

## Tratamiento quirúrgico del glaucoma pediátrico

### Surgical treatment of childhood glaucoma

Yanileidy González Blanco<sup>1\*</sup>

Teresita de Jesús Méndez Sánchez<sup>1</sup> 0000-0002-1589-7784

Haymy C. Casanueva Cabeza<sup>1</sup>

Daniel López Felipe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

\* Autor para la correspondencia: [yani.glez@infomed.sld.cu](mailto:yani.glez@infomed.sld.cu)

#### RESUMEN

El tratamiento del glaucoma pediátrico es principalmente quirúrgico. En la actualidad se han creado alternativas para mejorar el éxito de las diferentes técnicas quirúrgicas relacionadas con el glaucoma pediátrico, donde se exige un tratamiento oportuno para poder controlar las presiones intraoculares y rehabilitar precozmente a estos pacientes, ya que muchos de ellos se encuentran en pleno desarrollo visual. De ahí la importancia de realizar una revisión de las principales técnicas quirúrgicas del glaucoma pediátrico.

**Palabras clave:** Glaucoma pediátrico; tratamiento quirúrgico; complicaciones.

#### ABSTRACT

Treatment of childhood glaucoma is mainly surgical. New alternatives are presently available to improve the success of the various surgical techniques for childhood glaucoma, a condition requiring timely treatment aimed at intraocular pressure control and quick rehabilitation of these patients, considering that many of them are in full visual



development. Hence the importance of conducting a review of the main surgical techniques used for childhood glaucoma.

**Key words:** Childhood glaucoma; surgical treatment; complications.

Recibido: 03/06/2019

Aprobado: 03/07/2019

## INTRODUCCIÓN

El glaucoma pediátrico es una enfermedad poco frecuente, causante de un alto porcentaje de ceguera infantil. Sus diversas clasificaciones han sido motivo de controversias, y es el tratamiento quirúrgico la principal opción en estos pacientes.<sup>(1)</sup> A finales del siglo XIX *Teller* y *De Vicentis* introdujeron la goniotomía como una novedosa técnica quirúrgica para tratar el glaucoma del adulto. El procedimiento no dio buenos resultados, pero al ser modificada posteriormente por *Barkan* ofreció un cambio radical en el tratamiento y en el pronóstico del glaucoma congénito primario. La eficacia de la goniotomía fue avalada por *Barkan* y *Worst* después de demostrar que esta seccionaba una delgada membrana que tapiza la superficie trabecular (la membrana de Barkan).

*Anderson* en sus estudios anatomopatológicos llegó a la conclusión de que el trabéculo de los pacientes con glaucoma congénito primario es similar al del feto de 7 a 8 meses de gestación, donde las láminas trabeculares se encuentran comprimidas. Por esta detención en el desarrollo, la sección del trabéculo en la goniotomía permitiría su extensión y permeabilización.<sup>(2)</sup> Esta por lo general es indicada cuando existen córneas transparentes y cuando no existen goniodisgenesias que la contraindiquen.

Si la gonioscopia revela malformaciones iridianas asociadas a un ángulo cicatricial, se recomienda la cirugía de abordaje externo y dentro de esta la trabeculo-trabeculectomía, con muy buenos resultados por sus conocidas ventajas.

*Smith y Burian* descubrieron que la resistencia trabecular también podía vencerse mediante la trabeculotomía.<sup>(2)</sup> Esta técnica -de forma aislada en raras ocasiones,<sup>(3)</sup> que se realiza y puede emplearse con córneas opacas y goniodisgenesias- no ofrece mejores resultados que la trabéculo-trabeculectomía, aunque en la actualidad se han desarrollado alternativas para lograr una mayor eficacia.<sup>(4)</sup>

El fracaso quirúrgico dictará una nueva indicación quirúrgica.<sup>(2)</sup> La trabeculectomía está indicada ante el fallo de cirugías previas, pero al repetirse compromete las nuevas trabeculectomías al producirse una cicatrización de los tejidos epiesclerales. La solución puede estar en el empleo de antimetabolitos. Otra opción quirúrgica es el uso de los dispositivos de derivación. Dentro de estos el implante valvular de Ahmed es el más empleado, y como último recurso ante el fracaso quirúrgico, los procedimientos ciclodestructivos.<sup>(3)</sup> El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de las principales técnicas quirúrgicas del glaucoma pediátrico.

