



Las leyes de la física en la hernia de iris tras una esclerectomía profunda no perforante: el por qué de la iridotomía

R. Izquierdo-Escámez¹, C. Medina-Martín², R. Gutiérrez-Ezquerro⁴, F. Alarcón-Correcher⁴, J.I. Belda-Sanchis³

¹Residente. ²Adjunta. ³Jefe de Servicio. ⁴Unidad de Glaucoma. Hospital Universitario de Torrevieja, Alicante.

INTRODUCCIÓN

La esclerectomía profunda no perforante (EPNP) ofrece una oportunidad única en la compresión del funcionamiento del sistema de drenaje ocular. Esta cirugía tiene como fin aumentar el flujo de humor acuoso hacia los espacios intraescleral, subconjuntival y supracoroideo, todo a través de la membrana trabéculo descemética (MTD), una vez retirada la pared interna del canal de Schlemm.

La goniopunción es una técnica de manejo postoperatorio de la EPNP¹, consiste en la realización mediante láser Nd:Yag de uno o varios orificios en la MTD con el objetivo de restaurar o aumentar el flujo de humor acuoso hacia dichos espacios. Está indicada cuando objetiva un aumento de la presión intraocular (PIO), ya sea por una disección insuficiente o bien por un engrosamiento de dicha membrana, resultando tras su realización en una normalización de la PIO instantánea².

Una de las complicaciones post quirúrgicas descritas con la EPNP son las hernias de iris. Estas pueden ser secundarias diferentes mecanismos, tales como microperforaciones de la MTD durante la cirugía o durante una coniopunción reglada, traumatismos postoperatorios, incluso pueden producirse de forma espontánea. Su frecuencia se encuentra en torno al 10%, siendo mayor en los casos en los que se precisa realizar una goniopunción durante el primer mes tras la cirugía. Otros factores que incrementan el riesgo de herniación³ serían la presencia de un ángulo estrecho, de ventanas trabeculodesceméticas (VTD) pequeñas y de factores asociados a la técnica de goniopunción como su realización en áreas demasiado próximas a la raíz del iris o con presiones intraoculares altas, lo que resulta en un descenso brusco de

presión intraocular y con ello un mayor riesgo para este tipo de complicaciones.

Respecto a la clínica, los pacientes suelen referir un dolor brusco unilateral, acompañado de corectopia y aumento de la PIO. Sin embargo, en ocasiones cuando las hernias son parciales, pueden presentarse de forma asintomáticas y preservar cierta funcionalidad.

El manejo de la hernia de iris tras esta cirugía es todavía controvertido, sin evidencia robusta y consistente del beneficio de una técnica terapéutica sobre otras. A continuación, se revisarán los principios físicos por los que la iridotomía podría consolidarse como una técnica efectiva y exitosa en la resolución de este tipo de complicaciones.

CASO CLÍNICO

Se presenta el caso de un varón de 46 años con diagnóstico de glaucoma de ángulo abierto en tratamiento con triple terapia en ambos ojos. Se le realizó una EPNP en el ojo izquierdo sin incidencias en el postoperatorio inmediato, sin embargo, a los 5 meses de la cirugía, ante la detección de una PIO de 26 mmHg, se añadió una goniopunción con láser YAG sobre la MTD. En la tomografía de coherencia óptica de segmento anterior se confirmó que se trataba de un efecto de vacío sobre la VTD, también visible mediante gonioscopía (Fig. 1), que se manifestaba mediante una imagen cóncava de la MTD, resuelta tras la goniopunción (Fig. 2). Tras la intervención, la ampolla subconjuntival de nuevo aumentó su tamaño (Fig. 3) y se mantuvo una presión intraocular en 12 mmHg.

