

Innovación en la cirugía menos invasiva de glaucoma. Estudios con “datos en vida real”

Innovation in minimally invasive glaucoma surgery. Studies of “real-world data”

J. Vila Castro

Resumen

La cirugía mínimamente invasiva de glaucoma (MIGS, *minimally invasive glaucoma surgery*) viene definida por la Sociedad Europea de Glaucoma (EGS, European Glaucoma Society) como procedimientos no formadores de ampolla que se implantan mediante abordaje interno (*ab interno*). Con esta definición y clasificación, hemos buscado bibliografía basada mayoritariamente en estudios de vida real para esclarecer la eficacia, los resultados y la seguridad de este tipo de procedimientos. Se ha separado por procedimientos trabeculares de *bypass* (iStent®, Hydrus®), procedimientos de dilatación trabecular (canaloplastia mediante *ab interno*) y procedimientos de reestructuración trabecular (Trabectome®, Kahook®, trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia [GATT, *gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy*]) y, por otro lado, implantes supracoroideos (Cypass®, iStent® Supra, MINject®). Se reportan estudios que se basan en la bajada de la presión intraocular (PIO), la disminución de la medicación postoperatoria y la seguridad, y también en estudios comparativos entre ellos u otros procedimientos y tratamientos.

Palabras clave: Cirugía de glaucoma mínimamente invasiva. MIGS. Presión intraocular. Derivación trabecular. Procedimientos de flujo de salida trabeculares. Dispositivos supracoroideos en glaucoma. Revisión de la literatura.

Resum

La cirurgia menys o mínimament invasiva del glaucoma (MIGS) ve definida per la Societat Europea de Glaucoma (EGS, European Glaucoma Society) com a procediments no formadors d'ampolla que s'implanten ab-intern. Amb aquesta definició i classificació hem buscat bibliografia basada majoritàriament en estudis de vida real per aclarir eficàcia, resultats i seguretat d'aquest tipus de procediments. S'ha separat per procediments trabeculars de *bypass* (iStent®, Hydrus®), procediments de dilatació trabecular (ab-intern canaloplastia) i procediments de reestructuració trabecular (Trabectome®, Kahook®, trabeculotomia transluminal assistida per gonioscòpia [GATT]) i, d'altra banda, implants supracoroïdals (iStent® Supra, MINject®). Es reporten estudis que es basen en la baixada de la pressió intraocular (PIO), disminució de la medicació postoperatòria i seguretat i també estudis comparatius entre ells o altres procediments i tractaments.

Paraules clau: Cirurgia de glaucoma mínimament invasiva. MIGS. Pressió intraocular. *Bypass* trabecular. Procediments de sortida trabecular. Dispositius supracoroïdals per glaucoma. Revisió de la literatura.

Abstract

Minimally invasive glaucoma surgery (MIGS) is defined by the European Glaucoma Society (EGS) as non-bleb-forming procedures that are implanted ab-interno. With this definition and classification, we have searched for literature based mostly on real-life studies to clarify the effectiveness, results and safety of this type of procedures. It has been separated by trabecular bypass procedures (iStent®, Hydrus®), trabecular dilation procedures (ab-interno canaloplasty) and trabecular disrupting procedures (Trabectome®, Kahook®, gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy [GATT]) and, on the other hand, suprachoroidal implants (Cypass®, iStent® Supra, MINject®). Studies are reported that are based on lowering intraocular pressure, reducing postoperative medication and safety, as well as comparative studies between them or other procedures and treatments.

Key words: Minimally invasive glaucoma surgery. MIGS. Intraocular pressure. Trabecular bypass. Trabecular outflow procedures. Suprachoroidal glaucoma devices. Literature review.

6.3. Innovación en la cirugía menos invasiva de glaucoma. Estudios con “datos en vida real”

Innovation in minimally invasive glaucoma surgery. Studies of “real-world data”

J. Vila Castro

Hospital Universitari Son Llàtzer. Miranza IBO. Palma de Mallorca. Illes Balears.

