



Supervivencia del injerto tras queratoplastia penetrante: tres años de experiencia

Graft survival after penetrating keratoplasty:
three years of experience



Magdalena Melo-Guichard,* Diana Sofía Ávila-Medrano,*
Armando Muñoz-Pérez,* Carolina Camacho-Cid,* Gustavo Martínez-Mier,*
Jorge Alberto Blancas-Ontiveros,* Pedro I Moreno-Ley,* Elías Bonilla-Casas,*
José Ramón Solórzano-Rubio,* José Manuel Reyes-Ruiz*‡

* Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Especialidades No. 14, Centro Médico Nacional «Adolfo Ruiz Cortines», Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Veracruz, México.

† Facultad de Medicina, Universidad Veracruzana, Región Veracruz. Veracruz, México.

RESUMEN

ABSTRACT

Introducción: la queratoplastia penetrante es un procedimiento quirúrgico que remplaza el espesor total de la córnea del paciente por un injerto donante, con la finalidad de una mejor calidad en la visión del paciente. **Objetivos:** evaluar los resultados de supervivencia a corto plazo y determinar los factores pronósticos del trasplante de córnea en un hospital de tercer nivel en México. **Material y métodos:** se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo y analítico de 51 pacientes que fueron intervenidos a queratoplastia penetrante en un centro de referencia de tercer nivel del Instituto Mexicano del Seguro Social entre octubre de 2017 y octubre de 2020. Este estudio incluyó a los pacientes con ≥ 1 año de seguimiento. **Resultados:** el 76.47% de los pacientes tuvo mejoría en la agudeza visual. Se encontró supervivencia al año de seguimiento de 74.50% de los injertos con una media de sobrevida de 10.824 meses. Se identificaron a la distrofia corneal granular (*Hazard Ratio* [HR] 47.4, $p = 0.004$), leucoma (HR 7.1, $p = 0.003$) y vascularización (HR 7.4, $p = 0.001$) como factores de riesgo asociados a falla del injerto corneal. **Conclusiones:** en este estudio, la distrofia corneal granular, el leucoma y la vascularización fueron factores de riesgo independientes asociados a la falla del injerto corneal en población mexicana. Se necesi-

Introduction: penetrating keratoplasty is a surgical procedure that replaces the total thickness of the patient's cornea with a donor graft, with the aim of better quality in the patient's vision. **Objectives:** to evaluate short-term survival outcomes and determine the prognostic factors of corneal transplantation performed at a tertiary referral hospital in Mexico. **Material and methods:** a longitudinal, retrospective, and analytical study of 51 patients who intervened in penetrating keratoplasty at a tertiary referral center of the Mexican Institute of Social Security was carried out between October 2017 and October 2020. This study included patients with ≥ 1 follow-up year. **Results:** 76.47% of the patients had an improvement in visual acuity. Survival at one year of follow-up of 74.50% of the grafts was found, with a mean survival of 10,824 months. Granular corneal dystrophy (*Hazard Ratio* (HR) 47.4, $p = 0.004$), leukoma (HR 7.1, $p = 0.003$), and vascularization (HR 7.4, $p = 0.001$) were identified as risk factors associated with failure of the corneal graft. **Conclusions:** in this study, granular corneal dystrophy, leukoma, and vascularization were independent risk factors associated with corneal graft failure in the Mexican population. New prospective studies are needed to follow up



tan nuevos estudios prospectivos para dar seguimiento a largo plazo y evaluar la progresión clínica de los pacientes que han recibido un injerto corneal.

Palabras clave: queratoplastia penetrante, falla de injerto, córnea, trasplante, rechazo.

