

Técnica quirúrgica de la canaloplastia *ab interna* con microcatéter de iTrack™ Advance

Surgical Technique of ab internal canaloplasty with the iTrack™ Advance microcatheter

L. Newball

Resumen

La canaloplastia es un avance único en las cirugías de glaucoma mínimamente invasivas (MIGS, *minimally invasive glaucoma surgery*), que tiene en cuenta la fisiología del paciente para mejorar la facilidad de drenaje del humor acuoso restaurando la vía de drenaje convencional, conservando la anatomía del ángulo y preservando la malla trabecular (MT). Además, puede contribuir a la regulación fisiológica de los niveles de ácido hialurónico (AH) del sistema de drenaje, lo que se cree que compensa el depósito de matriz extracelular en las células de la MT. El proceso consiste en un microcateterismo iluminado que nos confirma la posición del mismo dentro del canal de Schlemm (CS) y actúa de forma mecánica rompiendo cualquier adherencia a lo largo de todo el recorrido del canal, además de empujar las hernias de la MT y la pared interna del canal fuera de los canales colectores (CC), mejorando así el drenaje fisiológico del humor acuoso.

Por otro lado, la inyección a presión de viscoelástico con AH en el CS (viscodistensión) dilata el canal 2-3 veces, junto con el sistema de drenaje distal, favoreciendo el drenaje de humor acuoso hasta el sistema venoso episcleral.

En varios estudios, se han presentado los resultados de la canaloplastia realizada mediante el procedimiento quirúrgico de abordaje interno (*ab interno*) y se ha demostrado su eficacia en la reducción de la presión intraocular (PIO) y la carga de medicación.

Palabras clave: MIGS. Viscodilatación (viscodistensión). Canaloplastia. Canal de Schlemm. Canales colectores. Microcatéter iluminado.

Resum

La canaloplàstia és un avanç únic en les cirurgies de glaucoma mínimament invasives (MIGS) que té en compte la fisiologia del pacient per millorar la facilitat de drenatge de l'humor aquós, restablint la via de drenatge convencional, conservant l'anatomia de l'angle i preservant la malla trabecular (MT). A més, pot contribuir a la regulació fisiològica dels nivells d'àcid hialurònic (AH) del sistema de drenatge, que es creu que compensa el dipòsit de matriu extracel·lular en les cèl·lules de la MT.

El procés consisteix en un microcateterisme il·luminat que ens confirma la posició del mateix dintre del canal de Schlemm (CS) i que actua de forma mecànica trencant qualsevol adherència al llarg de tot el recorregut del canal, a més d'allunyar les hèrnies de la MT i la paret interna del canal dels canals col·lectors (CC), millorant així el drenatge fisiològic de l'humor aquós.

Per altra banda, la injecció a pressió de viscoelàstic amb AH al CS (viscodistensió) dilata el canal $\times 2$ o $\times 3$, junt amb el sistema de drenatge distal afavoreixen el drenatge de l'humor aquós fins al sistema venós episcleral.

En diversos estudis, s'ha presentat els resultats de la canaloplàstia realitzada mitjançant el procediment quirúrgic *ab-intern* i s'ha demostrat la seva eficàcia en la reducció de la pressió intraocular (PIO) i de la càrrega de medicació.

Paraules clau: MIGS. Viscodilatació (viscodistensió). Canaloplàstia. Canal de Schlemm. Canals col·lectors. Microcatéter il·luminat.

Abstract

Canaloplasty is a advancement in micro invasive glaucoma surgeries (MIGS) which works with patient physiology to improve outflow facility. It involves micro catheterization of 360° of Schlemm's canal and pressurized viscodilation of the outflow pathway, offering restoration of the natural pathway rather than altering the anatomical configuration of the angle, maintaining the trabecular meshwork (TM) that somehow helps in the physiological regulation of hyaluronic acid (HA) levels in the drainage system, which is believed to compensate for the deposition of extracellular matrix in TM cells.

Importantly, the comprehensive approach of canaloplasty targets and treats all points of outflow resistance in the conventional outflow pathway. Several peer reviewed studies have documented not only the safety profile but also the effectiveness of canaloplasty. The illuminated microcatheterization process confirms its position within the canal and acts mechanically, breaking any adhesion along the entire length of Schlemm's canal (SC), in addition pushing out the hernias of the TM and the internal wall of the canal that obstruct the collector channels (CC), thus improving the physiological drainage of the aqueous humor. On the other hand, pressure injection of viscoelastic with HA into SC (viscodistension) dilates the canal 2-3 times, together with the distal drainage system, favoring the drainage of aqueous humor to the episcleral venous system. In several studies, the results of canaloplasty performed through the *ab interno* surgical procedure have been presented and its effectiveness in reducing intraocular pressures and medication burden has been demonstrated.

Key words: MIGS. Viscodilation (viscodistension). Canaloplasty. Schlemm's canal. Collector channels. Illuminated microcatheter.

2.1.3.1. Técnica quirúrgica de la canaloplastia *ab interna* con microcatéter de iTrack™ Advance

Surgical Technique of AB Internal Canaloplasty with the iTrack Advance microcatheter

L. Newball

Cirujano Oftalmólogo. Especialista en Glaucoma (APEC). Especialista en Córnea y Cirugía Refractiva (FOSCAL). Director Científico de la Clínica Lynd Newball. San Andrés Isla. Colombia.

Correspondencia:

Lyle Newball

E-mail: drnewball@clinicalyndnewball.com

Introducción

La dinámica del humor acuoso (producción, circulación y drenaje) determina la presión intraocular (PIO), que se considera el principal factor de riesgo para el desarrollo de glaucoma¹. El drenaje del humor acuoso se produce principalmente a través de la vía convencional, que se compone por la MT, el CS y los CC, que, en conjunto, drenan el humor acuoso hacia el sistema venoso episcleral. Con la edad, se desarrolla una mayor resistencia al flujo en estos diferentes componentes del sistema de drenaje, lo que resulta en un aumento de la PIO. En pacientes con glaucoma

de ángulo abierto, este aumento de la resistencia es aún más evidente, desempeñando posteriormente un papel importante en la patogénesis del glaucoma y el compromiso del disco óptico².

