

### 3.3. Ciclocoagulación del cuerpo ciliar a través de ultrasonidos (HIFU)

### *Cyclophotocoagulation ciliar body through ultrasounds (HIFU)*

**J. Rosandic<sup>1</sup>, M. Canut<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Residente de Oftalmología. Centro de Oftalmología Barraquer. Instituto Universitario Barraquer. Barcelona.

<sup>2</sup>Coordinadora. Departamento de Glaucoma. Centro de Oftalmología Barraquer. Instituto Universitario Barraquer. Barcelona.

#### Correspondencia:

Jurja Rosandic

E-mail: jurja.rosandic@gmx.at

#### Introducción

Es conocido que la presión intraocular (PIO) elevada es el único factor de riesgo para el tratamiento del glaucoma que podemos tratar de manera directa, siendo el resultado un equilibrio entre la producción y la eliminación de humor acuoso<sup>1,2</sup>. Todos los tratamientos para el glaucoma tienen como objetivo reducir la PIO usando dos mecanismos de acción: reduciendo la producción de humor acuoso (tratamiento médico, destrucción del cuerpo ciliar) o aumentando la salida de este del ojo (tratamiento médico y quirúrgico). Parece haber consenso en que la escala terapéutica se inicie con tratamiento médico, seguido por tratamiento quirúrgico (siendo la cirugía filtrante el método de referencia), y suelen reservarse los procedimientos ciclodestructivos para estadios avanzados o glaucomas refractarios<sup>3</sup>.

Existen muchos métodos para destruir los procesos ciliares, provocando una necrosis del cuerpo ciliar por coagulación, llevándose a cabo mediante coagulación del cuerpo ciliar provocada por calor (laser, microondas) o bien mediante frío (crioterapia)<sup>4,9</sup>. Todos estos métodos tienen dos principales desventajas para su uso clínico. Primero, que no son métodos selectivos y con frecuencia pueden causar daño a las estructuras adyacentes y provocar inflamación intraocular; la energía

del láser se absorbe por el tejido pigmentado, y por tanto puede provocar daño al iris y la coroides. En segundo lugar, estos métodos tienen una relación dosis-efecto imprevisible, lo que impide una exacta predicción del efecto hipotensor resultante del tratamiento aplicado. Las complicaciones más temibles descritas son el mayor riesgo de hipotonía ocular, *ptosis bulbi*, inflamación y desprendimiento de retina<sup>4,9</sup>.

#### Historia del uso de ultrasonidos en procedimientos ciclodestructivos

Para intentar superar estos inconvenientes se desarrolló un nuevo método de ultrasonidos (HIFU, *high intensity focused ultrasound*) cuyo objetivo es una selectiva y precisa destrucción del cuerpo ciliar, sin afectación de las estructuras adyacentes.

Para destruir selectivamente el tejido del cuerpo ciliar, la HIFU se presentó primero, a finales de los años 1980, en los Estados Unidos por Coleman *et al.*<sup>10</sup> (Sonocare Therapeutic Ultrasound System Model, Sonocare Inc., Ridgewood, NJ, USA), y posteriormente en Europa. Se le atribuye un buen control de la PIO. En comparación con el láser, los ultrasonidos pueden ser enfocados a través de medios oculares opacos y con una controlada absorción de la energía. De esa manera se minimiza el impacto sobre las estructuras adyacentes, y el efecto es

independiente del grado de pigmentación del cuerpo ciliar. El primer HIFU (*Sonocare Therapeutic Ultrasound System*), aunque resultaba ser efectivo para bajar la PIO, tenía ciertas desventajas: largo tiempo de realización con baja frecuencia (5 MHz) y técnicamente más complejo<sup>10-13</sup>. Además, se observaban elevaciones de la PIO con bastante frecuencia en el postoperatorio. También, en raras ocasiones y en casos de pacientes con glaucoma congénito, se han producido complicaciones graves, como perforación o adelgazamiento escleral. También se han observado otras complicaciones, como inflamación, uveítis crónica, catarata y pérdida de agudeza visual. A causa de estas complicaciones con el uso de Sonocare, la HIFU para ciclodestrucción se abandonó gradualmente en los años 1990.