## ALTERNATIVAS QUIRÚRGICAS DEL GLAUCOMA PEDIÁTRICO

Numerosos autores consideran a la goniotomía como la técnica de elección en el manejo del glaucoma congénito primario, ya que actúa directamente sobre la causa que lo produce, no altera la conjuntiva y permite otras opciones quirúrgicas cuando esta fracasa. Sin embargo, el abordaje quirúrgico, por lo general, se dificulta cuando hay edema corneal y goniodisgenesias.<sup>(3)</sup>

Desde los años 80 hasta la fecha han sido muchas las investigaciones realizadas con el objetivo de lograr una mayor efectividad en esta técnica quirúrgica. Desde el año 1984 se describe la goniotomía con yag-láser o goniotomía fotodisruptiva,<sup>(5)</sup> y no se han obtenido resultados concluyentes en relación con esta modificación.<sup>(6)</sup> En el año 1999 hubo autores que plantearon su utilidad de forma profiláctica en pacientes con aniridia.<sup>(7)</sup> En el 2002 se invocó su utilidad en el glaucoma uveítico de reciente comienzo, que ofrece mejores resultados que en el glaucoma congénito primario, pero no se recomienda en pacientes con sinequias anteriores, afáquicos, ni en pacientes con cirugías previas.<sup>(8,9)</sup> También se reporta

el uso de viscoelástico, con el que se obtienen mejores resultados que con la goniotomía clásica, ya que favorece la formación de la cámara anterior, protege sus estructuras y se reporta un menor número de complicaciones.<sup>(10)</sup> En la actualidad la vía endoscópica parece ser la solución para poder realizar la goniotomía en córneas opacas. En esta técnica se adosa una aguja a un endoscopio, monitorizado por un televisor, además de visualizarse por el microscopio quirúrgico. Su uso permite ver directamente el área a tratar en pacientes con córneas opacas en un menor tiempo que la trabeculotomía e igual tiempo que la goniotomía clásica.<sup>(11)</sup> También ha sido tema de comparación con la trabeculotomía iluminada con microcatéter. Esta última demuestra ser más efectiva en el glaucoma congénito primario.<sup>(12)</sup> La trabeculotomía fue descrita por primera vez en el año 1960 por *Smith y Burian*, y su principal indicación es el glaucoma congénito primario, aunque ha mostrado cierta eficacia en glaucomas asociados a anomalías oculares, pero con un índice de éxito limitado. Esta técnica va dirigida a crear una comunicación directa entre el canal de schlemm y la cámara anterior por medio de una sección de la pared interna del canal y el trabéculo anormalmente adyacente, valiéndose para esto de un instrumento que se introduce a través de la pared externa del canal, el trabeculótomo. Esta técnica ofrece mejores resultados cuando se realiza asociada a la trabeculectomía.<sup>(13)</sup>

En aras de encontrar una mayor eficacia, se han explorado otras alternativas como la viscotrabeculotomía y se han obtenido mejores resultados, ya que logra una mayor disminución de las presiones intraoculares, mantiene dilatado el canal de schlemm de 4 a 6 días y crea una barrera a la migración de fibrinógeno del cuerpo ciliar hacia el área quirúrgica. También evita la cicatrización y el consecuente fallo de la cirugía, así como el hifema transquirúrgico, entre otras complicaciones.<sup>(14)</sup>

La trabeculotomía a 360 grados, con sutura de prolene 6 cero en lugar de un trabeculótomo para canalizar el canal de schlemm combinado o no con microcatéter iluminado como guía para mejorar la visualización, es otra alternativa. Estos recientes avances en la tecnología han permitido a los cirujanos contar con el microcatéter Track 250, flexible, para canular la totalidad de la longitud del canal de schlemm. Este dispositivo posee un lumen conectado a un inyector que permite la inyección de volúmenes de viscoelástico con mayor precisión que las jeringas tradicionales y además un sistema de microiluminación de fibra óptica en la punta, que usa una fuente de luz de láser diodo para la visualización transescleral de la

punta. Este dispositivo permite la viscodilatación circunferencial de todo el canal de schlemm bajo un control visual de la punta y la colocación de una sutura de tensión en el canal para mantenerlo abierto y romper la pared interna del canal, y con esto las goniogénesis presentes en este tipo de glaucoma.

