

Trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia

Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy

J. Rigo Quera, M. Castany Aregall, L. Sánchez Vela, O. Pujol Carreras, A. Dou Sáenz de Vizmanos

Resumen

La trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia (GATT, *gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy*) es una cirugía de glaucoma que consiste en canalizar el Schlemm mediante abordaje interno (*ab interno*) con una sutura que, al traccionar, rasga los 360° del trabéculo. Desde su descripción, hace una década, ha ganado popularidad como técnica de cirugía mínimamente invasiva de glaucoma (MIGS, *minimally invasive glaucoma surgery*) por su efectividad, seguridad, versatilidad y amplia disponibilidad, prescindiendo de implantes o dispositivos sofisticados y costosos.

Palabras clave: GATT. MIGS. Trabeculotomía. Cirugía angular.

Resum

La GATT és una cirurgia de glaucoma que consisteix en canalitzar el Schlemm ab interno amb una sutura, que en traccionar-la esquinça els 360° del trabècul. Des que es va publicar fa una dècada, ha guanyat popularitat com a tècnica MIGS per la seva efectivitat, seguretat, versatilitat, i àmplia disponibilitat prescindint d'implants o dispositius sofisticats o costosos.

Paraules clau: GATT. MIGS. Trabeculotomia. Cirurgia angular.

Abstract

GATT is a glaucoma surgery that consists of probing the Schlemm ab interno with a suture, and then tractioning it to tear 360° of the trabecular meshwork. Since its first use a decade ago, it has gained popularity as a MIGS technique due to its effectiveness, safety, versatility, and wide availability, avoiding the use of sophisticated and expensive implants or devices.

Key words: GATT. MIGS. Trabeculotomy. Goniosurgery.

2.1.2.3. Trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia

Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy

J. Rigo Quera, M. Castany Aregall, L. Sánchez Vela, O. Pujol Carreras, A. Dou Sáenz de Vizmanos

Sección de Glaucoma. Hospital Universitari Vall d'Hebron. Barcelona.

Correspondencia:

Jaume Rigo Quera

E-mail: jaime.rigo@vallhebron.cat

Introducción

El concepto de *bypass* de la malla trabecular para acceder al canal de Schlemm es antiguo. En 1938, Barkan describió la goniotomía con bisturí mediante gonioscopia, y junto con la trabeculotomía, son técnicas consolidadas en el glaucoma pediátrico.

Durante la última década, han surgido diversas técnicas, dentro del conjunto de las MIGS, buscando el mismo efecto en adultos mediante un mecanismo de acción análogo. Pero la mayoría de estas técnicas requieren el uso de implantes o dispositivos que las encarecen.

La GATT fue pensada para lograr una técnica independiente de ampolla de filtración que fuera coste-efectiva. Fellman y Grover completaron la primera GATT con éxito en 2011, en un caso de glaucoma primario de ángulo abierto juvenil¹. La técnica ha ganado popularidad, contando con 137 entradas en Pubmed en mayo del 2024.

La simplicidad conceptual y la amplia disponibilidad por el bajo coste son los principales factores fuertes a favor de la técnica.

Como limitaciones, tenemos una efectividad limitada y una cierta complejidad técnica. Con la GATT, eliminamos la resistencia de la pared interna del canal de Schlemm, pero no modificamos la disfunción biomecánica del sistema colector, que sería la responsable del fracaso de la técnica².

Indicaciones

La GATT puede tener indicación en los casos de hipertensión ocular y glaucoma de ángulo abierto con mecanismo trabecular: glaucoma congénito, glaucoma primario de ángulo abierto y algunos glaucomas secundarios, como pigmentario, pseudoexfoliativo, corticoinducido, o algunos casos de uveítico o traumático. Un escenario especialmente favorable sería en los casos con fibrosis conjuntival, en los que una cirugía filtrante sería más propensa a fracasar.

Las situaciones que contraindican la técnica se enumeran a continuación:

- Contraindicaciones relativas:

- Supuesta disfunción en los colectores: edad muy avanzada, glaucoma avanzado, uso prolongado de hipotensores tópicos, uso imprescindible de anticoagulantes.
- Casos con presión intraocular (PIO) objetivo *low-teens*: glaucoma severo o de progresión con PIO bajas.
- Mala visualización del ángulo o estructuras angulares mal definidas.
- Riesgo de dañar estructuras en el segmento anterior: debilidad zonular o GATT aislada en fáquicos con poca profundidad de cámara anterior.
- Cirugía de glaucoma previa causando discontinuidad del Schlemm en algún punto: cirugía filtrante o implantes localizados a nivel trabecular.
- Contraindicaciones absolutas:
 - Mecanismo postrabecular: aumento de presión venosa episcleral.
 - Ángulo abierto con proliferación tisular angular: neovascular, síndrome iridocorneal endotelial, distrofia corneal polimorfa posterior, epitelización de cámara anterior, uveítis con reacción fibrinoide.
 - Ángulo cerrado.

Técnica quirúrgica

Fundamentos de la técnica

Es una técnica de cirugía angular *ab interno* en la que se cateeteriza el canal de Schlemm con una sutura o microcatéter, para posteriormente realizar una trabeculotomía circunferencial en los 360°, ejerciendo tracción sobre el mismo hilo. La hemi-GATT hace referencia al mismo procedimiento, pero realizado de forma sectorial.

Es necesario disponer de equipo quirúrgico para cirugía angular (microscopio quirúrgico inclinable y goniolente directa), cuchillete de 20 números de Gauge (G), catéter (hilo de polipropileno de 5-0 modificado con termocauterío, sutura de GATT o catéter iluminado) y pinza intraocular.

En casos de cirugía combinada, la GATT se puede realizar antes o después de la facoemulsificación. Realizarla antes mejora la visualización por la mayor transparencia corneal, y hay una mayor estabilidad de cámara. Realizarla después permite aumentar la am-

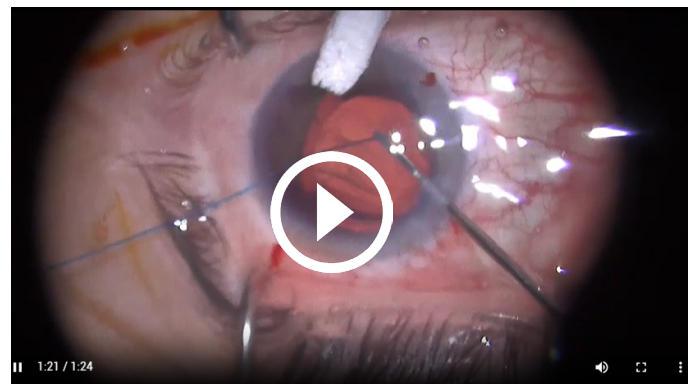
plitud camerular, se evita traumatizar inadvertidamente la cápsula anterior, y se evita que el reflujo de sangre a la cámara anterior por hipotonía dificulte la visualización durante la facoemulsificación.

