

Trabeculotomía de abordaje interno con Kahook Dual Blade®

Ab intern trabeculotomy with Kahook Dual Blade®

J. Izquierdo-Serra, S. Porto-Castro, N. Ventura-Abreu

Resumen

La técnica de trabeculotomía de abordaje interno (*ab interno*) con Kahook Dual Blade® (AIT-KDB) (New World Medical, Rancho Cucamonga, California, Estados Unidos) es una cirugía mínimamente invasiva de glaucoma (MIGS, *minimally invasive glaucoma surgery*) de abordaje trabecular sin implante. Consiste en la eliminación, habitualmente en el sector nasal-inferior, de la malla trabecular. Es una técnica indicada en pacientes con hipertensión ocular o glaucoma leve, con una curva de aprendizaje corta y un perfil de seguridad alto, como otras técnicas MIGS.

En este capítulo, se describen algunos aspectos relevantes de las indicaciones, la técnica quirúrgica, el manejo postoperatorio, las complicaciones y los resultados de los estudios publicados hasta la fecha.

Palabras clave: Malla trabecular. Hipertensión ocular. Glaucoma de ángulo abierto. Cirugía de glaucoma mínimamente invasiva.

Resum

La tècnica de trabeculotomia ab intern amb Kahook Dual Blade® (AIT-KDB) (New World Medical, Rancho Cucamonga, CA, EUA) és una cirurgia mínimament invasiva de glaucoma (MIGS) d'abordatge trabecular sense implant. Consisteix en l'eliminació, habitualment als sectors nasal-inferior, de la malla trabecular. És una tècnica indicada en pacients amb hipertensió ocular o glaucomes lleus amb una corba d'aprenentatge curta i un perfil de seguretat alt, com altres tècniques MIGS.

En aquest capítol, es descriuen alguns aspectes rellevants de les indicacions, la tècnica quirúrgica, el maneig postoperatori i les complicacions, i els resultats dels estudis publicats fins ara.

Paraules clau: Malla trabecular. Hipertensió ocular. Glaucoma d'angle obert. Cirurgia de glaucoma mínimament invasiva.

Abstract

The ab intern trabeculotomy with Kahook Dual Blade® (AIT-KDB) (New World Medical, Rancho Cucamonga, CA, United States of America) is a minimally invasive glaucoma surgery (MIGS), with a trabecular approach without an implant, that removes the nasal-inferior trabecular meshwork. It is usually indicated in ocular hypertension patients or mild glaucoma cases, and it shows a short learning curve and a relatively high safety profile like other MIGS.

In this chapter, we describe some relevant aspects of the indications, the surgical technique, postoperative management and complications, and the most up-to-date evidence so far.

Key words: Trabecular meshwork. Ocular hypertension. Open-angle glaucoma. Minimally invasive glaucoma surgery.

2.1.2.2. Trabeculotomía de abordaje interno con Kahook Dual Blade®

Ab intern trabeculotomy with Kahook Dual Blade®

J. Izquierdo-Serra^{1,2}, S. Porto-Castro^{1,3}, N. Ventura-Abreu^{1,2,3,4}

¹Institut Clínic d'Oftamologia. Hospital Clínic de Barcelona. Barcelona. ²Fundació de Recerca Clínic Barcelona-Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (FRCB-IDIBAPS). ³Hospital Universitari Sagrat Cor. Barcelona. ⁴Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa. Barcelona.

Correspondencia:

Néstor Ventura-Abreu

E-mail: ventanes@gmail.com

Introducción

El drenaje del humor acuoso se produce a través de la vía convencional o trabecular, y a través de la vía uveoescleral o alternativa a nivel del iris y del cuerpo ciliar, hacia el espacio supracoroideo. Aunque puede variar con la edad y entre individuos, se estima que la vía convencional es responsable de hasta el 80% del drenaje del humor acuoso¹.