Abreviaturas:

DCG = distrofia corneal granular

EE = error estándar

HR = Hazard Ratio (cociente de riesgos)

IC95% = intervalo de confianza de 95%

INTRODUCCIÓN

La queratoplastia penetrante (QP) es un procedimiento que implica la trepanación de espesor total de la córnea del paciente para suturar en su lugar un nuevo injerto donante,¹ con la finalidad de devolverle la vista al paciente y mejorar la calidad de vida.² El Centro Nacional de Trasplante (CENATRA) en México informó que las queratoplastias penetrantes han aumentado entre el año 2000 y 2016, de 1,372 a 1,718 casos, respectivamente.³

Algunas de las complicaciones de las queratoplastias penetrantes incluyen: infección nueva, residual o recurrente; rechazo del injerto; glaucoma; cataratas y defecto epitelial que no cicatriza; uveítis; úlceras corneales y endoftalmitis.^{4,5} La sobrevida del injerto de córnea se estima en un promedio de 0.86 al año, 0.73 a los cinco años, 0.62 a los 10 años y 0.55 a los 15 años.⁶ El fracaso del injerto en la queratoplastia penetrante tiene incidencia de 6 a 41%.⁷ Se estima que 33.9% de los injertos fallidos se deben a problemas de la superficie ocular, mientras que 34% se ha atribuido a la falla endotelial como la razón más común.⁸ Además del rechazo inmunológico, la falla del injerto corneal puede ser ocasionada por la presencia de otros factores de riesgo como la edad del receptor, el antecedente de rechazo corneal, la neovascularización de la córnea, el diagnóstico preoperatorio, las patologías asociadas como glaucoma y las características de la córnea donada.^{9,10} El objetivo de este estudio fue identificar los factores de riesgo asociados al rechazo corneal en un hospital de tercer nivel.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio y participantes. Este es un estudio observacional retrospectivo que incluyó todos los procedimientos de queratoplastia penetrante con-

long-term and assess the clinical progression of patients who have received a corneal graft.

Keywords: penetrating keratoplasty, graft failure, cornea, transplant, rejection.

secutivos realizados en un hospital de tercer nivel (UMAE Hospital de Especialidades No. 14, Centro Médico Nacional «Adolfo Ruiz Cortines», Instituto Mexicano del Seguro Social) desde octubre de 2017 hasta octubre de 2020. Se incluyeron en el estudio pacientes con al menos 12 meses de seguimiento después de la queratoplastia penetrante. Sólo se incluyeron injertos primarios realizados por indicaciones ópticas, tectónicas y terapéuticas.

Los criterios de exclusión fueron: queratoplastias lamelares, pacientes con antecedentes previos de queratoplastia penetrante secundaria o posterior, córneas/prótesis artificiales, trasplantes de células madre, pacientes pediátricos de 11 años o menos, tiempo de seguimiento inadecuado y casos con datos clínicos incompletos. Se incluyeron 51 pacientes y se revisaron retrospectivamente sus historias clínicas.

Definición. El tiempo de supervivencia del injerto se definió como el tiempo transcurrido entre la primera postqueratoplastia hasta la falla del injerto trasplantado.

Seguimiento. Los pacientes fueron seguidos al menos durante un año después de la cirugía de queratoplastia penetrante. En sus consultas postoperatorias, se evaluó la agudeza visual, claridad de injerto, evaluación de segmento anterior, fondo de ojo y presión intraocular.

Análisis estadístico. Las variables cualitativas fueron expresadas como el número o porcentaje (%). Se realizaron modelos de regresión de riesgos proporcionales de Cox univariantes y multivariantes para calcular el *hazard ratio* (HR) con su correspondiente intervalo de confianza de 95% (IC95%) para el riesgo de falla de injerto. Las covariables que resultaron significativas en el análisis univariante se seleccionaron para el análisis multivariante. Las curvas de supervivencia se estimaron mediante el método de Kaplan-Meier y las diferencias entre los grupos se evaluaron con la prueba de rangos logarítmicos (*log rank test*). Todos los análisis fueron de dos colas y un valor $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo. El análisis de los datos se realizó con SPSS Statistics v.25 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE.UU.), R v4.03 Statistical Software (R Foundation, Viena, Austria) y MedCalc Statistical Software (MedCalc Software Ltd., Ostende, Bélgica).

