



Severe ocular chemical injuries management with amniotic membrane implant

## Manejo de quemadura ocular severa con implante de membrana amniótica

*Diego Alberto Marín Sánchez MD<sup>1</sup>*

*Leidy Johanna Urrego Rubio MD<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Oftalmólogo supraespecialista en Córnea. Clínica de Oftalmología de Cali - Docente Oftalmología Universidad del Valle. Cali - Colombia

<sup>2</sup> Residente 3er año, Oftalmología Universidad del Valle. Cali - Colombia

Contacto: cirugiakorreal@gmail.com; jhoanna.urrego@gmail.com

Los autores declaran no tener ningún interés financiero al respecto.

### INFORMACIÓN ARTÍCULO

Recibido 19/03/2017

Aceptado 23/06/2017

#### Palabras clave:

Quemadura ocular química, compromiso limbal, implante de membrana amniótica

### RESUMEN

**Objetivo:** Las quemaduras oculares químicas con compromiso extenso de limbo (mayor del 50%) tienen mal pronóstico visual con manejo médico como única alternativa terapéutica; por lo que el propósito de este trabajo es evaluar el tratamiento temprano con el implante de membrana amniótica en cuanto a resultados anatómicos y funcionales en estos pacientes.

**Metodología:** Estudio retrospectivo tipo serie de casos. Se presentan los resultados visuales en 9 ojos de 6 pacientes tratados en la Clínica de Oftalmología de Cali y el Hospital Universitario del Valle con quemadura ocular química grave a los que se les realizó implante precoz de membrana amniótica adjunto al manejo oftalmológico convencional.

**Resultados:** Todos los pacientes tuvieron mejoría de la agudeza visual. El 87% de ellos lograron una agudeza visual mejor corregida (AVMC) de 20/30 o mejor. Ningún paciente desarrolló simbléfaron ni requirió trasplante heterólogo de córnea.

**Conclusiones:** Los resultados presentados sugieren que el implante de membrana amniótica precoz adicional a la terapia médica, puede ser el manejo de elección en la fase aguda de quemaduras químicas extensas de superficie ocular (compromiso mayor del 50% de limbo), ya que mejora el pronóstico visual con respecto a la terapia médica como único manejo.

**Key words:**

Chemical ocular burn, limbal involvement, amniotic membrane implant

## ABSTRACT

**Purpose:** Ocular chemical burns with extensive limbus involvement (greater than 50%) have poor visual prognosis with medical management as the only therapeutic alternative; So the purpose of this work is to evaluate if early treatment with amniotic membrane implant improves the anatomical and functional results in these patients

**Methods:** Retrospective study of a cases series. We present the visual results in 9 eyes of 6 patients treated at the Cali Ophthalmology Clinic and the Valle's University Hospital with severe chemical ocular burns who underwent early amniotic membrane implantation added to conventional ophthalmologic management

**Results:** All patients had improvement of visual acuity. 87% of patients achieved a better corrected visual acuity (BCVA) of 20/30 or better. No patient developed simblefaron or required heterologous corneal transplantation.

**Conclusions:** The results presented suggest that amniotic membrane implantation in addition to medical therapy could be the management of choice in the acute phase of extensive ocular surface chemical burns (involvement greater than 50% of limbo), since it improves the visual prognosis with respect to medical therapy as sole management.

## INTRODUCCIÓN

Las quemaduras oculares químicas se presentan cuando una sustancia corrosiva entra en contacto con la superficie ocular ocasionando desde una irritación leve a un daño severo de los tejidos con compromiso importante de la función visual, cuyo pronóstico se relaciona directamente con la extensión del daño ocular; el cual depende a su vez de factores como tipo de agente, tiempo de evolución y eficiencia del tratamiento.