En la vía convencional, se ha observado que la mayor resistencia a la salida del humor acuoso se encuentra en la malla trabecular y, más concretamente, a nivel yuxtacanalicular². Para solventar esta resistencia, en 1936, se ideó la goniotomía para eliminar, o al menos cortar, el tejido trabecular. Precisamente por presentar mecanismos fisiopatológicos distintos, la técnica demostró buenos resultados en el glaucoma congénito, pero no así en adultos³. En 1973⁴, el Dr. Domínguez ideó un dispositivo para el "arado trabecular" que, esta vez sí, mostró mejores resultados *ex vivo* e *in vivo* cuando se eliminaba parcialmente la malla trabecular.

Las cirugías filtrantes, aunque siguen siendo la cirugía *patrón oro* en el tratamiento de glaucoma, presentan potenciales complicaciones asociadas y un complejo postoperatorio que han llevado a que, en la última década, hayan proliferado un gran número de técnicas intentando aumentar el perfil de seguridad y la calidad de vida de los pacientes, aún con una eficacia moderada, las MIGS.

El abordaje trabecular, por lo expuesto, busca potenciar la vía fisiológica de salida de humor acuoso, eliminando al menos parte de la resistencia proximal.

En este capítulo, se describe uno de los abordajes trabeculares sin implante, la técnica de trabeculotomía AIT-KDB que, a diferencia de otros procedimientos trabeculares con implante, el objetivo no es un *bypass* de la malla trabecular, sino la disrupción, eliminando el tejido patológico y aumentando así el flujo de humor acuoso. Consiste en un dispositivo de corte de un solo uso con dos filos paralelos, diseñado para eliminar tejido de la malla trabecular junto con la pared interna del conducto de Schlemm.

Indicaciones

Las técnicas MIGS han supuesto ampliar el abanico de posibilidades quirúrgicas. Como conjunto de técnicas, las diferencias entre ellas (con o sin implante, vía sobre la que abordan, *ab interno* o *ab externo*) conlleva que cada una tenga sus indicaciones y contraindicaciones, aunque muchas se solapan. En el caso de los MIGS que actúan sobre la vía trabecular, los pocos estudios comparativos disponibles por el momento hacen que muchas veces la decisión dependa de la disponibilidad del centro o de lo familiarizado que esté el cirujano con la técnica quirúrgica.

Hay que tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Tipo de glaucoma: glaucomas de ángulo abierto. Las cirugías trabeculares requieren una buena visualización del ángulo iridocorneal, y no solo de la malla trabecular, para evitar daños inadvertidos a estructuras adyacentes. Algunos autores han publicado los resultados en pacientes con glaucoma por cierre angular (PACG)⁵, sin embargo, no son concluyentes por dos motivos: el primero, porque no existen estudios ni prospectivos ni comparativos con la cirugía de catarata aislada que, actualmente, es la indicación más estandarizada, como en el PACG; el segundo, porque no queda claro cuándo emplear la técnica: en pacientes con cierre angular primario podría no ser superior a la facoemulsificación aislada; pero en el PACG, la eliminación de sinequias de tiempo de evolución desconocido podría no aportar beneficio, debido a una obstrucción distal del resto de la vía trabecular.
- Gravedad del glaucoma: hipertensión ocular, o glaucoma leve/moderado. Las técnicas trabeculares, con o sin implante, han mostrado un efecto hipotensor como máximo moderado, no claramente superior a la cirugía de cataratas en todas las cirugías, y una reducción de número de medicaciones a corto plazo que, hoy en día, no es un resultado “buscado” en una cirugía de glaucoma (y sí la reducción absoluta de la PIO)^{6,7}. Por ello, no se recomienda, de manera general, realizar AIT-KDB en pacientes con glaucoma avanzado donde necesitemos una PIO objetivo baja.
- Glaucoma en población pediátrica: la cirugía angular sigue siendo uno de los tratamientos principales en glaucoma congénito primario. Aunque existe evidencia a favor de una goniotomía realizada a 360 grados⁸, en un estudio compa-

rativo reciente, se ha visto que el empleo del KDB podría ser tan efectivo como la goniotomía clásica en pacientes con glaucoma congénito primario⁹.

