

Historia, Preservación, Criterios de Selección y Técnicas Quirúrgicas del Trasplante de Córneas

Md. Kevin Stalin Guerrero Nejer¹

keving389@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-0962-9955>

Investigador independiente.

Quito, Ecuador

Md. Edwin Ricardo Dueñas Romero

Rkdo.95mml@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2878-2772>

Investigador independiente

Quito, Ecuador

Md. Jeniffer Johana Pazmiño Figueroa

pazmino.jenifer@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8187-916X>

Investigador independiente

Quito, Ecuador

Md. Odile Ivonne Zambrano Tacoamán

odile.zambranot@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-1565-6677>

Investigador Independiente

Manabí, Ecuador

Md. Stalin Fabricio Sangoquiza Amagua

stalin_fab_san93@outlook.es

<https://orcid.org/0000-0001-6548-6142>

Investigador independiente

Quito, Ecuador

RESUMEN

Objetivo: describir la historia, preservación, criterios de selección y técnicas quirúrgicas del trasplante de córneas. Metodología: se realiza búsqueda en Pubmed, Web Of Science, Cochrane con los términos indexados en español: “Historia”, “Selección de Paciente”, “Técnicas” y “Trasplante de Córnea”, junto a sus términos indexados en inglés: “History”, “Patient Selection”, “Techniques” y “Corneal Transplantation”. Resultados y discusión: Uno de los elementos fundamentales es la evaluación de la calidad del tejido donante, que abarca desde criterios serológicos hasta parámetros de detección. La evolución en las técnicas de trasplante de córnea, pasando de trasplantes de espesor total a procedimientos que reemplazan capas específicas, refleja avances significativos en la práctica médica. La preservación del tejido corneal es otro aspecto esencial, donde la criopreservación, la hipotermia y el cultivo de órganos son enfoques clave. En cuanto a los receptores, la edad también genera debates. Aunque algunos estudios sugieren que la edad del receptor no es un factor de riesgo significativo, otros informan resultados contradictorios. El nivel socioeconómico, por otro lado, puede influir en el éxito del trasplante, pero existe discrepancia en los hallazgos entre distintos estudios. El tiempo de espera en la lista para un trasplante es un factor relevante, aunque su inclusión como criterio de selección varía. Conclusión: la selección de receptores para trasplantes de córnea es un ejercicio balanceado que requiere una comprensión holística de factores médicos, éticos y sociales para garantizar resultados exitosos y equitativos.

Palabras clave: córneas; criterios de selección; criopreservación; banco de ojos; trasplante

¹ Autor principal.

Correspondencia: keving389@gmail.com

History, Preservation, Selection Criteria and Surgical Techniques of Corneal Transplantation

ABSTRACT

Objective: to describe the history, preservation, selection criteria and surgical techniques of corneal transplantation. Methodology: a search was carried out in Pubmed, Web Of Science, Cochrane with the indexed terms in Spanish: “History”, “Patient Selection”, “Techniques” and “Cornea Transplantation”, together with its indexed terms in English: “History”. , “Patient Selection”, “Techniques” and “Corneal Transplantation”. Results and discussion: One of the fundamental elements is the evaluation of the quality of the donor tissue, which ranges from serological criteria to detection parameters. The evolution in corneal transplant techniques, moving from full-thickness transplants to procedures that replace specific layers, reflects significant advances in medical practice. Preservation of corneal tissue is another essential aspect, where cryopreservation, hypothermia and organ culture are key approaches. As for the recipients, age also generates debates. Although some studies suggest that recipient age is not a significant risk factor, others report conflicting results. Socioeconomic level, on the other hand, can influence the success of the transplant, but there is a discrepancy in the findings between different studies. The waiting time on the list for a transplant is a relevant factor, although its inclusion as a selection criterion varies. Conclusion: Recipient selection for corneal transplants is a balanced exercise that requires a holistic understanding of medical, ethical, and social factors to ensure successful and equitable outcomes.

Keywords: corneas; selection criteria; cryopreservation; eye bank; transplant

Artículo recibido 15 noviembre 2023

Aceptado para publicación: 28 diciembre 2023

INTRODUCCIÓN

La cirugía de trasplante de órganos se encuentra en un creciente avance, en 1906 se llevó a cabo el primer trasplante exitoso de córnea y en noviembre del año 2023 se realiza con éxito el primer trasplante ocular completo (British Broadcasting Corporation, 2023).

El trasplante de córnea representa un tratamiento eficaz para enfermedades corneales, cuyo objetivo es restaurar la transparencia de la córnea. Es el trasplante más común y con más desarrollo en estos últimos años (Medes et al., 2021).

