



Artículo original

Tejido corneal preservado en glicerina: una opción en tiempos de pandemia del COVID-19



Corneal tissue preserved in glycerin: an option in times of COVID-19 pandemic

Karla Verdiguél-Sotelo,*‡ Claudia Echavarría-Gálvez,*‡ Reyna Ivonné Tello-Medina*‡§

* Médico oftalmólogo Subespecialista en Córnea y Cirugía refractiva.

‡ Servicio de Trasplante de Córnea, Hospital General, Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE), Centro Médico Nacional (CMN) «La Raza», Ciudad de México.

§ Servicio de Trasplante de Córnea, Hospital General de Zona 50, San Luis Potosí, S.L.P.

RESUMEN

Introducción: la pandemia de COVID-19, originada por SARS-CoV-2, ha generado un decremento en los programas de donación. La posibilidad de transmisión es alta, por ende no se dispone de tejido corneal fresco. El objetivo de este artículo fue documentar los resultados terapéuticos al usar tejido corneal preservado en glicerina, en pacientes sometidos a trasplante corneal de urgencia. **Material y métodos:** estudio retrospectivo y descriptivo. Se documentó la evolución clínica de los casos atendidos por trasplante de córnea. Se incluyeron los expedientes de pacientes que hubieran sido sometidos a trasplante corneal de urgencia utilizando tejido corneal en glicerina. Se utilizó el programa estadístico SPSS y Excel. **Resultados:** un total de 19 pacientes; 13 (68.4%) fueron varones y seis (31.5%) mujeres. La principal indicación fue la úlcera corneal infecciosa en siete (36.8%) y perforadas en seis (31.5%). 17 casos (89.4%) lograron la conservación de la integridad ocular. Las complicaciones incluyeron glaucoma en uno (5.3%) y lisis de tejido corneal en tres (15.7%). **Conclusiones:** el tejido corneal preservado en glicerina es una buena opción para los trasplantes de córnea de urgencia, al mantener la integridad ocular y salvar el globo ocular cuando no se dispone de tejido corneal fresco.

Palabras clave: trasplante de córnea, tejido corneal preservado en glicerina, tejido corneal fresco.

ABSTRACT

Introduction: the COVID-19 pandemic, originating from SARS-CoV-2, has generated a decrease in donation programs. The possibility of transmission is high, therefore fresh corneal tissue is not available. The objective was to document the therapeutic results with the use of corneal tissue preserved in glycerin in patients undergoing emergency corneal transplantation. **Material and methods:** retrospective, descriptive study. The clinical evolution of the cases treated for corneal transplantation was documented. The records of patients who have undergone emergency corneal transplantation using corneal tissue in glycerin were included. The statistical program SPSS and Excel were used. **Results:** a total of 19 patients; 13 (68.4%) were male and 6 (31.5%) female. The main indication was infectious corneal ulcer in 7 (36.8%) and perforated in 6 (31.5%) patients. 17 cases (89.4%) achieved the preservation of ocular integrity. Complications included glaucoma 1 (5.3%) and corneal tissue lysis 3 (15.7%). **Conclusions:** corneal tissue preserved in glycerin is a good option for emergency corneal transplants, as it maintains ocular integrity and saves the eyeball when fresh corneal tissue is not available.

Keywords: corneal transplantation, corneal tissue preserved in glycerin, fresh corneal tissue.

Citar como: Verdiguél-Sotelo K, Echavarría-Gálvez C, Tello-Medina RI. Tejido corneal preservado en glicerina: una opción en tiempos de pandemia del COVID-19. Rev Mex Traspl. 2023; 12 (1): 30-36. <https://dx.doi.org/10.35366/110000>



INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 está relacionada con síndrome respiratorio agudo severo, causado por el coronavirus (SARS-CoV-2), estos coronavirus son virus ARN que ocasionan enfermedades respiratorias de diversa gravedad, desde el resfriado común hasta una neumonía severa con alta transmisibilidad.¹ Surgió al final del año 2019 en Wuhan, provincia de Hubei, China, y se ha extendido rápidamente en todos los continentes, aumentando exponencialmente la cantidad de personas infectadas y causando miles de muertes en todo el mundo.²

La investigación ha demostrado que el SARS-CoV-2 se propaga principalmente a través del contacto cercano entre personas por medio de gotitas respiratorias, pero existe la posibilidad de transmisión ocular a través de la conjuntiva ocular.³

