

## Láser micropulsado IRIDEX IQ 577 nm

### IRIDEX IQ 577 nm micropulse laser

Meisy Ramos López, Melvin Rafael Gutiérrez Paulino, Gleydis Pupo Roca, Martha Isabel Cerón Muñoz, Abner Hernández Valdez, Elianne Perera Miniet

Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

El micropulso es una tecnología láser que consiste en proporcionar solo una fracción de la energía usualmente utilizada para la realización del efecto deseado. La eficacia clínica del láser 577 nm ha mostrado una respuesta terapéutica favorable con mínimos daños colaterales tanto en los tratamientos convencionales de onda continua como en modo micropulsado para algunas enfermedades maculares, como edema macular diabético, retinopatía serosa central y oclusión venosa retiniana. IQ577™ ofrece, además, la tecnología TxCell, la que permite el uso de patrones con múltiples spots, aumenta la eficiencia al aplicar la terapia y hace el proceso menos doloroso para el paciente. Por otra parte, tiene ventajas en el tratamiento del glaucoma, ya que la trabeculoplastia láser con micropulso no es destructiva, a diferencia de la trabeculoplastia tradicional, y permite la posibilidad de retratamientos a los pacientes que no alcanzan la presión intraocular deseada. Con el objetivo de caracterizar el láser micropulsado IRIDEX IQ577™ se realizó la presente revisión de la literatura mediante búsquedas en diferentes publicaciones relacionadas con la especialidad, para lo cual se utilizaron las bases de datos de revistas líderes de Oftalmología.

Palabras clave: láser; IQ577™; micropulso; fotocoagulación.

---

#### ABSTRACT

Micropulse is a laser technology that consists in providing only a fraction of the energy typically used to obtain a given effect. The clinical efficacy of 577 nm laser manifests in a favorable therapeutic response with minimal collateral damage both in conventional continuous wave treatments and in micropulse mode for some macular

diseases, such as diabetic macular edema, central serous retinopathy and retinal vein occlusion. IQ577™ also offers TxCell technology, which allows the use of multi-spot patterns, increasing efficiency when applying the therapy and making the process less painful for patients. On the other hand, it has advantages for the treatment of glaucoma, because, unlike traditional trabeculoplasty, micropulse laser trabeculoplasty is not destructive, making it possible to re-treat patients not achieving the desired intraocular pressure. The purpose of the study was to characterize micropulse laser IRIDEX IQ577™. A bibliographic review was conducted based on a search in various publications related to the specialty, using the databases of leading ophthalmology journals.

**Key words:** laser; IQ577™; micropulse; photocoagulation.

---

## INTRODUCCIÓN

Se entiende por láser todos aquellos dispositivos que generan un haz de luz coherente como consecuencia de una emisión inducida o estimulada. Dicho comportamiento fue descubierto en el año 1916 por *Albert Einstein*. La luz, en su interacción con los tejidos, puede tener varios efectos; pero solo la luz absorbida cederá su energía y tendrá, por tanto, algún efecto fotobiológico.

La fotocoagulación láser es la transferencia de energía luminosa a energía térmica que desnaturaliza proteínas y produce la coagulación del tejido. El espectro de las longitudes de onda del láser varía desde 400 nm hasta 800 nm. La difusión del láser se puede clasificar en onda continua o pulsátil. A menudo el láser utilizado para la terapia retinal es el de onda continua, el cual posee una fuente de bombeo que constantemente excita el material del láser, y hay emisión continua de radiación. A diferencia de este, el láser pulsátil es generado por una lámpara de destello u otra fuente de bombeo que se enciende y se apaga, mientras produce pulsos de luz láser.<sup>1</sup>

La evolución de la fotocoagulación ha tenido un desarrollo constante, desde *Meryer-Shwickerath* a finales de los años 1940 cuando describió la fotocoagulación usando coagulación solar y luego con luz de xenón. *Theodor Maiman*, para el año 1960 creó el primer láser funcional con cristal de rubí. El láser de argón azul-verde fue introducido por *L'Esperance* en el año 1968, y el láser de kriptón en 1972. Luego de esto introdujo el láser amarillo, verde y diodo de estado sólido, los cuales se usan desde entonces.<sup>2</sup>

Los efectos tisulares del láser buscados por el oftalmólogo dependen en gran medida del tipo de longitud de onda que utilice. Usualmente la absorción del láser es selectiva, porque ciertas longitudes de onda son absorbidas con mayor preferencia que otras. Esto sucede por la presencia de macromoléculas como pigmentos o proteínas. El agua solo absorbe longitudes de onda no visibles como las infrarrojas, que son superiores a 800 nm. El pigmento xantófilo, el cual es el más abundante en las capas neurales de la mácula, alcanza un nivel muy alto de absorción en longitudes de onda azul como la de 460 nm. La hemoglobina absorbe muy bien las longitudes de onda violeta de 420 nm y la verde y amarilla de 540 a 470 nm. La melanina absorbe con mucha fuerza las longitudes de ondas ultravioletas y las visibles.<sup>3-4</sup> Tener en cuenta estos detalles a la hora de realizar algún tipo de terapia láser es de gran

importancia, porque indicará la longitud de la onda adecuada para el tejido en el que se requiera aplicar la terapia.