Es por esto, que este tipo de lesiones constituyen una verdadera urgencia oftalmológica y un reto para el oftalmólogo, ya que el objetivo es minimizar la extensión del daño y preservar la integridad de la superficie ocular, la cual se compromete de manera importante especialmente en quemaduras con compromiso del limbo de más del 50%, es decir en un grado IV-VI de la clasificación de Dua.<sup>1,3,4,5,6</sup> La importancia del tejido limbal radica en que es la fuente de células madre (*stem cells*) del epitelio corneal, por lo que su pérdida impide

o limita la reepitelización corneal. Adicionalmente la síntesis de mediadores inflamatorios y la cascada de inflamación generada de manera secundaria por las células lesionadas, impiden la adecuada epitelización con riesgo de adelgazamiento corneal y perforación; el tejido de granulación y la cicatrización resultante lleva a secuelas tardías como la conjuntivalización y formación de simbléfaron con el consecuente compromiso de función visual.<sup>5,6</sup>

En el manejo de estas quemaduras severas, el tratamiento médico suele tener un pronóstico incierto con recuperación irregular y alta sintomatología en la primera semana. Se han propuesto alternativas quirúrgicas en la etapa tardía (después de la tercera semana), básicamente para reparar secuelas y recuperar limbo, como el trasplante conjuntival, corrección de simblefaron, queratoepitelioplastia y queratoplastia lamelar o profunda.

En los últimos años se ha recomendado el uso de la membrana amniótica en pacientes con quemadura de superficie ocular;<sup>5-18</sup> ésta es la capa más interna de las membranas fetales y está constituida por una capa de epitelio, una membrana basal y un estroma avascular. Promueve la epitelización y modula la inflamación al actuar como una membrana basal rica en factores de crecimiento e incluso se ha propuesto que podría parcialmente restaurar la función de las *stem cell* limbares<sup>7,21</sup>

En este artículo presentamos nuestra experiencia usando membrana amniótica en etapa aguda en 9 ojos de 6 pacientes con quemadura ocular química que compromete más del 50% del limbo corneal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo tipo serie de casos en pacientes que sufrieron quemadura química de superficie ocular severa con compromiso de limbo mayor de 180 grados, (Estadio IV-VI Clasificación de Dua 2001)<sup>4</sup> sin evidencia de compromiso intraocular, que fueron tratados en la Clínica de Oftalmología de Cali - Hospital Universitario del Valle desde el 2007 hasta el año 2017.

Se incluyeron pacientes con las características mencionadas que fueron operados por un mismo cirujano con seguimiento completo.

En el momento del ingreso de los pacientes, se realizó una valoración oftalmológica completa que incluyó agudeza visual con optotipos de Snellen y biomicroscopía, para evaluar la extensión de la quemadura y el compromiso limbar, con el fin de clasificar la severidad.

Todos los pacientes recibieron el manejo inicial con lavado ocular copioso por mínimo 30 minutos con solución salina 0.9% para normalizar el pH de la superficie y desbridamiento para remover restos de sustancias químicas en los fondos de saco. Posteriormente recibieron manejo médico primario que incluyó: Tobramicina tópica (1 gota 4 v/día), lubricante sin preservantes (cada hora), medroxiprogesterona (preparado a partir de ampolla inyectable, 1 gota 3 v/d), vitamina C oral (1 gr 2 v/día) y doxiciclina oral (100 mg/día por un mes). Seguidamente fueron valorados por el servicio de córnea, donde se determinó la conducta de implantar membrana amniótica en las primeras 24 horas del

ingreso del paciente al servicio (1 a 8 días después del trauma, promedio de 2 días), el seguimiento posterior al trasplante fue variable, desde 30 días hasta 9 años el seguimiento más extenso (dos casos), con un promedio de 42 meses.

En todos los casos se usó membrana amniótica con glicerina no criopreservada en la primera semana de la quemadura. La membrana amniótica fue obtenida bajo condiciones de asepsia y antisepsia tras cirugías de cesárea en donantes seronegativas (VIH, Hepatitis B, Hepatitis C y Sífilis). Estas membranas, corion y amnios se separan de la placenta y son procesadas y preservadas por los bancos de ojos que sirven a la ciudad.

El implante de membrana amniótica fue realizado en todos los casos por el mismo cirujano de córnea en las primeras 24 horas del ingreso del paciente al servicio de oftalmología. El método empleado fue triple capa con sutura continua cubriendo hasta los fondos de saco comprometidos, se implantó con el epitelio hacia arriba y el estroma contra la superficie ocular. Se dejó manejo médico y parche ocular por 2-3 semanas hasta que se presentó desgarro de la membrana, entonces se procedió a retirar suturas y recortar la membrana en las áreas donde no estaba adherida.