El nuevo medio de ciclocoagulación con ultrasonidos HIFU se llama EyeOP1 (Eye Tech Care, Rillieux-la-Pape, France)<sup>14</sup>. Es un tratamiento no invasivo y puede aplicarse con anestesia local. Este método usa unos pequeños transductores para producir HIFU. En comparación con el método anterior de Sonocare, se han producido varios cambios para proporcionar un tratamiento que sea más simple, más rápido, más seguro y más preciso<sup>14-16</sup>.

## Técnica quirúrgica

El cono de enganche, hecho de polímero, está colocado en contacto directo con el ojo y eso proporciona una buena colocación de los transductores en cuanto a centrado y distancia. En la base del cono, un anillo de succión permite la aplicación de vacío de bajo nivel (150 mmHg) y hace que el cono se mantenga en contacto con el ojo (Figura 1). Un anillo de 30 mm de diámetro y 15 mm de altura contiene seis elementos activos piezoelectricos, que se insertan en la parte superior del cono. La cavidad creada entre el ojo, el cono y la sonda (4 ml) se rellena con solución salina balanceada (BSS, Alcon Inc., Fort Worth, TX, USA) (Figura 2, Vídeo 1 y Vídeo 2).

Existen tres modelos de EyeOP1, con diferentes diámetros del anillo y equipados con seis transductores. Dependiente del diámetro, los seis impactos en forma de cilindro están centrados sobre una circunferencia de 11, 12 o 13 mm. Se evita la aplicación en los meridianos nasal y temporal. Debido al uso de alta frecuencia (21 MHz), se obtiene la coagulación de los procesos ciliares y una reducción de la inflamación posquirúrgica<sup>14-16</sup>.

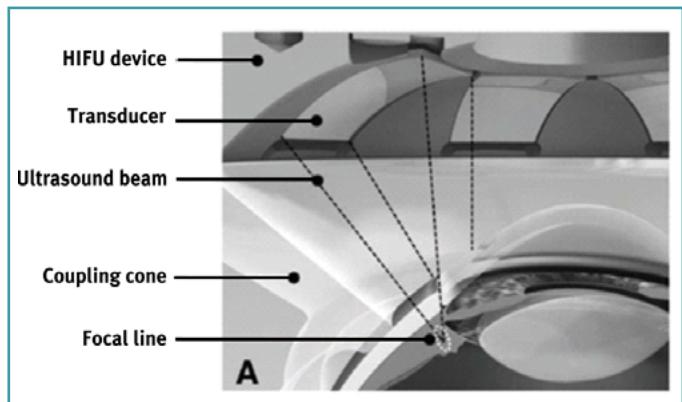


Figura 1. Cono de enganche de HIFU (EyeOP1).

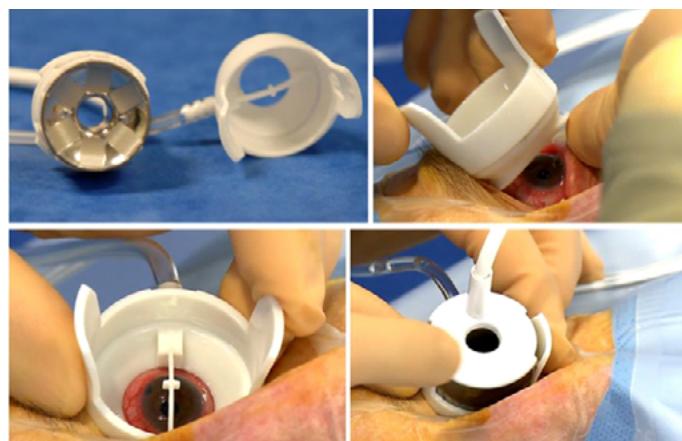


Figura 2. Técnica de HIFU (EyeOP1).



Vídeo 1. Demostración de la técnica. (Los autores no manifiestan ningún interés comercial con el producto).

Los estudios histológicos muestran una localizada necrosis por coagulación del cuerpo ciliar, sin daño de las estructuras adyacentes, incluidos la esclera y el cristalino.



**Vídeo 2.** Demostración de la técnica. (Los autores no manifiestan ningún interés comercial con el producto).

La intervención completa se realiza sin necesidad de modificar los ajustes, lo cual reduce significativamente su duración. El cirujano puede escoger el tiempo de duración de la aplicación de los ultrasonidos en cada sector, que puede variar entre 4 y 6 segundos. El tiempo de reposo entre aplicaciones de un sector a otro es de 20 segundos. La duración total del procedimiento es de aproximadamente 2 minutos.

