



Calidad de tejido corneal procurado por personal médico no oftalmólogo capacitado

Karla Verdiguél-Sotelo,^a Arturo Carrasco-Quiroz,^b
Paul Alejandro López-Macías,^c Roberto Ortiz-Lerma^d

Quality of corneal tissue procured by trained non-ophthalmologist medical personnel

Background: The cornea is the first tissue awaiting transplantation at a national level. It is imperative to train health personnel in procurement technique with excision of corneoscleral button in situ.

The objective was to compare the quality of corneal tissue procured by social service medical interns and Ophthalmology residents in a third level hospital.

Methods: We performed a quasi-experimental pilot study with two groups: group 1, which included trained social service medical interns, and group 2, which included trained residents of Ophthalmology.

Results: 10 participants in two groups had a mean endothelial cell density of 2662.35 ± 223.92 , a percentage of hexagonal cells of $53.89 \pm 5.61\%$, and a coefficient of variation of 0.43 ± 0.06 in group 1; also, and respectively, group 2 presented these results: 2656.44 ± 156.14 , $64.15 \pm 5.90\%$, and 0.45 ± 0.06 . The macroscopic and microscopic quality of procured corneal tissues was similar in both groups. Besides the learning curve and complications were minimal.

Conclusion: All trained medical personnel acquired skills necessary to obtain optimal corneal tissue.

Keywords Palabras clave

Corneal transplantation Trasplante de córnea
Training Capacitación

La córnea sirve como una “ventana” transparente del globo ocular que permite la entrada de luz hacia la retina. Consta de seis capas celulares, cuyas características más importantes son la disposición regular de fibras de colágeno en el estroma corneal, que brinda transparencia a este tejido; la función de barrera del epitelio corneal junto con la película lagrimal, que protege de agentes potencialmente patológicos, como microorganismos,¹ y el endotelio corneal, cuyo conteo celular es esencial para la claridad y supervivencia de la córnea.²

Una de las peculiaridades del endotelio corneal es la incapacidad de regeneración celular que presenta. Los espacios residuales que dejan las células muertas son cubiertos gracias al cambio de tamaño de las células adyacentes, con el fin de lograr mantener una barrera celular íntegra. Se ha demostrado que existe una pérdida celular fisiológica asociada a la edad, la cual va induciendo un cambio morfológico celular.^{3,4,5}

Dicho cambio se manifiesta por un aumento progresivo del tamaño celular, denominado pleomorfismo, y un cambio del perfil poligonal celular, con el que se observa una reducción del porcentaje de células hexagonales.⁶⁻¹⁰

Entre los parámetros clínicos objetivos de control de calidad que se evalúan de los tejidos corneales procurados se encuentran la densidad celular endotelial (DCE), la cual se determina por conteo manual de células endoteliales, así como por el pleomorfismo (variación en la forma de células endoteliales), el coeficiente de variación y el polimegatismo (variación en el tamaño de células endoteliales).

Además del propio fenómeno del envejecimiento, existen otros factores que pueden acelerar y acusar las pérdidas y cambios morfológicos del mosaico celular endotelial, como la hipoxia (por ejemplo, por lentes de contacto), antecedentes patológicos de uveítis, diabetes mellitus y el trauma quirúrgico.^{3,11}

^aServicio de Oftalmología/Clínica de Córnea y Superficie Ocular, Hospital General, Centro Médico Nacional La Raza

^bServicio de Oftalmología, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI

^cServicio de Oftalmología, Hospital General, Centro Médico Nacional La Raza

^dJefatura del Servicio de Oftalmología, Hospital General, Centro Médico Nacional La Raza

Ciudad de México, México

Comunicación con: Karla Verdiguél Sotelo

Teléfono: (55) 2715 5375

Correo electrónico: dalinde_karlaverdiguél@hotmail.com

Recibido: 04/09/2014

Aceptado: 14/03/2016

Introducción: la córnea representa el primer tejido de necesidad nacional en espera de trasplante. Es imperativo capacitar al personal de salud en procuración con la técnica de excisión de botón corneoescleral in situ. El objetivo fue comparar la calidad del tejido corneal procurado por los médicos pasantes de servicio social y los residentes de primer año de Oftalmología en el Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza.

Métodos: estudio piloto cuasi experimental. Hubo dos grupos: médicos pasantes del servicio social (grupo 1) y residentes de Oftalmología (grupo 2) capacitados.

Resultados: 10 participantes en 2 grupos obtuvieron una DCE media de 2662.35 ± 223.92 , hexagonalidad de 53.89 ± 5.61 % y un coeficiente de variación de 0.43 ± 0.06 en el grupo 1 y de 2656.44 ± 156.14 , 64.15 ± 5.90 % y 0.45 ± 0.06 respectivamente en grupo 2. La calidad macroscópica y microscópica de los tejidos corneales procurados fue similar en ambos grupos. Además, la curva de aprendizaje y complicaciones son mínimas.

Conclusión: todo el personal médico capacitado obtuvo la habilidad necesaria para la obtención de tejido corneal óptimo.