Aprobación ética. Este estudio fue aprobado (R-2021-3001-090) por el Comité de Ética en Investigación del hospital (Código de registro: CONBIOÉTICA-30-CEI-003-20180412; COFEPRIS 17CI30193067). El estudio cumplió con la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

Características de los pacientes. Un total de 64 queratoplastias penetrantes fueron realizadas entre octubre 2017 y octubre 2020. Se excluyeron los pacientes con menos de un año de seguimiento (ocho ojos) o con antecedentes de queratoplastias penetrantes (cinco ojos). Un total de 51 pacientes (51 ojos) fueron incluidos en este estudio, de los que 33.33% (17 ojos) y 66.66% (34 ojos) eran mujeres y hombres, respectivamente (*Figura 1*). La mediana de edad fue de 60 años y se distribuyeron exclusivamente en el intervalo de 12 a 89 años. En total, 26 (50.99%) tenían afectación del ojo derecho, mientras que 25 (49.01%) presentaban afectación del ojo izquierdo. Además, 18 (35.29%) pacientes tenían hipertensión arterial, 15 (29.41%) presentaban diabetes mellitus tipo 2 y uno (1.96%) era seropositivo al virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Nueve (17.64%) presentaban tanto hipertensión arterial como diabetes mellitus tipo 2.

Indicaciones quirúrgicas. Se encontró que la indicación para trasplante fue óptica en 48 casos (94.11%), tectónica en dos casos (3.92%) y terapéutica en un caso (1.96%).

Las indicaciones diagnósticas para realizar el trasplante se dividieron en queratocono ($n = 11$, 21.56%), leucoma ($n = 5$, 9.8%), queratopatía bullosa ($n = 16$, 31.37%), distrofias corneales ($n = 15$, 29.41%) y úlcera

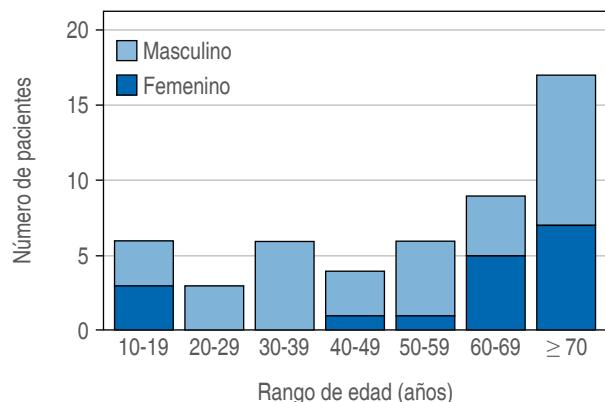


Figura 1: Distribución de pacientes por edad y sexo.

perforada ($n = 4$, 7.84%). En distrofias corneales se consideró la distrofia de Fuchs ($n = 8$, 53.33%), distrofia reticular ($n = 2$, 13.33%), distrofia lipoidea ($n = 1$, 6.67%), distrofia granular ($n = 1$, 6.67%) y otras distrofias hereditarias ($n = 3$, 20%).

Agudeza visual prequirúrgica y postquirúrgica. La agudeza visual fue evaluada en consultorio con cartillas de Snellen, percepción de movimiento de manos, percepción de luz o cuenta dedos. Se evaluó la visión preoperatoria y un año posterior a la cirugía.

Para el análisis de los datos, la agudeza visual inicial de los pacientes se agrupó en movimiento de manos ($n = 12$, 23.52%), cuenta dedos ($n = 16$, 31.37%), 20/400-20/100 ($n = 14$, 27.45%), 20/80-20/50 ($n = 9$, 17.64%), 20/40-20/20 (0%); de igual forma, con la agudeza visual al año de seguimiento: movimiento de manos ($n = 5$, 9.80%), cuenta dedos ($n = 6$, 11.76%), 20/400-20/100 ($n = 9$, 17.64%), 20/80-20/50 ($n = 16$, 31.37%), 20/40-20/20 ($n = 15$, 29.41%).

Hubo una mejoría visual postoperatoria en el 76.47% ($n = 39$) de los casos; 19.60% ($n = 10$) permanecieron con la misma visión y en el 3.92% ($n = 2$) hubo pérdida visual.

En el grupo con indicación óptica ($n = 48$) para la queratoplastia penetrante, el 77.08% ($n = 37$) presentó mejoría visual, el 18.75% ($n = 9$) permaneció igual y el 4.16% ($n = 2$) tuvo pérdida visual. En el grupo con indicación tectónica ($n = 3$) el 100% ($n = 3$) presentó mejoría visual, y en el grupo con indicación terapéutica ($n = 1$) se obtuvo que el 100% ($n = 1$) permaneció igual en cuanto a la agudeza visual.