Técnica quirúrgica

Fundamentos de la técnica y estudios preclínicos

La malla trabecular, como se ha comentado en la introducción, es responsable de uno de los mayores puntos de resistencia a la salida del humor acuoso por la vía convencional. Los estudios *ex vivo* han mostrado que la eliminación del tejido trabecular podría reducir hasta un 75% la presión intraocular; pero esta reducción también se ha encontrado cuando se elimina la pared externa del conducto de Schlemm. Por ello, algunos autores sugieren que la eliminación del tejido trabecular no solo eliminaría la resistencia generada por la malla trabecular, sino que, además, contribuiría a eliminar el colapso del canal de Schlemm^{10,11}.

La AIT-KDB ha sido descrita por dos estudios preclínicos (uno con KDB y otro con la versión reciente, el KDB GLIDE). En ambos estudios se observó, de nuevo en experimentos *ex vivo*, que el KDB era el único que cortaba y eliminaba el tejido trabecular de manera completa, sin dañar las estructuras adyacentes, como ocurre con un cuchillito de vitrectomía, sin dejar restos cauterizados, como vemos con los trabeculotomos con ablación¹² y sin dejar tantos restos de tejido trabecular como con otros trabeculotomos de corte (Figura 1)¹³.

Diseño del dispositivo

El trabeculotomo está formado por un mango o asa de plástico con una muesca que indica la dirección de corte, y un cuerpo de acero inoxidable de categoría quirúrgica. En el extremo de acero, el KDB presenta una forma específica para realizar el corte (Figura 2):

- La punta, marcado en la figura como (1) perfora la malla trabecular, y la rampa posterior (2) despega el tejido.
- A medida que se avanza en la circunferencia del ángulo, la malla trabecular es cortada por las dos cuchillas o bordes laterales (3, línea discontinua roja), generando un corte limpio.
- El talón o base (4) hace de tope para evitar el daño a la cara interna del conducto de Schlemm.