Los autores actualmente realizamos la GATT al finalizar la facoemulsificación, con anestesia peribulbar o retrobulbar. Inyectamos acetilcolina intracamerular, evitamos hidratar las incisiones para que no dificulten la visualización y ponemos viscoelástico en la cámara anterior.

Pasos quirúrgicos

El Vídeo 1 muestra una cirugía GATT completa sin incidencias:

1. Preparación de la sutura de polipropileno: redondear la punta con termocauterío (Figura 1).
2. Acceso al sector nasal del ángulo a través de dos paracentesis, una dirigida al cuadrante nasal, para dejar ya introducido el hilo de polipropileno, y otra temporal superior, para el instrumental de manipulación en los siguientes pasos (Figura 2, Vídeo 2). Inyectar viscoelástico cohesivo en la cámara anterior



Vídeo 1. Técnica de trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia.

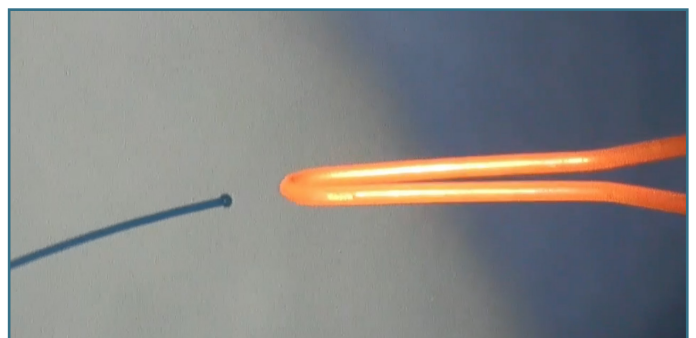


Figura 1. Preparación de polipropileno con termocauterío.

dirigido al ángulo para ampliarlo, evitando inyectar burbujas de aire (Vídeo 3).

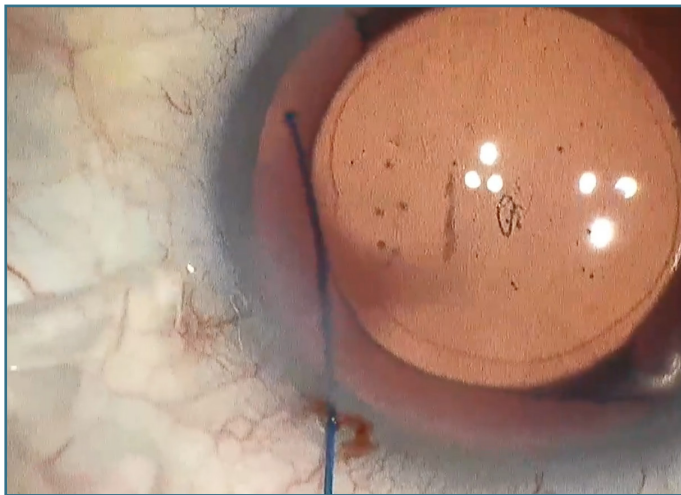
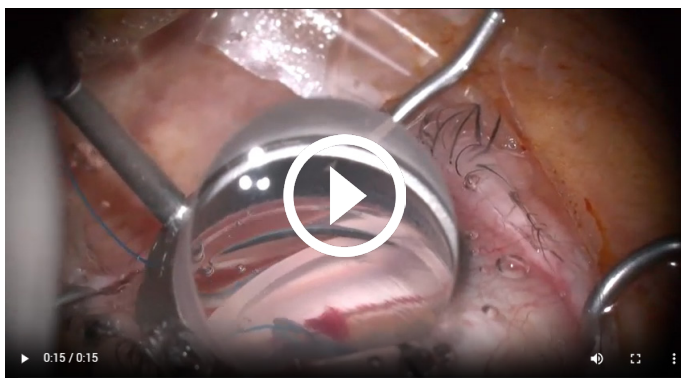


Figura 2. Entrada a través de paracentesis temporal inferior del hilo de polipropileno.



Vídeo 2. Entrada del hilo y pinzas para abordar el cuadrante nasal inferior.



Vídeo 3. Entrada del polipropileno en el canal e inyección del viscoelástico cohesivo para visualizar el ángulo.

3. Inclínación del microscopio y de la cabeza del paciente, y aplicación de goniolente para visualizar las estructuras angulares. Los autores utilizamos una goniolente directa de Hill (Ocular Instruments).
4. Identificar la malla trabecular, justo en la parte anterior al espolón escleral, y hacer goniotomía con la lanceta de 20 G, aproximadamente un sector horario y sin profundizar excesivamente.
5. Introducir el extremo del hilo de polipropileno en el canal de Schlemm con la pinza intraocular. Avanzar el hilo a lo largo del Schlemm hasta que aparezca por el lado opuesto de la incisión. Al inicio de la canalización, el hilo avanza fácilmente, mientras que en el último cuadrante, ofrece resistencia al avance.
6. Recuperar el extremo del hilo de la cámara anterior y traccionar para realizar la trabeculotomía (Figura 3, Vídeo 4).

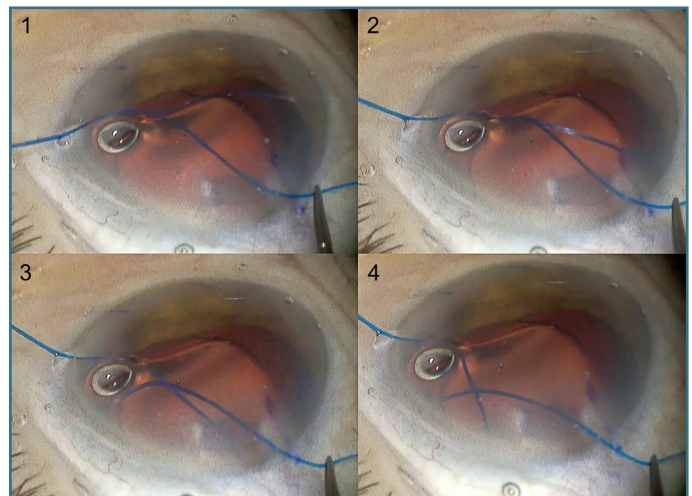


Figura 3. Recuperación del extremo proximal con pinzas y tracción de los dos extremos para realizar la goniotomía.