Supervivencia del injerto. La sobrevida del injerto se evaluó a un año posterior al trasplante; se registró que 74.50% ($n = 38$) de los injertos se encontraban claros al final del año.

Se elaboraron gráficas siguiendo el método de Kaplan Meier para estimar la probabilidad de sobrevida de los injertos de córnea durante el año de seguimiento; se encontró una media estimada de sobrevida de 10.824 meses.

Dentro de las indicaciones diagnósticas de queratoplastia penetrante, se encontró sobrevida del injerto al año de seguimiento en 90.9% ($n = 10$) de los casos de queratocono, en 20% ($n = 1$) de los de leucoma, en 81.25% ($n = 13$) de los de queratopatía bullosa, en 80% ($n = 12$) de los de distrofias corneales y en 50% ($n = 2$) de los de úlcera perforada.

Los pacientes que presentaron falla de injerto ($n = 13$) con más frecuencia fueron aquellos con indicación diagnóstica quirúrgica de leucoma en 30.76% ($n = 4$) de los casos, seguido de queratopatía bullosa

Tabla 1: Identificación de factores de riesgo asociados a rechazo corneal.

Variables	Análisis de regresión de Cox					
	Univariable			Multivariable		
	HR	IC95%	p	HR	IC95%	p
Sexo femenino	0.93	0.32-2.78	0.909	-	-	-
Edad	0.99	0.96-1.01	0.503	-	-	-
Distrofia corneal granular	19.09	2.15-169.53	0.008	47.4	3.43-655.8	0.004
Úlcera corneal perforada	2.94	0.66-13.11	0.155	-	-	-
Queratopatía lipoidea	0.14	0.11-0.90	0.998	-	-	-
Distrofia reticular	0.15	0.13-0.90	0.998	-	-	-
Distrofia corneal congénita hereditaria	0.12	0.11-0.90	0.998	-	-	-
Distrofia endotelial de Fuchs	0.82	0.18-3.66	0.802	-	-	-
Queratocono	0.24	0.03-1.89	0.18	-	-	-
Leucoma	6.14	1.92-19.61	0.002	7.1	1.98-25.4	0.003
Queratopatía bullosa	0.55	0.15-1.96	0.36	-	-	-
Cirugía simultánea	0.72	0.24-2.11	0.556	-	-	-
Vascularización	6.90	2.34-20.34	0.0004	7.4	2.18-25.1	0.001
Glaucoma	2.49	0.70-8.86	0.158	-	-	-
Infección	5.24	1.71-15.52	0.002	2.8	0.83-9.7	0.097

HR = Hazard Ratio (cociente de riesgos). IC95% = intervalo de confianza de 95%.

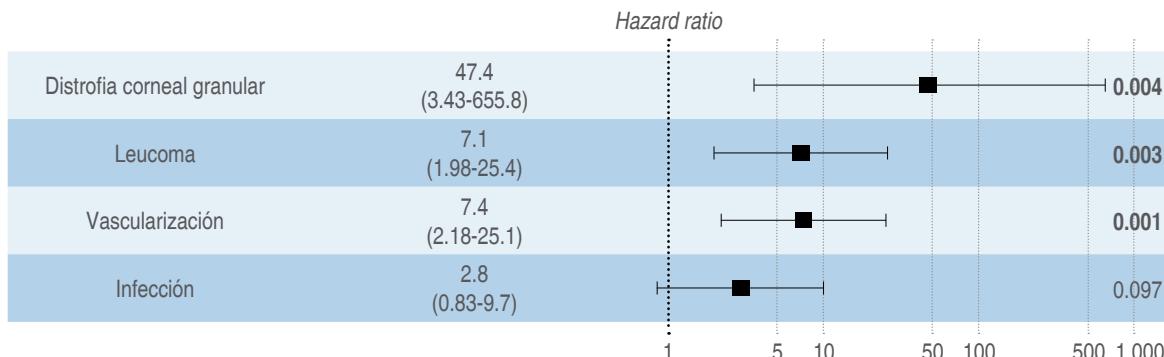


Figura 2: Forest plot del análisis multivariado. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado como diferencia estadísticamente significativa. No. events: 15; global p-value (Log-Rank): 1.1436e-05; (AIC): 96.45; concordance index: 0.84.

con 23.07% ($n = 3$) y distrofias corneales con 23.07% ($n = 3$), úlcera corneal perforada en 15.38% ($n = 2$) y queratocono en 7.69% ($n = 1$).