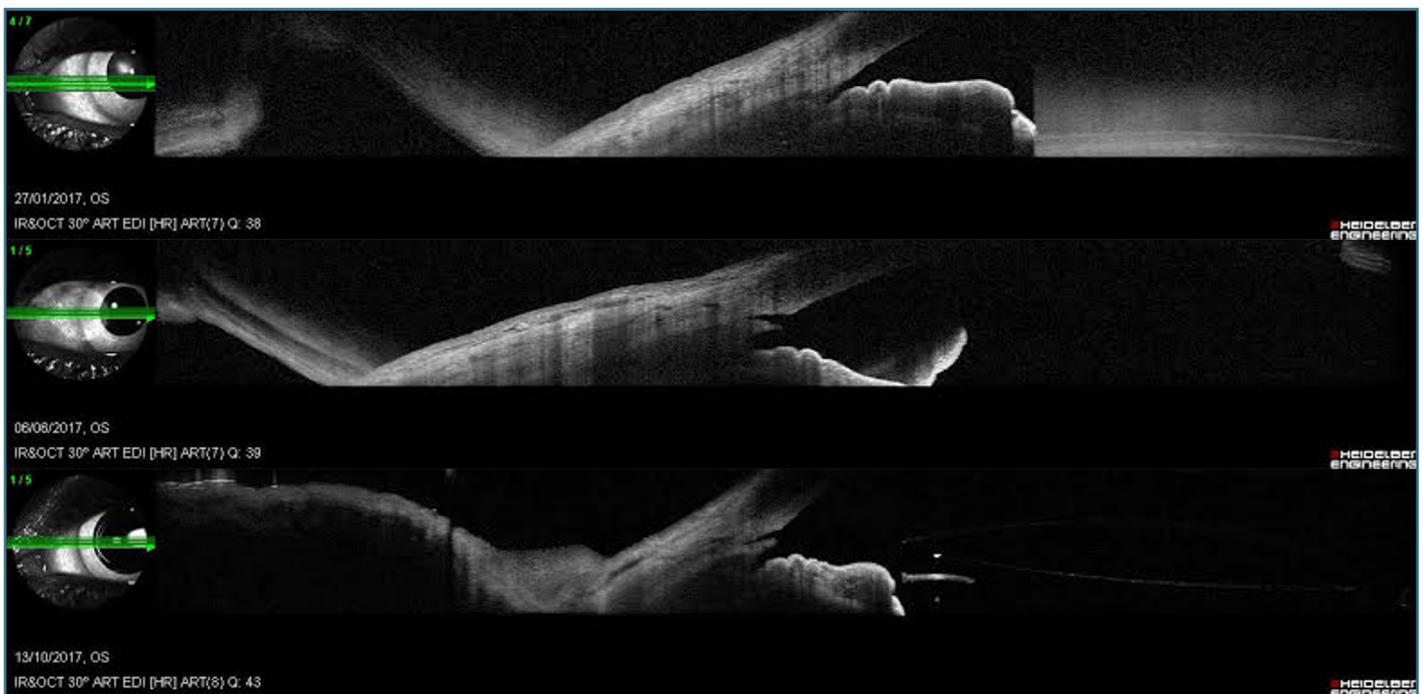


Figura 1. Imagen de la tomografía de coherencia óptica de segmento anterior a preoperatoria (superior), a los tres meses (media) y siete meses (inferior), en un paciente intervenido de cirugía de cataratas y AIT-KDB.

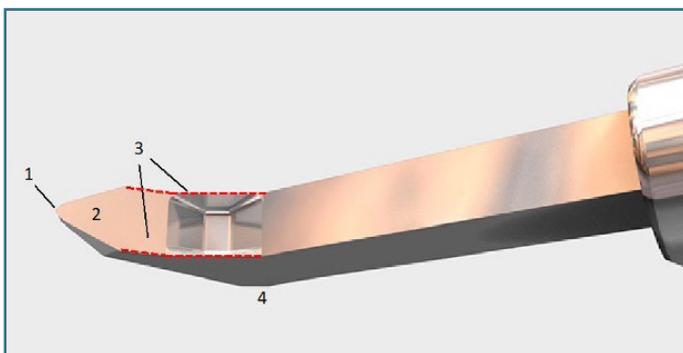


Figura 2. Ilustración adaptada, detalles de la punta del dispositivo KDB, en el que se aprecia la punta (1), la rampa para elevación del tejido (2), las zonas de cortes laterales (3) y el "talón" o zona de contacto con el conducto de Schlemm (4).

- En la versión KDB GLIDE, los laterales de la base presentan un aspecto biselado para facilitar su paso a través del conducto de Schlemm.

Pasos de la cirugía

La técnica quirúrgica fue descrita por primera vez por Greenwood *et al.*¹⁴. De manera similar a otras técnicas trabeculares, la elimina-

ción del tejido trabecular se realiza en el cuadrante nasal-inferior. La inclinación o no del microscopio, en dirección hacia el cirujano, y de la cabeza del paciente en el sentido contrario, dependerá de la goniolente empleada por el cirujano.

En la cirugía, destacan las siguientes pautas:

- Se realizará una incisión por córnea clara y paracentesis por temporal, se inyectará el miótico de elección para el cierre de la pupila y se reformará la cámara anterior con material viscoelástico.
- Una vez localizado el "centro" del área en la que se quiere eliminar, se procede a realizar el corte en dos tiempos, para favorecer la mejor movilidad y evitar el daño a las estructuras adyacentes. Para ello, se puede realizar como:
 - *Inside-out* (de adentro hacia afuera): se inserta el KDB y se realiza un corte desde el medio hacia el extremo derecho, y tras girarlo, desde el medio hacia el extremo izquierdo.
 - *Outside-in* (de afuera hacia adentro): se inserta el KDB y se realiza un corte desde el extremo derecho hacia la mitad, y tras girarlo, desde el extremo izquierdo hacia la mitad.

