

# Ciclofotocoagulación transescleral con láser de diodo micropulsado

## *Micropulse transscleral cyclophotocoagulation*

A. Sempere Esteve, I. Marcantonio, C. Castellà Capsir

### Resumen

La ciclofotocoagulación transescleral de onda continua con láser de diodo micropulsado (TSCPC-MP, *micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation*) no es propiamente una técnica de cirugía mínimamente invasiva de glaucoma (MIGS, *minimally invasive glaucoma surgery*), pero tiene algunas características en común, como el ser una cirugía ambulatoria, poco invasiva y asociarse a una rápida rehabilitación. La TSCPC es un procedimiento cicloablato que clásicamente se ha reservado para casos de glaucoma avanzado o refractarios. Pero el mayor perfil de seguridad del TSCPC-MP ha ampliado las indicaciones de este láser para glaucomas leves y moderados. Este procedimiento micropulsado implica el uso de un láser de diodo de 810 nanómetros (nm) que divide la aplicación de la energía en pulsos cortos separados por pausas más largas, consiguiendo reducir la cantidad y la acumulación de energía térmica sobre el cuerpo ciliar/*pars plana* produciendo un menor daño a los tejidos. Este capítulo revisa sus indicaciones, beneficios, riesgos y resultados de la TSCPC-MP en pacientes con glaucoma en fase inicial.

**Palabras clave:** Ciclodiodo transescleral. MIGS. Micropulso. Glaucoma inicial. Hipertensión ocular.

### Resum

La ciclofotocoagulación transescleral d'ona continua amb làser díode micropulsat (TSCPC-MP, *micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation*) no és pròpiament una tècnica MIGS (*minimally invasive glaucoma surgery*) però té algunes característiques en comú com ser una cirurgia ambulatoria, poc invasiva i associar-se a una ràpida rehabilitació. La TSCPC és un procediment cicloablatiu que clàssicament s'ha reservat per a casos de glaucoma avançat o refractaris. Però el major perfil de seguretat del TSCPC-MP ha ampliat les indicacions d'aquest làser per a glaucomes lleus i moderats. Aquest procediment micropulsat implica l'ús d'un làser de díode de 810 nm que divideix l'aplicació de l'energia en polsos curts separats per pauses més llargues aconseguint reduir la quantitat i l'acumulació d'energia tèrmica sobre el cos ciliar/*pars plana* produint un menor mal als teixits. Aquest capítol revisa les seves indicacions, beneficis, riscos i resultats de la TSCPC-MP en pacients amb glaucoma en fase inicial.

**Paraules clau:** MIGS. Ciclodíode transescleral. MIGS. Micropols. Glaucoma inicial. Hipertensió ocular.

### Abstract

Transscleral cyclophotocoagulation with micropulsed laser (TSCPC-MP) is not exactly a minimally invasive glaucoma surgery (MIGS) technique, but it has some characteristics in common such as being an outpatient, minimally invasive surgery and being associated with rapid rehabilitation. The TSCPC is a cycloablative procedure that has classically been reserved for advanced or refractory glaucoma. But the greater safety profile of the TSCPC-MP has expanded the indications for this laser for mild and moderate glaucomas. This micropulsed procedure involves the use of an 810 nm diode laser that divides the application of energy into short pulses separated by longer pauses, reducing the amount and accumulation of thermal energy on the ciliary body/*pars plana*, producing less damage to the tissues. This chapter reviews the indications, benefits, risks, and outcomes of TSCPC-MP in patients with early-stage glaucoma.

**Key words:** Transscleral cyclodiode. MIGS. Micropulse. Early glaucoma. Ocular hypertension.

## 4.1. Ciclofotocoagulación transescleral con láser de diodo micropulsado

### *Micropulse transscleral cyclophotocoagulation*

**A. Sempere Esteve, I. Marcantonio, C. Castellà Capsir**

*Hospital Universitari Joan XXIII. Tarragona.*

#### Correspondencia:

Cristina Castellà

E-mail: [gircris@hotmail.com](mailto:gircris@hotmail.com)

### Introducción

La TSCPC es un procedimiento cicloablatoivo que generalmente se reserva para casos de glaucoma avanzado que son refractarios al manejo médico y quirúrgico convencional<sup>1,2</sup>. Este procedimiento consiste en dirigir un láser de diodo de onda continua con una longitud de onda de 810 nm hacia la *pars plicata*, para que la energía sea absorbida por la melanina contenida en el epitelio pigmentado del cuerpo ciliar, e inducir la fotocoagulación y la fotodestrucción del mismo, con el objetivo de reducir la producción de humor acuoso y, por lo tanto, disminuir la presión intraocular (PIO)<sup>3,4</sup>.