Dada la magnitud del sistema de drenaje convencional, este es un objetivo fundamental de muchos tratamientos y cirugías desarrollados para el manejo de pacientes con glaucoma³. La canaloplastia es una de las MIGS que trata todos los aspectos de la vía convencional con una alta eficacia y un mejor perfil de seguridad. Esta cirugía puede ser una alternativa a las cirugías filtrantes tradicionales y puede realizarse mediante abordaje externo (*ab*

externo) o mediante *ab interno*, desarrollado posteriormente, que suele ser eficaz y menos invasivo⁴.

Fisiopatología (resistencia al drenaje)

El sistema de drenaje proximal

Malla trabecular

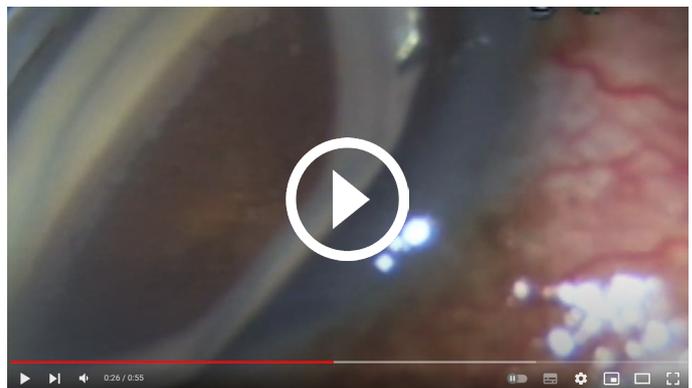
El sistema de drenaje proximal está formado por el trabéculo uveal, corneoescleral y yuxtacanalicular. Tanto el trabéculo uveal como el corneoescleral son muy porosos, por lo que la resistencia al drenaje en estas zonas suele ser baja; en contraposición con el trabéculo yuxtacanalicular que se encuentra junto al CS y está formado por una delgada tira de tejido conectivo cubierto por una sola capa de células endoteliales, lo que se cree que es la principal causa de la disminución del drenaje.

En el glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA), el cambio más destacado que se produce en la MT es la acumulación de material extracelular y elementos fibrilares en el trabéculo yuxtacanalicular, lo que da lugar a una mayor resistencia al drenaje del humor acuoso. Algunas investigaciones han sugerido que las células endoteliales de la MT contrarrestan este desequilibrio mediante la regulación de los niveles de AH de la vía de drenaje, pero con la progresión del GPAA, el número de células endoteliales trabeculares funcionales disminuye, lo que dificulta el mantenimiento de unos niveles de AH suficientes y el control de la PIO⁵⁻⁸.

El sistema de drenaje distal

Canal de Schlemm

El CS desempeña un papel fundamental en la patogénesis del GPAA, ya que el tejido conectivo yuxtacanalicular (TCY) está estrechamente relacionado con la pared interna del CS, en especial, en pacientes con GPAA. A nivel celular, en el GPAA, se observan varios cambios en el TCY y la pared interna del CS, como una reducción considerable de los poros que transportan el humor acuoso a través de la pared interna del CS y una mayor densidad del TCY. En el GPAA, los depósitos de placa se encuentran tanto en las paredes internas como en las paredes externas del canal, y también están relacionados con la propia patogénesis del GPAA. A nivel anatómico, también se ha descubierto que una PIO alta induce colapsos en el CS, lo que provoca herniación y obstrucción en las aberturas de los CC. Esta hernia es más notable en aumentos



Video 1. Gonioscopia provocativa intraoperatoria (resistencia al drenaje).

agudos de la PIO y causa una mayor reducción del flujo de drenaje, el cual queda segmentado, a diferencia del flujo de drenaje más continuo que encontramos en los ojos con una presión normal⁹⁻¹¹. La evaluación del CS y del sistema de drenaje distal en pacientes con GPAA se puede llevar a cabo mediante una gonioscopia provocativa que fuerza la regurgitación sanguínea hacia el CS, lo que permite una mejor visualización del canal. Esto fue sugerido por Stegmann *et al.* cuando disminuyeron la PIO por debajo de la presión venosa episcleral mediante la aspiración del humor acuoso de la cámara anterior (CA) para provocar el reflujo sanguíneo desde las venas ciliares anteriores hacia el CS. A continuación, se observó el reflujo de sangre hacia el canal y se clasificó en tres patrones, indicando varios cambios en el diámetro del canal y mostrando la diferencia entre los canales colectores permeables y los canales colapsados patológicos (Figura 1, Video 1).

Los canales colectores

Los CC se distribuyen de manera circunferencial para conectar el CS con el sistema venoso episcleral. El tamaño del orificio de estos canales es variable, desde 5 hasta 50 micras. Varios estudios han demostrado que, en los ojos con GPAA con una PIO alta, la MT se hernia hacia los orificios de los CC, bloqueando hasta el 90% de estos canales. Esto, a su vez, aumenta la resistencia al flujo y disminuye el drenaje acuoso (Figura 2)^{12,13}.