Vídeo 4. Goniotomía a través de la tracción del hilo de polipropileno.

7. Retirar todo el viscoelástico de la cámara anterior con el instrumento de irrigación/aspiración. Es normal que, en este momento, las turbulencias de suero en la cámara anterior movilicen el hipema que se haya producido previamente por hipotonía y reflujo de las venas episclerales (Figura 4, Vídeo 5).
8. Después de este paso, en algunos casos, se puede observar la oleada de acuoso en los vasos episclerales desactivando y activando la irrigación continua (Vídeo 6). Este blanqueamiento corresponde a la dilución de la sangre en el plexo venoso episcleral al circular el humor acuoso irrigado súbitamente en la cámara anterior. La oleada de fluido y su extensión se ha correlacionado con una menor PIO y necesidad de hipotensores mantenidas al año de la cirugía en Trabectome^{®3}, aunque el mecanismo de acción es análogo a la GATT, se desconoce su utilidad como predictor de éxito.
9. Presurizar la cámara anterior para evitar el hipema por reflujo, e inyectar el antibiótico intracamerular.

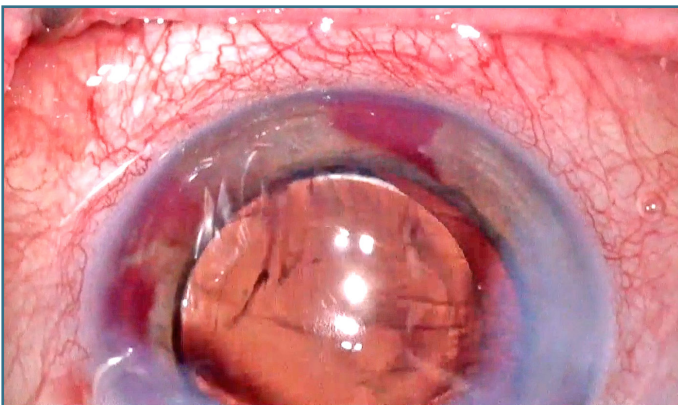
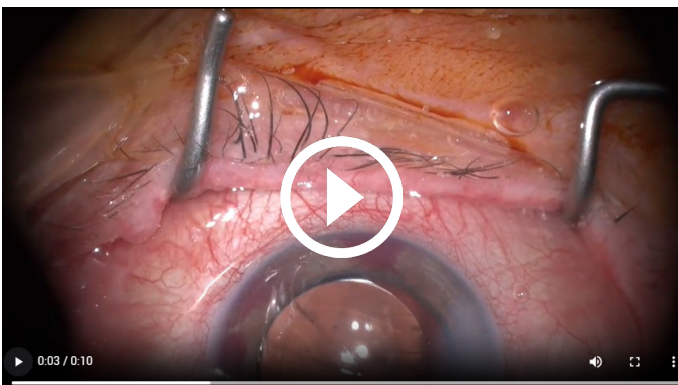


Figura 4. Hipema intraquirúrgico.



Vídeo 5. Sangrado en la cámara anterior y presurización.



Vídeo 6. Reflujo de humor acuoso en los vasos episclerales con la activación de la irrigación continua.

Tips o consejos quirúrgicos

Se ofrecen las siguientes recomendaciones en el proceso quirúrgico:

1. Actualmente utilizamos polipropileno de 5-0. Con el de 6-0, hemos observado menos resistencia al doblado, y es más fácil deformarlo inadvertidamente con el instrumental si se ejerce una presión excesiva sobre el hilo (Vídeo 7). La sutura de polipropileno trenzado 6/0 (SharpPoint™) (Figura 5) podría reducir el riesgo de creación de una falsa vía por las características de la punta.
2. Cortar un segmento de hilo de polipropileno sin aguja de una longitud algo mayor al recorrido a realizar (aproximadamente 5-6 cm), ya que de esta forma se evita traccionarlo inadvertidamente durante el procedimiento y perder la canalización (Vídeo 8). Así también se aprecia cómo se va reduciendo la longitud del hilo sobrante durante la canalización.



Vídeo 7. Excesiva manipulación y presión sobre el polipropileno.

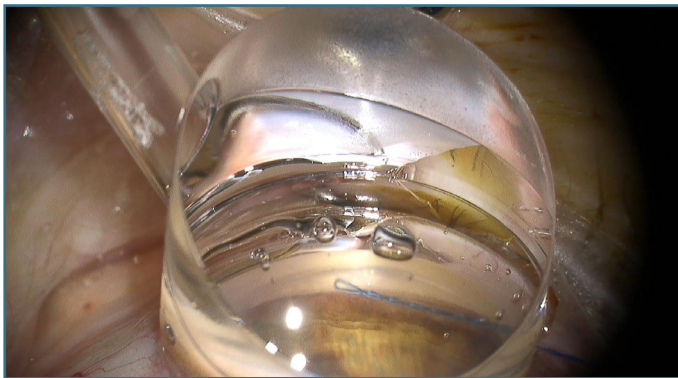


Figura 5. Sutura de polipropileno trenzado 6/0 (Sharpoint™, Equipsa).



Video 9. Redondeo de la punta del polipropileno con termocauterío.

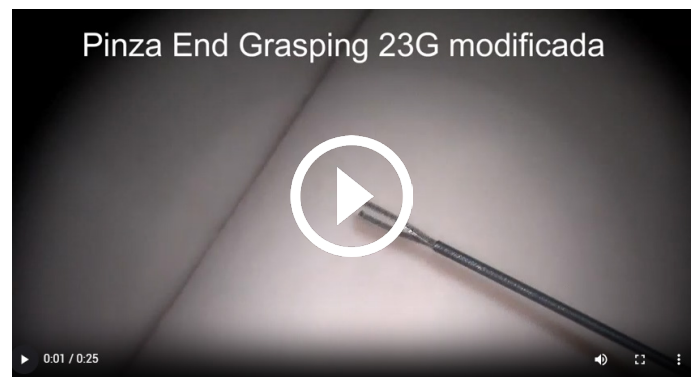


Video 8. Longitud correcta del segmento de polipropileno.