A pesar de ser el trasplante más realizado en el mundo, presenta una brecha de conocimiento en relación con su historia, preservación, criterios de selección y técnicas quirúrgicas. Cerca de 12,7 millones se encuentran en espera para recibir tejidos oculares mediante donación, pero sólo 1 de cada 70 casos está cubierto a nivel mundial, esta contrariedad que se manifiesta puede deberse a las exigencias de control de calidad de los elementos visuales donados y la falta de donantes, por lo que se han utilizado opciones como las lentes artificiales (Meneses et al., 2024).

Se reportan una gran cantidad de casos en donde se realizan extracción de corneas bajo medios de coerción, cualquiera que sea el método usado, por estos problemas cada vez más latentes en 2008 se hizo pública la Declaración de Estambul, la cual insta a que cada país debe aplicar los marcos legales y profesionales para la regulación de la obtención de órganos de donantes cadáver (Hurtado-Sarrio et al, 2019).

La donación de cualquier órgano o tejido humano se sustenta bajo principios éticos como de no maleficencia, beneficencia, autonomía y justicia social; basado en la donación sin fines de lucro tanto como voluntad del donante o de sus familias, con el fin de conseguir la salud de otro individuo (Hurtado-Sarrio et al., 2019).

Al realizar la investigación pertinente para la elaboración de este artículo, se encuentra diferentes documentos con calidad científica, pesquisados en idioma inglés y español; que nos ayudan para lograr cumplir el objetivo de describir la historia, preservación, criterios de selección y técnicas quirúrgicas del trasplante de córneas.

METODOLOGÍA

Se realizó búsqueda en Pubmed, Web Of Science, Cochrane con los términos indexados en español: “Historia”, “Selección de Paciente”, “Técnicas” y “Trasplante de Córnea”, junto a sus términos indexados en inglés: “History”, “Patient Selection”, “Techniques” y “Corneal Transplantation”. Se seleccionan los artículos relacionados a los criterios de selección en cirugía de trasplante de córnea en adultos.

RESULTADOS

La ceguera corneal es una de las principales causas mundiales de ceguera: casi 12,7 millones de personas necesitan un trasplante. Sin embargo, la proporción de córneas disponibles respecto a las necesarias es apenas 1 en 70. El trasplante de córnea nos ha permitido reemplazar partes dañadas de la córnea, lo que permite restaurar la vista. Para un trasplante de córnea exitoso, se deben considerar varios factores, incluidos los parámetros de detección, el almacenamiento de la técnica de preservación, el transporte y la evaluación del tejido corneal mediante pruebas serológicas e imágenes (Gain et al., 2016). La evaluación clínica inicial del historial médico del paciente es crucial para determinar el potencial pasado o reciente de transmisión de enfermedades infecciosas a través del trasplante de córnea (Savastano et al., 2021). El “Eye Bank Association of America” (EBAA) desempeña un papel vital en la creación de estándares para la evaluación del tejido de los donantes, la distribución y el control de calidad. Los bancos de ojos de todo el mundo desempeñan un papel similar en la evaluación del tejido corneal para trasplante (Azzolini et al., 2021).

Antes, los cirujanos normalmente trasplantaban córneas de espesor total para restaurar la visión. Los métodos de trasplante de córnea están evolucionando para reemplazar sólo capas específicas de la córnea. Debido a los diversos riesgos potenciales, varios bancos de ojos, incluida la EBAA, han desarrollado directrices específicas para prevenir la transmisión de enfermedades a través de la superficie ocular (Bhogal et al., 2016).

Historia

En 1906, el Dr. Eduard Zirm llevó a cabo el primer trasplante humano exitoso de cualquier tipo, utilizando córneas donadas para restaurar la vista de un agricultor de 43 años que había quedado ciego en un incidente con cal (McColgan, 2009). El procedimiento implicó el uso de tiras de conjuntiva para

unir ambas córneas, seguido de la sutura de los párpados juntos durante diez días postoperatorios. Sorprendentemente, cuando se retiraron las suturas, la visión del ojo afectado había sido completamente restaurada. Lo notable es que este logro se alcanzó sin el uso de antibióticos ni inmunosupresores (Dragnea et al., 2018). Desde este evento pionero, la cirugía de trasplante de córnea ha experimentado cambios significativos y ahora se considera una operación de rutina (Moshirfar et al., 2019).

Durante un extenso periodo, el procedimiento de trasplante de córnea se consideró una urgencia que requería la obtención de tejido de donantes fallecidos, sumergiéndolo en solución salina y transfiriéndolo rápidamente al receptor unas pocas horas después de su recolección. No obstante, en la década de 1930, se produjo un cambio significativo al almacenar el tejido corneal recolectado en cámaras húmedas sobre hielo (Hashmani et al., 2019).