Además, el efecto sobre la PIO también está relacionado con un aumento en el drenaje del humor acuoso a través de la vía uveoescleral por ampliación de los espacios extracelulares entre la esclerótica y los procesos ciliares<sup>5,6</sup>. Sin embargo, esta técnica induce daños colaterales en los tejidos adyacentes no pigmentados y se asocia a importantes complicaciones postintervención<sup>5</sup>.

En 2010, se desarrolló una nueva técnica menos agresiva, basada en la alternancia de periodos de fotocoagulación e intervalos de descanso<sup>7</sup>, el TSCPC-MP. La técnica quirúrgica es muy parecida a la TSCPC, y consiste en aplicar un láser de diodo con una longitud de onda de 810 nm en dirección a la *pars plana*, en lugar de a

la *pars plicata*, existiendo ciclos cortos repetidos (0,5 ms) en los cuales el láser opera (*on*), seguidos de pulsos más largos (1,1 ms) de reposo (*off*). Los períodos *off* restringen la acumulación de energía calórica en los tejidos adyacentes al epitelio pigmentario, y permiten la disipación térmica antes de alcanzar temperaturas de coagulación, reduciendo así el daño colateral.

El micropulso consigue reducir la PIO mediante tres mecanismos, un primer mecanismo sería la disminución de la producción de humor acuoso<sup>8</sup>, un segundo mecanismo es el aumento de salida a través de la vía convencional al producir una contracción del cuerpo ciliar traccionando del espolón escleral y tensando la malla trabecular, y finalmente un aumento de la vía uveoescleral por inflamación de los tejidos adyacentes<sup>9</sup>.

Los resultados de los estudios que evalúan la técnica TSCPC-MP son heterogéneos, pero parecen mostrar una eficacia comparable a los de TSCPC convencionales, con mejor tolerancia<sup>7,10</sup>, aunque a menudo es necesario repetir el tratamiento<sup>11-13</sup>.

### Indicaciones

La capacidad de disminuir la PIO a través de varios mecanismos es quizá una de las razones por la que el TSCPC-MP se usa clínicamen-

te en una amplia gama de glaucomas primarios y secundarios. Esto incluye glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA), glaucoma de ángulo cerrado, glaucoma pseudoexfoliativo y pigmentario, postqueratoplastia, postvitrectomía, afáquico, normotensivo y síndromes iridocorneoendoteliales.

Otra indicación es como tratamiento coadyuvante a otras cirugías, como los dispositivos de drenaje, cuando no consiguen por sí mismos la PIO objetivo deseada. Gracias a la aparición del láser micropulsado y su mejor perfil de seguridad, se ha replanteado el uso del láser de diodo para glaucomas en fase temprana o pacientes con hipertensión ocular. Actualmente, varios estudios hablan de los resultados del láser micropulsado cómo técnica MIGS.

## Técnica quirúrgica

Podemos realizar una anestesia retrobulbar/peribulbar y acompañarla con una sedación leve, aunque algunos autores utilizan una anestesia local con gel de lidocaína y sedación. Tras aplicar gel de lidocaína a la sonda láser, se pone en contacto la superficie curva de la sonda con la esclerótica a 3 mm del limbo de forma paralela al eje visual. La distancia puede variar ligeramente, dependiendo de la anatomía particular de cada paciente, sobre todo en hipermétropes o miopes altos, pudiendo utilizar una sonda de transiluminación para ajustar la posición.

En la Figura 1, podemos ver la sonda de micropulsos y la consola láser. Se realizan cuatro pasadas de 20 segundos en cada hemisferio, a una potencia de 2.500 mW, con un ciclo de trabajo del 31,33%, equivalente a 0,5 ms de tiempo *on* y 1,1 ms de tiempo *off*, con una duración total de 160 ms, 80 ms por hemisferio.