Dada la virtud del cono de engancharse bien y así mantener el centrado y el posicionamiento, la intervención es bastante fácil de realizar con una corta curva de aprendizaje<sup>14-18</sup>.

## Anestesia

En la gran mayoría de los procedimientos realizados hasta ahora se usó anestesia regional (peribulbar o retrobulbar). Con el uso de anestesia regional es muy importante intentar evitar quemosis conjuntival, dado que esta dificulta el correcto posicionamiento del cono y puede alterar la eficacia del tratamiento<sup>19</sup>.

También es posible realizar el procedimiento mediante anestesia tópica, pero con la desventaja de que algunos pacientes notan dolor durante la aplicación de los ultrasonidos. Para minimizar el dolor, puede añadirse una ligera sedación intravenosa.

## Cuidado postoperatorio

En el tiempo postoperatorio la inflamación suele ser limitada y los pacientes pueden tratarse con corticoides tópicos o antiinflamatorios no esteroideos (AINE) en dosis bajas. El

tratamiento hipotensor preoperatorio suele mantenerse sin modificar durante 1-2 meses, y en función de la reducción de la PIO posteriormente puede irse reduciendo<sup>19</sup>. Los controles en el postoperatorio suelen ser el día después de la intervención, al cabo de 1 semana y al mes.

## Indicaciones

El primer estudio piloto<sup>15</sup> realizado con el dispositivo EyeOP1 para ciclocoagulación con ultrasonidos se trataba de un estudio prospectivo en pacientes con glaucoma refractario. Fueron incluidos pacientes con glaucoma refractario primario y secundario, como mínimo con una cirugía filtrante previa y con afectación del campo visual muy marcada. Los pacientes tenían diferentes tipos de glaucoma: glaucoma primario de ángulo abierto, glaucoma neovascular, glaucoma congénito y glaucoma primario de ángulo cerrado. Fueron tratados 12 ojos de 12 pacientes, divididos en dos grupos: en el primero, la duración del impacto era de 3 segundos, y en el segundo grupo era de 4 segundos. Aunque estos pacientes tenían valores preoperatorios altos de PIO (35,6 mmHg de media en un grupo y 39,1 mmHg en el otro, respectivamente), se consiguió un descenso de la PIO en el primer grupo del 33% y en el segundo grupo del 45%, sin observar mayores complicaciones durante el estudio.

El segundo estudio<sup>17</sup> a señalar tenía el objetivo de valorar el tratamiento con ciclocoagulación con ultrasonidos en pacientes con glaucoma refractario primario de ángulo abierto. Fue un estudio realizado de forma prospectiva, que incluyó 28 ojos tratados de 28 pacientes que habían sido sometidos a cirugía filtrante previa, pero el campo visual estaba menos afectado que en los pacientes del primer estudio. En todos los pacientes la PIO era  $>21$  mmHg, con una media de 3,8 fármacos hipotensores. La duración del impacto fue siempre de 6 segundos. Se consiguió una bajada de la PIO de un 26% de promedio, sin observar mayores complicaciones.

Otro estudio<sup>18</sup> a referenciar se trata de un estudio prospectivo multicéntrico, cuyo objetivo era valorar la seguridad y la eficacia del HIFU, usando el modelo EyeOP1, en pacientes con glaucoma en tratamiento médico sin cirugía filtrante previa. Se trataron con ciclocoagulación mediante ultrasonidos de forma circular 30 ojos de 30 pacientes, 25 con glaucoma

primario de ángulo abierto y 5 con glaucoma secundario. La duración de los impactos era de 6 segundos. Como éxito se valoró una reducción de la PIO >20% o >5 mmHg en la última visita (después de 12 meses). La tasa de éxito fue del 66% (19 de 30 ojos). En siete pacientes tuvo que realizarse cirugía filtrante por falta de reducción de la PIO. No se constataron complicaciones mayores.

## Contraindicaciones

Existen contraindicaciones para el procedimiento de ciclocoagulación con ultrasonidos<sup>19</sup>:

- Desprendimiento de retina previo con cerclaje.
- Marcado adelgazamiento de la esclera.
- Buftalmos.
- Nanoftalmos.
- Cristalino subluxado/luxado.