Belser y colaboradores describieron previamente una teoría anatómica para la transmisión ocular de virus respiratorios a través del sistema naso lagrimal. Sugirieron que si una gota respiratoria entra en contacto con la superficie ocular, ésta es conducida a través del drenaje lagrimal, transportada al meato inferior de la nariz y con ello logra tener acceso al tracto respiratorio inferior.⁴

Dentro de las manifestaciones oculares de pacientes con COVID-19, la más frecuente es la conjuntivitis, y los síntomas oculares incluyen hiperemia conjuntival, quemosis, epífora o aumento de las secreciones.⁵ Un estudio realizado en monos sugiere que el virus del COVID-19 puede tener detectabilidad conjuntival inicial que desaparece de forma temprana en el curso de la infección, pero adicionalmente puede haber partículas virales dentro de estructuras profundas del tejido ocular.⁶

Al tratarse de una nueva enfermedad, las recomendaciones de los organismos de salud son no procurar órganos ni tejidos en donantes durante esta contingencia.⁷ El Centro Nacional de Trasplante de México recomendó la suspensión temporal de los programas de donación de órganos y tejidos a nivel nacional hasta nuevo aviso, se exceptúa de esta medida la realización de trasplantes en casos de urgencia nacional (hígado y corazón) y las asignaciones prioritarias (riñón y córnea).⁸

La carencia de tejido donante siempre ha sido un problema, común en todo el mundo incluso, antes de la pandemia. A nivel mundial, sólo se cubre 53% de la exigencia de los pacientes en lista de espera y se otorga una córnea por cada 70 personas que la requieran.⁹

El trasplante corneal es el aloinjerto más comúnmente realizado.¹⁰ En los diferentes trasplantes de órganos, el tejido corneal parece tener mucho éxito con una tasa de supervivencia en el primer año de hasta 90%.¹¹ Este tipo de trasplante tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de los pacientes, al mejorar funcionalmente la visión dependiendo de la finalidad del trasplante o disminución de las molestias oculares.¹²

Existen diferentes indicaciones para el tipo de trasplante de tejido corneal:¹³⁻¹⁵ trasplante de córnea con fin óptico, donde el propósito es mejorar la visión; tectónico, se lleva a cabo para la restauración o conservación de la integridad corneal y del globo ocular; terapéutico, su finalidad es eliminar el tejido corneal infectado en ojos que no responden al tratamiento antimicrobiano; y cosmético, no utilizado ya que la finalidad está relacionada con mejorar la estética de una córnea opaca.

Los trasplantes tectónicos y terapéuticos tienen el potencial de evitar la pérdida del globo ocular, al estar indicadas en urgencias oftalmológicas que pongan en riesgo la integridad de la superficie ocular.¹⁶ Si bien el injerto corneal puede mejorar la agudeza visual, el fin principal en estos casos es salvaguardar el globo ocular de forma urgente.^{14,17} El tejido corneal presenta varias características para hacer que su almacenamiento sea más fácil que otros órganos.¹⁰ En las últimas décadas, con el desarrollo de nuevos medios de conservación corneal hipotérmicos, como Optisol-GS y Eusol-C, que actualmente son los más utilizados a corto plazo, se ha logrado una mejoría importante en la conservación del tejido corneal, al mantenerlo fresco hasta por 14 días¹⁸ y sin diferencias significativas en la preservación del tejido corneal entre estos medios.^{19,20}

Al cumplir los 14 días en estos medios, los tejidos corneales pasan a otra forma de preservación, como la glicerina, para una preservación a largo plazo. La preservación de la córnea en glicerina es una técnica de sencillo almacenamiento y puede conservarse hasta por cinco años,²¹ incluso sin refrigeración, además es menos costosa que otros medios.²⁰ La preservación a largo plazo es muy importante, debido a que el suministro de tejido corneal fresco y de alta calidad es limitado en muchos países, pues el transporte es poco confiable, la distribución inconsistente y la vida útil del tejido corneal limitada.²²