A los 7 meses de la goniopunción, el paciente consultó nuevamente por dolor, objetivándose una PIO de 40 mmHg. En la lámpara de hendidura se apreciaba una leve corectopia (Fig. 4) y mediante gonioscopía se confirmó la sospecha diagnóstica, una hernia de iris a través de la VTD (Fig. 5). Tras esto, el paciente nos confirmó frotamientos oculares repetidos. Inicialmente se propuso una estrategia consistente en el empleo de pilocarpina e iridoplastia, no resultando

Correspondencia:

C. Medina-Martín

E-mail: medinamartin.cmm@gmail.com

*C. Medina-Martín y R. Izquierdo-Escámez han tenido una contribución idéntica en la elaboración de este trabajo por lo que ambas comparten el puesto de primeras autoras del mismo.



FIGURA 1. Se muestra una visión gonioscópica de la ventana trabeculodescemética. Podemos apreciar la concavidad de la misma en el momento previo a la goniopunción.



FIGURA 3. Tras la goniopunción, vemos como se reabre la ampolla conjuntival como consecuencia del aumento de filtrado de humor acuoso.

exitosa. Tras ello, se decidió realizar una paracentesis, resolviéndose inicialmente, pero mostrando recurrencias. Por ello, finalmente se procedió a la realización de una iridotomía (Fig. 6) en la zona de herniación que estabilizó la PIO en 11 mmHg hasta el momento (Fig. 7), sin mostrar recurrencias posteriores.

DISCUSIÓN

Las resistencias al flujo de humor acuoso, así como las diferencias de presión entre la cámara an-

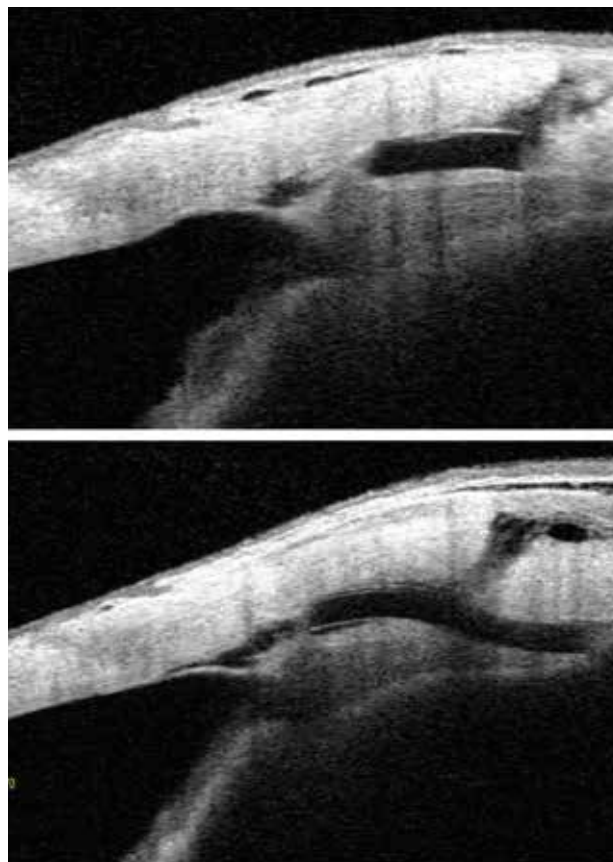


FIGURA 2. Arriba se aprecia una concavidad de la MTD. Debajo vemos cómo se resuelve la misma y aumenta el filtrado de humor acuoso tras la goniopunción. Todo ello se acompañó de una bajada de presión intraocular.

terior y posterior del ojo vienen determinadas por las ecuaciones de Navier-Stokes⁴. En un ojo con una anatomía no modificada, estas ecuaciones junto a ley de Poiseuille explican el equilibrio entre las diferentes presiones intraoculares.