Se realizó un análisis de regresión de Cox para determinar las variables asociadas al rechazo del injerto corneal post queratopatía penetrante. Se analizaron 15 variables, de las cuales, durante el análisis univariante, cuatro de ellas resultaron con significancia estadística ($p < 0.05$): distrofia corneal granular (HR 19.09, $p = 0.008$), leucoma (HR 6.12, $p = 0.002$), vascularización (HR 6.90, $p = 0.0004$) e infección (HR 5.24, $p = 0.002$). También, se llevó a cabo un análisis multivariante de

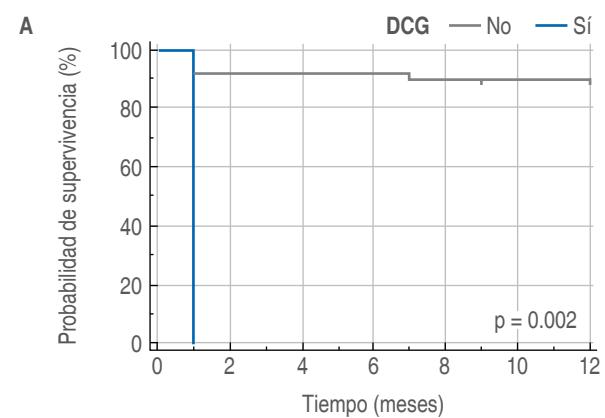
Cox, donde se sometieron a esta prueba las cuatro variables antes mencionadas. Este análisis reveló que la distrofia corneal granular (HR 47.4, IC95% 3.43-655.8, $p = 0.004$), el leucoma (HR 7.1, IC95% 1.98-25.4, $p = 0.003$) y la vascularización (HR 7.4, IC95% 2.18-25.1, $p = 0.001$) fueron factores de riesgo asociados a la falla del injerto corneal (*Tabla 1*).

Un «forest plot» del análisis multivariado de Cox es mostrado en la *Figura 2*.

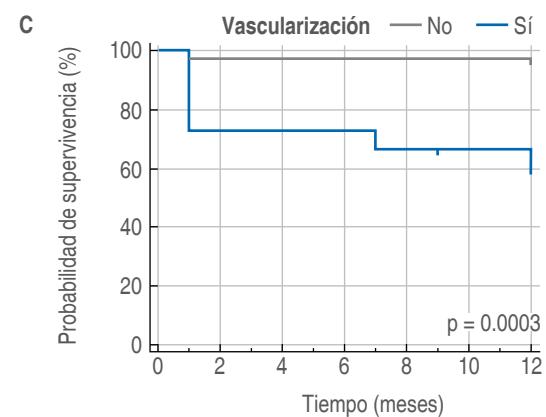
Se elaboraron gráficas siguiendo el método de Kaplan Meier para estimar la sobrevida del injerto corneal después del trasplante para cada una de las

cuatro variables que resultaron con significancia estadística al menos por el análisis univariable de regresión de Cox.

La media de sobrevida del injerto corneal para los pacientes que presentaron distrofia corneal granular fue de un mes (error estándar [EE] = 0.0; IC95% = 0.999-1.001) mientras que los pacientes que no tenían esta condición obtuvieron una media de sobrevida mayor (media = 11.02 meses; EE = 0.47; IC95% = 10.098-11.942), esto con un valor de $p = 0.002$, como podemos observar en la *Figura 3A*.