Evolución de la canaloplastia

La canaloplastia fue concebida por primera vez por Robert Stegmann, MD, profesor y presidente de oftalmología de la Universidad Médica de Sudáfrica, cuando observó que los ángulos cerrados

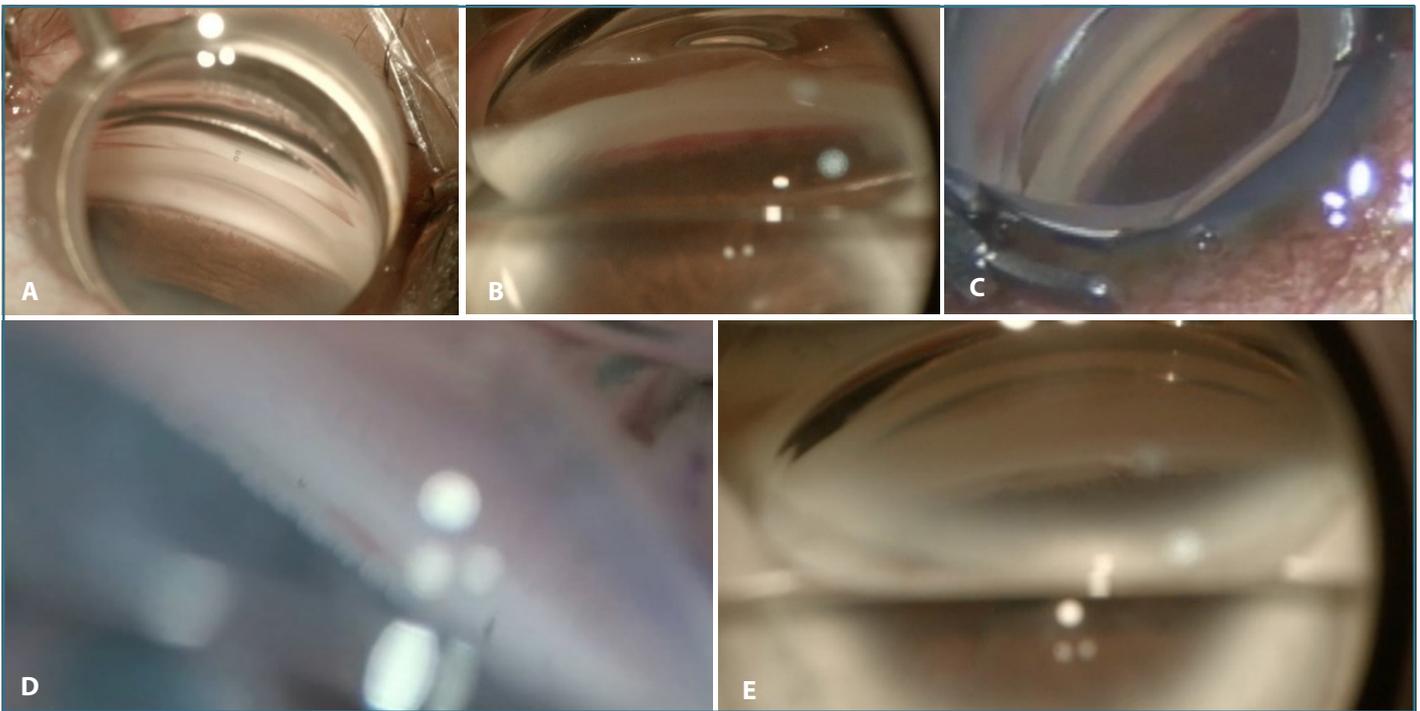


Figura 1. Gonioscopia provocativa intraoperatoria (Video 1). **(A)** Gonioscopia intraoperatoria previa a la evacuación de humor acuoso de la cámara anterior. **(B)** Reflujo de sangre uniforme al canal de Schlemm posterior a la evacuación de humor acuoso de la cámara anterior. **(C)** Reflujo de sangre parcial al canal de Schlemm. **(D)** Reflujo casi ausente de sangre al canal de Schlemm. **(E)** Ausencia de reflujo de sangre al canal, indicativo de canal completamente colapsado y colectores atróficos.

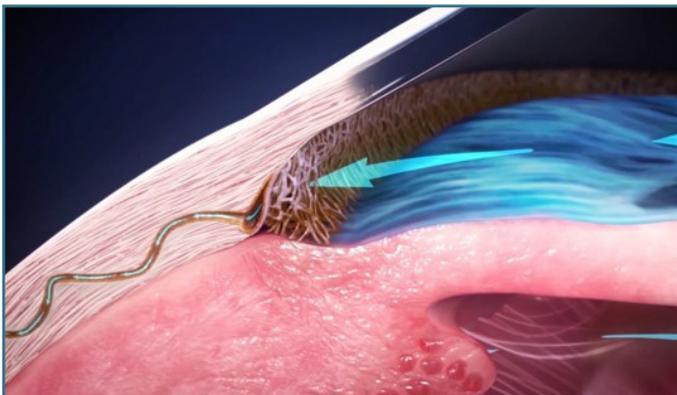


Figura 2. Vía de drenaje convencional del humor acuoso. Flujo de humor acuoso desde la cámara anterior hasta el canal colector.

de la cámara anterior en pacientes con GPAA se abrían cuando se inyectaba hialuronato de sodio. Por lo tanto, concluyó que el hialuronato de sodio actuaba como una barrera física al ciclo fibrinógeno/fibrina, permitiendo la apertura de los ángulos cerrados. Él propuso que se utilizaran los dispositivos viscoquirúrgicos oftálmicos (OVD) en el GPAA para expandir el CS y el sistema de drenaje distal, lo que se conocía como viscocanalostomía¹⁴.

Tras varios avances, sus esfuerzos dieron lugar al diseño de una cánula de metal que se insertaba en el CS mediante disección escleral, para luego inyectar OVD de alto peso molecular en el canal a través de esta. Sin embargo, esto se vio limitado por la falta de flexibilidad de la cánula, que impidió la extensión completa por toda la circunferencia del canal y solo permitió la distensión de una pequeña porción, dejando gran parte del canal sin dilatar. A partir de entonces, continuó su trabajo pionero, y esto dio lugar al primer microcatéter flexible (iTrack™, de Nova Eye Medical, Fremont, Estados Unidos), para facilitar el cateterismo y la viscodistensión a presión de los 360° del CS, lo que dio inicio a una nueva era en el manejo del glaucoma y abrió la puerta a la "canaloplastia"^{15,16}.