Resumen

La evaluación de las células endoteliales de las córneas donadas es uno de los pasos más importantes en la selección de tejidos de donación para trasplante de córnea en humanos. Se considera que un tejido obtenido mediante procuración cadavérica es viable para trasplante cuando tiene una densidad de células endoteliales mayor de 2000 células por mm^3 . Bruinsma *et al.* demostraron que un total de 2008 córneas estudiadas mejoraron su calidad, aun a pesar de que en la primera evaluación algunas tenían parámetros de pleomorfismo, polimegatismo y pobre edema inducido y, por tanto, no eran aptas para trasplante; sin embargo, en una segunda evaluación llevada a cabo en un intervalo de 7 a 21 días después de preservación en cultivo de órganos, fueron aptas para trasplante.^{2,11}

La ceguera por patología corneal es una causa significativa de morbilidad ocular en los países en desarrollo. Actualmente en México el primer tejido de necesidad para trasplante es el de córnea, con más de 7000 pacientes en espera; sin embargo, existen múltiples factores que limitan en gran medida la obtención de tejidos por donación; entre los más importantes, se menciona el desconocimiento de la voluntad del donador por sus familiares, la violación a la voluntad del donador, el desconocimiento del concepto de muerte encefálica y del proceso e importancia de los trasplantes en nuestro país, el analfabetismo, las ideas ortodoxas, la falta de instalaciones de banco de ojos para los ojos y la falta de donación voluntaria.¹⁰

El trasplante de córnea es un procedimiento exitoso que ha sido realizado durante décadas. El procedimiento convencional es la queratoplastia penetrante (QPP), que tiene una tasa de supervivencia del tejido de 86-90.7 % a los tres años, de 80.3-84.3 % a los cinco años y de 82 % a los 10 años de seguimiento.¹³ Sin embargo, actualmente la queratoplastia endotelial con pelado de membrana de Descemet (DSEK) ha aumentado recientemente, debido a ventajas significativas.^{9,14} Desde que la primera queratoplastia pene-

trante exitosa fue reportada por Edward Zirm en 1906, el trasplante de córnea se ha convertido en la forma más común de trasplante de tejido sólido, con una tasa de rechazo que varía de 3.5 a 65 %.¹⁵

Entre las principales condiciones que justifican el trasplante de córnea se encuentran el queratocono, la queratopatía bulosa pseudofáquica, la distrofia endotelial de Fuchs y otras, como la cicatriz corneal, el trauma y el rechazo o la falla de trasplante previo. La población más afectada es la económicamente activa, la cual debemos reintegrar a la actividad laboral del país de forma prioritaria y rápida.^{11,12,16}

En los últimos años, con la creciente necesidad de córneas, las modificaciones a la ley que regulan todo lo relacionado con la donación y los trasplantes de órganos y tejidos, así como con los controles de calidad exhaustivos y el estricto protocolo de selección del donante cadavérico, se acentúa el desequilibrio entre la oferta y la demanda.¹⁶ Sin embargo, esto también refleja el notable avance en materia de donación y trasplantes que el sistema de salud ha venido dando a los programas en nuestro país. Dentro de esta actividad, la introducción de la figura del coordinador hospitalario de la donación de órganos y tejidos con fines de trasplante y, en los últimos años, la introducción al programa de médicos pasantes de medicina han obtenido importantes resultados y reconocemos la tendencia actual en el aumento exponencial en la donación nacional. Por lo anterior, debemos buscar estrategias necesarias para hacer frente y tener la infraestructura necesaria y el personal de salud capacitado para la procuración y el trasplante del tejido corneal.

En todo el mundo, los tejidos corneales que se utilizan para llevar a cabo las queratoplastias son procurados a partir de donadores cadavéricos (*post mortem*);⁸ estas procuraciones son llevadas a cabo por personal de salud capacitado. En México la figura del procurador recae en personal médico inscrito en una residencia médica de Oftalmología, el cual hasta

ahora ha hecho frente a las donaciones; sin embargo, cada día la exigencia es mayor y nos ha sobrepasado la cantidad de residentes inscritos en la especialidad con la cantidad de procuración en nuestra institución, por lo que se vuelve una prioridad capacitar a personal para tener el recurso humano necesario para la procuración de tejido corneal como parte de las mejoras continuas del programa.

Para que personal de salud pueda llevar a cabo un procedimiento quirúrgico (curva de aprendizaje de procuración de córneas), no es solamente necesario que lo domine y que lleve a cabo la técnica con destreza, también debe saber por qué debe realizarlo, conocer sus indicaciones y contraindicaciones, así como el momento más adecuado para llevarlo a cabo; es decir, debe actuar como un cirujano científico y no como un cirujano técnico. Por lo tanto, es de vital importancia que se elabore cuidadosamente un modelo teórico y experimental (en modelo animal y donador cadavérico humano) con pensamiento lógico.^{17,18}

Existen dos técnicas de procuración de tejido corneal. La primera consiste en realizar una enucleación con la posterior excisión quirúrgica del botón corneoescleral en el banco de ojos y la segunda consiste en la excisión quirúrgica del botón corneoescleral *in situ*.