Esta técnica tiene ventajas y desventajas como el costo del microcatéter, y es técnicamente más exigente, pero reduce de forma significativa las presiones intraoculares, ya que independientemente de la formación de una bula de filtración subconjuntival permite la recuperación del sistema convencional de drenaje a 360 grados, con lo que logra un enfoque más fisiológico. La ventana trabeculodescemética crea un *bypass* del trabéculo, lugar de mayor obstrucción del flujo, mientras que el empleo de viscoelástico dilata el canal de schlemm y los canales colectores. La sutura de tensión permite también la dilatación del canal, así como la distensión trabecular y posteriormente el aumento del drenaje del flujo trabecular a 360 grados.<sup>(15,16)</sup>

La trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia constituye otra alternativa de los últimos tiempos, la cual ofrece buenos resultados tanto en los niños como en los adultos, y es utilizada como cirugía combinada con la facoemulsificación en los adultos. Es una técnica mínimamente invasiva de abordaje interno que brinda la posibilidad de no tocar la conjuntiva, la cual quedaría libre para otras opciones ante el fracaso quirúrgico. Esta técnica es similar a la anterior, pero de abordaje interno, asistida por un gonioleante para visualizar la canalización del canal de schlemm y el paso del microcatéter con la sutura de prolene 6 cero a 360 grados.<sup>(17)</sup>

A través de la trabeculo-trabeculectomía se crean dos vías de salida del humor acuoso. La primera secciona el espesor total del maya trabecular y proporciona una comunicación entre la cámara anterior y el canal de schlemm; y la segunda permite crear una fístula suplementaria que favorece el drenaje de la cámara anterior al espacio subconjuntival. Esta doble vía de salida justifica la alta tasa de éxito en el control de las presiones intraoculares con un único procedimiento. En el año 2015 se realizó un estudio en el que se comparó la eficacia de la trabeculo-trabeculectomía con el implante de Ologen o matriz de colágeno. La trabeculo-trabeculectomía clásica obtuvo mejores resultados con este implante. Este es de un material biodegradable que se coloca por encima del flap escleral, por debajo de la conjuntiva, con el objetivo de prevenir la fibrosis de la esclera y la conjuntiva. Así modula la

salida de humor acuoso para lograr un mejor control de la presión intraocular, y regula la migración y la proliferación de fibroblastos para crear bulas vasculares y duraderas sin efectos adversos. El ologen es aceptado en Europa como ayuda para reparar tejidos, y por la *Food and Drug Administration* (FDA) en Estados Unidos para tratar heridas en general, con buenos resultados y con un perfil de seguridad excelente.<sup>(18)</sup> También se ha estudiado el uso de viscoelástico y se han reportado muy buenos resultados con esta técnica quirúrgica.<sup>(19)</sup>

La trabeculectomía en el glaucoma congénito primario se realiza en ojos polintervenidos sin un buen control tensional.<sup>(20)</sup> También es empleada en glaucomas secundarios como opción quirúrgica inicial. En los últimos años se ha intentado mejorar el pronóstico de la cirugía filtrante mediante el empleo de los antimetabolitos, con lo cual se persigue controlar la cicatrización después de la cirugía filtrante. Los niños tienen una notable predisposición a la cicatrización, ya que provoca fibrosis epiescleral y conjuntival como resultado de la migración progresiva de fibroblastos, proliferación y acúmulo de colágeno, además de la angiogénesis en el lugar de la filtración. Según estudios histológicos, la mayor proliferación de fibroblastos ocurre del tercer al quinto día del posoperatorio.