Con la cirugía y la goniopunción, facilitamos el drenaje de humor acuoso hacia vías accesorias y cuando se aplican fuerzas extraoculares, tales como una maniobra de Valsalva o la manipulación del globo ocular, se puede producir un efecto de vacío adicional que empujaría el iris hacia la VTD. Este efecto es conocido como efecto Venturi y en él se sustenta el principio de Bernoulli, el cual nos dice que, si la velocidad de un líquido o aire se incrementa, la presión baja y viceversa⁵ y con ello, se genera un vector de desplazamiento. Este principio es aplicado en muchas situaciones cotidianas de la vida como la elevación de un avión, en la posibilidad de marcar un gol desde la esquina del campo o en el desplazamiento de un barco de vela. Especialidades médicas como Neumología, Anestesia y Cardiología aplican este principio en diferentes patologías, como

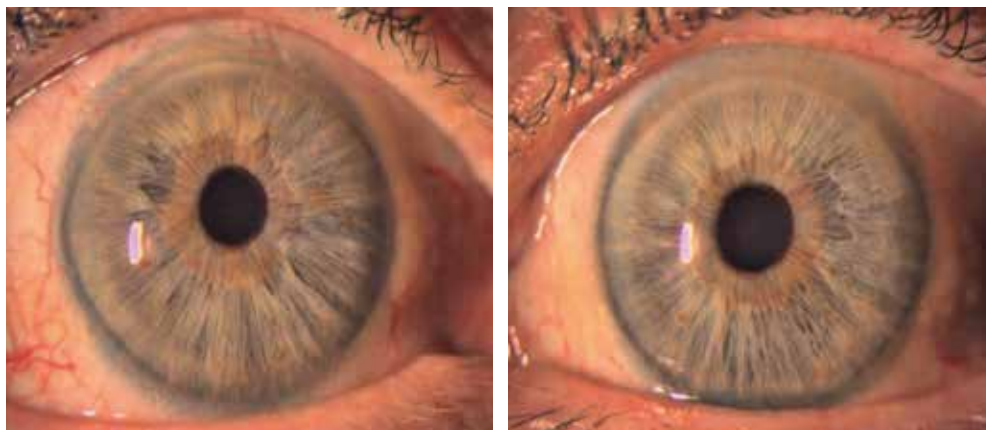


FIGURA 4. El paciente presenta una subida de presión, dolor y una leve corectopia del ojo derecho. La segunda imagen muestra el ojo izquierdo, sin sintomatología y exploración normal.

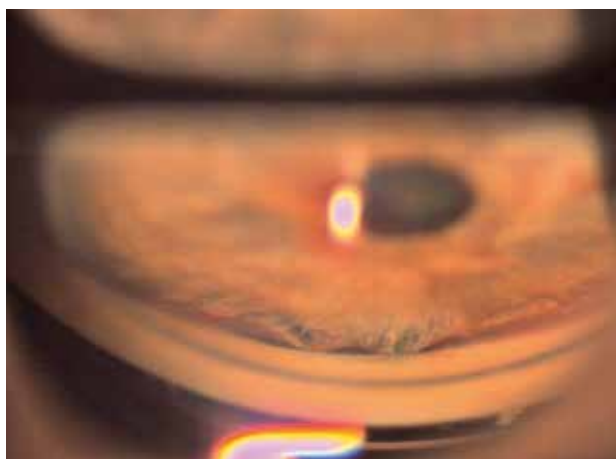


FIGURA 5. Visión gonioscópica de hernia de iris a través de la MTD.

por ejemplo en la estenosis aórtica explicada por hemodinámica ecocardiográfica^{4,6}. En lo que a la Oftalmología concierne, es conocido que el efecto Venturi explicaría parte del funcionamiento de algunos de los equipos de facoemulsificación y vitrectomía. Por otro lado, algunos autores han descrito este principio en los cerclajes oculares utilizados para los desprendimientos de retina⁷ o para explicar la fisiopatología de las enfermedades paquicoroideas⁸. Sin embargo, no hemos encontrado bibliografía en la literatura que aplique este principio a la unidad anatómica del glaucoma.