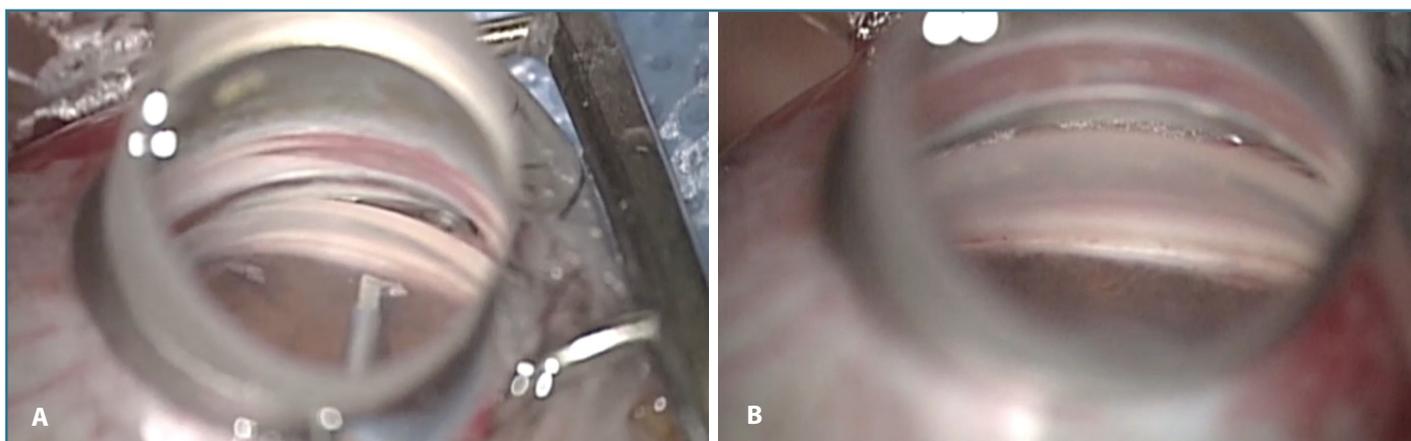


Figura 3. Detalle de la técnica quirúrgica. **(A)** Visualización correcta y posición del KDB antes de realizar la trabeculotomía. **(B)** Aspecto intraoperatorio tras realizar el corte y la eliminación del tejido trabecular.

- Los restos despegados y no adheridos al resto de malla trabecular no eliminada se retiran bien con un terminal de irrigación/aspiración o con una pinza quirúrgica.

La recomendación, en parte debido a la ergonomía a la hora de la cirugía, es de eliminar entre 90 y 120 grados de tejido trabecular (Figura 3).

Consejos quirúrgicos

La técnica quirúrgica tiene una curva de aprendizaje corta, si el cirujano/a tiene experiencia en cirugía trabecular con o sin implante. Algunas maniobras pueden favorecer la realización de la cirugía y evitar complicaciones posteriores:

- Aunque tiene un diseño específico, en los primeros casos quirúrgicos, sería recomendable realizar la AIB-KDB tras la cirugía de cataratas o en pacientes pseudofáquicos.
- No se deben tirar de los restos de malla trabecular que no estén completamente cortados, para evitar un daño no controlado a las estructuras adyacentes.
- En el caso de un sangrado intraoperatorio mayor del esperado, se puede realizar la aspiración de dicho sangrado con una mayor presión de irrigación durante más tiempo para detenerlo.

Complicaciones

El artículo que describió los preceptos generales de las técnicas MIGS mencionaba dos propiedades fundamentales de estas

técnicas: una rápida recuperación del paciente y, ligado a esto, un “extremadamente alto” perfil de seguridad¹⁵.

La AIT-KDB, como cualquier procedimiento quirúrgico, muestra complicaciones tanto durante como después de la intervención, aunque en la mayoría de los casos son leves y autolimitados. Las complicaciones más comunes son el sangrado intraoperatorio y los picos hipertensivos postoperatorios.

El reflujo sanguíneo intraoperatorio se debe, en la mayoría de los casos, al destechado de los canales colectores y, en ocasiones, a un reflujo hemático desde la vía distal. Este sangrado puede ocasionar la aparición de un hipema en el postoperatorio inmediato con resolución espontánea en la mayoría de los casos^{14,16}. Sin embargo, si el sangrado es mayor, se deben descartar que no se haya generado de manera inadvertida una iridodíálisis o ciclodíálisis durante la cirugía^{14,17}.

Los picos hipertensivos (PIO > 30 mmHg o un aumento superior a 10 mmHg sobre la PIO preoperatoria)¹⁸ suelen ser transitorios y se observan durante las primeras semanas. Se resuelven espontáneamente o con tratamiento tópico hipotensor.