El tejido corneal preservado en glicerina no tiene endotelio viable, por lo que se puede utilizar en el trasplante corneal que no requiera tejido de alta calidad como en las perforaciones corneales.²³ Hay autores que mencionan que las células endoteliales cornea-

les residuales de los receptores, más allá de la perforación, pueden migrar y cubrir la superficie posterior del injerto corneal donado, después de un trasplante corneal a espesor total con córneas conservadas en glicerina.²⁴ Estos tejidos, además, presentan una tasa menor de rechazo de injerto que los tejidos corneales frescos, debido a que las células corneales no son viables en glicerina.²²

El uso de córneas preservadas en glicerina es una opción segura en situaciones de trasplante corneal urgentes, con fines terapéuticos y/o tectónicos, para posteriormente realizar un trasplante con fines ópticos.²¹ Se puede realizar el trasplante en urgencias oftalmológicas, como sería el caso de una úlcera corneal perforada o una rotura del globo ocular, para mantener la integridad del globo²³ y donde no se puede esperar mucho tiempo por un tejido corneal fresco.²⁵

Hay pocos estudios reportados sobre trasplante de córnea con el uso de tejido preservado en glicerina; Gupta y colega²¹ evaluaron este uso con la técnica de queratoplastia penetrante en pacientes con úlcera corneal perforada, y reportaron la conservación de la integridad de la anatomía ocular en 91%, así como conservación de la agudeza visual en 76.5% de los casos.

Tripathi y su equipo²⁶ evaluaron el almacenamiento de tejido corneal en glicerina y reportaron que el espesor corneal, después de tres meses de conservación a temperatura ambiente, mostró mayor grosor que el almacenado en refrigeración, luego de la rehidratación con suero fisiológico; en cuanto a la transparencia, la preservación en glicerol a temperatura ambiente mostró tejidos opacos, pero hubo mayor transparencia en el tejido preservado con glicerol a una temperatura de -80°C, seguido del tejido almacenado a -20°C y 4°C.

Gupta N y colaboradores²³ reportaron el uso de tejido preservado con glicerina en pacientes con queratitis infecciosa, y concluyeron que es un procedimiento útil para salvar los ojos en casos de infección en tiempos de crisis.

Niu y colegas²⁵ utilizaron tejido corneal preservado con glicerina en pacientes con diagnóstico de úlcera corneal perforada, que iban de 1 a 2 mm de tamaño de perforación, recortando el tejido corneal para que se ajustara al tamaño de la perforación. Al final del estudio 100% de los pacientes conservó la integridad ocular.

Lin y su equipo²² también reportaron el uso de tejido corneal preservado con glicerina, para pacientes con queratitis infecciosa que requerían trasplante corneal con una finalidad tectónica, según su reporte se llegó a una conservación de la integridad

anatómica en 92%, 7.1% presentó glaucoma secundario y no se evidenció rechazo de injerto en ningún paciente.

Thanathanee y colaboradores²⁰ estudiaron los resultados y complicaciones del trasplante corneal terapéutico, al usar tejido corneal preservado con glicerol en pacientes con queratitis infecciosa. Reportaron que 50% de los pacientes presentó glaucoma secundario, 31% fuga en la herida, 69% recurrencia de la infección y 59% mantuvo la integridad ocular.

Por lo tanto, en el sistema de salud mundial actual, el tejido que se preserva en glicerina representa un activo muy importante para la atención oportuna y de calidad de pacientes que tienen un cuadro agudo, y que ameritan intervención quirúrgica urgente mediante un trasplante de tejido corneal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño general del estudio

Estudio retrospectivo y descriptivo. Se revisaron los expedientes de los pacientes sometidos a trasplante corneal de urgencia, en los que fue utilizado tejido corneal preservado en glicerina durante el estado de emergencia por el COVID-19, en el Banco de Ojos de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital General «Dr. Gaudencio González Garza» del Centro Médico Nacional «La Raza».

Procesamiento y análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 24 y el programa Excel. Se obtuvieron los promedios y porcentajes de las variables. Para hallar significancia estadística se consideró un nivel de confianza mayor de 95%, con $p < 0.05$.

El estudio es factible ya que se cuenta con los recursos necesarios para su realización; los procedimientos propuestos en la investigación son acordes con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y las normas internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación clínica.

Los procedimientos que se analizan en este estudio corresponden a la realización de injertos de tejido corneal, con finalidad tectónica y terapéutica como manejo terapéutico en las perforaciones corneales periféricas y/o procesos infecciosos corneales. Al entenderse que en este trabajo se analizan los resultados obtenidos de dicha terapéutica llevada a cabo por par-

te del Servicio de Trasplantes de Córnea del Centro Médico Nacional «La Raza».