Los pacientes fueron valorados al día 1, día 7, día 15 y luego mensualmente por el primer año, luego de lo cual se aumento el intervalo de seguimiento. Dos de los casos pudieron seguirse por espacio de 9 años. Los pacientes fueron examinados por el mismo cirujano de córnea que realizó el trasplante, consignando en cada visita la agudeza visual mejor corregida (AVMC) y el estado de la superficie ocular, evaluando específicamente inflamación y secuelas como simbléfaron, alteración epitelial y opacidades.

En cada consulta se obtuvieron fotografías de la superficie ocular con lámpara de hendidura para tener un registro gráfico de la evolución de los pacientes

## RESULTADOS

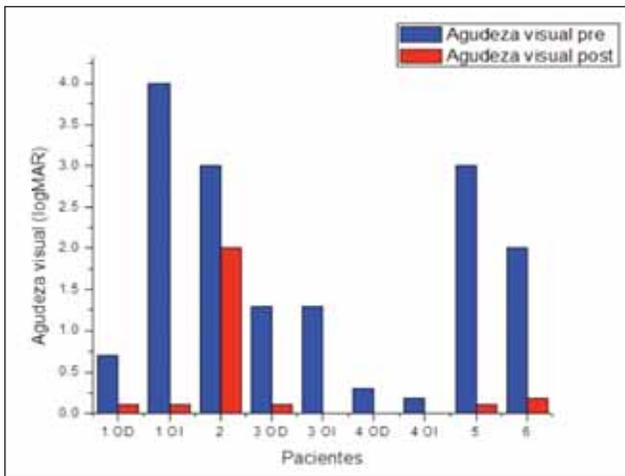
El estudio incluyó 9 ojos de 6 pacientes con quemadura ocular severa (tabla 1). Tres pacientes sufrieron compromiso bilateral. El 100% fueron hombres con edad promedio de 36.8 años (R= 11- 58 años). El promedio de duración del seguimiento fue de 42 meses (R= 1-116 meses)

**Tabla 1.** Resumen de características clínica de los pacientes afectados con quemadura ocular

	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5	Paciente 6
Agente químico	Cloro	Aditivo	Peróxido	Gasolina	Cemento	Queratolítico para onicomicosis
Compromiso	AO	OI	AO	AO	OD	OD
AV ingreso logMAR	OD: 0.70 (20/100) OI: 4.0 (PL)	3.0 (MM)	OD:1.30 (20/400) OI:1.30 (20/400)	OD: 0.30 (20/40) OI: 0.18 (20/30)	3.0 (MM)	2.0 (CD)
AV final logMAR	OD: 0.10 (20/25) OI: 0.10 (20/25)	2.0 (CD*)	OD: 0.10 (20/25) OI: 0.0 (20/20)	0.0 (20/20) 0.0 (20/20)	0.1 (20/25)	0.18 (20/30)

OD: Ojo Derecho OI: Ojo Izquierdo AO: Ambos Ojos  
 PL: Percepción de luz MM: Movimiento de Manos  
 \* A pesar de que la córnea estaba transparente y el polo posterior normal

**Gráfico 1.** Agudeza Visual Pre y Post manejo conjunto con Membrana Amniótica



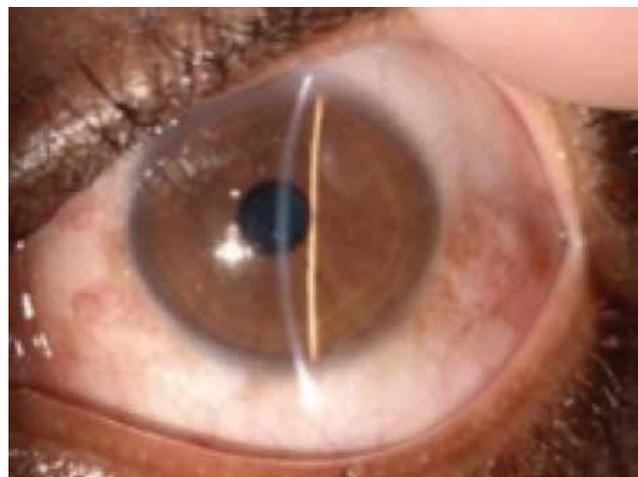
**Fotografía 2:** Primera semana: se observa el implante de membrana amniótica hasta los fondos de saco.