La fotocoagulación y la fotoestimulación con láser micropulsado ha demostrado ser un tratamiento menos invasivo, sin quemaduras láser y con la misma eficacia que el láser de longitud de onda continua. A raíz de la adquisición del láser micropulsado IQ577™ se realizó en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" una revisión bibliográfica acerca de este con el objetivo de caracterizar el láser micropulsado IRIDEX IQ577™, mediante búsquedas en diferentes publicaciones relacionadas con la especialidad, con el uso de bases de datos de revistas líderes de Oftalmología.

## LÁSER MICROPULSADO IRIDEX IQ 577 nm

En el año 2009 *IRIDEX Corporation* presentó el IQ577™, el primer fotocoagulador oftálmico en incorporar un láser doblado en frecuencia de estado sólido bombeado por semiconductor, capaz de suministrar hasta dos watts de potencia a la longitud de onda preferida de 577 nm o "amarillo verdadero" con una baja dispersión intraocular en el medio ocular, lo que lleva a *spots* más pequeños en la retina y a una mayor irradiación en el epitelio pigmentario de la retina (EPR), realizable con potencias más bajas. La longitud de onda de 577 nm se considera como la más adecuada y preferida para la fotocoagulación retiniana por sus características: máxima absorción en la oxihemoglobina (HbO), mínima absorción en los pigmentos maculares, incluyendo la xantofila, máxima absorción relativa por la melanina-HbO en el EPR/complejo coriocapilar y baja dispersión en los medios oculares, lo que ofrece la capacidad de utilizar iluminación libre de rojo para realizar tratamientos maculares con una visualización superior de la ubicación de la fovea central. Dentro de su mayor ventaja se encuentra la opción de flexibilidad de cualquier combinación de duración de micropulso.<sup>5</sup>

### PROTOCOLO EN MODO CONTINUO

El láser de 577 nm de longitud de onda ha demostrado producir terapias visibles con eficacia similar, tanto en apariencia y en la clínica, como las logradas por los fotocoaguladores de 532 nm de longitud de onda, solo utilizando el 60-70 % del poder. Esto se traduce en menos molestias para el paciente, menos difusión térmica axial y lateral, menor daño anatómico y funcional y una menor ampliación progresiva de las cicatrices atróficas. Excelente para la realización de panfotocoagulación de la retina. En este modo, el aumento de la temperatura conduce a la fotocoagulación, el calor necesita disiparse; la mayor parte es absorbida por el tejido circundante y produce una quemadura que pasará a ser un escotoma. Estas quemaduras son las opacidades blancas, las cuales los oftalmólogos están acostumbrados a ver al realizar este tipo de fotocoagulación.<sup>5</sup>

### PROTOCOLO EN MODO MICROPULSO

El micropulso es una tecnología láser que consiste en proporcionar solo una fracción de la energía usualmente utilizada para la realización de la quemadura. A diferencia del modo continuo, el haz del láser se divide en pulsos de muy poca duración, lo cual permite un control muy fino de la energía entregada, lo que evita el acumulo de calor, que provocaría daño de un área mayor de lo deseado, con lo que logra cambios intracelulares beneficiosos sin ningún daño visible en la retina durante el tratamiento o postratamiento. Técnicamente se considera más una fotoestimulación que una fotocoagulación.