Estudios recientes reportan que la excisión quirúrgica de botón corneoescleral *in situ* es una técnica viable que permite la obtención de botones corneales de alta calidad inicial, si sus resultados se comparan con los de la técnica de enucleación y excisión posterior.

La técnica de excisión quirúrgica de botón corneoescleral *in situ* utilizando un trépano grande fue introducida recientemente y ofrece algunas ventajas en comparación con la técnica de enucleación y excisión posterior. Entre algunas de esas ventajas está que es un procedimiento simple, permite la colocación más temprana en medio de la preservación del tejido corneal, impone menos traumas al tejido corneoescleral y provee una mayor aceptación de los familiares de la donación de córneas.^{6,19}

Jae-Hyung Kim *et al.* compararon la calidad del botón corneal donador después de la excisión *in situ* utilizando un trépano de 18 mm (2048 ojos) y después de la enucleación (3618 ojos) utilizando varios parámetros de evaluación de transparencia, edema, presencia de pliegues en las distintas capas de la córnea, así como densidad de células endoteliales y tomando en cuenta parámetros como el tiempo de muerte a preservación, la presencia de infección y la falla primaria de injerto; no encontraron cambios clínicamente significativos. Sin embargo, notaron que el tiempo de muerte a preservación en el grupo de excisión *in situ* fue significativamente menor que en el grupo de enucleación.¹⁹ Gain *et al.* compararon dos grupos de córneas de donadores cadavéricos ancianos, las cuales

fueron procuradas por residentes de Oftalmología dentro de las primeras 24 horas *post mortem* (grupo 1: 330 córneas de 166 donadores menores de 85 años, rango de 16 a 84 años; grupo 2: 89 córneas de 45 donadores de 85 años o más, rango de 85 a 100 años). Entre los hallazgos de los autores ambos grupos tenían un resultado clínico y endotelial similar (grupo 1: conteo endotelial promedio de 2217 ± 425 células/mm², daño epitelial en 27.7 %, edema estromal en 10.3 %, opacidad estromal en 1.9 %, pliegues en Descemet en 49.7 %, gerontoxón en 47.1 %; en el grupo 2, el conteo endotelial promedio fue de 2022 ± 362 células/mm², daño epitelial en 28.6 %, edema estromal en 7.1 %, opacidad estromal en 2.4 %, pliegues en Descemet en 73.8 %, gerontoxón en 78.6 %).¹⁶

La donación cadavérica de órganos y tejidos es un evento no programado, a diferencia de la donación en vida obtenida de un familiar. La donación-procuración-trasplante la inicia el coordinador hospitalario de la donación de órganos y tejidos en las unidades de terapia intensiva y de choque, urgencias, medicina interna, neurología y neurocirugía (donde se localizan donadores potenciales), con la verificación de los antecedentes médicos, administrativos, legales y sociales. De ahí se deriva una serie de procesos que implica recursos humanos que deben estar capacitados y distribuidos en los hospitales que generan las donaciones, a fin de optimizar recursos y acortar tiempos necesarios para lograr mejorar las condiciones del tejido donado.²⁰

Según estadísticas (de julio del 2014) del Centro Nacional de Trasplantes, en México hay 7271 personas que esperan recibir un trasplante de córnea, y fueron realizados 3025 trasplantes de córneas en 2013. Lo anterior denota la incapacidad de nuestro sistema de salud para solventar la creciente demanda de dichos tejidos a pesar del incremento en la oferta de los mismos. El fomento de la cultura de donación de córnea a través de campañas de difusión y educación por diversos medios debe ir acompañado de una adecuada formación de recursos humanos.²¹

A pesar de que algunos consideran que es importante que los médicos oftalmólogos sean los encargados de llevar a cabo la procuración de tejidos corneales, actualmente en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México se ha creado un diplomado para la formación de procuradores de tejido corneal con fines de trasplante. En dicho diplomado se establece como perfil del alumno que sea médico de especialidad de Cirugía general u Oftalmología. Sin embargo, hoy debemos estar listos para que la operatividad de nuestro programa no decaiga y debemos estar en la posibilidad de afrontar toda la procuración que se está generando actualmente. Ante esto, el recurso humano que está

en disposición al 100 % para aplicar el programa es el médico pasante en servicio social, por lo que se consensó en el Comité Interno de Trasplantes la necesidad de capacitar a este tipo de médicos para el apoyo a la procuración de tejido corneal.²²

El objetivo principal del estudio es comparar la calidad macroscópica y microscópica de tejido corneal procurado con la técnica de excisión de botón corneoescleral *in situ* entre los residentes de primer año de Oftalmología de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE), Hospital General, Centro Médico Nacional La Raza y los médicos pasantes de servicio social inscritos en el programa de donación y trasplante, capacitados con la misma técnica. Los objetivos secundarios fueron comparar la cantidad de tejidos procurados entre los residentes de primer año de Oftalmología de la UMAE mencionada y los médicos pasantes de servicio social inscritos en el programa y con la técnica mencionadas. Asimismo, se buscó determinar las posibles complicaciones de cada grupo a la hora de tomar el botón.