RESULTADOS

Un total de 19 pacientes fueron operados de trasplante corneal de urgencia en el Hospital General «La Raza» durante el estado de emergencia, desde marzo del presente año hasta agosto, en el que el Centro Nacional de Trasplante de México recomendó la suspensión eventual de los programas de donación de órganos y tejidos a nivel nacional.

La mayoría de los pacientes habían sido atendidos en consulta particular con un periodo de un mes antes de llegar al hospital, debido a que las consultas oftalmológicas en los diferentes hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social fueron suspendidas durante este lapso y sólo se atendían urgencias oftalmológicas.

De un total de 19 pacientes operados de trasplante de córnea de urgencia, 13 (68.4%) pacientes fueron varones y sólo seis (31.5%) mujeres. Con una edad promedio de 45 años y un rango de edad de 17 a 76 años.

Una de las principales indicaciones de trasplante corneal de urgencia fue la úlcera corneal infecciosa, que se halló en siete pacientes (36.8%), de éstas se encontró perforación en seis pacientes (31.5%) al momento de la evaluación (*Tabla 1*). La mayoría de ellas fue por causa bacteriana, según la clínica al momento del diagnóstico.

Otra indicación frecuente fueron las úlceras corneales inmunes perforadas, presentes en siete pacientes (36.8%), tres de estos pacientes tuvieron diagnóstico de artritis reumatoide y no contaban con tratamiento actual, debido a que las consultas del servicio de reumatología habían sido suspendidas por el estado de

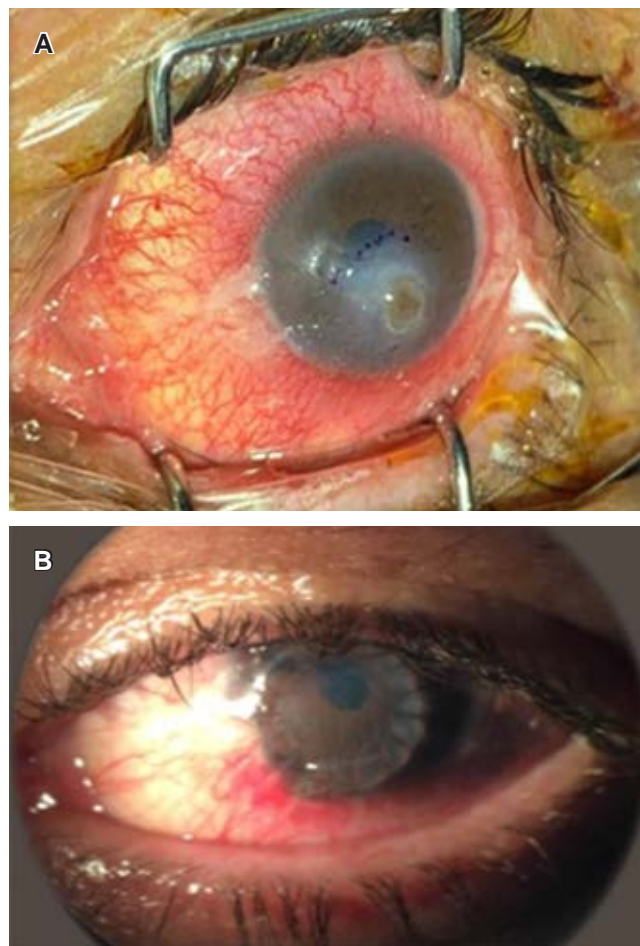


Figura 1: Caso 10. **A)** Paciente con úlcera corneal infecciosa perforada. **B)** Paciente al mes de operado de queratoplastia penetrante (QPP).

emergencia; por lo tanto no podían seguir con sus medicamentos habituales; por último, los otros pacientes estaban en estudio para descartar una enfermedad autoinmune (*Figura 1*).

La técnica quirúrgica más realizada fue la queratoplastia penetrante en un total de siete pacientes (36.8%), seguida del minitrasplante corneal en siete casos (36.8%); además, se realizó parche corneal en Crescent en tres pacientes (15.7%) con úlceras perforadas periféricas, un parche escleral en un paciente con adelgazamiento escleral postcirugía de pterigión, y un parche corneoescleral en un paciente con degeneración marginal periférica (*Figura 2*).