Correspondencia:

Jaume Vila Castro
E-mail: jvila@hssl.es

Introducción

La MIGS, según la EGS¹, se define como procedimientos quirúrgicos con menos manipulación tisular que tienen un mejor perfil de seguridad si se comparan con procedimientos quirúrgicos convencionales. Pero cuando buscamos bibliografía, vemos diferencias en su denominación que a veces pueden confundirlos. Encontramos diferentes denominaciones, como cirugía microincisional o microinvasiva, y siempre se refieren a un diverso y heterogéneo grupo de procedimientos e implantes que, pudiendo o no alcanzar la conjuntiva y la esclera, se utilizan para bajar la PIO, y fácilmente pueden asociarse a la cirugía de la catarata. La guía de la EGS² los define como procedimientos de *ab interno* no formadores de ampolla, y los diferencia de los procedimientos formadores de ampolla, que pueden ser *ab interno* o *ab externo*. A medida que la definición de MIGS continúa evolucionando, es esencial comprender la terminología asociada con estos procedimientos y dispositivos para facilitar una comprensión clara cuando buscamos publicaciones científicas.

Por otro lado, siempre buscamos estudios controlados y randomizados (RCT, *randomized controlled trials*), ya que están plenamente aceptados como uno de los grandes avances en medicina del

siglo pasado que han supuesto los mayores cambios en la práctica diaria de la medicina, siendo sus datos considerados como los de mayor evidencia. Los RCT son primordiales para la aceptación o no de las innovaciones quirúrgicas, pero cuando tratamos glaucoma, estos estudios tienen ciertas limitaciones, suponen un gran costo económico, precisan de un tiempo relativamente largo para que los datos sean significativos, así como un número de pacientes grande, que no siempre pueden extrapolarse a la población de nuestra práctica diaria. Y finalmente, cuando estos datos son procesados, y se les permite su publicación por importantes registros y revistas científicas, muchas veces ya han surgido nuevas innovaciones, con lo que siendo el glaucoma una patología crónica y de larga evolución, existen muchos factores que pueden limitarlos.

Frente a los RCT, hay una larga tradición de estudios retrospectivos que informan de los resultados quirúrgicos de un solo cirujano o de grupos de cirujanos, así como comparaciones entre cirujanos experimentados y menos experimentados, o el impacto de diferentes enfoques de la formación quirúrgica. A estos los denominamos *estudios o datos en vida real*. Si bien pueden de inicio tener desventajas, como la pérdida de datos o que estén incompletos, y el entusiasmo y la motivación del investigador,

también ofrecen ventajas, como una mejor generalización. El uso de conjuntos de datos muy grandes obtenidos facilita una estimación de la incidencia y el impacto de complicaciones graves poco comunes o raras, importantes a la hora de establecer la seguridad del tratamiento médico o quirúrgico en la etapa de postcomercialización.

Por la complejidad de la terminología, se han utilizado publicaciones de búsqueda de bibliografía realizada de forma reciente en los últimos años que, de forma relevante y, sobre todo, utilizando datos de vida real, obtengan resultados sobre MIGS.

La clasificación de estos procedimientos viene definida en la Tabla 1, basada en la terminología de la EGS.

MIGS: dispositivos de *bypass* trabecular

El iStent® desarrollado por Glaukos Corp. fue el primer dispositivo que se introdujo como cirugía de mínima incisión para bajar la PIO en pacientes con glaucoma inicial o moderado hace ya más de 10 años, con lo que hay numerosos estudios en los que muestran, sobre todo si se combina con cirugía de cataratas, una reducción significativa de la PIO y también una menor necesidad de tratamiento hipotensor postoperatorio³.

Los estudios han demostrado mejores resultados con la implantación de dos dispositivos que de uno, y aunque también mejoró la eficacia con tres dispositivos más que con dos, esta mejora era mucho menor⁴, con lo que el diseño del iStent® inject, cambió

Tabla 1. Clasificación de la cirugía mínimamente invasiva del glaucoma (European Glaucoma Society, EGS)²

Cirugía mínimamente invasiva del glaucoma	
Dispositivos de <i>bypass</i> trabecular: <ul style="list-style-type: none"> • iStent®. • Hydrus®. Dilatación trabecular: <ul style="list-style-type: none"> • ABiC®. Cirugía sobre malla trabecular: <ul style="list-style-type: none"> • Trabectome®. • Kahook®. • GATT. 	Dispositivos supratrabeculares: <ul style="list-style-type: none"> • Cypass. • iStent® Supra. • MINiject®.
GATT: trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia.	

para que se pudieran implantar dos dispositivos de forma habitual.