Métodos

Se llevó a cabo un estudio piloto cuasi experimental, analítico, prospectivo y longitudinal que incluyó dos grupos: el grupo 1 estuvo constituido por médicos pasantes de servicio social del programa de donación y trasplante que eran de nuevo ingreso; el grupo 2 estuvo conformado por residentes de Oftalmología de primer año. La maniobra experimental constó de un curso teórico-práctico de procuración de tejido corneal impartido por un oftalmólogo con experiencia en procuración corneal.

Para cumplir con los criterios de inclusión los participantes tenían que

- Ser residentes del servicio de Oftalmología de nuevo ingreso 2014 con hoja firmada de consentimiento informado.
- Ser pasantes de servicio social de nuevo ingreso 2014 con hoja de consentimiento informado firmada.
- Tener más de 18 años y ser de cualquier género.
- Haber aprobado el taller teórico-práctico.

Cualquier participante que no obtuviera calificación aprobatoria en los módulos teórico y práctico quedaría excluido.

Asimismo, cualquier participante que no completara el mínimo de cinco procuraciones en seis meses o que durante el transcurso del estudio retirara su consentimiento sería eliminado.

Debido a que no existen antecedentes en la bibliografía internacional de este tipo de estudios, se hizo un

estudio piloto. Se asignaron cinco médicos pasantes de servicio social, seleccionados aleatoriamente del total de ocho pasantes del área de donación y trasplante al grupo 1 y se eligieron cinco médicos residentes de primer año de Oftalmología, seleccionados aleatoriamente del total de 15 residentes de nuevo ingreso del ciclo 2014-2015 para el grupo 2. Con esta aleatorización se garantizó una muestra representativa en edad y sexo del total de pasantes (grupo 1) y residentes (grupo 2).

Como curva de aprendizaje, se estimó que se requería de un número de cinco córneas procuradas en modelo animal por persona.

Previa autorización del protocolo por el Comité Interno de Trasplantes del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza, el estudio se sometió al Comité Local de Investigación en Salud del Centro Médico Nacional La Raza y con su autorización se inició la selección, por medio de programa estadístico de aleatorización, del personal que integró la plantilla para ser el personal encargado de la procuración de tejidos corneales, a los cuales se les dio la capacitación mediante un curso-taller teórico-práctico

El taller teórico-práctico de procuración corneal se llevó a cabo en marzo y abril de 2014. Participaron los dos grupos. Dicho curso contó con tres módulos:

- Módulo teórico: se impartieron cinco sesiones y se hizo una evaluación que consistió en un examen escrito con calificación mínima aprobatoria de 70. Cada participante debía obtener calificación aprobatoria para poder continuar en el estudio.
- Módulo práctico: se llevaron a cabo en el banco de ojos cinco tomas de botones corneoesclerales en ojos de cerdo por participante. El participante tenía que aprobar necesariamente este módulo.
- Módulo de integración: cada participante acudió personalmente como observador a dos procuraciones de tejidos corneales de donante cadavérico.

Una vez aprobado el curso-taller teórico-práctico previamente descrito, los participantes de los grupos 1 y 2 llevaron a cabo personalmente el mayor número posible de procuraciones de tejido corneal en donantes cadavéricos, contando siempre los insumos requeridos del mes de marzo a septiembre de 2014 y siempre acompañados de un residente de oftalmología de mayor jerarquía y con experiencia en la toma de botón corneal para cualquier eventualidad. En cada procuración que llevó a cabo, cada participante debió llenar la hoja de datos en la que registró el tiempo quirúrgico requerido, las características clínicas del tejido corneal previo a la procuración, las complicaciones durante la procuración del tejido, entre otras características epidemiológicas de importancia.

Posteriormente un médico residente de tercer año de Oftalmología (observador cegado) llevó a cabo la evaluación macroscópica de los tejidos procurados por medio de biomicroscopía con lámpara de hendidura (Carl Zeiss®) con magnificación 16 X, así como la evaluación microscópica con ayuda del microscopio especular (Konan Cellchek Clinical specular microscope system, Konan Medical, Irvine, California, USA) y llenó una hoja de datos que permitió a su vez el análisis de estos.

El análisis estadístico lo hizo una tercera persona ajena al estudio (cegado) sin el conocimiento de a qué grupo pertenecían los datos.

Para las variables cuantitativas continuas se utilizaron promedios (como medidas de tendencia central) y desviación estándar (como medidas de dispersión).

Para las variables cualitativas se utilizaron porcentaje y frecuencias simples, con ayuda de la hoja de cálculo de Microsoft Excel 2007.

En cuanto a la estadística inferencial se empleó *t* de Student y *U* de Mann-Whitney de acuerdo con la distribución para las variables cuantitativas continuas. Para las características macroscópicas se realizó una prueba de chi cuadrada (diferencia de proporciones) y una prueba exacta de Fisher.