Preservación

Las actuales técnicas de trasplante de córnea emplean diversos métodos para la conservación y almacenamiento del tejido del donante. La viabilidad del endotelio corneal es crucial para un trasplante de córnea exitoso, ya que la proliferación de células endoteliales está limitada in situ durante la fase G1 del ciclo celular (Armitage, 2011).

Existen tres enfoques principales para la preservación de la córnea: el cultivo de órganos, la hipotermia y la criopreservación (Lass et al., 2015). El cultivo de órganos implica incubar las córneas en un medio de cultivo de tejidos con posibles suplementos como antibióticos o antimicóticos (Rosenwasser et al., 2017). La hipotermia implica el almacenamiento de los ojos de los donantes a bajas temperaturas para disminuir la demanda de las células en el uso de energía metabólica (Pels, 1997). En cuanto a la criopreservación, implica el almacenamiento a temperaturas bajo cero, generalmente por debajo de -80 °C, lo cual permite periodos de almacenamiento más prolongados en comparación con otras técnicas, aunque se ha demostrado que puede causar daño endotelial (Baust et al., 2009).

Existen soluciones de almacenamiento utilizadas por los bancos de tejidos. Optisol-GS, compuesto por dextrano, sulfato de condroitina y vitaminas, carece de suplementos antimicóticos, pero se ha demostrado que aditivos como la anfotericina pueden limitar el crecimiento de colonias de hongos, particularmente *Candida*, una causa común de infecciones fúngicas postoperatorias (Liu et al., 2017).

Por otro lado, la criopreservación en solución de glicerol ha demostrado ser una opción más económica y eficaz para las lenticulas estromales, brindando características antimicrobianas adicionales.

Criterios de selección

- La edad representa uno de los criterios más debatidos en la selección de receptores para trasplantes de córnea. Algunos investigadores sostienen que la edad del receptor juega un papel crucial en el éxito del trasplante, mientras que otros informan que no es un factor determinante. En un estudio que incluyó a 2,385 receptores de trasplantes de córnea, En un estudio realizado por Vail et al (1994) concluyeron que la edad avanzada no conlleva un mayor riesgo para la supervivencia del injerto, pero sí influye en el resultado visual del receptor. De manera similar Dadona et al. (1997) informaron que no encontraron diferencias significativas en la supervivencia del injerto entre grupos de diferentes edades en una muestra de 1,725 receptores de trasplantes de córnea.

Sin embargo, existen resultados contradictorios. En un estudio realizado por Maguire et al. (1994) se observó un aumento en el fracaso del injerto en receptores menores de 40 años, basándose en una muestra de 457 participantes. Además, un estudio retrospectivo llevado a cabo por Sit et al. (2001), con datos de 468 participantes, demostró una asociación entre el fracaso del injerto y la edad del receptor. Un estudio de cohorte retrospectivo realizado por Reinprayoon et al. (2021), que incluyó a 704 participantes, indicó que el riesgo de fracaso del injerto era mayor en receptores de trasplantes de córnea con edades entre 41 y 60 años en comparación con los de 21 a 40 años. La disparidad en estos hallazgos destaca la controversia continua sobre el papel de la edad del receptor en los resultados de los trasplantes de córnea.

- El sexo es otro tema controvertido en el trasplante de córnea. Se ha descrito el sexo masculino es un factor de riesgo de fracaso del injerto, sin embargo, los resultados de algunos estudios son contradictorios (Maguire et al., 1994) (Sit et al., 2001).

- El nivel socioeconómico puede desempeñar un papel importante como predictor del éxito en los trasplantes de córnea. En relación con el nivel socioeconómico del receptor y la supervivencia del injerto, Chua et al. (2013) llevaron a cabo un estudio en 2013 con 13,644 participantes y no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el nivel socioeconómico bajo y el fracaso del injerto. En contraste, Dadona et al. (1997) identificaron el bajo nivel socioeconómico como un factor de riesgo

para el fracaso del injerto. La discrepancia en estos resultados resalta la complejidad y la variabilidad de los factores socioeconómicos en relación con los resultados de los trasplantes de córnea, evidenciando la necesidad de una comprensión más profunda de estos aspectos en el contexto de la atención médica.