Video 10. Identificación de las estructuras con viscoelástico.

3. Fundir el extremo del hilo de polipropileno con el termocauterío para redondearlo evita una forma cuadrada o biselada de la punta que puede entorpecer el avance o crear falsas vías, respectivamente. Evitar fundir el polipropileno creando semiesferas muy gruesas (Video 9).
4. Es clave la buena visualización del ángulo: debe confirmarse que el paciente esté en anti-Trendelenburg y que tanto el cabezal del microscopio como la cabeza del paciente están inclinadas aproximadamente a 45°. Es útil reinyectar viscoelástico cohesivo intracamerular cuantas veces sea necesario, incluso en la zona adyacente al ángulo sin retirar la goniolente (Video 10).
5. Para los autores, la pinza ideal debe tener una plataforma para poder sujetar y empujar el hilo durante la canalización, y ser suficientemente fina para poder recuperar el hilo cuando ha circunvalado los 360° del Schlemm y aparece por el extremo opuesto. Las pinzas de retina serradas fungibles de 23 G son útiles para la canalización, pero la punta es gruesa y puede



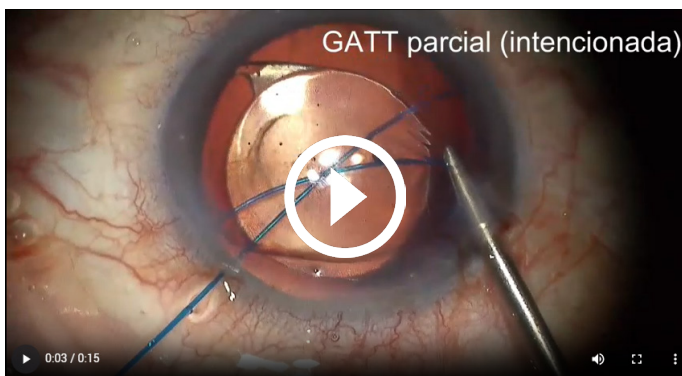
Video 11. Pinzas *end-grasping* y pinzas de DSAEK de 20g.

dificular la recuperación; las *end-grasping* fungibles de 23 G tienen punta fina pero no plataforma. Las pinzas de DSAEK reesterilizables de 20 G, cumplen las condiciones mencionadas, tienen un mango ergonómico, y menor coste por ser reutilizables (Video 11).

6. Localizar bien el canal de Schlemm para la goniotomía, observar el reflujo sanguíneo en hipotonía y, en ángulos sin pigmentación, puede ser útil la tinción previa del trabéculo con azul tripán.
7. Al recuperar el hilo de polipropileno cuando reaparece por el extremo opuesto de la goniotomía, es importante sujetarlo por debajo del extremo segmento intracamerular del hilo de polipropileno (el segmento entre la paracentesis y la entrada en el Schlemm), ya que, si se recupera por encima, al traccionarlo para rasgar el trabéculo, se crea un bucle incómodo en la cámara anterior (Vídeo 12).
8. En caso de querer respetar el ángulo superior, si prevemos riesgo en un futuro de necesitar esclerectomía profunda no perforante, los autores preferimos realizar una hemi-GATT ampliada. Para ello, es útil utilizar la pinza intraocular a modo de polea en la cámara anterior, para traccionar el hilo de forma tangencial al trayecto, evitando rasgar el Schlemm superior (Vídeo 13).



Vídeo 12. Bucle en el hilo de Prolene® debido a la recuperación por encima



Vídeo 13. Trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia parcial intencionada, respetando el cuadrante superior.

Complicaciones

Complicaciones intraoperatorias

El GATT tiene una curva de aprendizaje, y las complicaciones intraoperatorias pueden empezar con una mala visualización y realización de la goniotomía en una zona errónea, con riesgo de ciclodíalisis si la realización es en la raíz iridiana, o si es demasiado profunda, con mayor riesgo de sangrado y daño de estructuras profundas. El sangrado en el momento de realizar la goniotomía es habitual, y suele ser mínimo y fácilmente controlado con viscoelástico.

La preparación del hilo de polipropileno y la angulación de la entrada también pueden acarrear complicaciones. En caso de fundir el hilo de polipropileno formando una punta demasiado fina, puede aumentar el riesgo de crear una falsa vía, mientras que una punta fundida demasiado gruesa puede dificultar la canalización del Schlemm, sobre todo en caso de goniotomía pequeña. Una goniotomía demasiado corta implica que los márgenes de la incisión coaptan de nuevo y puede ser difícil identificarlo en el momento de la canalización. Una goniotomía más larga permite que el flap (colgajo) trabecular se separe o se enrolle posteriormente mostrando el blanco de fondo, facilitando identificar el lugar de la incisión y, a la vez, la inserción del hilo de polipropileno. En el Vídeo 14, se observa una goniotomía de poca longitud y poco profunda, una punta demasiado gruesa y mala orientación del hilo de polipropileno, debido tanto al agarre como a la posición de la paracentesis.

Hipema

El hipema es la complicación intraquirúrgica más frecuente. Frecuentemente aparece con la realización de la goniotomía.



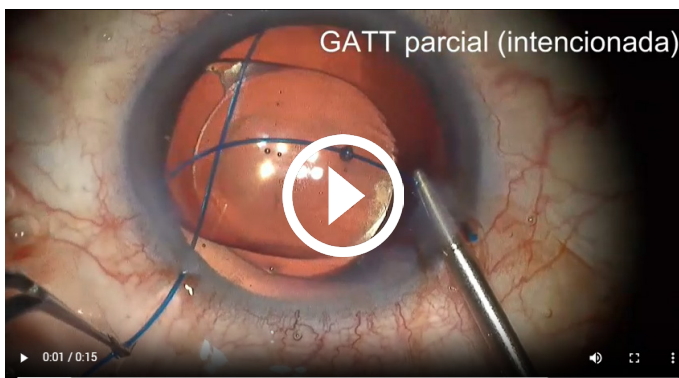
Vídeo 14. Complicaciones de la entrada del Prolene® en el canal: goniotomía pequeña, "champiñón" grande y mala orientación del hilo.