Resultados

De abril a julio de 2014, se analizaron 50 córneas procuradas por 10 participantes en dos grupos (cinco pasantes de servicio social conformaron el grupo 1 y cinco residentes del primer año de Oftalmología, el grupo 2). La edad media del grupo 1 fue de 23.32 ± 0.84 años con un rango de 23 a 24 años y en el grupo 2 de 25.59 ± 0.89 años con un rango de 25 a 27 años. El porcentaje de mujeres entre los participantes en el grupo 1 fue de 100 % (5 pasantes) frente a 20 % del género femenino (una residente) y 80 % del género masculino (cuatro residentes) en el grupo 2. Cada uno de los participantes procuró cinco córneas en modelo animal, previa capacitación teórica aprobada obligatoriamente, y posteriormente procuró cinco córneas en humanos bajo estricta supervisión. El tiempo quirúrgico promedio del grupo 1 fue de 16.76 ± 2.57 minutos frente a 19.09 ± 5.09 minutos del grupo 2, así como un intervalo de defunción-procuración promedio de 3.83 ± 0.63 horas en el grupo 1 y de 4.74 ± 0.14 horas en el grupo 2. Además, se presentó una baja incidencia de complicaciones (salida de vítreo), la cual fue de 20 % en el grupo 1 y de 12 % en el grupo 2.

Respecto a la apariencia macroscópica y microscópica mediante la exploración con lámpara de hendidura de las córneas procuradas por el grupo 1 se apreció una buena calidad del epitelio corneal en 19 de un total de

25 córneas procuradas (76 %), del estroma corneal en 22 de un total de 25 córneas procuradas (88 %) y de la membrana de Descemet en 22 de un total de 25 córneas procuradas (88 %) frente a también una buena calidad en las córneas procuradas por el grupo 2: del epitelio corneal en 20 de un total de 25 córneas (80 %), del estroma corneal en 22 de un total de 25 córneas (88 %) y de la membrana de Descemet en 22 de un total de 25 (88 %). Se observó arco senil (gerontoxón) en 20 % de las córneas en ambos grupos y no apreciamos una diferencia significativa en la evaluación de calidad de epitelio, estroma y Descemet entre los 2 grupos de estudio con la prueba exacta de Fisher ($p = 1.0$).

Los integrantes de ambos grupos obtuvieron córneas con características de buena calidad microscópica en cuanto a densidad celular endotelial (grupo 1, una DCE de 2662.35 ± 223.92 frente al grupo 2, que tuvo una DCE de 2656.44 ± 156.14), así como una hexagonalidad (pleomorfismo leve) de 53.89 ± 5.61 % en el grupo 1 y de 64.15 ± 5.90 % en el grupo 2. Además, ambos grupos presentaron un coeficiente de variación (poleomorfismo leve) de 0.43 ± 0.06 en el grupo 1 y de 0.45 ± 0.06 en el grupo 2, por lo que no hubo una diferencia significativa en la evaluación de DCE, hexagonalidad y coeficiente de variación entre los 2 grupos de estudio (la prueba no paramétrica *U* de Mann-Whitney para muestras independientes determinó una $p = 0.691$, 0.661 y 0.164 , respectivamente).

Discusión

Actualmente la demanda de córneas para trasplante en México supera por mucho a la oferta, por lo que se ha considerado prioritario fortalecer los programas de donación de órganos y tejidos con fines de trasplante. Sin embargo el avance logrado en las coordinaciones de donación ha crecido de forma exponencial y cada vez es mayor el número de procuraciones. En ocasiones resulta insuficiente el personal médico residente de Oftalmología y el de los oftalmólogos que pueden acudir al sitio de la procuración a tiempo, lo cual incide en que haya donaciones fallidas. Esto se traduce en desinterés por parte de la familia que accedió a la donación y del personal de la salud involucrado, dado que no se concretan algunos casos, lo cual deja una imagen negativa del programa en general. Por lo anterior se plantea la posibilidad de capacitación de personal médico no oftalmólogo en procuración de tejidos corneales, con la finalidad de tener una mayor cobertura de personal en las áreas críticas para concretar de forma oportuna y correcta la obtención de tejidos corneales para trasplante.

La introducción de la microscopía especular al control de calidad de los tejidos obtenidos es el método