Se ha comparado también el implante de dos dispositivos frente al tratamiento médico, y los resultados en ambos grupos fueron algo mejores con el implante, y aunque esas leves diferencias no fueron significativas, demostraron que podían sustituir el tratamiento médico a largo plazo^{5,6}.

En comparación con solo cirugía de cataratas, la implantación del iStent® concomitante con la extracción de cataratas aumentó significativamente la facilidad de salida trabecular, redujo la PIO y la cantidad de medicamentos al año^{7,8}. El iStent® tiene publicado numerosos estudios en los que se demuestra su utilidad y beneficio, y con mucha seguridad⁹⁻¹¹, y una reciente publicación ofrece una excelente revisión del dispositivo, con todas las publicaciones más importantes y con resultados a largo plazo¹².

El Hydrus® Microstent desarrollado por Ivantis Inc. (recientemente adquirido por Alcon Labs) es otro dispositivo trabecular de comunicación con el canal de Schlemm. Su efectividad se publicó en el HORIZON *trial*, donde demostró una disminución de la PIO a largo plazo con reducción efectiva y significativa de medicación hipotensora postoperatoria. Cuando se comparó con la cirugía de catarata solamente, no se encontró un aumento de complicaciones, y se demostró una disminución de las cirugías de glaucoma postoperatorias¹³. Diversos estudios observacionales han corroborado estos resultados, donde tras cinco años, el implante parece mantener la disminución de PIO con un muy bajo índice de complicaciones, incluyendo el contaje endotelial^{14,15}.

Una revisión sistemática entre estos dispositivos ha publicado resultados de reducción mantenida de PIO y disminución de medicación hipotensora postoperatoria, significativamente mejor¹⁶ en Hydrus® que en iStent®.

MIGS: dispositivos de dilatación trabecular

En cuanto a la canaloplastia mediante *ab interno* (ABiC®) de Ellex iScience Inc., se han publicado buenos resultados en cuanto al control del PIO en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto. Y, aunque sus resultados son prometedores a un año de evolución, necesitamos mayor plazo para tener una idea mejor de su eficacia y sus efectos adversos^{17,18}.

MIGS: cirugías sobre malla trabecular

Los estudios publicados del Trabectome® desarrollado por Neo-Medix Corp., nos ofrecen buenos resultados tanto en disminución de la PIO como en reducción del número de medicaciones hipotensoras postoperatorias^{19,20}.

En tres estudios que comparan Trabectome® con el iStent® inject, encontramos resultados diversos, si bien, hay dos que ofrecen mejores resultados del iStent® que del Trabectome® en cuanto a disminución de PIO y disminución de medicación hipotensora postoperatoria^{21,22}, en el tercero, los resultados son inversos, y en ningún estudio hay diferencias significativas²³. El metaanálisis de estos tres estudios no encuentra diferencias significativas entre estas dos cirugías²⁴.

El *bisturí de doble corte* de Kahook (KDB, Kahook Dual Blade®) desarrollado por New World Medical, tiene como objetivo el mismo que el Trabectome®, pero con menos daño colateral y mayor recuperación funcional postoperatoria a corto plazo. Sus estudios demuestran que la reducción de PIO se produce con mínimos efectos adversos y se mantiene en el tiempo^{25,26}.

En un estudio que compara ambos, los resultados son variables, mientras hay una disminución similar de PIO, se produce un significativo mayor éxito en el Trabectome®, pero hay una disminución significativa de medicación hipotensora postoperatoria en el KDB y una significativa menor aparición de complicaciones²⁷.

La GATT (trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia) es una técnica que ha demostrado una disminución de la PIO y también una disminución de la medicación hipotensora postoperatoria con una excelente seguridad. Está indicada tanto en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto inicial y moderado como incluso en glaucomas más agresivos, como los pseudoexfoliativos o juveniles^{28,29}.