Canaloplastia. El último avance en cirugías de glaucoma mínimamente invasivas

La canaloplastia es un avance único en las MIGS, que tiene en cuenta la fisiología del paciente para mejorar la facilidad de drenaje. Esta conlleva el microcateterismo de los 360° del CS y la viscodistensión a presión de la vía de drenaje, lo que resulta en la

restauración de la vía natural manteniendo la estructura del ángulo. Es importante destacar que, mediante un enfoque integral, la canaloplastia aborda y trata todos los puntos de resistencia al drenaje de la vía de drenaje convencional. En varios estudios revisados por expertos externos, se ha demostrado no solo el perfil de seguridad, sino también la eficacia de la canaloplastia. La canaloplastia se puede realizar mediante abordaje externo o interno^{4,17-21}.

Canaloplastia *ab externa*

La canaloplastia *ab externa* se puede realizar como un procedimiento independiente o en combinación con la cirugía de cataratas en pacientes que requieren tanto la extracción de las cataratas como la reducción de la PIO. Varios estudios han demostrado que presenta una buena eficacia reduciendo tanto la PIO como la dependencia de medicamentos para el glaucoma, así como una menor frecuencia de complicaciones quirúrgicas y posquirúrgicas²².

Cuando la canaloplastia se realiza a través de un abordaje quirúrgico externo, se utiliza un microcatéter especial (el iTrack™ 250A, también conocido solo como iTrack™), con una punta atraumática iluminada. Esto sirve como guía quirúrgica y ayuda a localizar la punta del microcatéter en el canal, con el cual también se suministra OVD a presión. La técnica fue descrita al detalle en el estudio clínico intermedio de Lewis *et al.* Esta técnica consiste en realizar una peritomía conjuntival en el limbo, para luego realizar una disección escleral mediante colgajos esclerales superficiales y profundos hasta la exposición del canal, obteniendo así una ventana trabéculo-descemética en el punto quirúrgico que proceda. Posteriormente, se realiza una disección exhaustiva del orificio del canal para permitir el acceso del microcatéter. Con unas pinzas, se introduce la punta del microcatéter en el canal y se avanza con cuidado a través de toda la circunferencia, mientras se observa la punta iluminada a través de la esclerótica. A continuación, se utilizan OVD de alto peso molecular (Healon GV®, Healon GV® Pro o Healon® Pro) para la viscodistensión de la luz del canal. Al final del procedimiento, se puede realizar una sutura tensora de Prolene® 10-0 opcional dentro del CS para garantizar un drenaje acuoso prolongado²³.

Este procedimiento ofrece una reducción de la PIO eficaz similar a otras MIGS o incluso cirugías filtrantes, reduciendo la dependencia a la medicación y pudiendo estar indicada en pacientes con glaucoma de mayor severidad, a la vez que se mantiene un

buen perfil de seguridad al evitar el uso de una ampolla filtrante, así como las complicaciones y riesgos asociados.

Transición a un procedimiento *ab interno*

Dado que la canaloplastia es una cirugía muy versátil, recientemente se ha introducido un procedimiento *ab interno* que se utiliza con frecuencia en casos de glaucoma de ángulo abierto de leve a moderado. Cuando la canaloplastia se realiza mediante un procedimiento *ab interno*, el cirujano realiza una incisión corneal autosellante, preservando así la conjuntiva y la esclerótica para futuros procedimientos, si es necesario, y convirtiéndolo en un procedimiento mínimamente invasivo.

Una diferencia relevante del procedimiento *ab interno* es que, a diferencia del *ab externo*, que se basa en la creación de un lago escleral y una sutura tensora de Prolene® 10-0 para distender la malla trabecular, en esta, el principal mecanismo de acción es la viscodistensión mediante la introducción de OVD a presión a través de la punta iluminada del microcatéter (iTrack™ Advance, de Nova Eye Medical). Se cree que la administración de un OVD con AH en el CS, mientras se va retirando o introduciendo el microcatéter, puede compensar los niveles deficientes de AH relacionados con el GPAA y mejorar así la función celular y la estructura de la vía de drenaje convencional (Tabla 1).

Canaloplastia *ab interna* (mecanismos de acción y técnicas)

Recientemente, ha habido un creciente interés en la canaloplastia *ab interna*, y muchos estudios revisados por expertos han confirmado su eficacia en la reducción de la PIO (alrededor del 30% desde el inicio) y la carga de medicamentos con un perfil de seguridad muy favorable^{19,24-27}.

Se puede realizar utilizando la gama de dispositivos iTrack™, que incluye el iTrack™ 250A para canaloplastia *ab externa* y el iTrack™ Advance diseñado especialmente para la canaloplastia *ab interna*. Ambos dispositivos cuentan con un microcatéter iluminado, mientras que el iTrack™ Advance cuenta con un diseño de inyector manual y una cánula personalizada, ambas características optimizadas para el abordaje *ab interno* (Figuras 3A y 3B).

El mecanismo de acción de la canaloplastia consta de una combinación de factores mecánicos y fisiológicos y, a diferencia de otros procedimientos MIGS que son principalmente de naturaleza focal, es una técnica integral que se centra en todos los aspectos de la resistencia a lo largo de la vía de drenaje convencional, a la vez

que se preserve el tejido de la MT. Esto tiene especial relevancia, ya que la preservación de la MT ayuda en la regulación fisiológica de los niveles de ácido hialurónico (AH) del sistema de drenaje, lo que se cree que compensa el depósito de matriz extracelular en las células de la MT²⁸⁻³⁰.

Tabla 1. Comparación entre el procedimiento *ab externo* y *ab interno*.