estándar para determinar el conteo celular, el polimegatismo (coeficiente de variación) y el pleomorfismo (hexagonalidad) de las células endoteliales corneales como parte de parámetros más importantes de calidad de los tejidos. En México no se conoce la calidad de las córneas procuradas. Existe el antecedente documental del estudio realizado en el Hospital Conde de Valenciana en el que en pacientes vivos de la población mexicana mayores de 50 años se encontró un conteo endotelial promedio de 2425.48 células/mm², pleomorfismo de 51.8 % y polimegatismo de 33.74 %.²³ La Asociación Europea de Banco de Ojos (EBBA) toma el conteo endotelial menor de 2000 células/mm², polimegatismo, pleomorfismo moderado a severo como criterios de exclusión para desechar córneas que no podrán ser trasplantadas con finalidad óptica. Aneeta Jabbar *et al.*²⁴ analizaron en su estudio 795 córneas procuradas con la técnica de enucleación y trasplantadas a receptores; dieron seguimiento a dos grupos de estudio (grupo 1: injertos trasplantados sin complicaciones y grupo 2: injertos trasplantados con complicaciones) y no encontraron correlación entre la supervivencia de los tejidos y la falla primaria de injerto o infección con factores dependientes del donador, como la edad, el conteo endotelial y el intervalo de enucleación a preservación. Su grupo 1 tuvo una media de edad de 60.95 años frente a 56.67 años del grupo 2 ($p = 0.32$). La densidad celular endotelial media del grupo 1 fue de 2258.4 ± 273 y de 2167.27 ± 221 del grupo 2 ($p = 0.20$); sin embargo, tuvieron intervalos de preservación muy largos (de 51 ± 24.7 horas del grupo 1 y de 57.3 ± 31.8 horas en el grupo 2 [$p = 0.76$]) debido a que eran productos de ojos enucleados y solo consideraron la densidad celular endotelial como parámetro microscópico para evaluar la calidad corneal. En lo que respecta a la densidad celular endotelial, en nuestro estudio el grupo 1 (médicos pasantes capacitados) obtuvo 25 córneas con una DCE media de 2662.35 ± 223.92 frente al grupo 2 (médicos residentes del primer año de Oftalmología), el cual obtuvo 25 córneas con una DCE media de 2656.44 ± 156.14 ($p = 0.691$), así como una hexagonalidad de 53.89 ± 5.61 % en el grupo 1 y de 64.15 ± 5.90 % en grupo 2 ($p = 0.661$). Además, presentaron un coeficiente de variación de 0.43 ± 0.06 en el grupo 1 y de 0.45 ± 0.06 en el grupo 2 ($p = 0.164$). Cabe mencionar que a pesar de contar con córneas con buenos conteos celulares endoteliales (> 2500 células/mm² en ambos grupos), estas presentaron pleomorfismo y polimegatismos leves, quizás debido a que la mayoría de nuestra población estaba constituida por donadores de edades que oscilaban entre los 60 y los 70 (o más) años.

Respecto a la apariencia macroscópica y microscópica detectada mediante la lámpara de hendidura en las córneas procuradas por el grupo 1, se apreció

con buena calidad tanto del epitelio corneal en 76 % como del estroma corneal en 88 % y de la membrana de Descemet en 88 %, frente a 80, 88 y 88 %, respectivamente, en el grupo 2. Se observó arco senil (gerontoxón) en 20 % de las córneas de ambos grupos. Gain *et al.*¹⁶ compararon dos grupos de córneas de donadores cadavéricos ancianos, procuradas por residentes de Oftalmología dentro de las primeras 24 horas *post mortem* (grupo 1: 330 córneas de 166 donadores menores de 85 años, con un rango de 16 a 84 años frente al grupo 2: 89 córneas de 45 donadores de 85 años o más, con un rango de 85 a 100 años); encontraron que ambos grupos tenían un resultado clínico y endotelial similar (grupo 1: conteo endotelial promedio de 2217 ± 425 células/mm², daño epitelial en 27.7 %, edema estromal 10.3 %, opacidad estromal 1.9 %, pliegues en Descemet 49.7 %, gerontoxón 47.1 % frente al grupo 2: conteo endotelial promedio de 2022 ± 362 células/mm², daño epitelial en 28.6 %, edema estromal 7.1 %, opacidad estromal 2.4 %, pliegues en Descemet 73.8 %, gerontoxón 78.6 %).

En el estudio "Effect of Donor and Recipient Factors on Corneal Graft Rejection"²⁵ se reportó una media de intervalo de muerte-procuración de 3.9 ± 3.7 horas con un intervalo de 24 minutos hasta 22 horas, resultado muy similar al de nuestro estudio, en el que la media del intervalo de defunción-procuración fue de 3.83 ± 0.63 horas en el grupo 1 y de 4.74 ± 0.14 horas en el grupo 2. Es bien conocido que a pesar de que está reportado que el intervalo defunción-procuración debe ser menor de 12 horas, lo ideal es llevar a cabo la procuración antes de las seis horas posteriores a la muerte del donador, como lo reportaron Farias *et al.*,²⁶ quienes en un estudio prospectivo evaluaron 203 córneas donadas, de las cuales 66 % tuvo una DCE < 2500 y 59 % un intervalo muerte-preservación (ojos enucleados) de más de seis horas.

En lo que respecta a complicaciones durante el proceso de procuración de tejidos corneales Van Wijk *et al.*²⁷ notaron una presencia de sangrado de 9.7 % (114) de 1173 donadores de córnea y los factores de riesgo del donador eran la edad, falla cardíaca, uso de antiagregantes plaquetarios, cirrosis hepática alcohólica y el hecho de que se llevara a cabo una procuración multiorgánica simultánea, aunque cabe mencionar que dicho sangrado se presentó durante el procedimiento de enucleación de globos oculares y no durante la obtención de botones corneoesclerales para donación, lo cual contrasta con la nula presencia de sangrado en nuestro estudio debido a que nuestros procuradores utilizaron la técnica de toma de botón corneoescleral *in situ*. En nuestro estudio la única complicación que se presentó fue la salida de vítreo, en un 20 % en el grupo 1 y 12 % en el grupo 2. Finalmente se evaluó indirectamente la curva de aprendi-

zaje de procuración corneal a partir de interrogar a los participantes sobre el número de procedimientos necesarios para lograr confianza y seguridad; la media fue de 2.8 procuraciones en el grupo 1 y de 3.2 en el grupo 2.