Un estudio que compara GATT con iStent® inject demostró una disminución significativa de PIO en el primero, pero también que el iStent® ofrecía una mayor seguridad estadísticamente significativa³⁰.

MIGS: implantes en el espacio supracoroidal

CyPass® fue desarrollado por Alcon Labs, y demostró también ser efectivo en disminución de la PIO y seguridad en los estudios iniciales^{31,32}, apareciendo como un implante muy prometedor,

pero, sin embargo, en el 2018, la propia compañía la retiró de la comercialización, ya que estudios preliminares de seguridad a largo plazo demostraron una disminución del contaje endotelial cuando se comparaba con la cirugía de catarata sola. Más adelante fueron publicados, mostrando los datos anteriores^{33,34}.

Otro implante de características similares, el iStent Supra® (*iStent® Suprachoroidal Bypass System*), desarrollado por Glaukos Corp., ha demostrado también efectividad en los pocos estudios publicados del implante³⁵. El dispositivo ha recibido la aprobación de la Comisión Europea para su comercialización, y está pendiente todavía de la aprobación de la Food and Drug Administration (FDA) para su posterior comercialización en Estados Unidos.

El último dispositivo en aparecer que utiliza la vía supracoroidea es el MINInject® desarrollado por iStar Medical S.A., donde los estudios iniciales demuestran, además de la disminución de PIO, una excelente seguridad³⁶, y podemos ver un estudio retrospectivo en vida real que presenta resultados favorables en efectividad y seguridad en un relativo corto espacio de tiempo³⁷.

Conclusión

El tratamiento quirúrgico del glaucoma no puede entenderse sin el desarrollo, en los últimos años, de la MIGS como ampliamente se conoce. El interés en cirugía precoz, seguridad y calidad de vida de nuestros pacientes ha hecho que muchas compañías y hospitales se pusieran a investigar en el diseño de dispositivos, en sus resultados clínicos y en la seguridad de este tipo de cirugía. De todas formas, la evidencia de su eficacia, comparada con otras cirugías y tratamientos, se basa en pocos estudios prospectivos y un gran número de estudios en vida real, retrospectivos y no controlados y, aunque ofrecen datos positivos en el uso de este tipo de cirugía, necesitamos futuras investigaciones a más largo plazo para validar completamente su correcta indicación y validación. Por regla general, y como demuestran los metaanálisis publicados, reflejan una reducción de la PIO con una seguridad importante a corto y a medio plazo, y, sobre todo, hacen hincapié en la reducción de la medicación hipotensora postoperatoria, ofreciendo una mejora importante de la calidad de vida a tener en cuenta en los pacientes con glaucoma. Se precisan también más estudios de coste-efectividad que evalúen los costes que supone la difusión amplia de estos procedimientos.

Aunque los estudios en vida real nos dan una idea positiva de la efectividad y seguridad de los MIGS, precisamos estudios controlados y multicéntricos a largo plazo, comparando diferentes técnicas o procedimientos, para poder definir el lugar justo de estas cirugías.