Dentro de las complicaciones postcirugía de trasplante de córnea tres pacientes (15.7%) presentaron lisis de botón corneal y sólo uno de los pacientes presentó glaucoma de ángulo estrecho (*Tabla 2*).

Tabla 1: Indicaciones de trasplante corneal. N = 19.

	n (%)
Úlcera corneal infecciosa	7 (36.8)
Perforada	6 (31.5)
Descematocele	1 (5.3)
Úlcera corneal inmune perforada	7 (36.8)
Quemadura corneal con perforación	1 (5.3)
Escleromalacia	1 (5.3)
Lisis de botón corneal con perforación	1 (5.3)
Trauma ocular abierto con perforación corneal	1 (5.3)
Queratopatía por exposición con perforación	1 (5.3)

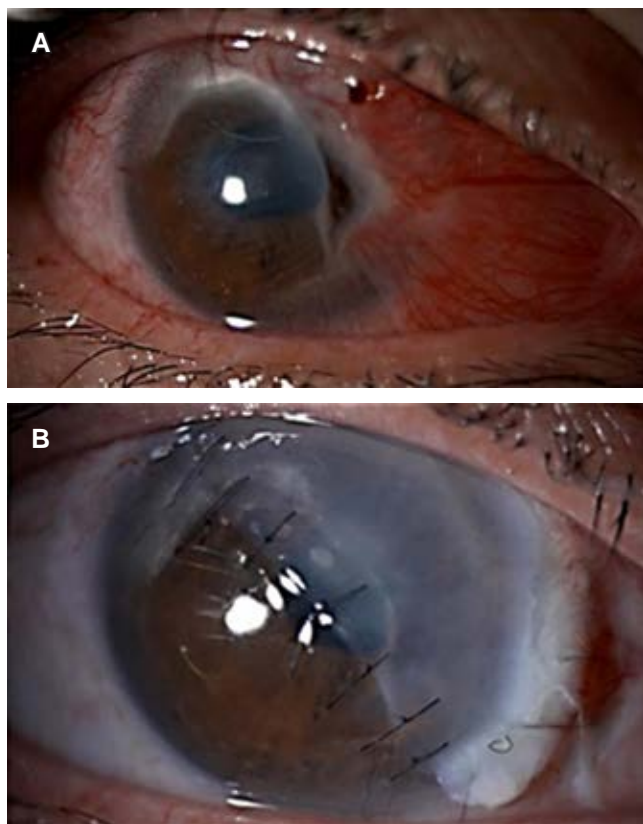


Figura 2: Caso 18. **A)** Paciente con diagnóstico de artritis reumatoide que no recibía tratamiento hace más de cinco años, acude con adelgazamiento corneal periférico e insuficiencia limbar. **B)** Paciente al mes de operada de parche corneoescleral.

De los 19 pacientes, 17 casos (89.4%) lograron un éxito terapéutico, definido como el mantenimiento de la integridad ocular con mantenimiento de la agudeza visual previa a la cirugía (*Tabla 3*).

DISCUSIÓN

En la actualidad, al enfrentarnos a la pandemia de COVID-19 las procuraciones en donantes cadavéricos han disminuido debido a las indicaciones de suspensión temporal de los programas de donación; sin embargo, en el Banco de Tejido Corneal, se cuenta con resguardo de tejido corneal a largo plazo, preservado en glicerina. Este tejido es útil para mantener la integridad ocular en trasplante de córnea de urgencia, cuando no se cuenta con tejido corneal fresco.

El glicerol es un compuesto químico llamado glicerina, es una sustancia incolora, inodora y viscosa,

que tiene propiedades antimicrobianas y antiproteasas, por lo que conserva la estructura corneal. Es por ello que estas propiedades hacen que el tejido corneal puede ser almacenado a largo plazo en este químico y que sea útil en casos en los que no se requiera tejido endotelial viable;²⁷ por esta razón, en nuestro estudio se utilizó en casos de úlceras corneales perforadas o en traumas con perforaciones, cuya finalidad era mantener la integridad del globo ocular, al estar este tejido disponible en el banco de ojos para situaciones de urgencia. Por lo tanto, el tejido corneal preservado en glicerina es una alternativa útil en casos de queratitis infecciosas, úlceras con perforaciones, inminencia de perforación o traumas oculares.