- A diferencia de las cuestiones anteriormente mencionadas, hay consenso en la literatura respecto al efecto del reinjerto en el éxito del trasplante de córnea. Los estudios han revelado que a medida que se incrementa el número de trasplantes, también aumenta el riesgo de fracaso del injerto. Aunque las tasas de fracaso del injerto pueden variar entre las diferentes técnicas quirúrgicas, estas siguen siendo significativamente elevadas en comparación con los trasplantes iniciales (Bersudsky et al., 2001) (Lu et al., 2019) (Claesson & Armitage, 2013) (Kelly et al., 2011)

- La expectativa de un aumento en la agudeza visual se convierte en un parámetro crucial en la evaluación del éxito del trasplante de córnea. Aunque un injerto puede mantenerse viable, la persistencia de la ceguera lleva a reconsiderar la efectividad del procedimiento. (Dadona et al., 1997) indicaron que los casos de queratocono y distrofias corneales tienen mayores probabilidades de lograr una agudeza visual superior a 6/18 en comparación con aquellos que presentan otros diagnósticos. De manera similar, Claesson et al. (2002) observaron mejoras en la agudeza visual en el 86% de los casos de queratocono y en el 54% de los casos de distrofia endotelial de Fuchs. Sin embargo, la agudeza visual solo mejoró en el 31% de los pacientes con queratopatía ampollosa y en el 35% de los pacientes diagnosticados con "otro diagnóstico". Saunders et al. (2002) también reportaron que los antiguos traumatismos y la distrofia endotelial de Fuchs se asocian con un pronóstico visual más desfavorable. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar no solo la supervivencia del injerto, sino también la mejora real en la función visual al evaluar el éxito del trasplante de córnea.

- El tiempo de espera para un trasplante de córnea emerge como un factor significativo que puede influir en el proceso de selección de receptores, siendo incorporado como parámetro en algunos sistemas previamente mencionados. Actualmente, el período promedio de espera es de alrededor de 6 meses, aunque existen notables variaciones entre países. En un estudio que consideró el tiempo de espera como un criterio de selección, se asignó la puntuación más alta a aquellos con tiempos de espera de 36 meses o más (Rosenfeld & Varssano, 2013). En contraste, Courtright et al. (1997) analizaron los componentes

de la puntuación de prioridad y demostraron que, de los 6 criterios de prioridad evaluados, el tiempo en la lista de espera no contribuía como factor determinante en la selección.

- El estado del otro ojo emerge como un parámetro valioso en la selección de receptores para trasplantes de córnea. Un candidato con baja visión en ambos ojos puede recibir una mayor prioridad en términos de decisiones éticas en comparación con un candidato con características similares que solo necesita un trasplante de córnea para un ojo. Rosenfeld y Varssano (2013) identificaron el estado del otro ojo como uno de los 7 parámetros importantes para su cálculo en este contexto. En otro estudio, la visión de un solo ojo se incluyó en el sistema de puntuación al inicio del estudio sin tener en cuenta el estado del otro ojo. Posteriormente, su puntuación se ajustó en el sistema de puntuación reconstruido al considerar los datos del resto del estudio. Este estudio señaló que la condición del otro ojo, especialmente en términos de enfermedad progresiva, actúa como un predictor independiente de la necesidad de cirugía y se posiciona como un factor valioso en la selección de receptores para trasplantes de córnea (Courtright et al., 1997).

Técnicas

Queratoplastia Penetrante

Hay muchas indicaciones para realizar un trasplante de córnea, la razón más frecuente suele ser la rehabilitación visual y la restauración estructural. Hasta hace poco, la queratoplastia penetrante (PK) se consideraba el procedimiento estándar para tratar trastornos corneales. Este tipo de cirugía implica el trasplante de un injerto de espesor total que reemplaza todas las capas de la córnea (Al-Mezaine et al., 2006). Sin embargo, estudios han demostrado que los resultados clínicos de la queratoplastia penetrante son generalmente desfavorables, con frecuentes problemas como un alto grado de astigmatismo, rechazo del injerto y complicaciones relacionadas con las suturas (Marsden, 2006).

Queroplastia Lamela anterior profunda (DARK)

La DARK no es una innovación reciente; de hecho, se llevó a cabo por primera vez en la década de 1960. Sin embargo, debido al riesgo elevado de perforación y a la técnica laboriosa que requería mucho tiempo, no se consideraba una alternativa práctica a la queratoplastia penetrante (Melles, 2006). No obstante, los avances en la tecnología moderna, que han resultado en mejoras en los instrumentos

microquirúrgicos y la disponibilidad de láseres capaces de medir profundidades corneales específicas, han renovado el interés de los oftalmólogos en esta técnica (Tan et al., 2008).

La DALK implica la sustitución únicamente del tejido corneal externo dañado, con el objetivo final de preservar las dos capas más internas: la membrana de Descemet y el endotelio (Yamada, 2005). Por lo tanto, esta técnica se muestra más adecuada para pacientes en los cuales el tejido endotelial no se ve afectado, siendo una opción más apropiada para el tratamiento quirúrgico de la opacificación del estroma corneal (Coster & Williams, 2005).