La pérdida de células endoteliales es una potencial complicación postoperatoria. En las técnicas MIGS, la pérdida de células parece ser baja y, en muchos casos, en especial en aquellos en los que se realiza cirugía combinada y se opta por una técnica sin implante, parece que la pérdida no es significativa, si bien hace falta evaluar su comportamiento a largo plazo. En aquellos pacientes con un conteo endotelial bajo, esta técnica podría no estar indicada,

debido a que se ha descrito un caso de descompensación que llevó a un trasplante endotelial^{19,20}.

Se han descrito otras complicaciones intraoperatorias y postoperatorias, como la dificultad para retirar los restos de malla trabecular, la opacificación de la cápsula posterior o el edema macular cistoideo^{19,21}, que, en la mayoría de los casos²², no requirió intervenciones secundarias ni llevó a complicaciones graves.

Tratamiento postoperatorio

La AIT-KDB necesita, como cualquier cirugía intraocular, un manejo postoperatorio. No se trata, a diferencia de otras técnicas microinvasivas, las cirugías filtrantes o los tubos de un manejo exhaustivo, pero sí van orientadas a un control de la inflamación intraocular, de la PIO y de algunas de las complicaciones mencionadas en el apartado anterior. No manejadas de manera adecuada, podrían disminuir la eficacia para la reducción de la PIO y el número de medicamentos para el glaucoma, así como favorecer la formación de sinequias.

Hoy en día, no existe un régimen de tratamiento postoperatorio estandarizado después de la AIT-KDB, ya sea con o sin extracción de catarata. Se ha descrito el uso de esteroides tópicos de potencia elevada, con tal de disminuir la inflamación y la formación de sinequias. Sin embargo, esto podría conllevar más picos hipertensivos o elevaciones persistentes de la PIO. Como alternativa, se ha descrito el uso de un esteroide suave en combinación con pilocarpina, ya que la contracción del cuerpo ciliar y la tensión a nivel del espolón escleral para abrir la malla trabecular minimizaría la formación de sinequias. En un estudio retrospectivo reciente, se revisaron los resultados de dos regímenes postoperatorios en pacientes operados de AIT-KDB: un primer régimen con prednisolona al 1% + pilocarpina al 1% cuatro veces al día durante dos semanas y, posteriormente, pauta descendente; y un segundo régimen con difluprednato al 0,05% cuatro veces al día y pauta descendente. Aunque ambos grupos mostraron una reducción de la PIO a los 12 meses, contrario a lo preconizado por algunos autores, se observó una mayor reducción de fármacos hipotensores (a costa de una mayor tasa de picos hipertensivos durante la primera semana) en el grupo que empleó el difluprednato sin miótico²³.

Resultados

Los resultados publicados sobre la AIT-KDB se han expresado hasta la fecha, como con otras técnicas quirúrgicas en glaucoma, en especial las MIGS, como variables subrogadas de estabilidad de la enfermedad glaucomatosa, que en este caso son la reducción de la presión intraocular y del número de fármacos hipotensores. Tal y como se ha mencionado, se trata de una técnica que elimina la resistencia a nivel trabecular, por lo que, por sí misma, no es esperable que genere presiones finales por debajo de la presión venosa episcleral, no al menos sin tratamiento hipotensor adicional.

Estudios retrospectivos y no comparativos

En una revisión reciente de los resultados de la AIT-KDB, realizada tanto en estudios en los que se describía la técnica realizada de manera aislada o en combinación con cirugía de catarata, se observó una muy alta variación de los resultados, con disminuciones de la PIO entre un 11 y un 50%, y de las medicaciones entre un 10 y un 90%. Estos autores también observaron que los resultados eran homogéneamente peores en aquellos pacientes con glaucomas moderados-avanzados, con reducciones más modestas entre un 10-25% de PIO y un 35-50% en las medicaciones²⁴. Estos resultados, además, son observados en periodos de seguimiento de entre 6 y 24 meses, por lo que no se puede asegurar esta eficacia a largo plazo.

Con los resultados publicados hasta la fecha, tampoco queda claro qué extensión de escisión está recomendada. En un estudio multicéntrico retrospectivo, se observó que una mayor eliminación no implicaba necesariamente una mayor reducción de PIO y sí una mayor incidencia de sangrado postoperatorio²⁵.