Dentro de las indicaciones más frecuentes de trasplantes de urgencia están las úlceras corneales perforadas secundarias a queratitis infecciosas, sobre todo en países en desarrollo, como se demostró en nuestro estudio.

Lin y colaboradores²² reportaron el uso de tejido corneal preservado con glicerina en pacientes con queratitis infecciosa perforada, de los cuales cinco fueron por causa bacteriana, cinco por causas fúngicas y uno por causa mixta donde requerían trasplante corneal con finalidad tectónica.

Gupta y colega²¹ también utilizaron tejido corneal preservado en glicerina en casos de urgencia cuando no se disponía de tejido corneal fresco. Dentro de las causas más frecuentes estuvieron las queratitis infecciosas que ocurrieron en 31 casos, de los cuales 20 presentaban perforaciones al momento del diagnóstico.

En nuestro estudio una de las causas más frecuentes de indicación de trasplante corneal de urgencia fueron las úlceras corneales infecciosas, de manera similar a la literatura internacional reporta-

Tabla 2: Complicaciones postcirugía de trasplante corneal. N = 19.

	n (%)
Lisis de botón corneal	3 (15.7)
Glaucoma	1 (5.3)

Tabla 3: Resultado del tratamiento postrasplante corneal. N = 19.

	n (%)
Éxito terapéutico	17 (89.4)
Fracaso terapéutico	2 (10.5)

da, y de ellas la mayoría presentaba perforación. Los trasplantes terapéuticos y tectónicos son eficaces para disminuir la carga infecciosa en este tipo de queratitis y, sobre todo, para conservar la integridad del globo ocular.²¹

Otro de los beneficios demostrados con los tejidos corneales preservados en glicerina es que pueden evitar cirugías mutilantes como evisceración o enucleación, al poder mantener la integridad ocular en casos de perforaciones corneales. Thanathane y su equipo²⁰ reportaron que 59% mantuvo la integridad ocular en casos de queratitis infecciosas.

Gupta y colega²¹ presentaron, en 91.2% de los casos, el mantenimiento de la integridad ocular luego de utilizar este tejido en casos de queratitis infecciosas, y sólo a uno de los pacientes se le realizó evisceración por presentar recurrencia de la infección que evolucionó a una endoftalmitis.

En nuestro estudio la integridad del globo ocular se conservó en 17 pacientes (89.4%), al utilizar tejido corneal preservado en glicerina, en donde no se observó frecuente recurrencia del cuadro infeccioso; sólo una paciente presentó recurrencia de la queratitis infecciosa. Probablemente esto se debió a que el paciente no cumplió con el esquema de tratamiento que se le brindó luego de la cirugía.

El tejido corneal preservado en glicerina carece de células presentadoras de antígeno, por lo que no puede sensibilizar a las células T receptoras,²⁸ lo que favorece que no haya riesgo de rechazo al injerto, a diferencia del tejido corneal fresco. Feilmeier y colaboradores²⁹ también reportaron el uso de tejido corneal preservado en glicerina y no evidenciaron ningún caso de rechazo de tejido corneal, en comparación con el uso de tejido corneal fresco que sí se presentó en un paciente. En nuestro estudio ningún paciente presentó falla de injerto o rechazo con el uso de tejido corneal preservado en glicerina.

Dentro de las complicaciones postcirugía, la incidencia de glaucoma postqueratoplastia penetrante es de alrededor de 10 a 53%,²³ lo cual es mayor en los casos de queratoplastia terapéutica por un tamaño mayor del injerto.

Niu y su equipo²⁵ evaluaron pacientes con queratitis infecciosa que requerían trasplante de córnea de urgencia. De un total de 14 pacientes estudiados, cuatro de ellos presentaron complicaciones a corto y largo plazo, dos de ellos desarrollaron presión intraocular elevada luego de la cirugía, a uno de ellos se le realizó lavado de cámara anterior y mejoró; mientras que otro paciente mejoró con tratamiento de colirios antiglauco-

matos. Los otros dos pacientes presentaron doble cámara, que se resolvió al modificar las suturas a nivel de la herida quirúrgica.