Queratoplastia endotelial laminar profunda (DLEK)

Es una técnica quirúrgica que se enfoca en la eliminación selectiva del tejido endotelial enfermo, preservando la córnea anterior sana. Esta metodología resulta especialmente beneficiosa para abordar la distrofia de Fuchs, una enfermedad degenerativa del endotelio corneal que afecta predominantemente a mujeres y compromete la visión entre las edades de 50 y 60 años (Fogla & Padmanabhan, 2006). Durante el procedimiento, se realiza una pequeña incisión limbal y, de manera análoga a la inserción de una lente intraocular, se dobla la capa donante de tejido endotelial antes de ser colocada en una bolsa estromal (Terry et al., 2007).

Trasplantes de células madre del limbo

La transparencia de la córnea está intrínsecamente vinculada a la funcionalidad de la capa más externa del epitelio corneal, la cual se mantiene mediante las células madre del epitelio limbal. Estas células madre son clonogénicas, renovándose de manera automática para mantener un conjunto constante mediante la división celular. En caso de daño a estas células madre, puede ocurrir opacificación corneal, acompañada de inflamación, vascularización, malestar severo y pérdida de visión (Daya et al., 2005). Esta condición corneal puede ser congénita, adquirida a través de lesiones químicas o infecciones, o incluso derivada del uso de lentes de contacto, y puede presentarse de forma parcial, total, unilateral o bilateral. Hasta hace poco, los pacientes que sufrían de deficiencia de células madre del limbo tenían opciones limitadas, ya que la cirugía de trasplante de córnea convencional no podía corregir de manera permanente este tipo específico de trastorno corneal. El desarrollo de técnicas que implican el trasplante de tejido limbal sano ha proporcionado a estos pacientes una opción quirúrgica viable (Fernandes et al., 2004).

DISCUSIÓN

La selección de receptores para trasplantes de córnea implica una cuidadosa consideración de múltiples factores. Uno de los elementos fundamentales es la evaluación de la calidad del tejido donante, que abarca desde criterios serológicos hasta parámetros de detección. La Eye Bank Association of America (EBAA) y bancos de ojos en todo el mundo desempeñan un papel crucial en el establecimiento de estándares para la evaluación del tejido, la distribución y el control de calidad. La evolución en las técnicas de trasplante de córnea, pasando de trasplantes de espesor total a procedimientos que reemplazan capas específicas, refleja avances significativos en la práctica médica (Savastano et al., 2021).

La preservación del tejido corneal es otro aspecto esencial, donde la criopreservación, la hipotermia y el cultivo de órganos son enfoques clave. Aunque la criopreservación ofrece tiempos de almacenamiento más prolongados, la preservación hipotérmica a 2-8 °C se considera más ampliamente aceptada y efectiva. La elección de soluciones de almacenamiento, como Optisol-GS, también influye en los resultados, ya que su carencia de suplementos antimicrobianos puede plantear riesgos (Rosenwasser et al., 2017).

En cuanto a los receptores, la edad también genera debates. Aunque algunos estudios sugieren que la edad del receptor no es un factor de riesgo significativo, otros informan resultados contradictorios. El nivel socioeconómico, por otro lado, puede influir en el éxito del trasplante, pero existe discrepancia en los hallazgos entre distintos estudios. El tiempo de espera en la lista para un trasplante es un factor relevante, aunque su inclusión como criterio de selección varía. Algunos estudios destacan su importancia, asignando puntuaciones más altas a tiempos de espera más prolongados, mientras que otros sugieren que no contribuye significativamente a la selección. En términos de éxito postoperatorio, el reinjerto emerge como un factor crítico, mostrando tasas de fracaso del injerto que aumentan con cada intervención adicional. Aunque las expectativas de mejora en la agudeza visual son un parámetro importante, factores como el estado del otro ojo y la progresión de la enfermedad también influyen en la selección de receptores (Dadona et al., 1997) (Ong et al., 2022) (Vail et al., 1994) (Cakmak et al., 2023).