Bibliografía

- European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th Edition. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(Suppl 1):1-169.
- Abegao Pinto L, Sunaric Mégevand G, Stalmans I, Azuara-Blanco A, Bron A, García Feijoo J, et al. European Glaucoma Society - A guide on surgical innovation for glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2023;107(Suppl 1):1-114.
- Malvankar-Mehta MS, Chen YN, Iordanous Y, Wang WW, Costella J, Hutnik CML. iStent as a Solo Procedure for Glaucoma Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(5):e0128146.
- Katz LJ, Erb C, Carceller GA, Fea AM, Voskanyan L, Wells JM, et al. Prospective, randomized study of one, two, or three trabecular bypass stents in open-angle glaucoma subjects on topical hypotensive medication. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:2313-20.
- Vold SD, Voskanyan L, Tetz M, Auffarth G, Masood I, Au L, et al. Newly Diagnosed Primary Open-Angle Glaucoma Randomized to 2 Trabecular Bypass Stents or Prostaglandin: Outcomes Through 36 Months. *Ophthalmol Ther*. 2016;5(2):161-72.
- Giamporcaro, Belda Sanchis JI, Chang L, Pablo L, Voskanyan L, Katz LJ, et al. Prospective unmasked randomized evaluation of the iStent inject (®) versus two ocular hypotensive agents in patients with primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2014;8:875-82.
- Fernández-Barrientos Y, García-Feijoo J, Martínez-de-la-Casa JM, Pablo LE, Fernández-Pérez C, García Sánchez J. Fluorophotometric Study of the Effect of the Glaukos Trabecular Microbypass Stent on Aqueous Humor Dynamics. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(7):3327-32.
- Malvankar-Mehta MS, Iordanous Y, Chen YN, Wang WW, Patel SS, Costella J, et al. iStent with Phacoemulsification versus Phacoemulsification Alone for Patients with Glaucoma and Cataract: A Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(7):e0131770.
- Hooshmand J, Rothschild P, Allen P, Kerr NM, Vote BJ, Toh T. Minimally invasive glaucoma surgery: Comparison of iStent with iStent inject in primary open angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2019;47(7):898-903.
- Shalaby W, Lam S, Arbabi A, Myers J, Moster M, Kolomeyer N, et al. iStent versus iStent inject implantation combined with phacoemulsification in open angle glaucoma. *Indian J Ophthalmol*. 2021;69(9):2488-95.
- Arriola-Villalobos P, Martínez-de-la-Casa JM, Díaz-Valle D, Fernández-Pérez C, García-Sánchez J, García-Feijoo J. Combined iStent trabecular micro-bypass stent implantation and phacoemulsification for coexistent open-angle glaucoma and cataract: a long-term study. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(5):645-9.
- Shalaby WS, Jia J, Katz LJ, Lee D. iStent inject: comprehensive review. *J Cataract Refract Surg*. 2021;47(3):385-99.
- Ahmed IK, De Francesco T, Rhee D, McCabe C, Flowers B, Gazzard G, et al. Long-term Outcomes from the HORIZON Randomized Trial for a Schlemm's Canal Microstent in Combination Cataract and Glaucoma Surgery. *Ophthalmology*. 2022;129(7):742-51.
- Holmes DP, Clement CI, Nguyen V, Healey PR, Lim R, White A, et al. Comparative study of 2-year outcomes for Hydrus or iStent inject microinvasive glaucoma surgery implants with cataract surgery. *Clin Exp Ophthalmol*. 2022;50(3):303-11.
- Salimi A, Kassem R, Santhakumaran S, Harasymowycz P. Three-Year Outcomes of a Schlemm Canal Microstent (Hydrus Microstent) with Concomitant Phacoemulsification in Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmol Glaucoma*. 2023;6(2):137-46.
- Bicket AK, Le JT, Azuara-Blanco A, Gazzard G, Wormald R, Bunce C, et al. Minimally Invasive Glaucoma Surgical Techniques for Open-Angle Glaucoma: An Overview of Cochrane Systematic Reviews and Network Meta-analysis. *JAMA Ophthalmology*. 2021;139(9):983-9.
- Gallardo MJ, Supnet RA, Ahmed IK. Viscodilation of Schlemm's canal for the reduction of IOP via an ab-interno approach. *Clinical Ophthalmology*. 2018;12:2149-55.
- Davids AM, Pahlitzsch M, Boeker A, Winterhalter S, Maier-Wenzel AK, Klamann M. Ab interno canaloplasty (ABiC)—12-month results of a new minimally invasive glaucoma surgery (MIGS). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(9):1947-53.
- Jordan JF, Wecker T, Van Oterendorp C, Anton A, Reinhard T, Boehringer D, et al. Trabectome surgery for primary and secondary open angle glaucomas. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013;251(12):2753-60.
- Maeda M, Watanabe M, Ichikawa K. Evaluation of trabectome in open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2013;22(3):205-8.
- Khan M, Saheb H, Neelakantan A, Fellman R, Vest Z, Harasymowycz P, et al. Efficacy and safety of combined cataract surgery with 2 trabecular microbypass stents versus ab interno trabeculotomy. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(8):1716-24.
- Gonnermann J, Bertelmann E, Pahlitzsch M, Maier-Wenzel AKB, Torun N, Klamann MKJ. Contralateral eye comparison study in MICS & MIGS: Trabectome® vs. iStent inject®. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017;255(2):359-65.
- Kurji K, Rudnisky CJ, Rayat JS, Arora S, Sandhu S, Damji KF, et al. Phaco-trabectome versus phaco-iStent in patients with open-angle glaucoma. *Can J Ophthalmol*. 2017;52(1):99-106.
- Lavia C, Dallorto L, Maule M, Ceccarelli M, Fea AM. Minimally-invasive glaucoma surgeries (MIGS) for open angle glaucoma: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(8):e0183142.
- Barry M, Alahmadi MW, Alahmadi M, AlMuzaini A, AlMohammadi M. The Safety of the Kahook Dual Blade in the Surgical Treatment of Glaucoma. *Cureus*. 2020;12(1):e6682.
- Dorairaj SK, Seibold LK, Radcliffe NM, Aref AA, Jiménez-Román J, Lazzano-Gomez GS, et al. 12-Month Outcomes of Goniotomy Performed Using the Kahook Dual Blade Combined with Cataract Surgery in Eyes with Medically Treated Glaucoma. *Adv Ther*. 2018;35(9):1460-9.