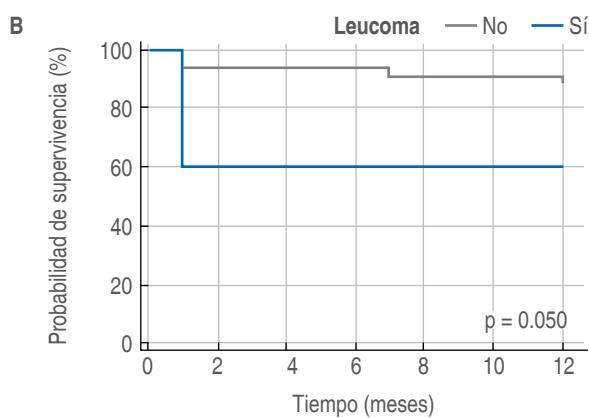
Pacientes en riesgo							
Grupo: No	50	46	46	46	45	44	44
Grupo: Sí	1	0	0	0	0	0	0



Pacientes en riesgo							
Grupo: No	36	35	35	35	35	35	35
Grupo: Sí	15	11	11	11	10	9	9

Para el caso de los pacientes que presentaron leucoma, la media de supervivencia del tejido corneal posttrasplante fue menor en comparación con aquellos que no presentaron leucoma (media = 7.6 meses; EE = 2.41; IC95% = 2.876-12.324 versus media = 11.174 meses; EE = 0.459; IC95% = 10.274-12.074, respectivamente, con $p = 0.05$) (*Figura 3B*).

Como podemos observar en la *Figura 3C*, el grupo de pacientes que no tenía vascularización corneal tuvo una media de sobrevida mayor (media = 11.694 meses; EE = 0.301; IC95% = 11.104-12.285) en contras-



Pacientes en riesgo							
Grupo: No	46	43	43	43	42	42	42
Grupo: Sí	5	3	3	3	3	2	2



Pacientes en riesgo							
Grupo: No	43	42	42	42	42	41	41
Grupo: Sí	8	4	4	4	3	3	3

Figura 3: Curvas de supervivencia por variable calculada por el método de Kaplan-Meier. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado como diferencia estadísticamente significativa.

DCG = distrofia corneal granular.

te con el menor tiempo de sobrevida de los pacientes que si presentaron dicha condicionante (media = 8.733 meses; EE = 1.364; IC95% = 6.060-11.407) con valor de $p = 0.0003$.

En pacientes que presentaron infección posterior al evento quirúrgico de trasplante de córnea, la media de supervivencia del injerto corneal fue 5.875 meses (EE = 1.807; IC95% = 2.334-9.416), contrastando con el mayor tiempo de sobrevida que se obtuvo en los pacientes que no cursaron con infección (media = 11.744 meses; EE = 0.358; IC95% = 11.043-12.445) con un valor significativo de $p < 0.0001$, como podemos ver en la *Figura 3D*.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio, la queratopatía bullosa fue la primera causa de trasplante de córnea, siendo 31.37% de los casos, seguido de las distrofias corneales en 29.41% y del queratocono en 21.56%, en concordancia con lo previamente reportado.¹¹ En el 2008, en Australia, se realizó un estudio de seguimiento de 18,686 queratoplastias penetrantes en el que se encontró una supervivencia de injertos corneales al año de seguimiento de 87%,¹² similar al 91% estimado más recientemente en el 2020 en población japonesa¹³ y al 87.5% calculado en Tailandia en 2021,¹⁴ resultados más altos que el obtenido en este estudio, en el que se observó 74.50% de sobrevida al año de seguimiento.

De acuerdo con el diagnóstico preoperatorio, el grupo que presentó falla de injerto corneal con más frecuencia fue el de los pacientes con leucoma en 30.76% de los casos, seguido de queratopatía bullosa con una frecuencia de 23.07% en esta población. Estos hallazgos, si bien no coinciden, no se encuentran tan distantes respecto a los reportes que indican que la queratopatía bullosa es el diagnóstico preoperatorio de mayor frecuencia en relación con la falla del injerto.¹⁵ Tuvimos nuestro mejor pronóstico en cuanto a supervivencia del injerto al año en el grupo de queratocono (90.9%), dato que coincide con lo publicado en 2009 por Margareta Claesson, en Suecia, con un seguimiento a 10 años después de queratoplastia penetrante.¹⁶

En 1980 se realizó un estudio de 587 pacientes intervenidos de trasplante de córnea en el *Duke University Eye Center* en el que reportan una frecuencia de rechazo global de 29% al final del primer año de seguimiento,¹⁷ en comparación con nuestra serie en la que el 25.5% de los pacientes presentaron falla al final del primer año, valor un poco menor al reportado en la serie comentada.