**Paciente 1**

Masculino de 33 años, trabajador de oficios varios quien sufrió quemadura en ambos ojos con cloro puro, mayor en ojo izquierdo. Ingresa con AV OD:20/100 OI:PL.( Fotografías 1,2,3)



**Fotografía 1:** Ingreso: necrosis del epitelio superficial que involucra 100% de córnea y limbo, compromete gran extensión de conjuntiva.



**Fotografía 3:** Primer mes: se aprecia epitelización completa corneal y limbal.

**Paciente 2**

Masculino de 45 años, operador de maquinaria, sufrió quemadura en ojo izquierdo con aditivo industrial mientras laboraba. Ingresó a la institución 10 días después del trauma, sin haber recibido tratamiento previo. AV OI: MM. (Fotografías 4,5,6,7)



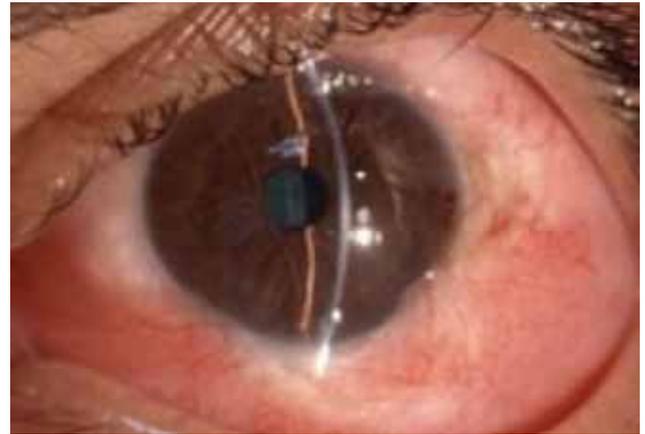
**Fotografía 4:** Ingreso (10 días postrauma); se observa isquemia conjuntival con quemosis, gran compromiso limbal y edema corneal.



**Fotografía 5:** Primer mes: epitelio íntegro con leve opacidad corneal y membrana adherida en el limbo temporal.



**Fotografías 6:** Segundo mes: epitelización completa de córnea con buena evolución de injerto limbo para corregir granuloma conjuntival.

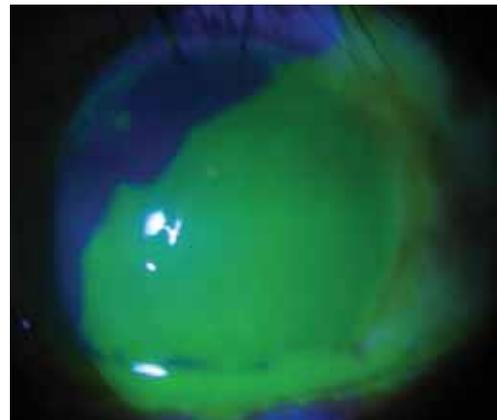


**Fotografía 7:** Tercer mes: adecuada transparencia, excelente recuperación anatómica

**Paciente 3**

Masculino de 35 años, ingeniero, quemadura en ambos ojos con peróxido. Ingresó una hora después del trauma con AV AO:20/40. Se realizó implante de membrana amniótica 18 horas después del ingreso. (Fotografías 8,9,10,11,12,13,14,15)

Fotografías Ojo Derecho



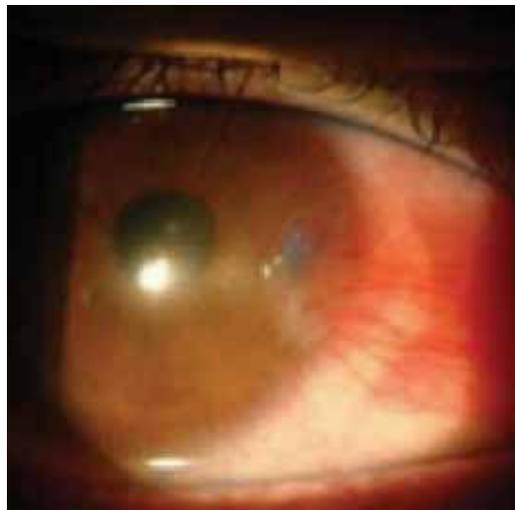
**Fotografía 8 :** Ingreso: desepitelización corneal con compromiso de limbo aprox. 60% y fondo de saco inferior.