La sonda se aplica de manera perpendicular al plano escleral (Figura 2) y la fibra óptica queda posicionada a 3 mm del margen limbar. Se sostiene la sonda con una presión firme y mantenida,



**Figura 1. (A)** Dispositivo G-Probe® de IRIDEX. **(B)** Sonda G-Probe®.



**Figura 2.** Técnica de barrido por hemisferio.

y, de manera continua y lenta, se realizan las cuatro pasadas por hemisferio. Se evita el paso en las zonas de las 3 y las 9 horarias para preservar los nervios ciliares, y también en zonas con adelgazamiento de la esclera, así como en zonas de hiperpigmentación conjuntival, donde se podría producir una mayor absorción de energía.

## Tratamiento postoperatorio

Al final del procedimiento, se recomienda que los pacientes continúen con sus tratamientos hipotensores, ya que el efecto máximo hipotensor del láser se consigue sobre las 4-6 semanas tras haber realizado el tratamiento, y en función de la bajada tensional, reduciremos la medicación hipotensora.

El uso de colirio antibiótico podría indicarse durante una semana, y los corticoesteroides tópicos deben pautarse al menos tres o cuatro veces al día durante la primera semana, seguidos de una pauta descendente progresiva de los mismos durante al menos otras 2-3 semanas.

## Resultados

El efecto del TSCPC-MP depende de los parámetros aplicados, y estos son diferentes según el artículo que se revise. Además, desde 2020, se utiliza la sonda MicroPulse® P3, que utiliza parámetros más elevados para conseguir un mayor descenso tensional. Es por ello que la heterogeneidad hace difícil actualmente saber la efectividad del tratamiento. Los parámetros más importantes son la potencia del tratamiento, el tiempo total de tratamiento (cantidad de barridos por la duración de cada barrido) y la velo-

cidad de barrido del procedimiento, y todos ellos van a influir en el resultado tensional.

Utilizando los parámetros de una dosis inicial de 2.500 mW, un ciclo de trabajo del 31,3% y de cuatro a cinco barridos a una velocidad de 20 segundos por hemisferio, los autores Grippo *et al.*<sup>14</sup> consideran que se podría obtener una reducción de la PIO del 25-35%, aproximadamente. En pacientes tratados con tres barridos de 20 segundos por hemisferio, Checo *et al.*<sup>15</sup> encontraron una reducción promedio de la PIO de 45,5% a los 12 meses.

En el estudio de Murtaza *et al.*<sup>16</sup>, se evaluó la eficacia y seguridad del TSCPC-MP incluyendo pacientes con hipertensión ocular y pacientes con glaucoma leve, moderado y severo. Al final del seguimiento de 12 meses, en todos los grupos se registró una reducción significativa de la PIO, con una reducción  $\geq 20\%$  en el 52% del total de la muestra, en el 59,1% de los pacientes con HTIO (hipertensión intraocular), en el 58,7% de los GPAA leves, en el 45,7% de los GPAA moderado y en el 50,0% de los GPAA severos. Los ojos con presiones basales más elevadas tuvieron una mayor reducción de la PIO.

## Complicaciones

El riesgo de complicaciones del TSCPC-MP es menor que con el TSCPC, debido a la disminución de energía desprendida por la sonda durante el tratamiento. No obstante, no está exenta de riesgos. Comparado con otras cirugías de glaucoma, el TSCPC-MP es un procedimiento considerado de bajo riesgo de complicaciones intraoperatorias, siendo las hemorragias subconjuntivales o pequeños desgarros en la conjuntiva las más frecuentes.

Las principales complicaciones postquirúrgicas reportadas con el láser micropulsado han sido la midriasis transitoria (5,9-28,3%), reacción inflamatoria en la cámara anterior (11,7%), hipema (3,9%), picos hipertensivos (6,7%), progresión de la catarata (6,1-19%), pérdida de agudeza visual (1,7-8,5%) e hipotonía leve (1,7%)<sup>16,17</sup>.