	Canaloplastia <i>ab interna</i>	Canaloplastia <i>ab externa</i>
Características	MIGS sin implantes y con preservación del tejido que preservan tanto el ángulo como la conjuntiva	Alternativa quirúrgica a la trabeculectomía sin creación de ampollas
Indicación	Glaucoma leve-moderado	Glaucoma moderado y grave
Incisión	Se realiza mediante una incisión en cornea clara	Se realiza mediante incisión conjuntival
Amplitud	Trata todos los aspectos de la vía de drenaje convencional, es decir, malla trabecular, canal de Schlemm y canales colectores	Trata todos los aspectos de la vía de drenaje convencional; es decir, malla trabecular, canal de Schlemm y canales colectores
Versatilidad	Procedimiento independiente o en combinación con cirugía de cataratas	Procedimiento independiente o en combinación con cirugía de cataratas
Mecanismo de acción	1. Cateterismo 2. Viscodistensión a presión	1. Lago escleral 2. Cateterismo 3. Viscodistensión a presión 4. Sutura tensora (opcional)
Dispositivo de canaloplastia	iTrack™ Advance	iTrack™ 250A
MIGS: cirugías de glaucoma mínimamente invasivas		

El proceso de microcateterismo actúa de forma mecánica rompiendo cualquier adherencia a lo largo de todo el recorrido del CS, además de empujar las hernias de la MT y la pared interna del canal fuera de los CC, mejorando el drenaje fisiológico del humor acuoso.

Por otro lado, la inyección a presión de viscoelástico con AH en el CS (viscodistensión) dilata el canal 2-3 veces, junto con el sistema de drenaje distal. Uno de los primeros estudios *in vitro* sistemáticos (realizado en ojos de primates y de humanos) sobre los efectos histológicos de la viscodistensión del CS, llevado a cabo por Johnstone *et al.*, mostró que se dilataba una mayor longitud y altura anteroposterior del CS en los ojos tratados en comparación con los controles no tratados³¹ (Figura 2).

Con la gama de dispositivos iTrack™ se pueden administrar de forma única más de 100 µL de viscoelástico a lo largo del canal y es el único diseño que permite al cirujano ajustar el volumen de viscoelástico. También es el único dispositivo que permite realizar el cateterismo de los 360° de recorrido del CS en una sola canalización. Con otros dispositivos, solo se pueden canalizar 180° del canal, lo que requiere que el cirujano repita el procedimiento en los 180° restantes.

Esta técnica funciona abriendo el CS, pero también separando las láminas trabeculares y creando microperforaciones en la MT, lo que resulta en una mayor difusión de humor acuoso (Figura 4).

Con la tinción con azul tripán de los OVD, se puede observar que los OVD no solo aparecen dentro de la cámara anterior (CA), sino también en las venas epiesclerales, demostrando así la amplia propagación de los OVD distalmente, más allá de los puntos de obstrucción del CS (Vídeo 2, canaloplastia y tinción con azul tripán + Healon® en venas epiesclerales).



Figura 3. El iTrack™ Advance. (A) Pieza de mano del iTrack™ Advance. (B) Microcatéter del iTrack™ Advance.



Vídeo 2. Canaloplastia y tinción con azul tripán + Healon® en venas episclerales (Dr. Lyle Newball).

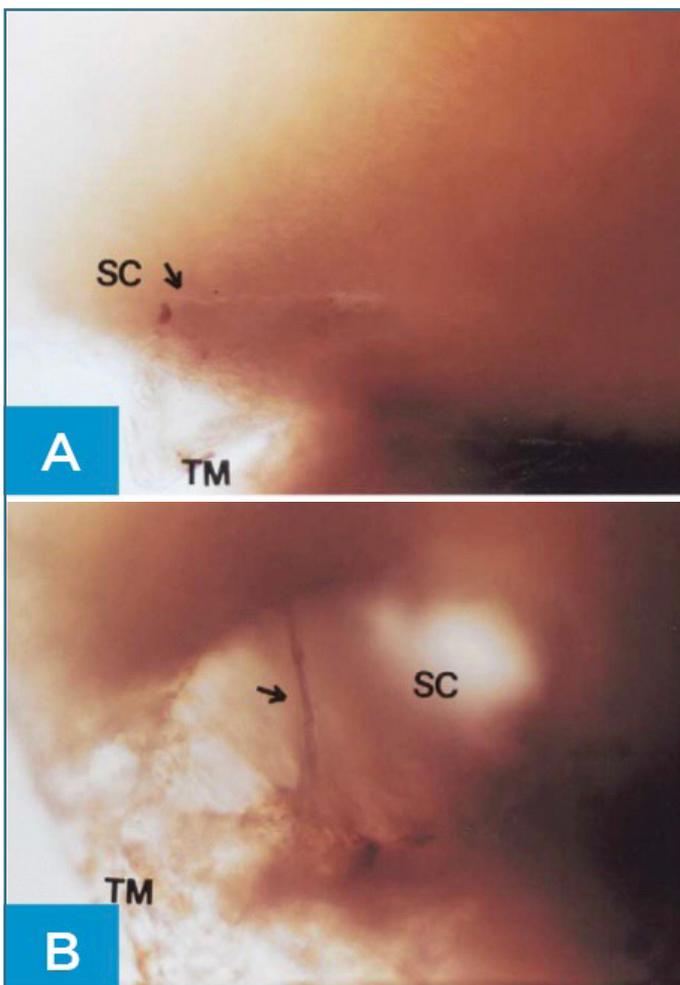


Figura 4. Fotomicrografías representativas del tejido ocular de primates que muestran el canal de Schlemm (CS). (Imágenes cortesía de Johnstone *et al.*). **(A)** Control: el CS no dilatado parece hundido como en secciones gruesas (flecha). **(B)** Inyección viscoelástica: nótase la expansión de la estructura del CS (flecha). CS: canal del Schlemm; MT: malla trabecular.

Otro mecanismo de acción propuesto es que el bajo nivel de AH observado en los ojos con GPAA también se restaura durante la viscodistensión mediante la inyección de AH sintético, y esto, a su vez, puede bloquear la cascada patológica y disminuir la resistencia al drenaje^{24,32-33}.