**Fotografía 9 :** Primera semana: membrana amniótica posicionada.



**Fotografía 10:** Tercer mes: membrana amniótica adherida en sector nasal, epitelización completa de córnea AVsc 20/40.

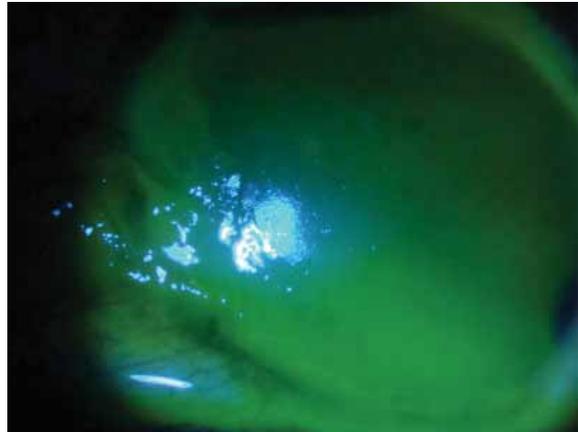


**Fotografía 11:** 15 meses: presencia de granuloma conjuntival que crece lentamente. AVsc 20/100

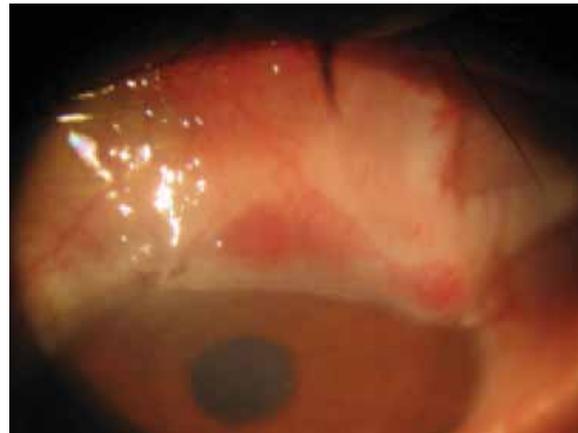


**Fotografía 12:** 9o año: por invasión del granuloma al eje visual, se practicó trasplante corneal rotado y después PRK.  
AVsc final: 20/25

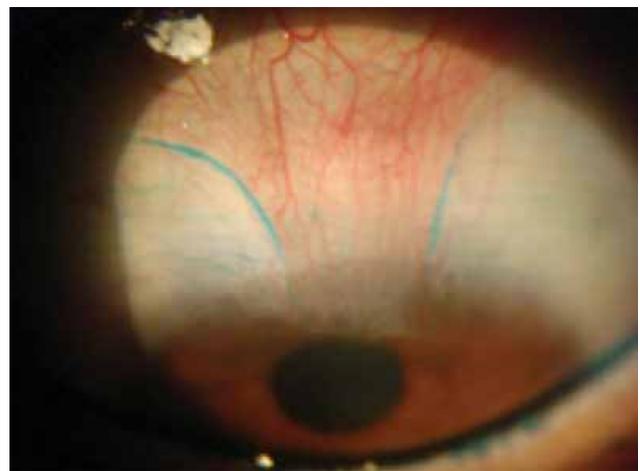
Fotografías Ojo Izquierdo:



**Fotografía 13:** Ingreso: desepitelización corneal con compromiso de limbo aproximado del 100% y fondo de saco inferior.



**Fotografía 14:** Tercer mes: membrana amniótica adherida en sector superior, epitelización completa de córnea con edema leve.  
AVsc 20/200.