CONCLUSIONES

En el panorama complejo de la cirugía de trasplante de córnea, la literatura revisada destaca la importancia de diversos criterios de selección tanto para los donantes como para los receptores. Desde la evaluación rigurosa de la calidad del tejido corneal hasta la consideración de factores demográficos y éticos, el proceso de selección se ha vuelto intrincado. La evolución de las técnicas de trasplante, pasando de procedimientos de espesor total a enfoques más precisos, refleja los avances significativos en la práctica médica. La preservación del tejido, con sus diferentes métodos y soluciones de almacenamiento, se posiciona como un componente crítico del proceso, donde la elección de técnicas como la criopreservación o la hipotermia tiene implicaciones directas en los resultados postoperatorios. La controversia en torno a la edad tanto de los donantes como de los receptores subraya la necesidad de una evaluación cuidadosa, ya que algunos estudios sugieren que donantes mayores o receptores de mayor edad pueden contribuir al éxito del trasplante, mientras que políticas restrictivas en bancos de ojos introducen desafíos éticos. La inclusión de factores como el nivel socioeconómico y el tiempo de espera en la lista de trasplantes añade complejidad al proceso, evidenciando la intersección entre consideraciones médicas y sociales. Finalmente, la discusión en torno al reinjerto y las expectativas de agudeza visual postoperatoria resalta la importancia de no solo garantizar la supervivencia del injerto, sino también mejorar la calidad de vida del receptor. En resumen, la selección de receptores para trasplantes de córnea es un ejercicio balanceado que requiere una comprensión holística de factores médicos, éticos y sociales para garantizar resultados exitosos y equitativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Mezaine, H., Wagoner, M., y King Khaled Eye Specialist Hospital Cornea Transplant Study Group (2006). Repeat penetrating keratoplasty: indications, graft survival, and visual outcome. The British journal of ophthalmology, 90(3), 324-327. doi:<https://doi.org/10.1136/bjo.2005.079624>
- Armitage, W. (2011). Preservation of Human Cornea. Transfus Med Hemother, 38(2), 143-147. doi:<https://doi.org/10.1159/000326632>
- Azzolini, C., Donati, S., Premi, E., Baj, A., Siracusa, C., Genoni, A., Grossi, P., Azzi, L., Sessa, F., Dentali, F., Severgnini, P., Minoja, G., Cabrini, L., Chiaravallo, M., Veronesi, G., Carcano, G., Maffioli, L. y Tagliabue, A. (2021). SARS-CoV-2 on Ocular Surfaces in a Cohort of Patients With

- COVID-19 From the Lombardy Region, Italy. *JAMA Ophthalmol*, 139(9), 956-963.
doi:<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2020.5464>
- Baust, J., Dayong, G., y Baust, J. (2009). Cryopreservation. *Organogenesis*, 5(3), 90-96.
doi:<https://doi.org/10.4161%2Forg.5.3.10021>
- Bersudsky, V., Blum-Hareuveni, T., Rehany, U., y Rumelt, S. (2001). The profile of repeated corneal transplantation. *Ophthalmology*, 108(3), 461-469. doi:[https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(00\)00544-3](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(00)00544-3)
- Bhogal, M., Matter, K., Balda, M., y Allan, B. (2016). Organ culture storage of pre-prepared corneal donor material for Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Br J Ophthalmol*, 100(11), 1576-1583. doi:<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2016-308855>
- British Broadcasting Corporation. (10 de Noviembre de 2023). El veterano de EE.UU. que recibió el primer trasplante de ojo del mundo. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/articles/cy02y8nv2vvo>
- Cakmak, B., Yenyol, S., Gonen, E., Yaman, E., Arici, H., Celikel, R., Selver, M. y Barut Selver, O. (2023). An Operational Burden Issue: Deciding on a Corneal Recipient From the Corneal Transplant Wait List for Elective Corneal Transplant. *Experimental and clinical transplantation : official journal of the Middle East Society for Organ Transplantation*, 1-8.
doi:<https://doi.org/10.6002/ect.2022.0409>
- Chua, P., Azuara-Blanco, A., Hulme, W., Jones, M., Mustafa, M., Kaye, S., y Ophthalmologists, NHS Blood and Transplant Ocular Tissue Advisory Group and Contributing (2013). The effect of socioeconomic deprivation on corneal graft survival in the United Kingdom. *Ophthalmology*, 120(12), 2436-2441. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.07.050>
- Claesson, M., y Armitage, W. (2013). Clinical outcome of repeat penetrating keratoplasty. *Cornea*, 32(7), 1026-1030. doi:<https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31828a2810>
- Claesson, M., Armitage, W., Fagerholm, P., y Stenevi, U. (2002). Visual outcome in corneal grafts: a preliminary analysis of the Swedish Corneal Transplant Register. *The British journal of ophthalmology*, 86(2), 174-180. doi:<https://doi.org/10.1136/bjo.86.2.174>
- Coster, D., y Williams, K. (2005). The impact of corneal allograft rejection on the long-term outcome