## Conclusiones

La ciclocoagulación con ultrasonidos es un método efectivo y bien tolerado para reducir la PIO en los pacientes con glaucoma. Las principales ventajas de la técnica son su simplicidad y reproducibilidad: fácil de realizar, corta curva de aprendizaje y pocas complicaciones postoperatorias. El nuevo método HIFU con ultrasonidos parece ser más seguro que otros procedimientos ciclodestructivos.

## Tips

- ✓ La ciclocoagulación con ultrasonidos es un método testado para el tratamiento del glaucoma.
- ✓ Baja tasa de complicaciones.
- ✓ Indicado en glaucomas refractarios.
- ✓ Existe experiencia en glaucomas primarios refractarios al tratamiento médico.

## Bibliografía

1. Weinreb RN, Khaw PT. Primary open-angle glaucoma. *Lancet*. 2004;363:1711-70.
2. Leske MC, Heijl A, Hussein M, Bengtsson B, Hyman L, Komaroff E. Early manifest glaucoma trial group. Factors for glaucoma progression and the effect of the treatment: the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol*. 2003;121:48-56.
3. American Academy of Ophthalmology preferred practice patterns. Primary open-angle glaucoma. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2010.
4. De Roeth A Jr. Cryosurgery for the treatment of glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1965;63:189-204.
5. Al-Ghamdi S, Al-Obeidan S, Tomey KF, et al. Transscleral neodymium: YAG laser cyclophotocoagulation for end-stage glaucoma, refractory glaucoma, and painful blind eyes. *Ophthalmic Surg*. 1993;24:526-9.
6. Hamard P, Gayraud JM, Kopel J, et al. Treatment of refractory glaucoma by transscleral cyclophotocoagulation using semiconductor diode laser. Analysis of 50 patients followed up over 19 months. *J FR Ophthalmol*. 1997;20:125-33.
7. Uram M. Ophthalmic laser microendoscope ciliary process ablation in the management of neovascular glaucoma. *Ophthalmology*. 1992;99:1823-8.
8. Sabri K, Vernon SA. Scleral perforation following trans-scleral cyclodiode. *Br J Ophthalmol*. 1999;83:502-3.
9. Maus M, Katz LJ. Choroidal detachment, flat anterior chamber and hypotony as complications of neodymium:YAG laser cyclophotocoagulation. *Ophthalmology*. 1990;97:69-72.
10. Coleman D, Lizzi F, Driller J, et al. Therapeutic ultrasound in the treatment of glaucoma, II: clinical applications. *Ophthalmology*. 1985;92:347-52.
11. Valtot F, Kopel J, Haut J. Treatment of glaucoma with high intensity focused ultrasound. *Intern Ophthalmol*. 1989;13:167-70.
12. Muratore R. A history of the Sonocare CST-100: the first FDA approved HIFU device. *Journal*. 2006;XX:508-12.
13. Burgess SE, Silverman RH, Coleman DJ, et al. Treatment of glaucoma with high intensity focused ultrasound. *Ophthalmology*. 1986;93:831-8.
14. Charrel T, Aptel F, Birer A, et al. Development of miniaturized HIFU device for glaucoma treatment with conformal coagulation of the ciliar bodies. *Ultrasound Med Biol*. 2011;37:742-54.
15. Aptel F, Charrel T, Lafon C, et al. Miniaturized high-intensity focused ultrasound device in patients with glaucoma: a clinical pilot study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(14):8747-53.
16. Aptel F, Charrel T, Palazzi X, Chapelon JY, Denis P, Lafon C. Histologic effects of a new device for high-intensity focused ultrasound cyclocoagulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51:5092-8.
17. Aptel F, Dupuy C, Rouland JF. Treatment of refractory open-angle glaucoma using ultrasonic circular cyclocoagulation: a prospective case series. *Curr Med Res Opin*. 2014;30:1599-605.
18. Aptel F, Denis P, Rouland JF, Renard JP, Bron A. Multicenter clinical trial of ultrasonic circular cyclocoagulation in glaucoma patients without previous filtering surgery. Results at 12 months. EVER Nice; October 2014.
19. Aptel F, Denis P. Ultrasonic circular cyclocoagulation. En: Samples JR, Ahmed IIK, editores. *Surgical innovations in glaucoma*. New York: Springer Science + Business Media;2014;113-27.