Conclusiones

En México el sistema de salud está trabajando de manera ardua para lograr la autosuficiencia de tejidos y con ello el abatimiento de la lista de espera en un futuro cercano. Se ha trabajado en los protocolos de selección de donante y el proceso de la donación, con formación de recursos humanos, como el coordinador de la donación de órganos y tejidos, que ha sido insertado de manera estratégica en diferentes puntos del país. Esta labor está reflejada totalmente en los aumentos significativos en la donación en los últimos años. Sin embargo, la procuración de tejidos corneales es considerada un punto frágil todavía, ya que se ha logrado la concreción de donaciones que al final no se realizan por falta de recursos humanos para la procuración del tejido corneal de manera oportuna. Por lo anterior, consideramos fundamental la capacitación de más recursos humanos para poder atender de manera oportuna y expedita cada solicitud de donación concretada por parte de los coordinadores de la donación.

La autoevaluación ha demostrado ser la clave fundamental para mejorar la eficiencia de todos los procesos en este programa. Entre los factores negativos detectados hasta ahora está el no contar con personal capacitado para la procuración en los diversos hospitales que están logrando más aceptación para la donación de tejidos, por lo que en ocasiones los tiempos muerte-procuración son largos a causa de situaciones de traslados fallidos. Esto aumenta la tasa de rechazo de donación por parte de los familiares, aunado al impacto directo a la calidad de los tejidos obtenidos,

es decir: a mayor tiempo muerte-procuración menor calidad de tejido obtenido.

En el presente estudio se demostró que tanto la calidad macroscópica como la microscópica de los tejidos corneales procurados fue similar en ambos grupos (pasantes de servicio social capacitados y residentes de primer año de Oftalmología) y muy semejante a lo reportado en otros estudios. Consideramos que estos resultados pueden ser el preámbulo para la capacitación de personal médico no oftalmólogo, por ejemplo médicos internos de pregrado o médicos pasantes en servicio social de primera instancia. O de alguna forma pueden involucrar incluso a personal no médico, ya que la técnica de la procuración de excisión quirúrgica de botón corneoescleral *in situ* es una técnica viable, sencilla y con una mínima curva de aprendizaje que permite la obtención de botones corneales de alta calidad. Esta afirmación se hace con base en el ejemplo de modelos de otros países, cuyo personal técnico no médico es el encargado de realizar este procedimiento y la evaluación y la designación del tejido se lleva a cabo por el personal del trasplante de córneas.

Cabe mencionar que el presente estudio fue un estudio piloto con dos limitantes: la falta de estudios científicos que evalúen de forma objetiva los parámetros macroscópicos de los tejidos corneales procurados y el hecho de no haber considerado la edad del donador (a mayor edad menor DCE, mayor pleomorfismo y polimegatismo) como factor de confusión para la evaluación de los parámetros de calidad microscópica. Se espera que esto sirva de modelo para la futura realización de ensayos clínicos controlados con mayor número de participantes y mayor número de procuraciones.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno en relación con este artículo.

Referencias

1. Nishida T, Saika S. Cornea and Sclera: Anatomy and Physiology. En: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds.). Cornea. Fundamentals, Diagnosis and management. 3rd edition, USA: Elsevier; 2011.
2. Cunningham WJ, Brookes NH, Twohill HC, Moffatt SL, Pendergrast DG, Stewart JM, et al. The New Zealand National Eye Bank Study: Trends in the Acquisition and Storage of Corneal Tissue over the Decade 2000 to 2009. Clin Experiment Ophthalmol. 2012 Mar;40(2):141-7. doi: 10.1111/j.1442-9071.2011.02681.x. Epub 2011 Nov 4.
3. Piñero Llorens DP, Plaza Puche AB. Análisis comparativo del estudio morfológico del endotelio corneal mediante dos microscopios especulares: CSO y Noncom Robo. Gaceta Óptica. 2009;(436):42-6.
4. Joyce NC. Cell cycle status in human corneal endothelium. Exp Eye Res. 2005 Dec;81(6):629-38. Epub 2005 Jul 28.
5. Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1997 Mar;38(3):779-82.
6. Rootman DB, Wankiewicz E, Sharpen L, Baxter SA. In situ versus whole-globe harvesting of corneal tissue from remote donor sites: effects on initial tissue quality. Cornea. 2007 Apr;26(3):270-3.
7. Schroeter J, Wilkemeyer I, Herrlinger F, Pruss A. Comparison of in situ Corneoscleral Disc Excision versus Whole Globe Enucleation in Cornea Donors Regarding Microbial Contamination in Organ Culture Medium – a Prospective Monocentric Study over