Para reducir el riesgo de hipema, debemos evitar tratamientos anticoagulantes o antiagregantes; adoptar una posición anti-Trendelenburg; controlar la tensión arterial durante la cirugía y evitar la goniotomía en zona con procesos ciliares o vasos angulares visibles. En caso de que se produzca un ligero hipema, se puede mejorar la visualización con viscoelástico en la cámara anterior inyectado con visualización de la lente de gonioscopia, por lo que permite acercarnos al ángulo y dispersar el hipema de la zona de la goniotomía (Vídeo 10).

Canalización incompleta y dirección errónea del hilo de polipropileno

Algunas veces no es posible canalizar de manera completa el canal de Schlemm. Al avanzar el hilo por el Schlemm, este puede encontrar un *stop* o punto en el que se detenga, debido a septos, enclavamiento en el orificio de un colector o atresia del canal sectorial. Si no se ha avanzado al menos un cuadrante, es preferible hacer una paracentesis inferior e insertar el hilo para intentar canalizar el Schlemm en sentido opuesto. Si hemos avanzado más de un cuadrante, es posible recolocar la cabeza del paciente y usar una goniolente indirecta para localizar el hilo de polipropileno y hacer una GATT parcial (Vídeo 15). Forzar el avance ejerciendo mayor empuje podría orientar de forma errónea el hilo de polipropileno colector, la cámara anterior o el cuerpo ciliar. Una reducción de la resistencia a la canalización puede indicar la formación de una falsa vía. En el vídeo, se evidencia la salida del hilo de polipropileno a la cámara anterior, pasando a través de la malla trabecular desde la luz del Schlemm y continuando el avance por encima de la banda ciliar hasta la visualización del extremo distal, cerca de la goniotomía (Figura 6, Vídeo 16).

Se han publicado casos, en niños, de paso del hilo de polipropileno al espacio supracoroideo llegando al polo posterior⁴, y también se



Vídeo 15. Trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia parcial accidental.



Figura 6. Sutura de Prolene® que aparece en la cámara anterior por salida accidental del trabéculo previamente al llegar a completar 360° y salir por la goniotomía.



Vídeo 16. Salida accidental del hilo de Prolene® en la cámara anterior en la zona superior.

ha descrito en un adulto joven el paso del hilo de polipropileno desde el Schlemm hasta una vena episcleral⁵.

Iridodiálisis y ciclotriálisis

Se ha descrito la presencia de ciclotriálisis, que se han producido durante la cirugía o que han pasado inadvertidas y han sido visualizadas en el postoperatorio⁶.

En nuestra experiencia, hubo una ciclotriálisis durante la maniobra de manipulación del hilo de polipropileno para entrar en el canal de Schlemm. La pinza se desplazó inadvertidamente posteriormente arrastrando la raíz del iris (Figura 7, Vídeo 17). En este caso, se resolvió la ciclotriálisis en el mismo acto quirúrgico: con marcado escleral de la zona de la ciclotriálisis, tapete escleral, aguja de 27 G con entrada por detrás del iris y salida escleral, se inserta en la luz la aguja recta de Prolene® de 10/0, se retira la aguja de 27 G y se realiza una nueva entrada por detrás del iris y una salida escleral, se recupera la aguja de Prolene® de 10/0. Se corta la aguja y se suturan los dos cabos de Prolene® (Figuras 8A, 8B, 8C y 8D).

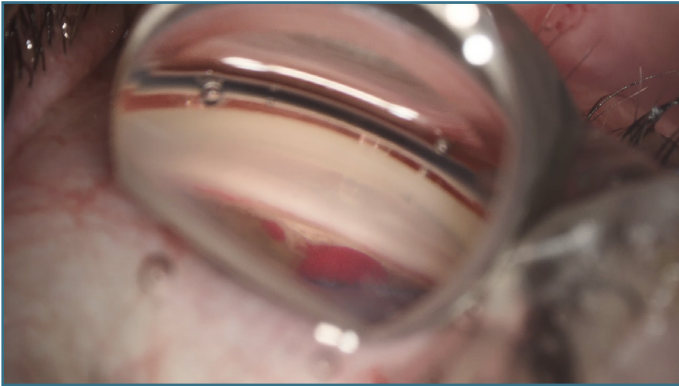


Figura 7. Ciclodíalisis producida por el desplazamiento accidental de la raíz del iris hacia la parte posterior con las pinzas de DSAEK.



Vídeo 17. Ciclodíalisis accidental.

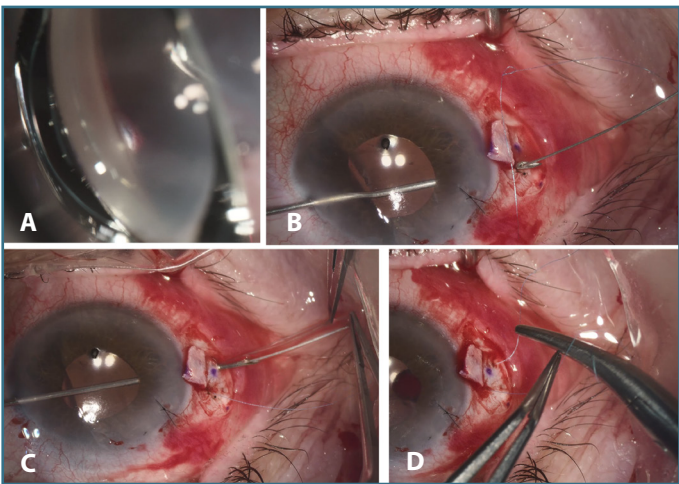


Figura 8. Resolución de la ciclodíalisis. **(A)** Marcado, a través de gonioscopia con luz intraocular pintada, de la zona escleral. **(B)** Formación de tapete escleral, entrada de la cámara anterior con aguja de 27 G por detrás del iris y salida escleral a 2 mm con posterior entrada en la luz de aguja recta de Prolene® de 10/0. **(C)** Se retrae la aguja de 27 G en la cámara anterior para realizar una nueva entrada por debajo del iris, separada de la anterior y englobando la ciclodíalisis. Salida por la esclera y recuperación de la aguja de Prolene®. **(D)** Se corta la aguja de Prolene® y se suturan los cabos.