La mayoría de los trasplantes de córnea se realizan con fines ópticos, en nuestra muestra correspondieron al 94.11%, logrando mejoría visual en el 77.08% de los casos al año de seguimiento, siendo igual o mejor a 20/40 en 37.83%, algo menor en este estrato al 45% que obtuvo Keryn A. Williams en Australia en el 2008.¹²

La complicación de rechazo se asoció positivamente con la distrofia corneal granular, así como la vascularización del anillo receptor y un proceso infeccioso agregado. Esto es consistente con las observaciones previas de que estos pacientes tienen un mayor riesgo de fracaso.¹² Vidaurrezaga y colaboradores también reportaron que la vascularización de la córnea receptora es un factor de riesgo para falla del injerto corneal (*Odds Ratio [OR]* = 2.5, $p = 0.001$).¹⁸

En el año 2019, Barraquer y asociados realizaron un análisis en el que se reportó como factor de riesgo para rechazo de injerto corneal al leucoma (HR 7.4, $p < 0.001$) y a las distrofias estromales, entre las cuales se encuentra la distrofia corneal granular (HR 4.6, $p < 0.001$); en nuestro estudio, estos aspectos clínicos también fueron reportados como factores de riesgo, con un análisis estadístico muy similar al que obtuvimos en el caso del leucoma (HR 7.1, $p = 0.003$); y si bien, para la distrofia corneal granular (HR 47.4, $p = 0.004$) los valores son más distantes, ambos son estadísticamente significativos.¹⁹

En nuestra muestra, una cirugía simultánea intraocular no influye como factor de riesgo para el fallo del injerto, siendo el porcentaje de dichos fallos muy similar en el grupo que la recibió del que no lo hizo, lo cual es contrario a lo descrito por Payman Haft, ya que se ha teorizado que una cirugía combinada aumenta el componente inflamatorio.²⁰ La presencia de glaucoma tampoco tuvo impacto en la evolución del injerto al año, como lo ha registrado Tourkmani en 2017,²¹ donde la hipertensión ocular es un factor de riesgo independiente para el fracaso corneal. Esto es atribuible a una muestra pequeña, por lo que este resultado podría modificarse al aumentar la muestra de estudio.

Una limitación en este estudio es que, probablemente, la muestra es pequeña para que los datos se generalicen a la población mexicana, por lo que convendría realizar un estudio multicéntrico o un seguimiento ambispectivo en el tiempo para lograr conformar una mayor cantidad de pacientes con un cálculo de muestra adecuado.

CONCLUSIONES

En este estudio, la distrofia corneal granular, el leucoma y la vascularización fueron factores de riesgo

independientes asociados a la falla del injerto corneal en población mexicana. Se necesitan nuevos estudios prospectivos para dar seguimiento a largo plazo y evaluar la progresión clínica de los pacientes que han recibido un injerto corneal.

