán JA. Queratoplastia penetrante protegida: técnica quirúrgica y respuesta del endotelio. Arch Soc Esp Oftalmol [revista en la Internet]. 2008 Abr [citado 2009 Sept 29]; 83: 231-6. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912008000400005&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912008000400005&lng=es)
18. Chung ES, Saban DR, Chauhan SK, Dana R. Regulation of blood vessel versus lymphatic vessel growth in the cornea. Invest Ophthalmol Vis Sci 2009;50:1613-8.
19. Kaiserman I, Bahar I, Slomovic AR, Rootman DS. Half top hat wound configuration for penetrating keratoplasty: 1-year results. Br J Ophthalmol 2009;93:1629-33.
20. Cursiefen C, Chen L, Dana MR, Streilein JW. Corneal lymphangiogenesis: Evidence, mechanisms, and implications for corneal transplant immunology. Cornea 2003;22:273-81.
21. Ling S, Qing X, Hu Y. Lymphangiogenesis occurring in transplanted corneas. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci 2006;26:241-4.
22. Patel SP, Dana R. Corneal lymphangiogenesis: Implications in immunity. Semin Ophthalmol 2009;24:135-8.
23. Dapena I, Ham L, Lie J, van der Wees J, Melles GR. Queratoplastia endotelial de membrana de Descemet (DMEK): resultados a dos años. Arch Soc Esp Oftalmol [revista en la Internet]. 2009 Mayo [citado 2009 Sept 26]; 84: 237-43. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912009000500004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912009000500004&lng=es)
24. Melles GR. Posterior lamellar keratoplasty: DLEK to DSEK to DMEK. Cornea 2006;25:879-81.
25. Lie JT, Birbal R, Ham L, van der Wees J, Melles GR. Donor tissue preparation for Descemet membrane endothelial keratoplasty. J Cataract Refract Surg 2008;34:1578-83.
26. López-Hernández S, Moreno-Ramírez ME, Escalona-Leyva E, Castillo-Pérez A, Pérez-Parra Z, Márquez-Villalón S. Queratoplastia: características clínicas y evaluación de resultados. Rev Cubana Oftalmol [revista en la Internet]. 2008 Jun [citado 2009 Sept 26]; 21: Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762008000100008&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762008000100008&lng=es)



27. Belmonte J, Moral R, Vallcanera S. Idoneidad del injerto corneal de donante neonato en la queratoplastia penetrante. Arch Soc Esp Oftalmol [revista en la Internet]. 2008 Abr [citado 2009 Sept 29]; 83: 219-30. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912008000400004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912008000400004&lng=es)
28. Ham L, van der Wees J, Melles GR. Causes of primary donor failure in Descemet membrane endothelial keratoplasty. Am J Ophthalmol 2008;145:639-44.
29. Tappin M. A method for true endothelial cell (Tencell) transplantation using a custom-made cannula for the treatment of endothelial cell failure. Eye 2007;21:775-9.
30. Costa D, Silvestre R, Soares M, Newton J. Rejeição de transplantes de córnea: tratamento tópico vs. pulsoterapia - resultados de 10 anos. Arq Bras Oftalmol 2008;71:57-61.
31. Cheng YY, Schouten JS, Tahzib NG, Wijdh RJ, Pels E, van Cleynenbreugel H, et al. Efficacy and safety of femtosecond laser-assisted corneal endothelial keratoplasty: A randomized multicenter clinical trial. Transplantation 2009;88:1294-302.
32. Grueterich M, Messmer EM, Lackerbauer C, Kampik A. Lamellar keratoplasty with a novel anterior chamber system and organ cultured donor corneas. Eur J Ophthalmol 2009;67:45-53.
33. Sun YX, Hao YS, Hong J. Descemet membrane stripping endothelial keratoplasty with neonate donors in two cases. Br J Ophthalmol 2009;93:1692-3.
34. Choi JS, Oh JY, Wee WR. A case of corneal endothelial deterioration associated with retained Descemet's membrane after penetrating keratoplasty. Jpn J Ophthalmol 2009;53:653-5.
35. Zhu Z, Rife L, Yiu S, Trousdale MD, Wasilewski D, Siqueira A, et al. A technique for preparation of the corneal endothelium-Descemet's membrane complex for transplantation. Cornea 2006;25:705-8.
36. Melles GR, Ong TS, Ververs B, van der Wees J. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). Cornea 2006;25:987-90.

Recibido: 3 de junio del 2010.

Aprobado: 20 de junio del 2010.

Dr. Eglis E. García-Alcolea. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad Cubana de Oftalmología. Carretera CUJAE km 2 ½, Marianao. Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: [eglis@medired.scu.sld.cu](mailto:eglis@medired.scu.sld.cu)

---