El 5-Fluoracilo y la mitomicina C han sido los antimetabolitos más empleados; sin embargo, mecanismos no específicos provocados por estas drogas pueden ocasionar muerte celular, ampollas avasculares, con paredes delgadas susceptibles a fugas, infecciones, entre otras complicaciones, por lo cual hay que tener especial cuidado en los niños, principalmente los pacientes con glaucoma congénito primario menores de cuatro años, ya que presentan escleras más delgadas por el aumento de la longitud axial, secundarias al aumento de la presión intraocular. En la actualidad existen otros moduladores de la cicatrización, como el bevacizumab o antifactor de crecimiento endotelial vascular, que ofrecen buenos resultados en los niños.<sup>(21,22)</sup>

Otra alternativa es el uso de membrana amniótica en la trabeculectomía, la cual actúa como un modulador biológico que prolonga la funcionabilidad de la ampolla. Esto ocurre porque limita el infiltrado de células polimorfonucleares y evita la inflamación; también disminuye la cicatrización del área quirúrgica mediante la inhibición de la actividad de las proteasas y suprime el factor transformador de crecimiento BTGF-B, con lo que ejerce un efecto anticicatrizal. El TGF B1, 2 y 3 existe en la cámara anterior y el espacio subconjuntival, por lo que están implicados en la cicatrización de la conjuntiva y de la ampolla de filtración.<sup>(23)</sup>

En la actualidad los dispositivos de drenaje parecen la opción más atractiva para los glaucomas refractarios. Existen diseños valvulados y no valvulados, así como otros dispositivos que disminuyen la resistencia de la malla trabecular y el tejido yuxtacanalicular, lo cual ofrece alternativas de drenaje al espacio supracoroideo. La colocación de dispositivos de drenaje es la opción quirúrgica de elección en las siguientes situaciones: glaucomas refractarios, procesos que cursan con proliferación activa a nivel del ángulo iridocorneal, alteraciones severas cicatrizales de la conjuntiva y glaucomas pediátricos, secundarios y asociados a anomalías oculares, cuando no es deseable la formación de bula de filtración perilímbica y cuando existe alto riesgo de hemorragia coroidea.

Los dispositivos de drenaje están contraindicados en el glaucoma congénito primario como opción quirúrgica inicial, por la frecuencia de las complicaciones posoperatorias y el costo de los implantes. En el paciente ciego legal, donde la capacidad visual pobre predispone a la pérdida de la visión central posoperatoria, la contraindicación es absoluta cuando muestra contracción del campo visual a menos de 5-10 grados centrales.

Dentro de los dispositivos de drenaje, el más empleado para uso pediátrico es el implante valvular de Ahmed modelo de adulto. Los modelos pediátricos están indicados en niños menores de 6 meses o en ojos con biometrías menores de 22 mm. Los niños tienen el dispositivo por un tiempo más prolongado, por lo que se hace necesario un mayor éxito quirúrgico. No obstante, pueden realizarse procedimientos alternativos médicos o quirúrgicos, incluso implantes adicionales y tubos extensores cuando es necesario, por las complicaciones propias del crecimiento del globo ocular.

La silicona ofrece mejores resultados que el polipropileno, al igual que en los adultos con un mayor índice de supervivencia y probabilidad de éxito. El modelo más empleado es el FP7 de adulto de plato flexible, que ha demostrado reducir la aparición de quistes en la cápsula de Tenon.

A diferencia de los implantes valvulados, los implantes sin mecanismo de restricción presentan un flujo libre de salida de humor acuoso hacia el espacio subconjuntival. Por eso se aconseja su uso en casos en los que se necesite una disminución sustancial de las presiones intraoculares.<sup>(24)</sup> Existen otros dispositivos como el Express, recientemente probado para uso pediátrico en glaucomas inducidos por esteroides rebeldes a tratamiento y en glaucomas juveniles, que ofrece muy buenos resultados con un mejor control de las

presiones intraoculares y menor número de complicaciones que con la trabeculectomía con mitomicina C.<sup>(25)</sup> Este es un dispositivo biocompatible, de acero inoxidable, que inicialmente se decidió colocar debajo de la conjuntiva, pero posteriormente comenzó a ocasionar erosiones conjuntivales, por lo que se decide en la actualidad su implante debajo del colgajo escleral, con la realización de una preinsición con aguja 27 G y la introducción del dispositivo paralelo al iris.