- 9 Years. *Transfus Med Hemother*. 2012 Dec; 39(6): 391-4. doi: 10.1159/000345717
8. Elisabeth P, Hilde B, Ilse C. Eye bank issues: II. Preservation techniques: warm versus cold storage. *Int Ophthalmol*. 2008 Jun; 28(3): 155-63. doi: 10.1007/s10792-007-9086-1
 9. Duman F, Kosker M, Suri K, Reddy JC, Ma JF, Hammersmith KM, et al. Indications and Outcomes of Corneal Transplantation in Geriatric Patients. *Am J Ophthalmol*. 2013 Sep;156(3):600-7.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2013.04.034.
 10. Sharma N, Agarwal P, Titiyal JS, Kumar C, Sinha R, Vajpayee RB. Optimal Use of Donor Corneal Tissue: One Cornea for Two Recipients. *Cornea*. 2011 Oct;30(10):1140-4. doi: 10.1097/ICO.0b013e318209d23c.
 11. Bruinsma M, Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Liarakos VS, van der Wees J, Melles GR. Are Polymegethism, Pleomorphism, and "Poor Swelling" Valid Discard Parameters in Immediate Postmortem Evaluation of Human Donor Corneal Endothelium? *Cornea*. 2013 Mar;32(3):285-9. doi: 10.1097/ICO.0b013e318253b1a6.
 12. Lindquist TD, Miller TD, Elsen JL, Lignoski PJ; Policy and Position Research Subcommittee of the Medical Advisory Board of the Eye Bank Association of America. Minimizing the risk of disease transmission during corneal tissue processing. *Cornea*. 2009 Jun;28(5):481-4. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181907368.
 13. Omar N, Bou Chacra CT, Tabbara KF. Outcome of corneal transplantation in a private institution in Saudi Arabia *Clin Ophthalmol*. 2013; 7: 1311-8. doi: 10.2147/OPHT.S43719
 14. Croasdale CR, Barney E, Warner EJ. Eye bank tissue utilization between endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty. *Cornea*. 2013 Mar;32(3):280-4. doi: 10.1097/ICO.0b013e3182561305.
 15. Price FW Jr, Price DA, Ngakeng V, Price MO. Survey of steroid usage patterns during and after low-risk penetrating keratoplasty. *Cornea*. 2009 Sep;28(8):865-70. doi: 10.1097/ICO.0b013e318197ef07.
 16. Gain P, Thuret G, Chiquet C, Rizzi P, Pugniet JL, Acquart S, et al. Cornea procurement from very old donors: post organ culture cornea outcome and recipient graft outcome. *Br J Ophthalmol*. 2002 Apr; 86(4): 404-11.
 17. García-Alcolea EE. Un nuevo modelo en la formación del oftalmólogo cubano: el modelo experimental. *Educac Med Super*. 2009; 23(1). [En línea]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412009000100006
 18. Randleman JB, Wolfe JD, Woodward M, Lynn MJ, Cherwek DH, Srivastava SK. The resident surgeon phacoemulsification learning curve. *Arch Ophthalmol*. 2007 Sep;125(9):1215-9.
 19. Kim JH, Kim MJ, Stoeger C, Clover J, Kim JY, Tchah H. Comparison of in situ excision and whole-globe recovery of corneal tissue in a large, single eye bank series. *Am J Ophthalmol*. 2010 Sep;150(3):427-433. e1. doi: 10.1016/j.ajo.2010.03.021.
 20. Querevalú-Murillo WA. Procuración de córneas por donación *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2010;48(3):233-6.
 21. Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA). Estado Actual de Donación y Trasplantes en México 1er Semestre 2013. Distrito Federal, México: CENATRA; 2013. Disponible en http://www.cenatra.salud.gob.mx/descargas/contenido/trasplante/semestre_2013.pdf
 22. Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA). Estado Actual de Donación y Trasplantes en México Anual 2012. Distrito Federal, México: CENATRA; 2012. Disponible en http://www.cenatra.salud.gob.mx/descargas/contenido/trasplante/reporte_anual_2012.pdf
 23. Molina-Rey DF, Gómez A. Evaluación por décadas de edad del comportamiento de las células endoteliales corneales en población mexicana. *Rev Mex Oftalmol*. 2005;79(2):93-100.
 24. Jabbar A, Nagpure S. Quality Control of Corneal Tissue Processed and Issued by a Reference Eye Bank. *Kerala Journal of Ophthalmology*. 2012;24(1):56-60.
 25. Stulting RD, Sugar A, Beck R, Belin M, Dontchev M, Feder RS, et al. Effect of donor and recipient factors on corneal graft rejection. *Cornea*. 2012 Oct;31(10):1141-7.
 26. Farias RJ, Kubokawa KM, Schirmer M, Sousa LB. [Evaluation of corneal tissue by slit lamp and specular microscopy during the preservation period]. *Arq Bras Oftalmol*. 2007 Jan-Feb;70(1):79-83.
 27. Van Wijk MJ, Nijenhuis MV, Dorrepaal CA, Bokhorst AG. Factors involved in the occurrence of bleeding complications after enucleation for cornea. *Cornea*. 2009 Oct;28(9):1014-8. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181a186fc.