Lin y colaboradores²² observaron que la mayoría de los pacientes operados de trasplante de córnea, utilizando tejido corneal preservado en glicerina, presentan glaucoma y recurrencia de la infección. En nuestro estudio se observó que sólo un paciente desarrolló glaucoma de ángulo cerrado, probablemente secundario a la estrechez de la cámara anterior en ambos ojos previo a la cirugía, a pesar de realizarse iridectomía periférica transquirúrgica, el paciente tuvo un mal control de la presión intraocular que evolucionó a un ojo ciego doloroso.

Otros pacientes desarrollaron lisis de tejido corneal, en un paciente debido a que presentaba artritis reumatoide mal controlada, con antecedente de dos trasplantes previos de tejido corneal fresco, con los cuales, luego de un tiempo, desarrolló lisis de tejido corneal; y otro paciente presentó una recurrencia de queratitis infecciosa.

Liu y colegas³⁰ estudiaron el uso de tejido corneal preservado en glicerina en pacientes con leucomas corneales postterapéuticos, utilizando la técnica lamelar anterior profunda o *Deep Anterior Lamellar Keratoplasty* (DALK, por sus siglas en inglés). Concluyeron que el uso de este tejido es útil debido a que puede lograr una agudeza visual satisfactoria, menos complicaciones inducidas por fármacos, menos episodios de recurrencia y menos rechazos de aloinjertos.

En nuestro estudio sólo se utilizó la técnica de queratoplastia penetrante, no se realizaron técnicas lamelares; aunque la literatura reportar buenos resultados utilizando este tejido en cirugías lamelares como la técnica de DALK, se recomiendan más estudios para demostrar la utilidad de este tejido corneal en glicerina para las diferentes técnicas de trasplante de córnea, sobre todo en países en desarrollo donde los tejidos de córnea frescos son escasos.

CONCLUSIONES

En países en desarrollo donde las donaciones son reducidas y no se puede contar con un alto volumen de tejido corneal fresco para satisfacer la demanda, el uso de tejido corneal preservado en glicerina es una buena opción. Sobre todo en casos de urgencias oftalmológicas para evitar cirugías como enucleaciones, al poder preservar la integridad del globo ocular. Actualmente se reportan varios usos de este tejido en glicerina, la lista de indicaciones

continúa extendiéndose, tanto para procedimientos de trasplante de córnea con finalidad óptica como tectónica, con niveles de éxito similares al uso de tejido corneal fresco.