En la actualidad no se ha definido claramente la función de los antimetabolitos en los dispositivos de drenaje. En teoría benefician la formación de una cápsula fina, lo cual permite la salida más rápida de humor acuoso y una disminución más acentuada y prolongada de las presiones intraoculares.<sup>(24)</sup> La cirugía mínimamente invasiva (MIGS), también llamada microcirugía es un término aplicado a la ampliación de una gama de implantes, dispositivos y técnicas que buscan reducir las presiones intraoculares con un menor riesgo quirúrgico.<sup>(26)</sup>

Estas nuevas alternativas pueden jugar un papel importante en la cirugía de los glaucomas pediátricos, pero aún faltan estudios concluyentes en adultos que hablen acerca de su efectividad y seguridad, los cuales serían necesarios antes de implementarse en niños.<sup>(27)</sup> Aunque estos implantes son fabricados con materiales con un mínimo de inducción inflamatoria, los resultados a largo plazo aún permanecen inciertos.

En un futuro no muy lejano, procedimientos como Cypass micro Stent y Xen serán alternativas para cuando las cirugías convencionales en niños fallen. Pero en estos momentos los implantes con diámetros más pequeños no logran disminuir de manera importante las presiones intraoculares, lo cual es esencial en el control tensional de los glaucomas pediátricos, sobre todo en pacientes en estadios avanzados. Por otra parte, ya se habla de implantes que previenen la acción fibrótica posoperatoria, lo cual sería muy beneficioso en los niños, ya que constituye la principal causa de fallo quirúrgico. También se están probando en adultos implantes de medicamentos, lo cual sería una opción más para el tratamiento de los glaucomas pediátricos.

En estos momentos la trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopía y la endociclotocoagulación dentro de los procedimientos MIGS han sido los más acertados con muy buenos resultados en pediatría.<sup>(28,29)</sup> En la actualidad la terapia génica para el glaucoma ha demostrado un asombroso ritmo de desarrollo. Su aplicación en la cirugía



mínimamente invasiva aún está bajo investigación. Recientemente se señala que el sistema de administración de la cirugía por mínimo acceso modificada puede permitir la dosificación de la terapia génica directamente a la red trabecular y al canal de schlemm. Se plantea que una única intervención puede disminuir la presión intraocular por un tiempo prolongado, así como también el índice de complicaciones.<sup>(30)</sup>

Se ha demostrado que los inhibidores de la Rho Kinasa pueden reducir las presiones intraoculares al aumentar el flujo de salida del humor acuoso a través de sus efectos sobre la contracción de las células de la red trabecular y las uniones celulares. Además, tiene otras propiedades como el aumento del flujo sanguíneo ocular, el aumento de la supervivencia de las células ganglionares retinianas y la regeneración axonal.<sup>(31)</sup> Recientemente se realizó un estudio en el hospital infantil de Boston que sugirió que la pérdida visual causada por glaucoma podría revertirse al menos parcialmente con la combinación de una terapia génica para regenerar el nervio óptico y la administración de un fármaco que ayuda a canalizar los impulsos visuales desde el ojo hasta el cerebro, la dalfampiridina, medicamento utilizado para la esclerosis múltiple. Estas y otras investigaciones en fases de desarrollo contribuirán en un futuro no muy lejano a encontrar la cura definitiva de los pacientes con glaucoma pediátrico.<sup>(32)</sup>

Los procedimientos ciclodestructivos se han utilizados históricamente en pacientes refractarios a tratamiento, con un daño importante de nervio óptico, donde no es posible otro tipo de cirugía o en ojos ciegos dolorosos. En relación con los niños, la efectividad de estos procedimientos se ha visto afectada, ya que en los pacientes menores de cuatro años el índice de distensión supera la rigidez escleral y, por tanto, el aumento de la presión intraocular ocasiona aumento de la longitud axial, así como aumento del diámetro corneal, con una consecuente distorsión de toda la anatomía ocular, y no se tiene precisión de la localización de los procesos ciliares en cada paciente a tratar, por lo que el proceder falla con mucha frecuencia.