Trasladando esta patología a una comparativa de navegación, si imaginamos que el iris actúa como la vela de un barco^{9,10}, la cara posterior del iris sería el barlovento de la vela, es decir donde incide el viento (Fig. 8). Cuando aumenta la presión en este lugar por fuerzas extraoculares como el simple parpadeo, al mismo tiempo, en la cara anterior del iris (o sotavento de la vela) habría menor presión y con ello un aumento de la velocidad de flujo del humor acuoso. Por ellos, el iris se desviaría hacia la zona de menor presión y



FIGURA 6. Visión gonioscópica del lugar de la goniopunción (GP) y de la iridotomía.

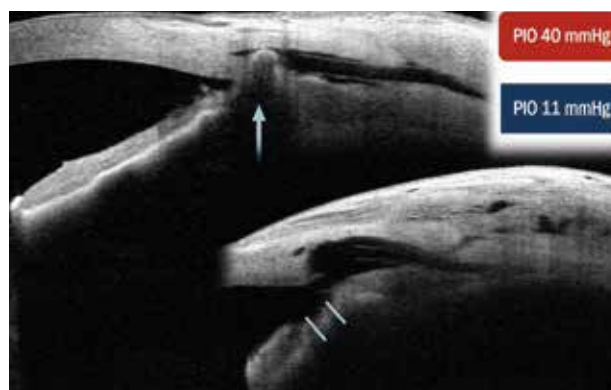


FIGURA 7. Imagen de OCT-SA comparativa de la hernia de iris resuelta tras la iridotomía.

cuanto mayor sea el embolsamiento del iris, más empuje y mayor diferencia de velocidades existirían hasta tal punto de que la succión comenzaría a tener un papel mayor que la fuerza de empuje. Finalmente, esta fuerza se descompone en vectores direccionales, impulsando el iris hacia la VTD. Cuando creamos una de comunicación de ambos espacios a través del iris, se compensarían las diferencias de presión evitando esta desviación y, por tanto, la herniación del iris (Fig.9).

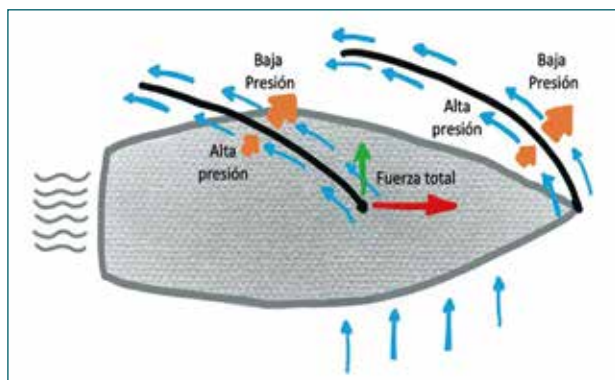


FIGURA 8. Representación de la mecánica de un barco de vela a través de la ley de Bernoulli.

Tras el éxito de la intervención en este caso índice y en base a estos argumentos de física, hemos procedido a corroborar nuestra teoría en sucesivos pacientes con hernia de iris, describiendo esta técnica de forma sistemática para que sirva como opción terapéutica preferente.

A continuación se describe paso a paso la técnica en cuestión:

1. Instilación de pilocarpina.
2. Iridoplastia con láser argón sobre la zona encarcelada.
3. Iridotomía con láser Nd:Yag. Obtenemos una visión gonioscópica mediante la lente Latina, impactando en la zona más próxima a la VTD donde previamente hemos aplicado laser Argón.
4. Tratamiento médico con pilocarpina c/8h durante 7 día, Dexametasona en colirio c/ 8- 12h.

Como alternativa a esta estrategia, algunos autores han propuesto la realización de iridoplastia¹¹. Dada la baja incidencia de hernias publicadas y la escasa experiencia actual, consideramos que estas maniobras podrían no ser necesarias como método preventivo y sin embargo, si consideramos muy efectiva una buena técnica quirúrgica y de goniopunción.

Para los casos más complejos, en pacientes con grandes hernias o con escasa colaboración en los que no es posible una iridotomía funcional y cercana a la raíz del iris, decidimos aplicar la misma ley para modificar la técnica quirúrgica de reposición de iris. Bajo una visión gonioscópica (lente gonioscópica manual o lente de Ahmed) se realizó una desincarceración manual del iris seguida de una iridotomía con el vitreotomo, con excelente resultado. Hasta el momento, estos y otros casos de menor complejidad fueron resueltos con la técnica descrita y se mantienen actualmente con presiones intraoculares estables, cirugías funcionales y asintomáticos.