- of corneal transplantation. *American journal of ophthalmology*, 140(6), 1112-1122.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.07.024>
- Courtright, P., Poon, C., Richards, J., Chow, D., Ottenbreit, G., y Holland, S. (1997). Creation of priority criteria for corneal transplantation and analysis of factors associated with surgery following implementation. *Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique*, 88(5), 320-324. doi:<https://doi.org/10.1007/BF03403898>
- Dadona, L., Naduvilath, T., Janarthanan, M., Ragu, K., y Rao, G. (1997). Survival analysis and visual outcome in a large series of corneal transplants in India. *Br J Ophthalmol*, 81(9), 726-730.
doi:<https://doi.org/10.1136/bjo.81.9.726>
- Daya, S., Watson, A., Sharpe, J., Giledi, O., Rowe, A., Martin, R., y James, S. (2005). Outcomes and DNA analysis of ex vivo expanded stem cell allograft for ocular surface reconstruction. *Ophthalmology*, 112(3), 470-477. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2004.09.023>
- Dragnea, D., Birbal, R., Ham, L., Dapena, I., Oellerich, S., Van Dijk, K., y Melles, G. (2018). Bowman layer transplantation in the treatment of keratoconus. *Eye Vis (Lond)*, 5(24), 1-6.
doi:<https://doi.org/10.1186/s40662-018-0117-y>
- Fernandes, M., Sangwan, V., Rao, S., Basti, S., Sridhar, M., Bansal, A., y Dua, H. (2004). Limbal stem cell transplantation. *Indian journal of ophthalmology*, 52(1), 5-22. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15132374/>
- Fogla, R., y Padmanabhan, P. (2006). Initial results of small incision deep lamellar endothelial keratoplasty (DLEK). *Am J Ophthalmol*, 141(2), 346-351.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.10.010>
- Gain, P., Jullienne, R., He, Z., Aldossary, M., Acquart, S., Cognasse, F., y Thuret, G. (2016). Global Survey of Corneal Transplantation and Eye Banking. *JAMA Ophthalmol*, 134(2), 167-173.
doi:<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.4776>
- Hashmani, N., Hashmani, S., Murad, A., Asghar, N., y Islam, M. (2019). Effect of Demographic Variables on the Regional Corneal Pachymetry. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 8(4), 324-329.
doi:<https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000252><https://doi.org/10.1097/APO.00000000000000252>

- Hurtado-Sarrió, M., Duch-Hurtado, M., y Tudela, J. (2019). Trasplante de córnea: aspectos bioéticos. *Acta bioethica*, 25(1), 73-83. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2019000100073>
- Kelly, T., Coster, D., y Williams, K. (2011). Repeat penetrating corneal transplantation in patients with keratoconus. *Ophthalmology*, 118(8), 1538-1542.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.01.002>
- Lass, J., Szczotka-Flynn, L., Ayala, A., Benetz, B., Gal, R., Aldave, A., Corrigan, M., Dunn, S., McCall, T., Pramanik, S., Rosenwasser, G., Ross, K., Terry, M., Verdier, D., Group, Writing Committee for the Cornea Preservation Time Study (2015). Cornea Preservation Time Study: Methods and Potential Impact on the Cornea Donor Pool in the United States. *Cornea*, 34(6), 601-608.
doi:<https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000417>
- Liu, Y., Williams, G., George, B., Soh, Y., Seah, X., Peh, G., Yam, G. y Mehta, J. (2017). Corneal lenticule storage before reimplantation. *Mol Vis*, 23, 753-764. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5661854/>
- Lu, L., Boyle, A., Niederer, R., Brookes, N., McGhee, C., y Patel, D. (2019). Repeat corneal transplantation in Auckland, New Zealand: Indications, visual outcomes and risk factors for repeat keratoplasty failure. *Clinical & experimental ophthalmology*, 47(8), 987-994.
doi:<https://doi.org/10.1111/ceo.13581>
- Maguire, M., Stark, W., Gottsch, J., Stulting, R., Sugar, A., Fink, N., y Schwartz, A. (1994). Risk factors for corneal graft failure and rejection in the collaborative corneal transplantation studies. Collaborative Corneal Transplantation Studies Research Group. *Ophthalmology*, 101(9), 1536-1547. doi:[https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(94\)31138-9](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(94)31138-9)
- Marsden, J. (2006). Ophthalmic Care. *Community Eye Health*, 19(58), 32.
- McColgan, K. (2009). Corneal transplant surgery. *J Perioper Pract*, 19(2), 51-54.
doi:<https://doi.org/10.1177/175045890901900201>
- Medes, R., Santos, A., & Freire, A. (2021). Transplante de córnea em Alagoas: aspectos clínicos e epidemiológicos do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes. *Rev Bras Oftalmo*, 80(3), 1-5. doi:<https://doi.org/10.37039/1982.8551.20210001>
- Melles, G. (2006). Deep Anterior Lamellar Keratoplasty. En T. Reinhard, y D. Larkin, *Cornea and*

External Eye Disease (págs. 65-71). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

doi:https://doi.org/10.1007/3-540-31226-9_5

Meneses, T., Cassiano, M., Oliveira, C., Cunha, G., y Reis, S. (2024). Artificial cornea transplantation and visual rehabilitation: an integrative review. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 87(2), 1-7.