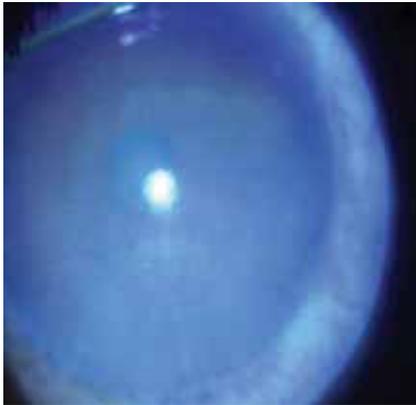


**Fotografía 15:** 15 meses: adecuada integración de la membrana con epitelización completa y restauración anatómica.  
AVsc final: 20/20

**Paciente 4**

Masculino de 39 años, trabajador de oficios varios, le cayó accidentalmente combustible en AO. Ingresó a las 6 horas del trauma con AV OD: 20/30 OI: 20/40. (Fotografías 16,17,18)

Fotografías Ojo Izquierdo:



**Fotografía 16:** Ingreso: compromiso de córnea y conjuntiva (M2 a M10)



**Fotografía 17:** Primera semana: membrana amniótica posicionada recubriendo hasta el fondo de saco inferior.



**Fotografía 18:** Primer mes: epitelio íntegro con leve edema y limbo anatómicamente recuperado. AVS final: 20/20

**Paciente 5**

Masculino de 11 años, estudiante, quemadura con cemento en el OD. Ingresó a las 3 horas del trauma con AV: MM.( Fotografías 19,20,21)



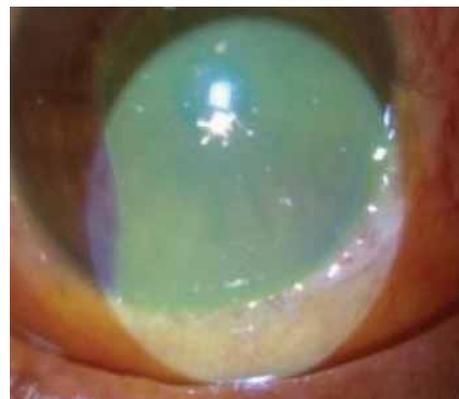
**Fotografía 19-20:** Ingreso: se observa desepitelización corneal del 100% con isquemia de más del 50% del limbo.



**Fotografía 21:** Segundo año: se aprecia leucoma temporal paracentral difuso AVsc 20/25

**Paciente 6**

Masculino de 58 años, comerciante, quien de manera accidental se aplica las gotas para los hongos (queratolítico) en el ojo derecho. Consulta el mismo día del evento con AV OD: CD. ( Fotografías 22,23,24)



**Fotografía 22:** Ingreso: defecto epitelial que compromete 80% de la superficie corneal con compromiso 50% del limbo.



**Fotografía 23:** Primera semana: membrana amniótica posicionada hasta el fondo de saco inferior



**Fotografía 24:** Tercer mes: córnea transparente con cicatriz limbal inferior.

## DISCUSIÓN

El implante de membrana amniótica para el tratamiento de quemaduras de la superficie ocular moderadas a severas, ha sido materia de estudio desde que su uso empezó a generalizarse a finales de los años 90 reconociendo su gran potencial terapéutico al ser agente inmunoregulador y tectónico biocompatible. Al ser un tejido que genera baja antigenicidad, tiene un potente efecto antiinflamatorio, promueve la epitelización facilitando la adhesión y migración celular, además de promover el crecimiento de células epiteliales y limbares; es antifibrótico y sirve de barrera antimicrobiana, facilitando su integración especialmente cuando se implanta cubriendo la superficie ocular con el estroma hacia abajo<sup>5-17,21,23</sup>.

En los casos presentados se implantó con el estroma hacia la superficie ocular acorde a artículos publicados<sup>13,19</sup>; en dichos casos es evidente como el epitelio corneal y el limbo isquémico bajo la membrana se regeneran obteniendo una importante recuperación de la superficie ocular. En las áreas donde no reepitelizó,

la membrana se integró funcionando como membrana basal sobre la cual se replicaron las líneas celulares correspondientes (limbo - conjuntiva).

Se presentaron complicaciones como la formación de un granuloma que requirió manejo con trasplante rotado de córnea en un caso y en otro con injerto autólogo de limbo; en otro de los pacientes se presentó leucoma superficial (susceptible de corregir con trans PRK), sin embargo, todos los pacientes mejoraron la agudeza visual y ninguno de los casos presentados requirió trasplante de córnea heterólogo, ni presentaron simbléfaron que limitara la movilidad ocular. En cuanto al resultado visual, el 87% de los pacientes lograron una agudeza visual de 20/30 o mejor. En el paciente con leucoma se espera que tras el procedimiento láser, mejore aún más. Comparando estos resultados con lo publicado en la literatura, observamos que son muy similares en cuanto a agudeza visual final mejor corregida y mejoría sintomática<sup>5,9,10,20,24</sup>

Cabe destacar que el paciente 2, a pesar del buen resultado anatómico y examen neuro oftalmológico normal (incluyó OCT y PVE) no se encontró explicación para la agudeza visual disminuida.