Pasos quirúrgicos de la canaloplastia *ab interna*

Los principales pasos quirúrgicos para la canaloplastia *ab interna* y la viscodilatación del CS y CC con el microcatéter iTrack™ Advance son los siguientes (Figura 5, Tabla 2, Vídeo 3):

- *Paso 1. Incisión corneal:* desde una orientación temporal, crear una paracentesis en el limbo oblicua de 1-2 mm en la córnea clara. La incisión de paracentesis debe ubicarse a 2-3 sectores horarios de distancia del objetivo de la MT (Figura 5A).
- *Paso 2. Inserción de la cánula:* con la punta de la cánula, perforar la parte superior anterior de la MT pigmentada en un ángulo de 15°, luego liberar la presión hacia adelante con la punta de la cánula y apoyar la punta de la cánula contra la pared escleral con precaución, para que permanezca lo más estática posible. Asegurar que la cánula esté orientada paralela al CS (Figuras 5B, 5C y 5D).
- *Paso 3. Intubación del canal:* utilizar el inyector para avanzar lentamente el microcatéter a lo largo del CS y, si presenta resistencia, ajustar la posición de la punta de la cánula y volver a intentarlo suavemente. Comprobar que el microcatéter está situado en el CS mediante la punta iluminada (Figura 5E, Vídeo 4).
- *Paso 4. Cateterismo:* avanzar el microcatéter 360° alrededor del CS a través de una sola intubación, mantener la punta de la cánula paralela con la pared escleral y avanzar lenta-

Tabla 2. Técnica quirúrgica canaloplastia *ab interna* con iTrack™ Advance. Pasos quirúrgicos.

Pasos quirúrgicos de la canaloplastia *ab interna*:

1. Incisión corneal clara
2. Inserción del microcatéter a través de la malla trabecular
3. Intubación del canal de Schlemm
4. Cateterismo 360°
5. Viscodistensión a presión

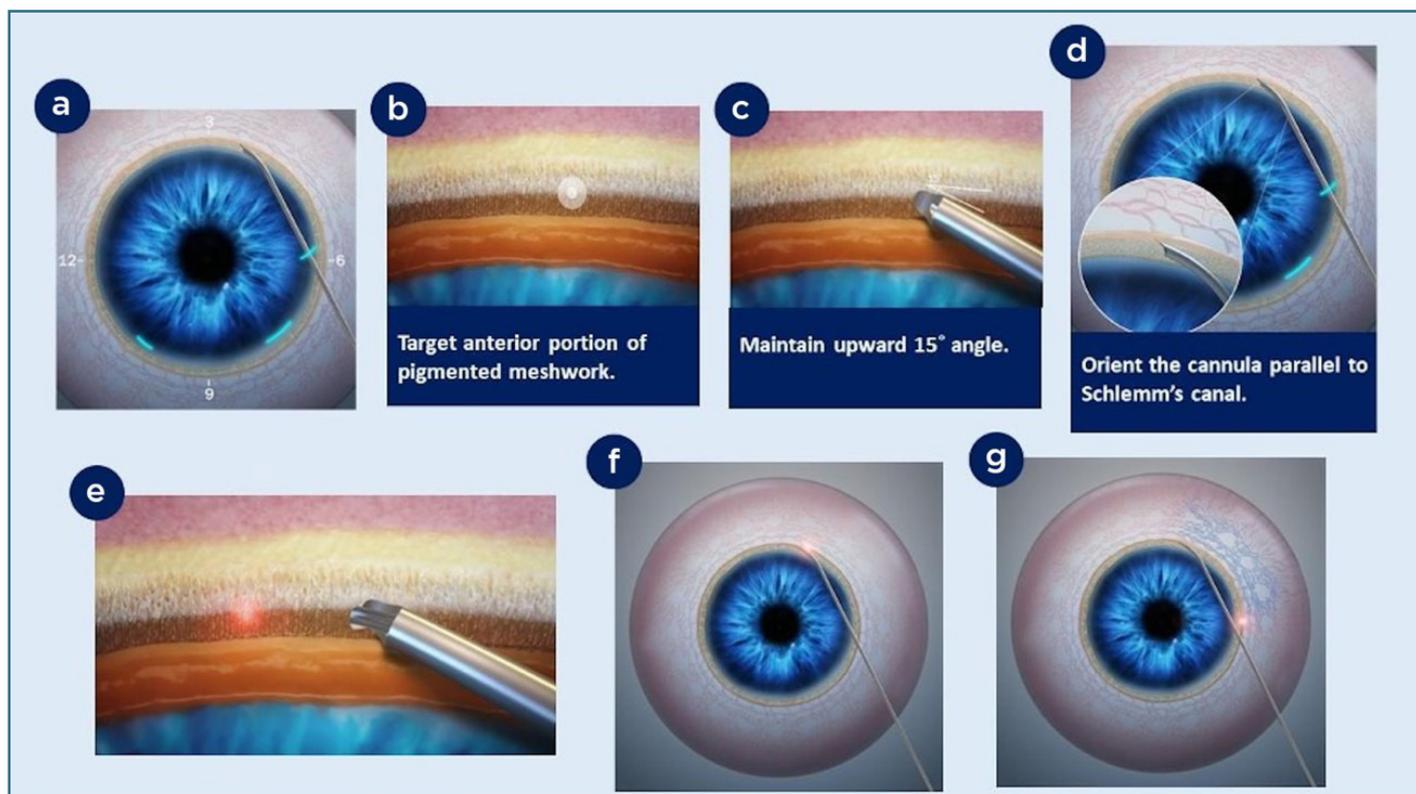
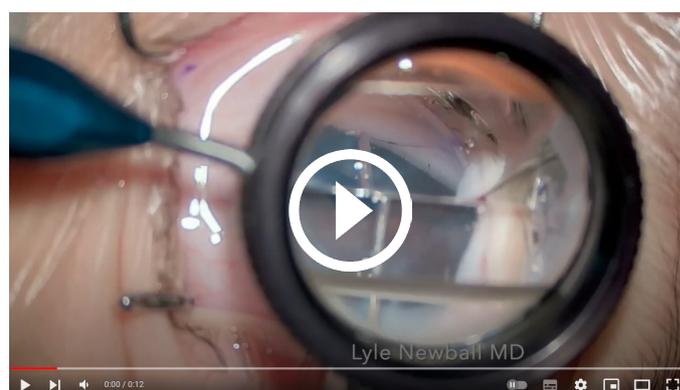


Figura 5. Pasos de la cirugía con el iTrack® Advance (Video 3).