Complicaciones postquirúrgicas

Hipema

Es la complicación postquirúrgica más frecuente descrita entre el 12 y el 80% de los pacientes⁷. Causado por el reflujo de las venas episclerales del canal de Schlemm, suele desaparecer en el plazo de una semana. En caso de persistencia con asociación con picos hipertensivos, debe valorarse el lavado⁸. Si bien en nuestra serie no ha sido necesaria la reintervención, se describe en aproximadamente el 2% de los casos⁹. Como prevención, se deben evitar los antiagregantes o anticoagulantes en el postoperatorio inicial, si es posible, y las maniobras de Valsalva.

Pico hipertensivo

Altamente relacionado con el hipema intraquirúrgico y/o postquirúrgico, también puede estar relacionado con inflamación o presencia de viscoelástico en la cámara anterior. Se describe entre en un 2% de los casos hasta un 32%⁷. En casos de pico hipertensivo, se recomienda evitar un tratamiento hipotensor muy agresivo por el riesgo de hipema por reflujo hemático al Schlemm en caso de hipotonía. Se ha relacionado con el riesgo de fracaso de la técnica quirúrgica¹⁰.

Sinequias anteriores periféricas

Son principalmente debidas a la presencia de hipema y/o inflamación en la cámara anterior. Se observan de manera más frecuente en el ángulo inferior y, en nuestra experiencia, están relacionadas con la goniotomía inicial (Figura 9). La prevención se basa en el uso

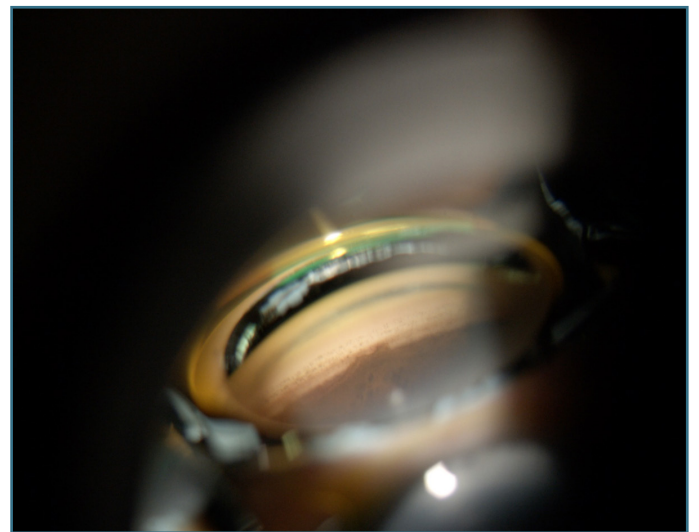


Figura 9. Sinequias anteriores periféricas después de una trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia.

de corticoides postoperatorios; se ha descrito también el uso de pilocarpina para aumentar la distancia de la raíz del iris a la malla trabecular, si bien puede aumentar la inflamación intraocular, por lo que no la utilizamos en la práctica habitual.

Hipotonía

La hipotonía, que puede llegar a afectar al 6% de los procedimientos, habitualmente se resuelve de forma espontánea. Se han descrito efusiones coroideas detectadas por tomografía de coherencia óptica de segmento anterior en casi el 50% de los pacientes, considerándose debidas a hipotonía relativa, inflamación o ciclodíalisis, si bien mejoran espontáneamente y no requieren reintervención⁷.

Otras

Se han descrito sangrados intracapsulares, cambios de refracción miópicos no asociados a hipotonía, panescleritis asociada a desprendimiento de retina serosos, desprendimiento de Descemet (0,5%) y hemovítreo (2%)^{7,11}.

Tratamiento postoperatorio

No hay estudios acerca del tratamiento postoperatorio óptimo en GATT, por lo que las recomendaciones se basan en la experiencia clínica.

La pauta estándar consiste en corticoides y antibióticos tópicos 4-6 veces al día durante la primera semana. A la semana se suspende el antibiótico y se inicia la pauta descendente de corticoides.

Un dato curioso es que se ha descrito la respuesta a corticoides después de GATT. Teóricamente no debería existir este efecto, ya que se ha eliminado el tejido trabecular, donde actúa de forma detrimental el corticoide. Esto sugiere que pueda existir un mecanismo en el sistema de drenaje distal al Schlemm, como propone el trabajo de Overby *et al.*, que hallaron miofibroblastos en la pared externa del Schlemm¹². También se ha descrito mayor probabilidad de pico hipertensivo postoperatorio en los pacientes tratados con corticoides en lugar de antiinflamatorios no esteroideos tópicos¹³.

Grover *et al.* utilizan la pilocarpina como tratamiento de primera línea en casos de respuesta a corticoides después de GATT, con excelentes resultados. Proponen añadirla de noche, cuando la PIO es superior a 16 mmHg, o cada 12 horas, si es superior a 22 mmHg. En caso necesario, añaden betabloqueantes, inhibidores

de anhidrasa carbónica o alfa-agonistas, pero evitan los análogos de prostaglandinas durante las primeras semanas por su potencial inflamatorio¹⁴.

Resultados

Nuestra serie consta de 19 pacientes que se sometieron a cirugía combinada de facoemulsificación de catarata y GATT. Respecto a la indicación, se indicó en 6 pacientes con hipertensión ocular, 7 pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto preperimétrico, 2 pacientes con glaucoma pseudoexfoliativo leve, 2 pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto leve, 1 paciente con glaucoma primario de ángulo cerrado severo (cierre angular aposicional que se abrió con la facoemulsificación) y 1 paciente con glaucoma normotensivo preperimétrico.

La PIO preoperatoria media fue de 19,36 mmHg (desviación estándar [DS] +/- 3,76 mmHg), con una media de 1,94 fármacos hipotensores (DS +/- 1,12 fármacos). En 9 de los 19 pacientes, se pudo realizar la canalización y trabeculotomía de 360°, en algunos de estos casos, evitando la sección de un segmento equivalente a dos o tres sectores horarios del trabéculo superior para permitir una posible cirugía filtrante no perforante en un futuro. En 10 de los 19 pacientes, se abogó por la sección de solo la malla trabecular inferior (180° aproximadamente) o no fue posible canalizar 360°. En dos casos, se observó la salida del polipropileno a la cámara anterior antes de llegar a completar los 360°.