La opción de la endociclocoagulación ha venido a resolver este gran problema, ya que permite la visualización directa del cuerpo ciliar mediante un microendoscopio, y la aplicación de láser diodo a los procesos ciliares. Esta se está convirtiendo en una técnica ampliamente aceptada, donde la visualización de los procesos ciliares permite un mayor enfoque. No está reservada para estadio terminales. Puede realizarse en combinación con la

facoemulsificación y la goniotomía. También puede realizarse por vía transpupilar o por pars plana, que es muy eficaz en pacientes con edades pediátricas.<sup>(33)</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chen TC, Chen PP, Francis BA, Junk AK, Smith SD, Singh K, et al. Pediatric glaucoma surgery: a report by the American Academy Of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2014;121(11):2107-15.
2. Fonseca Santodomingo A, Abelairas Gómez J, Rodríguez Sánchez JM, Peralta Calvo J. Glaucoma pediátrico. Clasificación etiológica. Indicaciones generales del tratamiento. En: Peralta Calvo J. Actualización en Cirugía Oftálmica Pediátrica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2000. p. 77-86.
3. González Blanco Y. Glaucoma. En: Santiesteban Freixas R. *Oftalmología Pediátrica*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2018. p. 301-18.
4. Fonseca Santodomingo A, Abelairas Gómez J, Rodríguez Sánchez JM, Peralta Calvo J. Glaucoma pediátrico. Trabeculotomía ab externo. En: Peralta Calvo J. Actualización en Cirugía Oftálmica Pediátrica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2000. p. 87-91.
5. Yumita A, Shirato S, Yamamoto T, Kitazawa Y. Goniotomy with Q-switched Nd-YAG laser in juvenile developmental glaucoma: a preliminary report. *Jpn J Ophthalmol*. 1984;28(4):349-55.
6. Khan AO. A surgical approach to pediatric glaucoma. *Open Ophthalmol J*. 2015;9:104-12.
7. Chen TC, Walton DS. Goniosurgery for prevention of aniridic glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1999;117(9):1144-8.
8. Bohnsack BL, Freedman SF. Surgical outcomes in childhood uveitic glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(1):134-42.
9. Yago Ugarte I, Mesa del Castillo P, Marín Sánchez JM, Lorente Sánchez MJ. Actualización en uveítis asociada a artritis idiopática juvenil. *TheaInformacion*. 2016 [acceso: 12/07/2019]. Disponible en:  
[http://www.laboratoriosthea.com/medias/thea\\_informacion\\_76.pdf](http://www.laboratoriosthea.com/medias/thea_informacion_76.pdf)

10. ElSheikha OZ, Abdelhakim MASE, Elhilali HM, Kassem RR. Is viscotrabeculotomy superior to conventional trabeculotomy in the management of Egyptian infants with congenital glaucoma? Copenhagen: Acta Ophthalmol. 2015;93(5):366-71.
11. Weinreb RN, Grajewski AL, Papadopoulos M, Grigg J, Freedman S. Childhood Glaucoma. Kugler Publications; 2013. p. 290.
12. Girkin CA, Rhodes L, McGwin G, Marchase N, Cogen MS. Goniotomy *versus* circumferential trabeculotomy with an illuminated microcatheter in congenital glaucoma. J AAPOS Off Publ. Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2012;16(5):424-7.
13. Morales J, Al Shahwan S, Al Odhayb S, Al Jadaan I, Edward DP. Current surgical options for the management of pediatric glaucoma. J Ophthalmol. 2013 [acceso: 12/07/2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23738051>
14. Tamcelik N, Ozkiris A. Long term results of viscotrabeculotomy in congenital glaucoma: comparison to classical trabeculotomy. Br J Ophthalmol. 2008;92(1):36-9.
15. Beck AD, Lynn MJ, Crandall J, Mobin-Uddin O. Surgical outcomes with 360-degree suture trabeculotomy in poor prognosis primary congenital glaucoma and glaucoma associated with congenital anomalies or cataract surgery. J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2019 [acceso: 12/07/2019];15(1):54-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3073639/>
16. Temkar S, Gupta S, Sihota R, Sharma R, Angmo D, Pujari A, et al. Illuminated microcatheter circumferential trabeculotomy *versus* combined trabeculotomy-trabeculectomy for primary congenital glaucoma: a randomized controlled trial. Am J Ophthalmol. 2015;159(3):490-7.
17. Grover DS, Smith O, Fellman RL, Godfrey DG, Butler MR, Montes de Oca I, et al. Gonioscopy assisted transluminal trabeculotomy: an ab interno circumferential trabeculotomy for the treatment of primary congenital glaucoma and juvenile open angle glaucoma. Br J Ophthalmol. 2015;99(8):1092-6.
18. National Centre of Ophthalmology named after academician Zarifa Aliyeva. Combined trab+trab *versus* combined trab+trab with subconjunctival implantation of Ologen for primary congenital glaucoma. U.S. National Library of Medicine. 2015 [acceso: 12/07/2019]. Disponible en: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02121171>