A pesar de que la muestra analizada es pequeña, coincide con el perfil demográfico de la patología (Sexo masculino en edad productiva); y la etiología de las quemaduras (accidentes químicos laborales y en el hogar), tal como reporta la literatura<sup>1-3</sup>.

En los estudios revisados, algunos retrospectivos de series de casos como el presente<sup>5,11,26</sup>, pero también en la revisión sistemática de Cochrane<sup>6</sup> y ensayos clínicos controlados aleatorizados<sup>16, 25</sup>; se encuentra que hay suficiente evidencia de que, en quemaduras oculares moderadas a severas, clasificación Dua IV-VI, el implante de membrana amniótica es una alternativa poco costosa que previene gran cantidad de secuelas.

El estudio tiene limitaciones, especialmente por el pequeño número de casos (no representativos de la población general), y el potencial sesgo ya que todos los casos fueron intervenidos y seguidos por el mismo cirujano; esto limita hacer una recomendación con alto nivel de evidencia por lo que se requieren más estudios con muestras de mayor tamaño.

La evidencia bibliográfica y la experiencia inicial con este grupo de pacientes permite sugerir el implante de membrana amniótica aunado al manejo médico como tratamiento de elección en la fase aguda de quemaduras químicas de superficie ocular que

presenten pronóstico disminuido con terapia médica (compromiso mayor del 50% de limbo).

El implante precoz de membrana disminuye la sintomatología (especialmente dolor y fotofobia) en el paciente ya que actúa como parche limitando los estímulos externos a la superficie ocular cruenta, su efecto antiinflamatorio limita el daño secundario y permite crear un microambiente adecuado para la recuperación de líneas celulares aún en casos de quemaduras extensas; en los cuales la recuperación aparentemente se realiza a partir de células basales indemnes (Aún casos con compromiso del 100%)<sup>9</sup>.

El potencial antiangiogénico de la membrana amniótica ha sido descrito por diferentes autores, siendo este otra de las grandes ventajas que presenta el procedimiento<sup>9,20, 23</sup>. En las áreas de superficie ocular donde no se logra una adecuada recuperación tisular, la membrana se adhiere, actuando como membrana basal sobre la cual se extienden líneas celulares y se aprecia clínicamente la integración a través del tiempo mejorando su aspecto anatómico.

Los resultados son muy alentadores teniendo en cuenta que es un procedimiento de baja complejidad y alto impacto que puede disminuir de manera significativa las secuelas en superficie ocular y mejorar el pronóstico visual en pacientes con alto riesgo de complicaciones debido a la inflamación crónica subyacente por la naturaleza del trauma químico.