## Conclusión/Puntos clave

- El TSCPC-MP parece ser un procedimiento no incisional seguro y eficaz para el tratamiento de la HTIO y el GPAA, también en sus estadios iniciales.
- Podemos conseguir una reducción moderada de la PIO que suele ser alrededor del 25%.

- La tasa de éxito disminuye con el tiempo, posiblemente por una regeneración del epitelio ciliar después del daño causado.
- Parece que hay un aumento de la progresión de la catarata posteriormente a la realización del láser micropulsado, debido a la inflamación que se genera y que seguramente dependa de la energía total utilizada.

## Bibliografía

1. Schlote T, Derse M, Rassmann K, Nicaeus T, Dietz K, Thiel HJ. Efficacy and safety of contact transscleral diode laser cyclophotocoagulation for advanced glaucoma. *J Glaucoma*. 2001;10(4):294-301.
2. Ramli N, Htoon HM, Ho CL, Aung T, Perera S. Risk factors for hypotony after transscleral diode cyclophotocoagulation. *J Glaucoma*. 2012;21(3):169-73.
3. Emanuel ME, Grover DS, Fellman RL, Godfrey DG, Smith O, Butler MR, *et al.* Micropulse Cyclophotocoagulation: Initial Results in Refractory Glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26(8):726-9.
4. Pantcheva MB, Kahook MY, Schuman JS, Rubin MW, Noecker RJ. Comparison of acute structural and histopathological changes of the porcine ciliary processes after endoscopic cyclophotocoagulation and transscleral cyclophotocoagulation. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2007;35(3):270-4.
5. Dastiridou AI, Katsanos A, Denis P, Francis BA, Mikropoulos DG, Teus MA, *et al.* Cyclodestructive Procedures in Glaucoma: A Review of Current and Emerging Options. *Adv Ther*. 2018;35(12):2103-27.
6. Liu GJ, Mizukawa A, Okisaka S. Mechanism of intraocular pressure decrease after contact transscleral continuous-wave Nd:YAG laser cyclophotocoagulation. *Ophthalmic Res*. 1994;26(2):65-79.
7. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, Lim ZIL, See JLS, Chew PT. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010;38(3):266-72.
8. Tsujisawa T, Ishikawa H, Uga S, Asakawa K, Kono Y, Mashimo K, *et al.* Morphological Changes and Potential Mechanisms of Intraocular Pressure Reduction after Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Rabbits. *Ophthalmic Res*. 2022;65(5):595-602.
9. Johnstone MA, Padilla S, Wen K. Transcleral laser, ciliary muscle shortening & outflow pathway reorganization. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(8):3468.
10. Aquino MCD, Barton K, Tan AMWT, Sng C, Li X, Loon SC, *et al.* Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015;43(1):40-6.
11. Zaarour K, Abdelmassih Y, Arej N, Cherfan G, Tomey KF, Khoueir Z. Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Uncontrolled Glaucoma Patients. *J Glaucoma*. 2019;28(3):270-5.
12. Kuchar S, Moster MR, Reamer CB, Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016;31(2):393-6.

13. Nguyen AT, Maslin J, Noecker RJ. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmol.* 2020;30(4):700-5.
14. Grippo TM, Töteberg-Harms M, Giovingo M, Francis BA, De Crom RRMPC, Jerkins B, *et al.* Evidence-Based Consensus Guidelines Series for MicroPulse Transscleral Laser Therapy - Surgical Technique, Post-Operative Care, Expected Outcomes and Retreatment/Enhancements. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:71-83.
15. Checo LA, Wagner I V, Ahuja AS. Clinical Outcomes of MicroPulse Transscleral Laser Therapy with the Revised P3 Delivery Device. *J Curr Glaucoma Pract.* 2024;18(1):10-5.
16. Murtaza F, Kava Q, Somani S, Tam E S, Yuen D. Micropulse Transscleral cyclophotocoagulation in non incisional eyes with Ocular Hypertension and Primary Open-Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2024;18:1295-312.
17. Hsiao-Ling Chang, Shih-Chun Chao, Ming-Tsung Lee, Hung-Yu Lin. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation as Primary Surgical Treatment for Primary Open Angle Glaucoma in Taiwan during COVID-19 Pandemic. *Healthcare.* 2021;9(11):1563.