Video 3. Canaloplastia *ab interna*. Pasos de la cirugía (Dr. Lyle Newball).



Video 4. Visualización del canal de Schlemm con la luz del microcatéter de iTrack™.

mente el microcatéter (Figura 5F). Precaución: no aplicar fuerza para hacer avanzar el microcatéter a través del canal.

- **Paso 5. Viscodistensión:** utilizar el inyector para retirar lentamente el microcatéter del CS mientras el ayudante o instrumentista va administrando OVD simultáneamente a través del Viscolnjector™ (Figura 5G).

Cuidados postoperatorios

El antibiótico y corticosteroide tópicos postoperatorios y las gotas se prescriben cuatro veces al día de una a dos semanas cuando se trata de un procedimiento independiente, y se disminuye el corticosteroide de forma gradual durante cuatro semanas cuando se realiza en combinación con la cirugía de cataratas.

Resultados

En varios estudios, se han presentado los resultados de la canaloplastia realizada mediante el procedimiento quirúrgico *ab interno*, y se ha demostrado su eficacia en la reducción de la PIO y la carga de medicación³⁴⁻³⁸.

Koerber y Ondrejka, en una revisión narrativa de 2022 basada en nueve estudios de canaloplastia revisados por expertos, que comprende 365 ojos en total, llegaron a la conclusión de que la reducción de la PIO postoperatoria fue significativa tanto a los 12 meses (-31%) como a los 24 meses (-30%), independiente de si el procedimiento se realizó con o sin cirugía de cataratas. La evaluación de la medicación también mostró una reducción considerable y significativa en el número medio de medicamentos utilizados para tratar el glaucoma a los 12 meses (-68%) y a los 24 meses (-64%) postoperatorios, tanto en pacientes sometidos a canaloplastia independiente como en aquellos que se sometieron a procedimientos combinados. Para evitar que la eliminación de cataratas alterara los resultados al reducir la PIO, Koerber y Ondrejka también presentaron los resultados de la canaloplastia realizada como un procedimiento independiente en 122 ojos y se obtuvieron resultados similares: la PIO se redujo en un 33 y un 30% a los 12 y los 24 meses, respectivamente (de $20,5 \pm 1,9$ mmHg al inicio del estudio a $13,8 \pm 1,0$ mmHg y $14,3 \pm 1,1$ mmHg a los 12-24 meses), y los medicamentos se redujeron en un 57 y un 43 %, respectivamente³⁴.

Seguridad

La canaloplastia es un procedimiento con un perfil de seguridad elevado cuando se realiza mediante un procedimiento *ab interno* y las complicaciones más frecuentes, tales como picos de PIO, se resuelven de manera espontánea. Solo se notificó desprendimiento de la membrana de Descemet en tres estudios, y esta se clasificó como leve y manejable. Otras complicaciones raras incluyeron manchas de sangre en el endotelio, bloqueo pupilar, coágulo de fibrina, subluxación de la lente intraocular y atrofia del iris^{34,38}.

Conclusión/Puntos clave

- Viscodistensión de canal de Schlemm y canales colectores restaurando la vía de drenaje fisiológica del humor acuoso.
- Microcatéter iluminado que nos sirve como guía para saber que estamos avanzando a través del canal de Schlemm.

- La canaloplastia aborda y trata todos los puntos de resistencia al drenaje de la vía convencional.

Bibliografía

1. Aihara M, Crowston J, Grierson I, Honko M, Johnson D, Kaufman P, et al. Basic Science of Intraocular Pressure. *Intraocular Pressure*. 2007;4(1).
2. Tamm ER. The trabecular meshwork outflow pathways: Structural and functional aspects. *Exp Eye Res*. 2009;88(4):648-55.
3. 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.
4. Khaimi MA. Canaloplasty: A Minimally Invasive and Maximally Effective Glaucoma Treatment. *J Ophthalmol*. 2015;2015:485065.
5. Johnson M. 'What controls aqueous humour outflow resistance?' *Exp Eye Res*. 2006;82(4):545-57.
6. Gabelt BT, Kaufman PL. Changes in aqueous humor dynamics with age and glaucoma. *Prog Retin Eye Res*. 2005;24(5):612-37.
7. Aga M, Bradley JM, Keller KE, Kelley MJ, Acott TS. Specialized Podosome- or Invadopodia-like Structures (PILS) for Focal Trabecular Meshwork Extracellular Matrix Turnover. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(12):5353-65.
8. Navajas EV, Martins JR, Melo LA, Saraiva VS, Dietrich CP, Nader HB, et al. Concentration of hyaluronic acid in primary open-angle glaucoma aqueous humor. *Exp Eye Res*. 2005;80(6):853-7.
9. Hong J, Xu J, Wei A, Wen W, Chen J, Yu X, et al. Spectral-Domain Optical Coherence Tomographic Assessment of Schlemm's Canal in Chinese Subjects with Primary Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology*. 2013;120(4):709-15.
10. Johnson M, Chan D, Read AT, Christensen C, Sit A, Ethier CR. The pore density in the inner wall endothelium of Schlemm's canal of glaucomatous eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002;43(9):2950-5.
11. Herrnberger L, Ebner K, Junglas B, Tamm ER. The role of plasmalemma vesicle-associated protein (PLVAP) in endothelial cells of Schlemm's canal and ocular capillaries. *Exp Eye Res*. 2012;105:27-33.
12. Hann CR, Vercnocke AJ, Bentley MD, Jorgensen SM, Fautsch MP. Anatomic Changes in Schlemm's Canal and Collector Channels in Normal and Primary Open-Angle Glaucoma Eyes Using Low and High Perfusion Pressures. *Investigative Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(9):5834-41.
13. Gong H, Francis A. Schlemm's Canal and Collector Channels as Therapeutic Targets. En: Samples JR, Ahmed II, eds. *Surgical Innovations in Glaucoma*. Springer New York; 2014. p. 3-25.
14. Stegmann R, Pienaar A, Miller D. Viscocanalostomy for open-angle glaucoma in black African patients. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25(3):316-22.
15. Grieshaber MC, Pienaar A, Olivier J, Stegmann R. Clinical evaluation of the aqueous outflow system in primary open-angle glaucoma for canaloplasty. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(3):1498-504.
16. Hee M, Conston S, Yamamoto R. Outflow facility after 180 degree catheterization and distal expansion of Schlemm's Canal in perfused cadaver eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45:984.