## REFERENCIAS

- McGhee, CNJ.; Crawford, AZ.; Meyer JJ.; Patel DV. Chemical and Thermal Injuries of the Eye. Cornea. Fourth Edi. Elsevier; 2017. 1106-1119 p.
- Ocampo HH, Contreras JC, Martínez A, Amaya CA, Bonilla-Escobar FJ. Quemaduras oculares en un centro de referencia oftalmológica de Santiago de Cali, Colombia. Colomb Med 2008;39(3):210-8.
- Singh P, Tyagi M, Kumar Y, Gupta KK, Sharma PD. Ocular chemical injuries and their management. Oman J Ophthalmol 2013;6(2):83-6.
- Gupta N, Kalaivani M, Tandon R. Comparison of prognostic value of Roper Hall and Dua classification systems in acute ocular burns. Br J Ophthalmol 2011;95(2):194-8.
- Iakimenko SA, Buznyk OI, Rymgayllo-Jankowska B. Amniotic membrane transplantation in treatment of persistent corneal ulceration after severe chemical and thermal eye injuries. Eur J Ophthalmol 2013;23(4):496-503
- Clare G, Suleman H, Bunce C, Dua H. Amniotic membrane transplantation for acute ocular burns. Cochrane database Syst Rev 2012;(9):CD009379.
- Hist A. Trasplante de membrana amniótica. 1946;1-13.
- McGhee, CNJ.; Crawford, AZ.; Meyer JJ.; Patel DV.. Indications for and Uses of Amniotic Membrane. Cornea. Fourth Edi. Elsevier; 2017. 1581-1587 p.
- Meller D, Pires RT, Mack RJ, Figueiredo F, Heiligenhaus a, Park WC, et al. Amniotic membrane transplantation for acute chemical or thermal burns. Ophthalmology 2000;107(5):980-9.
- Tejwani S, Kolarí RS, Sangwan VS, Rao GN. Role of amniotic membrane graft for ocular chemical and thermal injuries. Cornea 2007;26(1):21-6
- Arora R, Mehta D, Jain V. Amniotic membrane transplantation in acute chemical burns. Eye (Lond) 2005;19(3):273-8.
- Lo K, Kohanim S, Trief D, Chodosh J. Role of amniotic membrane transplantation in acute chemical injury. Int Ophthalmol Clin 2013;53(4):33-41.
- Meller D, Pauklin M, Thomasen H, Westekemper H, Steuhl K-P. Amniotic membrane transplantation in the human eye. Dtsch Ärzteblatt Int 2011;108(14):243-8.
- Westekemper H, Figueiredo FC, Siah WF, Wagner N, Steuhl K-P, Meller D. Clinical outcomes of amniotic membrane transplantation in the management of acute ocular chemical injury. Br J Ophthalmol 2017;101(2):103-7.
- Prabhasawat P, Tesavibul N, Prakairungthong N, Booranapong W. Efficacy of amniotic membrane patching for acute chemical and thermal ocular burns. J Med Assoc Thai 2007;90(2):319-26.
- Tamhane A, Vajpayee RB, Biswas NR, Pandey RM, Sharma N, Titiyal JS, et al. Evaluation of amniotic membrane transplantation as an adjunct to medical therapy as compared with medical therapy alone in acute ocular burns. Ophthalmology 2005; 112(11): 1963-9.
- Fish R, Davidson RS. Management of ocular thermal and chemical injuries, including amniotic membrane therapy. Curr Opin Ophthalmol 2010;21(4):317-21.
- Gicquel J-J. Management of ocular surface chemical burns. Br J Ophthalmol 2010;95(2):159-61.
- Letko E, Stechschulte SU, Kenyon KR, Sadeq N, Romero TR, Samson CM, et al. Amniotic membrane inlay and overlay grafting for corneal epithelial defects and stromal ulcers. Arch Ophthalmol 2001;119(5):659-63.
- Tandon R, Gupta N, Kalaivani M, Sharma N, Titiyal JS, Vajpayee RB. Amniotic membrane transplantation as an adjunct to medical therapy in acute ocular burns. Br J Ophthalmol 2011; 95(2): 199-204.
- Meller D, Pires R, Tseng S. Ex vivo preservation and expansion of human limbal epithelial stem cells on amniotic membrane cultures. Br J Ophthalmol 2002;86:463-72.
- Paolin A, Cogliati E, Trojan D, Griffoni C, Grassetto A, Elbadawy HM, et al. Amniotic membranes in ophthalmology: long term data on transplantation outcomes. Cell Tissue Bank 2016;17(1):51-8.
- Burman S, Tejwani S, Vemuganti GK, Gopinathan U, Sangwan VS. Ophthalmic applications of preserved human amniotic membrane: A review of current indications. Cell Tissue Bank 2004;5(3):161-75.
- Uçakhan OO, Köklü G, Firat E. Nonpreserved human amniotic membrane transplantation in acute and chronic chemical eye injuries. Cornea 2002;21(2):169-72.
- Sharma N, Singh D, Maharana PK, Kriplani A, Velpandian T, Pandey RM, et al. Comparison of Amniotic Membrane Transplantation and Umbilical Cord Serum in Acute Ocular Chemical Burns: A Randomized Controlled Trial. Am J Ophthalmol 2016;168:157-63.
- Pa K, Sk S, Sarkar I, Surin L. Amniotic membrane transplantation with and without limbal stem cell transplantation in chemical eye injury. Nepal J Ophthalmol 2015;7(13):52-5.