doi:<http://dx.doi.org/10.5935/0004-2749.2021-0350>

Moshirfar, M., Goldberg, J., Brown, T., Wagner, W., y Ronquillo, Y. (2019). A paradigm shift in eye banking: how new models are challenging the status quo. *Clin Ophthalmol*, 13, 63-67.

doi:<https://doi.org/10.2147/OPHTH.S181534>

Omar, N., Bou, C., y Tabbara, K. (2013). Outcome of corneal transplantation in a private institution in Saudi Arabia. *Clin Ophthalmol*, 7, 1311-1318. doi:<https://doi.org/10.2147/opth.s43719>

Ong, H., Chiam, N., Htoon, H., Kumar, A., Arundhati, A., y Mehta, J. (2022). The Effects of Donor-Recipient Age and Sex Compatibility in the Outcomes of Deep Anterior Lamellar Keratoplasties. *Frontiers in medicine*, 8. doi:<https://doi.org/10.3389/fmed.2021.801472>

doi:<https://doi.org/10.3389/fmed.2021.801472>

Pels, L. (1997). Organ culture: the method of choice for preservation of human donor corneas. *Br J Ophthalmol*, 81(7), 523-525. doi:<https://doi.org/10.1136/bjophth.81.7.523>

Reinprayoon, U., Srihatrai, P., Satitpitakul, V., Puangsrucharern, V., Wungcharoen, T., y Kasetsuwan, N. (2021). Survival Outcome and Prognostic Factors of Corneal Transplantation: A 15-Year Retrospective Cohort Study at King Chulalongkorn Memorial Hospital. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 15, 4189-4199. doi:<https://doi.org/10.2147/OPHTH.S336986>

Rosenfeld, E., y Varssano, D. (2013). The corneal transplant score: a simple corneal graft candidate calculator. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Ophthalmologie*, 251(7), 1771-1775. doi:<https://doi.org/10.1007/s00417-013-2358-8>

Rosenwasser, G., Szcotka-Flynn, L., Ayala, A., Liang, W., Aldave, A., Dunn, S., McCall, T., Navarro, L., Pramanik, S., Ross, K., Stulting, R., Terry, M., Tu, E., Verdier, D., Kollman, C., Gal, R., Beck, R., Lass, J. y Group Cornea Preservation Time Study (2017). Effect of Cornea Preservation Time on Success of Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty: A Randomized Clinical Trial. *JAMA ophthalmology*, 135(12), 1401-1409.

doi:<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2017.4989>

- Saunders, P., Sibley, L., Richards, J., Holland, S., Chow, D., y Courtright, P. (2002). Outcome of corneal transplantation: can a prioritisation system predict outcome? *The British journal of ophthalmology*, 86(1), 57-61. doi:<https://doi.org/10.1136/bjo.86.1.57>
- Savastano, M. C., Moroni, R., Cambieri, A., Bellantone, R., Landi, F., Scambia, G., y Rizzo, S. (2021). Evidence-based of conjunctival COVID-19 positivity: An Italian experience: Gemelli Against COVID Group. *Eur J Ophthalmol*, 31(6), 2886-2893.
doi:<https://doi.org/10.1177/1120672120976548>
- Sit, M., Weisbrod, D., Naor, J., y Slomovic, A. (2001). Corneal graft outcome study. *Cornea*, 20(2), 129-133. doi:<https://doi.org/10.1097/00003226-200103000-00002>
- Tan, D., Janardhanan, P., Zhou, H., Chan, Y., Htoon, H., Ang, L., y Lim, L. (2008). Penetrating keratoplasty in Asian eyes: the Singapore Corneal Transplant Study. *Ophthalmology*, 115(6), 975-982. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.08.049>
- Terry, M., Wall, J., Hoar, K., y Ousley, P. (2007). A prospective study of endothelial cell loss during the 2 years after deep lamellar endothelial keratoplasty. *Ophthalmology*, 114(4), 631-639. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.11.024>
- Vail, A., Gore, S., Bradley, B., Easty, D., y Rogers, C. (1994). Corneal graft survival and visual outcome. A multicenter Study. *Corneal Transplant Follow-up Study Collaborators*. Corneal graft survival and visual outcome. A multicenter Study. *Corneal Transplant Follow-up Study Collaborators*., 101(1), 120-127. doi:[https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(94\)31376-5](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(94)31376-5)
- Yamada, M. (2005). Overcoming the technical challenges of deep lamellar keratoplasty. *The British journal of ophthalmology*, 89(12), 1548-1549. doi:<https://doi.org/10.1136/bjo.2005.077396>