En la Tabla 1, presentamos los principales resultados. La PIO media a las 24 horas fue de 15,16 (DS +/- 5,4 mmHg), y en un 73,6% de los casos, encontramos hipema leve. A la semana, la PIO media fue de 17,31 (DS +/- 7,93), con una media de 0,37 fármacos, y un 42,10% de casos con hipema leve, todos resueltos espontáneamente al mes de la cirugía. En un paciente, la PIO al cabo de una semana fue de 42 mmHg. La PIO media al mes fue de 15,79 mmHg (DS +/- 4,06 mmHg), con una media de 0,42 fármacos (+/- 0,77), la PIO media se mantiene a los seis meses (seguimiento de 9 pacientes), y a los 12 meses, la PIO media en los 6 pacientes en que se ha completado el seguimiento es de 17,5 mmHg (+/- 3,39 mmHg), con una media de 0,83 fármacos (+/- 0,98). La disminución de PIO fue de 4,03 mmHg, con una reducción de 1,39 fármacos a los seis meses. Dividiendo a los pacientes según la técnica, un primer grupo en el que se realizó la trabeculotomía en >270° y un segundo en que se abarcó <270° del ángulo, no se han

Tabla 1. Pacientes sometidos a cirugía de trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia (GATT) con número de muestra en cada punto de seguimiento, así como media y desviación estándar de presión intraocular (mmHg) y tratamiento hipotensor (número de fármacos hipotensores) pre-GATT, y en postoperatorio de 24 horas, 1 semana, 1 mes, 3 meses, 6 meses y 12 meses.

	N	Media	Desviación estándar
PIO pre-GATT (mmHg)	19	19,36	3,76
Tratamiento pre-GATT (nº fármacos)	19	1,94	1,12
PIO 24 horas (mmHg)	19	15,16	5,4
PIO 1 semana (mmHg)	19	17,31	7,93
Tratamiento 1 semana (nº fármacos)	19	0,37	0,68
PIO 1 mes (mmHg)	19	15,79	4,06
Tratamiento 1 mes (nº fármacos)	19	0,42	0,77
PIO 3 meses (mmHg)	12	15,83	4,30
Tratamiento 3 meses (nº fármacos)	12	0,38	0,77
PIO 6 meses (mmHg)	9	15,33	3,39
Tratamiento 6 meses (nº fármacos)	9	0,56	0,88
PIO 12 meses (mmHg)	6	17,50	3,39
Tratamiento 12 meses (nº fármacos)	6	0,83	0,93

GATT: trabeculotomía transluminal asistida por gonioscopia; PIO: presión intraocular.

encontrado diferencias significativas en cuanto a PIO durante el seguimiento, ni tampoco en cuanto a presencia de hipema, pero sí en cuanto a número de tratamiento hipotensor, aunque poco relevante clínicamente.

En el estudio de Grover *et al.*¹, en el que detallaron la técnica y presentaron un seguimiento de 6-12 meses en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto, describieron una disminución de la PIO media de 7,7 mmHg (DS de 6,2 mmHg) y una disminución de fármacos hipotensores de 0,9 (DS de 1,3) a los seis meses; y a los 12 meses, una disminución de PIO media de 11,1 mmHg (DS de 6,1 mmHg), con disminución media de 1,1 fármacos hipotensores. No se hallaron diferencias entre el grupo de cirugía combinada con catarata en relación al grupo de GATT aislado. El mismo grupo publicó el seguimiento a 24 meses¹⁵, con seguimiento de 176 ojos, y describieron una disminución de PIO media de 9,2 mmHg, con una disminución de fármacos hipotensores media de 1,43 a los 24 meses en el grupo de glaucoma primario de ángulo abierto; mientras que en el grupo de glaucomas secundarios de ángulo abierto, observaron una disminución de PIO media mayor con 14,1 mmHg y una media de 2 medicaciones menos. Se ha postulado que pacientes con glaucoma avanzado presentan un menor efecto al GATT comparado

con el glaucoma leve-moderado, se ha propuesto la desviación media del campo visual preoperatorio como un posible predictor de “salud” del sistema colector, pudiendo este predecir preoperatoriamente la posibilidad de éxito quirúrgico. En el estudio de Magacho *et al.*¹⁶ se observó que los resultados a nivel de PIO eran similares en los distintos grupos estratificados por la severidad del glaucoma, pero que el éxito completo (PIO 6-18 mmHg e igual o menor número de fármacos que prequirúrgico) en el grupo de glaucoma severo se logró en un 37,6% de los pacientes frente a un 61,8% del grupo con glaucoma leve.

En comparación con nuestra serie, en los estudios previamente mencionados, se ha descrito una disminución de PIO mayor, una hipótesis es que, en nuestra serie, la PIO preoperatoria es menor, de 19,36 mmHg (DS +/- 3,76 mmHg), mientras que en las series mencionadas, es de 23,8-31,8 mmHg, por lo que la reducción esperada es también menor. Por otra parte, nuestra serie consta de 19 pacientes, y debemos tener en cuenta la curva de aprendizaje. Por último, en los estudios previos, en la gran mayoría de casos se realizó la canalización de 360°, mientras que, en nuestros casos, en un 50% de los pacientes, se realizó una canalización inferior a 270°.

También se ha descrito la técnica para otros tipos de glaucoma, como en glaucoma juvenil¹⁷, observándose una disminución de PIO de 31,3 +/- 9,5 mmHg a 15,8 mmHg +/- 2,7 mmHg, con un éxito quirúrgico del 74,3%; en glaucoma pseudoexfoliativo¹⁸, describiendo una presión media preoperatoria de 27,1 mmHg con 2,9 +/- 1,1 fármacos que disminuye a 13,0 mmHg con 1,1 +/- 1,0 fármacos; en glaucoma corticoinducido¹⁹, en el que se describe una disminución de presión de 28,0 +/- 8,2 mmHg preoperatoria a 10,5 +/- 1,0 mmHg (63%). En el caso del glaucoma uveítico, también se ha descrito una reducción en la PIO (de 26,7 mmHg, con una media de 4 fármacos a 12,2 mmHg con 1,1 fármacos a los 12 meses, requiriendo en un caso cirugía posterior para el control de la PIO), sin evidencias de brotes inflamatorios²⁰. Por último, se ha descrito también tras cirugía de glaucoma previa (trabeculectomía, implante de drenaje, Trabectome® y endociclofotocoagulación)²¹ y en glaucoma primario de ángulo cerrado²².