17. Gallardo MJ. 24-Month Efficacy of Viscodilation of Schlemm's Canal and the Distal Outflow System With iTrack Ab-Interno Canaloplasty for the Treatment of Primary Open-Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2023;15:1591-9.
18. Körber N. Ab interno canaloplasty for the treatment of glaucoma: a case series study. *Spektrum Augenheilkd*. 2018;32(6):223-7.
19. Koerber NJ, Ondrejka S. Four-Year Efficacy and Safety of iTrack Ab-interno Canaloplasty as a Standalone Procedure and Combined with Cataract Surgery in Open-Angle Glaucoma. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2023;240(12):1394-404.
20. Beres H, Scharioth GB. Canaloplasty in the spotlight: surgical alternatives and future perspectives. *Rom J Ophthalmol*. 2022;66(3):225-32.
21. Cagini C, Peruzzi C, Fiore T, Spadea L, Lippera M, Lippera S. Canaloplasty: Current Value in the Management of Glaucoma. *J Ophthalmol*. 2016;2016:1-6.
22. Gallardo M, Supnet R, Ahmed II. Circumferential viscodilation of Schlemm's canal for open-angle glaucoma: ab-interno vs ab-externo canaloplasty with tensioning suture. *Clin Ophthalmol*. 2018; 12:2493-8.
23. Lewis RA, Von Wolff K, Tetz M, Koerber N, Kearney JR, Shingleton BJ, et al. Canaloplasty: Circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal using a flexible microcatheter for the treatment of open-angle glaucoma in adults: two-year interim clinical study results. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(5):814-24.
24. Francis BA, Akil H, Bert BB. Ab interno Schlemm's Canal Surgery. *Dev Ophthalmol*. 2017;59:127-46.
25. Khaimi MA. Long-term medication reduction in controlled glaucoma with iTrack ab-interno canaloplasty as a standalone procedure and combined with cataract surgery. *Ther Adv Ophthalmol*. 2021;13:251584142110451.
26. Gallardo MJ, Dhamdhare K, Dickerson JE. Canaloplasty and Trabeculotomy Ab Interno Combined with Cataract Surgery: 12-Month Outcomes in Hispanic Patients with Open-Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2022;16:905-8.
27. Longfang Z, Die H, Jie L, Mingyuan L, Lixin X, Xiaojing P. Efficacy and safety of *ab interna* canaloplasty for primary open-angle glaucoma. *Ophthalmol CHN*. 2020;29(1):20-5.
28. Guo MS, Wu YY, Liang ZB. Hyaluronic acid increases MMP-2 and MMP-9 expressions in cultured trabecular meshwork cells from patients with primary open-angle glaucoma. *Mol Vis*. 2012;18:1175-81.
29. Knepper PA, Fadel JR, Miller AM, Goossens W, Choi J, Nolan MJ, et al. Reconstitution of Trabecular Meshwork GAGs: Influence of Hyaluronic Acid and Chondroitin Sulfate on Flow Rates. *J Glaucoma*. 2005;14(3):230-8.
30. Pescosolido N, Cavallotti C, Rusciano D, Nebbioso M. Trabecular Meshwork in Normal and Pathological Eyes. *Ultrastruct Pathol*. 2012;36(2):102-7.
31. Smit BA, Johnstone MA. Effects of viscoelastic injection into Schlemm's canal in primate and human eyes. *Ophthalmology*. 2002;109(4):786-92.
32. Khaimi MA. iTrack Tips and Tricks: Pressurized Viscodilation. [Video]. [Internet]. Eyetube. 2023. Disponible en: <https://eyetube.net/videos/vididurilo>
33. Koerber N. A new treatment paradigm with ab-interno canaloplasty for POAG. *Ophthalmology Times Europe*. 2022;18(4)
34. Koerber N, Ondrejka S. Clinical outcomes of canaloplasty via an ab-interno surgical technique using the iTrack device: a narrative review. *Int Ophthalmol*. 2023;43(6):2017-27.
35. Gallardo MJ. 36-Month Effectiveness of Ab-Interno Canaloplasty Standalone versus Combined with Cataract Surgery for the Treatment of Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmol Glaucoma*. 2022; 5(5):476-82.
36. Khaimi M. Ab-Interno Canaloplasty Standalone Versus Combined with Cataract Surgery – 36-Month Outcomes in 1000+ Eyes. En: Annual Meeting ASCRS. Washington: 22-26 Abr 2022.
37. Gallardo MJ, Supnet RA, Ahmed II. Viscodilation of Schlemm's canal for the reduction of IOP via an ab-interno approach. *Clin Ophthalmol*. 2018;12:2149-55.
38. Khaimi MA. Glaucoma: Address the Entire Conventional Outflow Pathway Without Damaging or Removing Tissue. [Internet]. *Glaucoma Physician*. 2021. Disponible en: <https://nova-eye.com/uploads/Glaucoma-Physician-MarchApril2021-Address-the-Entire-Conventional-Outflow-Pathway-Without-Damaging-or-Removing-Tissue.pdf>