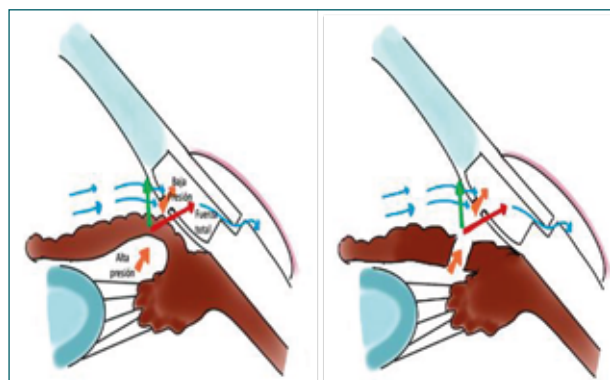


FIGURA 9. Aplicación gráfica de las leyes Bernoulli aplicadas a la herniación de iris.

Por todo ello, proponemos esta técnica de iridotomía como la solución eficaz y efectiva para la mayoría de las hernias de iris.

CONCLUSIÓN

Las presiones extraoculares ejercidas en situaciones como el frotamiento ocular o con las maniobras de Valsalva pueden tener un papel relevante en la aparición de hernias de iris postquirúrgicas. Esta implicación podría ser explicada por la ley de Bernoulli.

La aplicación de estos principios de la Física nos ha permitido comprender mejor su mecanismo fisiopatológico y nos han guiado para establecer una nueva alternativa terapéutica sencilla y resolutive, la iridotomía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gesser C, Klemm M. [Post-surgical treatment after non-penetrating glaucoma surgery: the goniopuncture]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2014 Jun;231(6):631–5.
2. Lerner S, Fabian, García Feijó J, Pablo Júlvez JE. *Glaucoma. JOURNAL*; 2020.
3. Muñoz Negrete FJ, Rebolledo Fernández G, Sánchez Salorio Manuel, Laboratorios Allergan (Madrid). *Manejo postoperatorio de la cirugía filtrante y sus complicaciones*. 2001 [cited 2024 Jan 14]; Available from: https://books.google.com/books/about/Manejo_postoperatorio_de_la_cirugia_C3%ADa_fil.html?hl=es&id=TP5AAgAACAAJ
4. Gill H, Fernandes J, Chehab O, Prendergast B, Redwood S, Chiribiri A, et al. Evaluation of aortic stenosis: From Bernoulli and Doppler to Navier-Stokes. *Trends Cardiovasc Med*. 2023 Jan;33(1):32–43.
5. Hicks JW, Badeer HS. Gravity and the circulation: "open" vs. "closed" systems. *Am J Physiol*. 1992 May;262(5 Pt 2):R725–32.
6. Hussain-Amin A, Parekh A, Mohan J. *Basic Concepts of Echocardiography Hemodynamics*. 2023.
7. Wong D, Chan YK, Bek T, Wilson I, Stefánsson E. Intraocular currents, Bernoulli's principle and non-drainage scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment. *Eye (Lond)*. 2018 Feb;32(2):213–21.
8. Nishi O, Yasukawa T. Hydrodynamic Analysis of the Clinical Findings in Pachychoroid- Spectrum Diseases. *J Clin Med*. 2022 Sep 5;11(17).
9. Luca Zapparoli. *La Vela: Aerodinámica y técnica*. 2012.
10. Schult Joachim. *Teoría y práctica de las velas : nuevos diseños : materiales modernos : trimado y optimización*. 2006;
11. D LFJM. Aductive laser iridoplasty and laser goniopuncture after non-perforating trabeculectomy. *Cesk Slov Oftalmol*. 2013 Mar;69(1):3–7.