Conclusión/Puntos clave

Efectividad

Su efectividad está demostrada. La PIO que se puede obtener está en el rango *mid-to-high-teens*, y viene determinado por

la resistencia de los colectores y de la circulación venosa episcleral.

Hay evidencia de resultados más variables y menor efectividad tras un mayor tiempo de uso de hipotensores tópicos, y/o en casos de glaucomas avanzados, que puede estar en relación con la disfunción de los colectores. Esta condición no se puede predecir preoperatoriamente, por lo que es importante que el paciente entienda previamente que la posibilidad de fracaso está ligada a la menor invasividad al preservar el sistema de drenaje nativo, y que puede requerir cirugía filtrante en un segundo tiempo.

Por estas dos razones, sería una técnica adecuada en glaucomas leves o moderados, pero no en casos avanzados, donde es preferible la cirugía filtrante.

Simplicidad conceptual

El tejido trabecular yuxtacanalicular es el lugar donde se localiza el aumento patológico de la resistencia en la salida del humor acuoso, al menos en los casos iniciales. La GATT actúa directamente y únicamente a este nivel, sin dañar otras estructuras.

Versatilidad

Buen perfil de seguridad y respeto de la conjuntiva, lo que no impide la realización de una futura cirugía filtrante en caso de necesidad. Puede ser efectiva incluso en casos de cirugía filtrante previa fracasada.

Amplia disponibilidad

El factor diferenciador principal que hace tan atractiva la GATT es su reducido coste y su amplia disponibilidad, al no requerir dispositivos específicos. Puede realizarse con el material que equipa el quirófano de oftalmología habitual.

Bibliografía

- Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Feuer WJ, Montes de Oca I, Fellman RL. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology*. 2014;121(4):855-61.
- Johnstone M, Xin C, Tan J, Martin E, Wen J, Wang RK. Aqueous outflow regulation – 21st century concepts. *Prog Retin Eye Res*. 2021;83:100917.
- Fellman RL, Feuer WJ, Grover DS. Episcleral Venous Fluid Wave correlates with Trabectome Outcomes: Intraoperative Evaluation of the Trabecular Outflow Pathway. *Ophthalmology*. 2015;122(12):2385-91.e1.
- Verner-Cole EA, Ortiz S, Bell NP, Feldman RM. Subretinal suture misdirection during 360 degrees suture trabeculotomy. *Am J Ophthalmol*. 2006;141(2):391-2.
- Palan P, Senthil S. False Passage of 5-0 Polypropylene Suture into Episcleral Vein during Gonioscopy Assisted Transluminal Trabeculotomy. *J Glaucoma*. 2024. [Online antes de impresión].
- Berk TA, Peretz D, Mofti A, Marchais B Des, Saheb H. Non-invasive monitoring of cyclodialysis cleft using anterior segment optical coherence tomography and its role in informing clinical treatment decisions. *Am J Ophthalmol Case Reports*. 2022;26:101410.
- Vinod K, Gedde SJ. Safety profile of minimally invasive glaucoma surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2021;32(2):160-8.
- Quan AV, Chen J, Wang YE, Vanner EA, Grajewski AL, Hodapp EA, Chang TC. Factors Associated With Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) Complications and Failure in Children. *Am J Ophthalmol*. 2022;241:168-78.
- Shalaby WS, Bechay J, Myers JS, Lee D, Razeghinejad R, Kolomeyer NN, et al. Reoperation for complications within 90 days of minimally invasive glaucoma surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2021;47(7):886-91.
- Aboalazayem F, Elhusseiny AM, El Sayed YM. Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy: A Review. *Curr Eye Res*. 2023;48(4):329-38.
- Song Y, Zhang H, Zhang Y, Tang G, Wan KH, Lee JWY, et al. Minimally Invasive Glaucoma Surgery in Primary Angle-Closure Glaucoma. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2022;11(5):460-9.
- Overby DR, Bertrand J, Tektas OY, Boussommier-Calleja A, Schicht M, Ethier CR, et al. Ultrastructural changes associated with dexamethasone-induced ocular hypertension in mice. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(8):4922-33.
- Chen J, Wang YE, Quan A, Grajewski A, Hodapp E, Vanner EA, et al. Risk Factors for Complications and Failure after Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in a Young Cohort. *Ophthalmol Glaucoma*. 2020;3(3):190-5.
- Fellman RL, Grover DS, eds. *GATT Gonioscopy Assisted Transluminal Trabeculotomy: A guide to circumnavigating Schlemm's canal from around the world*. Kugler Publications; 2023. p. 109-15.
- Grover DS, Smith O, Fellman RL, Godfrey DG, Gupta A, Montes de Oca I, et al. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy: An Ab Interno Circumferential Trabeculotomy: 24 Months Follow-up. *J Glaucoma*. 2018;27(5):393-401.
- Magacho L, Franco CGVS, IEA, Pereira ACA, Teno B, Lucena-Neto F, et al. Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy Outcomes Under Different Levels of Glaucoma Severity: A Multicenter, Comparative Study. *Am J Ophthalmol*. 2024;264:75-84.
- Shi Y, Wang H, Oatts JT, Xin C, Yin P, Zhang L, et al. A Prospective Study of Intraocular Pressure Spike and Failure After Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in Juvenile Open-Angle Glaucoma: A Prospective Study of GATT in JOAG. *Am J Ophthalmol*. 2022; 236:79-88.

18. 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.
19. Boese EA, Shah M. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) is An Effective Procedure for Steroid-induced Glaucoma. *J Glaucoma.* 2019;28(9):803-7.
20. Gepstein R, Layman Klein T, Naftali Ben Haim L, Belkin A. Uveitic Flare-Ups After Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) in Patients with Uveitic Glaucoma. *Ocul Immunol Inflamm.* 2024:1-7.
21. Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Shi W, Feuer WJ, Fellman RL. Outcomes of Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) in Eyes With Prior Incisional Glaucoma Surgery. *J Glaucoma.* 2017;26(1):41-5.
22. Fontana L, De Maria M, Iannetta D, Moramarco A. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy for chronic angle-closure glaucoma: preliminary results. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2022;260(2):545-51.