19. Tamcelik N, Ozkiris A, Sarici AM. Long-term results of combined viscotrabeculotomy-trabeculectomy in refractory developmental glaucoma. *Eye Lond Engl*. 2010;24(4):613-8.
20. Fonseca Santodomingo A, Abelairas Gómez J, Rodríguez Sánchez JM, Peralta Calvo J. Glaucoma pediátrico. Cirugía filtrante: trabeculotomía y antimitóticos. En: Peralta Calvo J. Actualización en Cirugía Oftálmica Pediátrica. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2000. p. 92-6.
21. Papadopoulos M, Khaw PT. Advances in the management of paediatric glaucoma. *Eye Lond Engl*. 2007;21(10):1319-25.
22. Mahdy RAR. Adjunctive use of bevacizumab *versus* mitomycin C with Ahmed valve implantation in treatment of pediatric glaucoma. *J Glaucoma*. 2011;20(7):458-63.
23. Urrets Zavalía EA. Glaucoma congénito primario. *Acta Estrabológica*. 2017;XLVI(1):1-14.
24. Méndez Sánchez T. Dispositivos de drenaje en glaucoma. En: Fernández Argones L, Piloto Díaz I, Domínguez Randulfe M. Glaucoma. Temas Quirúrgicos. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2013. p. 115-30.
25. Nash DL, Crouch ER, Crouch ER. Comparison of EX-PRESS shunt and trabeculectomy with Mitomycin-C in congenital and juvenile glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26(2):58-63.
26. Chaves Vargas S. Microcirugía en glaucoma: implante trabecular i-Stent [Tesis de Maestría]. España: Universidad de Valladolid; 2017 [acceso: 12/07/2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/132344856.pdf>
27. Do A, Panarelli JF. Pediatric MIGS. *Glaucoma Today*. 2017 [acceso: 12/07/2019]. p. 48-9. Disponible en: <http://glaucomatoday.com/2017/04/pediatric-migs/>
28. Hillman L. MIGS and pediatric glaucoma patients. *EyeWorld*. 2017 [acceso: 12/07/2019]. Disponible en: <https://www.eyeworld.org/migs-and-pediatric-glaucoma-patients>
29. Panarelli JF. Is there a role for MIGS devices in the treatment of pediatric glaucoma? *Healio*. 2017 [acceso: 12/07/2019]. Disponible en: <https://www.healio.com/ophthalmology/glaucoma/news/print/ocular-surgery-news/>
30. Borrás T. The Pathway From Genes to Gene Therapy in Glaucoma: A Review of Possibilities for Using Genes as Glaucoma Drugs. *Asia-Pac J Ophthalmol Phila Pa*. 2017;6(1):80-93.

31. Mayo Clinic. Glaucoma - Diagnóstico y tratamiento. 2019 [acceso: 28/05/2019]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/glaucoma/diagnosis-treatment/drc-20372846>
32. PMFarma. La ceguera causada por glaucoma podría revertirse con un fármaco. PMFarma; 2016 [acceso: 29/05/2019]. Disponible en: <http://www.pmfarma.com.mx/noticias/12769-la-ceguera-causada-por-glaucoma-podria-revertirse-con-un-farmaco.html>
33. Sanz Moreno S. Eficacia y factores pronósticos de la ciclofotocoagulación con láser diodo transescleral en los pacientes con glaucoma por silicona intraocular [Tesis Doctoral]. España: Universidad Autónoma de Barcelona; 2017.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.