Ensayos clínicos

Hasta la fecha, solo existen dos ensayos clínicos que hayan evaluado la eficacia frente a otra cirugía, en pacientes con glaucoma de ángulo abierto (incluyendo glaucoma pseudoexfoliativo y pigmentario): uno en el que se comparó la cirugía combinada de AIT-KDB y cataratas frente a cirugía de catarata más iStent⁺²⁶, y en otro, frente a cirugía de cataratas aislada¹⁹. Ambos estudios podrían tener un riesgo de sesgo moderado²⁷, por lo que los resultados deben ser interpretados con cautela.

En estos estudios se observó que:

- La cirugía combinada AIT-KDB y cataratas reduce aproximadamente la PIO entre un 10 y un 17%, con presiones basales entre 17,5 y 18,5 mmHg, observando una PIO final de 15-16 mmHg.
- A los 12 meses, los pacientes necesitan entre 1 y 1,5 menos medicaciones hipotensoras (media de 0,2-0,4 colirios).
- La frecuencia de complicaciones es baja, y en la mayoría son leves, aunque podría no estar indicada en pacientes con bajo conteo endotelial.
- En glaucomas leves y pacientes con hipertensión ocular, estos descensos podrían no ser superiores a los observados con la cirugía de catarata aislada.

Conclusión/Puntos clave

- La técnica AIT-KDB es una técnica MIGS *ab interno*, de abordaje trabecular sin implante, que busca reducir la PIO eliminando la resistencia a la salida del humor acuoso debida a la malla trabecular.
- Al igual que el resto de las técnicas MIGS, surge con la idea de aumentar el perfil de seguridad de la cirugía de glaucoma con una eficacia moderada, y se puede combinar con la cirugía de cataratas.
- La eficacia esperable de la técnica es moderada por lo que suele estar indicada en pacientes con hipertensión ocular o glaucoma de ángulo abierto leve-moderado.
- El dispositivo KDB corta y elimina el tejido trabecular de manera completa sin dañar las estructuras adyacentes.
- La técnica tiene un perfil de seguridad alto, siendo las complicaciones más frecuentes el sangrado intraoperatorio y los picos hipertensivos postoperatorios que, en ambos casos, suelen ser leves y autolimitadas.