REFERENCIAS

- Li Y, Bai W, Hashikawa T. The neuroinvasive potential of SARS CoV2 may play a role in the respiratory failure of COVID 19 patients. *J Med Virol.* 2020; 92 (6): 552-555.
- Iser BPM, Sliva I, Raymundo VT, Poletto MB, Schuelter-Trevisol F, Bobinski F. Definição de caso suspeito da COVID-19: uma revisão narrativa dos sinais e sintomas mais frequentes entre os casos confirmados. *Epidemiol Serv Saude Brasília.* 2020; 29 (3): e2019354.
- Dockery DM, Rowe SG, Murphy MA, Krzystolik MG. The ocular manifestations and transmission of COVID-19: recommendations for prevention. *J Emerg Med.* 2020; 59 (1): 137-140.
- Belser JA, Rota PA, Tumpey TM. Ocular tropism of respiratory viruses. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2013; 77 (1): 144-156.
- Chen MJ, Chang KJ, Hsu CC, Lin PY, Jui-Ling Liu C. Precaution and prevention of coronavirus disease 2019 infection in the eye. *J Chin Med Assoc.* 2020; 83 (7): 648-650.
- Deng W, Bao L, Gao H, Xiang Z, Qu Y, Song Z et al. Ocular conjunctival inoculation of SARS-CoV-2 can cause mild COVID-19 in rhesus macaques. *Nat Commun.* 2020; 11 (1): 4400.
- Desautels JD, Moshirfar M, Martheswaran T, Shmunis KM, Ronquillo YC. Risks posed to corneal transplant recipients by COVID-19-affected donors. *Ophthalmol Ther.* 2020; 9 (3): 371-379.
- Plan de reactivación de los programas de reactivación de donantes y trasplantes. Centro Nacional de Trasplante México. 2020.
- Navarro Martínez-Cantullera A, Calatayud PM. Obtención de tejido corneal para queratoplastia. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2016; 91 (10): 491-500.
- Gain P, Jullienne R, He Z, Aldossary M, Acquart S, Cognasse F et al. Global survey of corneal transplantation and eye banking. *JAMA Ophthalmol.* 2016; 134 (2): 167-173.
- Waldock A, Cook SD. Corneal transplantation: how successful are we? *Br J Ophthalmol.* 2000; 84 (8): 813-815.
- Palamar M, Egrilmez S, Yagci A. Are our cornea waiting lists dynamic enough. *Int Ophthalmol.* 2016; 36 (2): 195-197.
- Garralda A, Epelde A, Iturralde O, Compains E, Maison C, Altarriba M et al. Trasplante de córnea. *An Sist Sanit Navar.* 2006; 29 (Suppl. 2): 163-173.
- Rapuano C. Color atlas and synopsis of clinical ophthalmology Wilms Eye Hospital. 3rd. New York: Wolters Kluwer; 2019.
- Kanski J, Bowling B. *Oftalmología clínica.* 7o. ed. Barcelona: Elsevier; 2012.
- Ang M, Mehta JS, Sng CCA, Htoon HM, Tan DTH. Indications, outcomes, and risk factors for failure in tectonic keratoplasty. *Ophthalmology.* 2012; 119 (7): 1311-1319.
- Donoso R, Vargas T. Guías clínicas. Sociedad Chilena de trasplantes; 2011.
- Jeng BH. Preserving the cornea: corneal storage media: *Curr Opin Ophthalmol.* 2006; 17 (4): 332-337.
- Kanavi MR, Javadi MA, Chamani T, Fahim P, Javadi F. Comparing quantitative and qualitative indices of the donated corneas maintained in Optisol-GS with those kept in Eusol-C. *Cell Tissue Bank.* 2015; 16 (2): 243-247.
- Thanathane O, Sripawadkul W, Anutarapongpan O, Luanratanakorn P, Suwanapichon O. Outcome of therapeutic penetrating keratoplasty using glycerol-preserved donor corneas in infectious keratitis. *Cornea.* 2016; 35 (9): 1175-1178.
- Gupta N, Upadhyay P. Use of glycerol-preserved corneas for corneal transplants. *Indian J Ophthalmol.* 2017; 65 (7): 569-573.
- Lin HC, Ong SJ, Chao AN. Eye preservation tectonic graft using glycerol-preserved donor cornea. *Eye (Lond).* 2012; 26 (11): 1446-1450.
- Gupta N, Dhasmana R, Maitreya A, Badahur H. Glycerol-preserved corneal tissue in emergency corneal transplantation: an alternative for fresh corneal tissue in COVID-19 crisis. *Indian J Ophthalmol.* 2020; 68 (7): 1412.
- Shi W, Liu M, Gao H, Li S, Wang T, Xie L. Penetrating keratoplasty with small-diameter and glycerin-cryopreserved grafts for eccentric corneal perforations: *Cornea.* 2009; 28 (6): 631-637.
- Niu G, Zhou Q, Huang X, Wang S, Zhang J, Zhang Y et al. Individualized penetrating keratoplasty using edge-trimmed glycerol-preserved donor corneas for perforated corneal ulcers. *BMC Ophthalmol.* 2019; 19 (1): 85.
- Tripathi H, Mehdi MU, Gupta D, Sen S, Kashyap S, Nag TC et al. Long-term preservation of donor corneas in glycerol for keratoplasty: exploring new protocols. *Br J Ophthalmol.* 2016; 100 (2): 284-290.
- King JH Jr, McTigue JW, Meryman HT. Preservation of corneas for lamellar keratoplasty: a simple method of chemical glycerine-dehydration. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1961; 59: 194-201.
- Moore MB, Gebhardr BM, Verity SM, McDonald MB. Fate of lyophilized xenogeneic corneal lenses in intrastromal implantation and epikeratophakia. 1987; 28 (3): 555-559.
- Feilmeier MR, Tabin GC, Williams L, Oliva M. The use of glycerol-preserved corneas in the developing world. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2010; 17 (1): 38-43.
- Liu X, Zhou Q, Huang X, Liu Z, Bi Y. Clinical evaluation of deep anterior lamellar keratoplasty using glycerol-cryopreserved corneal tissues for refractory herpetic stromal keratitis: An observational study. *Medicine (Baltimore).* 2016; 95 (39): e4892.

Correspondencia:

Karla Verdiguél-Sotelo

E-mail: karlaverdiguél@hotmail.com

www.medigraphic.org.mx