REFERENCIAS

1. Bizrah M, Ching G, Yusuf AM, Din N, Yeung SN, McCarthy JM et al. Local anaesthesia as a standard of care for penetrating keratoplasty. *Eye (Lond)*. 2021; 36 (7): 1486-1493. doi: 10.1038/s41433-021-01618-7
2. Castellanos-González JA, Orozco-Vega R, González-Ojeda A, Martínez Ruiz AM, Fuentes-Orozco C. Evaluation of the quality of life related to vision after penetrating keratoplasty. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)*. 2021; 96 (2): 69-73.
3. Centro Nacional de Trasplantes. Boletín estadístico-Informativo del Centro Nacional de Trasplantes BEI-CENATRA. 2020; 5 (2): 18-75.
4. Roozbehani M, Hammersmith KM, Nagra PK, Ma JF, Rapuano CJ. "Therapeutic penetrating keratoplasty: a retrospective review". *Eye Contact Lens*. 2018; 44 (2): 433-441.
5. López-Hernández SM, Castillo FMD, Castillo ZG, Pérez PZ, Fernández GK, Guerra AM. Rechazo corneal en pacientes operados de queratoplastia penetrante óptica. *Rev Cub Oftal*. 2018; 31 (2): 1-13.
6. Williams KA, Esterman AJ, Bartlett C, Holland H, Hornsby NB, Coster DJ. How effective is penetrating corneal transplantation? Factors influencing long-term outcome in multivariate analysis. *Transplantation*. 2006; 81 (6): 896-901.
7. Tan DT, Janardhanan P, Zhou H, Chan YH, Htoo HM, Ang LP et al. Penetrating keratoplasty in Asian eyes: the Singapore Corneal Transplant Study. *Ophthalmology*. 2008; 115 (6): 975-982.
8. Maguire MG, Stark WJ, Gottsch JD, Stulting RD, Sugar A, Fink NE, et al. Risk factors for corneal graft failure and rejection in the collaborative corneal transplantation studies. Collaborative Corneal Transplantation Studies Research Group. *Ophthalmology*. 1994; 101 (9): 1536-1547.
9. Sugar J, Montoya M, Dontchev M, Tanner JP, Beck R, Gal R, et al. Donor risk factors for graft failure in the cornea donor study. *Cornea*. 2009; 28 (9): 981-985.
10. Price MO, Thompson RW Jr, Price FW Jr. Risk factors for various causes of failure in initial corneal grafts. *Arch Ophthalmol*. 2003; 121 (8): 1087-1092.
11. Dobbins KR, Price FW Jr, Whitson WE. Trends in the indications for penetrating keratoplasty in the midwestern United States. *Cornea*. 2000; 19 (6): 813-816.
12. Williams KA, Lowe M, Bartlett C, Kelly TL, Coster DJ; All Contributors. Risk factors for human corneal graft failure within the Australian corneal graft registry. *Transplantation*. 2008; 86 (12): 1720-1724.
13. Anshu A, Li L, Htoo HM, de Benito-Llopis L, Shuang LS, Singh MJ et al. Long-term review of penetrating keratoplasty: a 20-year review in Asian eyes. *Am J Ophthalmol*. 2021; 224: 254-266.
14. Reinprayoon U, Srihatrai P, Satitpitakul V, Puangsricharern V, Wungcharoen T, Kasetswan N. Survival outcome and prognostic factors of corneal transplantation: a 15-year retrospective cohort study at king Chulalongkorn memorial hospital. *Clin Ophthalmol*. 2021; 15: 4189-4199.
15. González-Pérez LM, Díaz-Figueroa E, Losada-Floriano D, González-Pérez AF, Lozano-Márquez E. Prevalencia de falla del injerto corneal en pacientes con queratoplastia penetrante. *Rev Mex Traspli*. 2015; 4 (3): 103-106.
16. Claesson M, Armitage WJ. Ten-year follow-up of graft survival and visual outcome after penetrating keratoplasty in Sweden. *Cornea*. 2009; 28 (10): 1124-1129.
17. Hernández-Da Mota SE, Jacobo MP, Gómez-Revuelta G, Páez-Martínez RM. Trasplante corneal en hospital de segundo nivel. Un análisis de supervivencia. *Gac Med Mex*. 2013; 149 (4): 425-430.
18. Vidaurrezaga-Sosa GM, Bravo-Ramírez KD, Ornelas-Aguirre JM. Factores asociados a falla en el trasplante de córnea. *Rev Mex Oftalmol*. 2022; 96 (1): 22-26.
19. Barraquer RI, Pareja-Aricó L, Gómez-Benlloch A, Michael R. Risk factors for graft failure after penetrating keratoplasty. *Medicine (Baltimore)*. 2019; 98 (17): e15274.
20. Haft P, Kymionis G, Goldman DA. Corneal transplant rejection. *Expert Rev Ophthalmol*. 2008; 3 (3): 293-297.
21. Tourkmani AK, Sánchez-Huerta V, De Wit G, et al. Weighing of risk factors for penetrating keratoplasty graft failure: application of Risk Score System. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(3):372-377.

Correspondencia:
José M. Reyes-Ruiz

Department of Health Research.
Mexican Institute of Social Security (IMSS).
E-mail: jmreyesrz@hotmail.com;
jose.reyesr@imss.gob.mx