Bibliografía

1. Alm A, Nilsson SFE. Uveoscleral outflow--a review. *Exp Eye Res.* 2009;88(4):760-8.
2. Tamm ER. The trabecular meshwork outflow pathways: structural and functional aspects. *Exp Eye Res.* 2009;88(4):648-55.
3. Durr GM, Marolo P, Fea A, Ahmed IK. Controversies in the Use of MIGS. [Internet]. Sng CCA, Barton K, eds. *Minimally Invasive Glaucoma Surgery*. Singapore: Springer; 2021. p. 133-45. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-981-15-5632-6_10
4. Dominguez A. Trabeculotomy ab interno. *Bull Mem Soc Fr Ophthalmol.* 1973;86(0):100-5.
5. Tan Q, Li J, Lin D, Zhao P. Risk factors of surgical failure in combined phacoemulsification and excisional goniotomy for angle-closure glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023;261(2):535-43.
6. 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 Ophthalmol.* 2021;139(9):983-9.
7. European Glaucoma Society. *Terminology and Guidelines for Glaucoma*. 5ª ed. Savona: European Glaucoma Society; 2020. p. 125-69.
8. Go MS, Freedman SF. Minimally invasive glaucoma surgery in childhood glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol.* 2022;33(2):91-6.
9. Elhilali HM, El Sayed YM, Elhusseiny AM, Gawdat GI. Kahook Dual Blade Ab-interno Trabeculectomy Compared With Conventional Goniotomy in the Treatment of Primary Congenital Glaucoma: 1-Year Results. *J Glaucoma.* 2021;30(6):526-31.
10. Carreon T, Van der Merwe E, Fellman RL, Johnstone M, Bhattacharya SK. Aqueous outflow - A continuum from trabecular meshwork to episcleral veins. *Prog Retin Eye Res.* 2017;57(2):108-33.
11. Andrew NH, Akkach S, Casson RJ. A review of aqueous outflow resistance and its relevance to microinvasive glaucoma surgery. *Surv Ophthalmol.* 2020;65(1):18-31.
12. Seibold LK, Soohoo JR, Ammar DA, Kahook MY. Preclinical investigation of ab interno trabeculectomy using a novel dual-blade device. *Am J Ophthalmol.* 2013;155(3):524-9.
13. Ammar DA, Porteous E, Kahook MY. Preclinical Investigation of Ab Interno Goniotomy Using Three Different Techniques. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:2619-23.
14. Greenwood MD, Seibold LK, Radcliffe NM, Dorairaj SK, Aref AA, Román JJ, et al. Goniotomy with a single-use dual blade: Short-term results. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43(9):1197-201.
15. Saheb H, Ahmed IK. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012; 23(2):96-104.
16. Salinas L, Chaudhary A, Berdahl JP, Lazcano-Gomez GS, Williamson BK, Dorairaj SK, et al. Goniotomy Using the Kahook Dual Blade in Severe and Refractory Glaucoma: 6-Month Outcomes. *J Glaucoma.* 2018;27(10):849-55.
17. Berdahl JP, Gallardo MJ, ElMallah MK, Williamson BK, Kahook MY, Mahootchi A, et al. Six-Month Outcomes of Goniotomy Performed with the Kahook Dual Blade as a Stand-Alone Glaucoma Procedure. *Adv Ther.* 2018;35(11):2093-102.
18. Bonnell LN, Soohoo JR, Seibold LK, Lynch AM, Wagner BD, Davidson RS, et al. One-day postoperative intraocular pressure spikes after phacoemulsification cataract surgery in patients taking tamsulosin. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(12):1753-8.
19. Ventura-Abreu N, García-Feijoo J, Pazos M, Biarnés M, Morales-Fernández L, Martínez-de-la-Casa JM. Twelve-month results of ab interno trabeculectomy with Kahook Dual Blade: an interventional,

- randomized, controlled clinical study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(9):2771-81.
20. Dorairaj S, Balasubramani GK. Corneal endothelial cell changes after phacoemulsification combined with excisional goniotomy with the kahook dual blade or istent: A prospective fellow-eye comparison. *Clinical Ophthalmology.* 2020;14:4047-53.
 21. Arnljots TS, Economou MA. Reversible Cystoid Macular Edema Following Uneventful Microinvasive Kahook Dual Blade Goniotomy in a Pseudophakic Patient: A Case Report. *J Glaucoma.* 2018;27(7):e128-30.
 22. 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.
 23. Birnbaum F, Wakil S, Vu DM, McBurney-Lin S, ElMallah M, Tseng H. Postoperative Management of Kahook Dual Blade Goniotomy with Phacoemulsification Cataract Extraction. *J Curr Glaucoma Pract.* 2023;17(4):169-74.
 24. Dorairaj S, Radcliffe NM, Grover DS, Brubaker JW, Williamson BK. A Review of Excisional Goniotomy Performed with the Kahook Dual Blade for Glaucoma Management. *J Curr Glaucoma Pract.* 2022;16(1):59-64.
 25. Zhang Y, Yu P, Zhang Y, Sugihara K, Zhu X, Zhang Y, et al. Influence of Goniotomy Size on Treatment Safety and Efficacy for Primary Open-Angle Glaucoma: A Multicenter Study. *Am J Ophthalmol.* 2023;256:118-25.
 26. Falkenberry S, Singh IP, Crane CJ, Haider MA, Morgan MG, Grenier CP, et al. Excisional goniotomy vs trabecular microbypass stent implantation: a prospective randomized clinical trial in eyes with mild to moderate open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg.* 2020;46(8):1165-71.
 27. Cantor L, Lindfield D, Ghinelli F, Świder AW, Torelli F, Steeds C, et al. Systematic Literature Review of Clinical, Economic, and Humanistic Outcomes Following Minimally Invasive Glaucoma Surgery or Selective Laser Trabeculoplasty for the Treatment of Open-Angle Glaucoma with or Without Cataract Extraction. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:85-101.