27. Floney GD, Kim E, Sarwana M, Wong S, Tai TYT, Liu J, *et al.* Kahook Dual Blade versus Trabectome (KVT): Comparing Outcomes in Combination with Cataract Surgery. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:145-54.
28. Sharkawi E, Lindegger DJ, Artes PH, Lehmann-Clarke L, El Wardani M, Misteli M, *et al.* Outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in pseudoexfoliative glaucoma: 24-month follow-up. *Br J Ophthalmol.* 2021;105(7):977-82.
29. Guo CY, Qi XH, Qi JM. Systematic review and Meta-analysis of treating open angle glaucoma with gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy. *Int J Ophthalmol.* 2020;13(2):317-24.
30. Hamze H, Mohite AA, Pandey P, Sung VCT, Masood I. Comparison of 1-year surgical outcomes of combined cataract surgery and gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) versus cataract surgery and iStent Inject. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(10):3035-44.
31. Hoeh H, Vold SD, Ahmed IK, Anton A, Rau M, Singh K, *et al.* Initial Clinical Experience With the CyPass Micro-Stent. *J Glaucoma.* 2016; 25(1):106-12.
32. García-Feijoo J, Rau M, Grisanti S, Grisanti S, Höh H, Erb C, *et al.* Supraciliary Micro-stent Implantation for Open-Angle Glaucoma Failing Topical Therapy: 1-Year Results of a Multicenter Study. *Am J Ophthalmol.* 2015;159(6):1075-81.e1.
33. Lass JH, Benetz BA, He J, Hamilton C, Von Tress M, Dickerson J, *et al.* Corneal Endothelial Cell Loss and Morphometric Changes 5 Years after Phacoemulsification with or without CyPass Micro-Stent. *Am J Ophthalmol.* 2019;208:211-8.
34. Reiss G, Clifford B, Vold S, He J, Hamilton C, Dickerson J, *et al.* Safety and Effectiveness of CyPass Supraciliary Micro-Stent in Primary Open-Angle Glaucoma: 5-Year Results from the COMPASS XT Study. *Am J Ophthalmol.* 2019;208:219-25.
35. Myers JS, Masood I, Hornbeak DM, Belda JJ, Auffarth G, Jünemann A, *et al.* Prospective Evaluation of Two iStent® Trabecular Stents, One iStent Supra® Suprachoroidal Stent, and Postoperative Prostaglandin in Refractory Glaucoma: 4-year Outcomes. *Adv Ther.* 2018;35(3): 395-407.
36. Dick HB, Mackert MJ, Ahmed I, Denis P, Hirneiß C, Flowers BE, *et al.* Two-Year Performance and Safety Results of the MINject Supraciliary Implant in Patients With Primary Open-Angle Glaucoma: Meta-Analysis of the STAR-I, II, III Trials. *Am J Ophthalmol.* 2024;260:172-81.
37. Gläser T, Böhringer D, Evers C, Keye P, Reinhard T, Lübke J. Clinical Results of the MINject Implant for Suprachoroidal Drainage. *J Clin Med.* 2024;13(10):2831.