---

El láser fotoestimula las células del epitelio pigmentario retiniano y provoca un balance en la expresión de los factores bioquímicos que resulta en una disminución de los factores antigénicos que inducen el daño vascular, lo que hace totalmente seguro el tratamiento sobre la mácula sin provocar ninguna lesión durante el tratamiento y ninguna cicatriz postratamiento. Esto permite la posibilidad de volver a tratar las áreas que ameritan una segunda terapia.<sup>5-6</sup>

Esto lleva a una nueva etapa de la fotocoagulación. Lo que antes era considerado un daño necesario con fines de mejoría del paciente, esta nueva tecnología permite ofrecer una terapia que no causa ningún daño, mejora la función visual y da la oportunidad al paciente de ser tratado en etapas más tempranas de la enfermedad, sin el temor de los efectos secundarios de la fotocoagulación provocada por los láseres que no cuentan con esta tecnología, además de ofrecer un tratamiento que puede ser repetido, sin el riesgo de causar las graves complicaciones que se reportan en los tratamientos convencionales.<sup>5,7</sup>

Mientras los láseres tradicionales utilizan un ciclo de trabajo al 100 %, donde el láser no deja de entregar la energía predeterminada por el oftalmólogo durante la terapia, el láser micropulsado utiliza un modo de "apagado y encendido" para la entrega de los pulsos de energía. Esto provoca que su ciclo de trabajo para aplicar la misma terapia sea de tan solo el 15 al 5 %, lo que permite el enfriamiento de los tejidos y no provocará ninguna quemadura; es decir, no se producirán opacidades blancas al momento de la terapia, ni después de esta, ni ningún tipo de lesión detectable tanto por angiografía como por tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (SD-OCT- *spectral domain optical coherence tomography* por sus siglas en inglés).<sup>5,8-10</sup>

#### TECNOLOGÍA TXCELL

IQ577™ ofrece, además, la tecnología TxCell™ *Scanning Laser Delivery* creada por IRIDEX, la que permite el uso de patrones con múltiples *spots*, que aumentan la eficiencia al aplicar la terapia y también hacen el proceso menos doloroso para el paciente.

Una pregunta lógica a la hora del tratamiento sería: ¿Cómo podemos guiarnos para aplicar una terapia que no deja ningún indicio sobre la retina? En esta fase es que entra en función la tecnología TxCell de IRIDEX, la cual ofrece distintos patrones tanto para el modo continuo como para el micropulsado, que permite aplicar de forma más ágil y más segura el tratamiento. Para el modo continuo, así como para el micropulsado, ofrece patrones de rejilla de 2 x 2-7 x 7, patrones en círculo útil para el desprendimiento de retina y el edema macular difuso, y el patrón de triple arco, el cual tiene gran funcionalidad a la hora aplicar terapia en la periferia de la retina. Además, permite realizar una terapia de *Spots* confluentes necesaria en el modo micropulsado, lo cual no puede ser logrado manualmente.

A la hora de utilizar el láser, este presenta una interfaz sumamente "amigable" para el usuario, la cual permite seleccionar los parámetros tanto para el modo de onda continua como para el modo de micropulso. En este último puede elegir el ciclo de trabajo deseado. El Dr. Tang ha tenido excelentes resultados con el uso de esta tecnología, ya que ha hecho el proceso más eficiente y ha asegurado que el tratamiento sea administrado de igual manera en el área deseada.<sup>11,12</sup>

## RESULTADO CLÍNICO EN AFECCIONES DE LA RETINA

La eficacia clínica del Láser IQ577™ ha mostrado una respuesta terapéutica favorable, con mínimos daños colaterales tanto en los tratamientos convencionales de onda continua como en modo micropulso para algunas enfermedades maculares, como edema macular diabético, retinopatía serosa central y oclusión venosa retiniana.

El Dr. *Patrick Caskey* habla de la eficacia y de la versatilidad del láser IRIDEX IQ 577 nm para el tratamiento del edema macular diabético, la oclusión venosa de la retina, la coriorretinopatía serosa central y las talengetasias maculares idiopáticas, con buenos resultados y sin daño colateral a tejido circundantes. Este ha tenido destacables resultados en el manejo del edema macular secundario a oclusión venosa central de la retina, condición en la que los láseres de onda continua han tenido pocos beneficios. El protocolo utilizado para el tratamiento del edema macular diabético consistió en realizar una prueba de quemado en modo continuo sobre área no edematosa de la retina, fuera de las arcadas vasculares, utilizando un tamaño del *spot* de 100  $\mu\text{m}$  con un poder que inicia con 100 megawatts y se realizan incrementos de 50 megawatts hasta que apenas sea visible la quemadura. Una duración de la exposición de 100 ms en el modo de micropulso utiliza un tamaño del *spot* de 100  $\mu\text{m}$  y se utiliza el doble del poder necesario en la prueba de quemado con una duración de la exposición de 200 ms y un ciclo de trabajo del 5 %, con patrón de tratamiento de alta densidad, gradilla 7 x 7 sobre el edema macular. De esta forma, logró controlar pacientes con edema macular de 584 micras de grosor central secundario a oclusión venosa central de la retina refractario a terapia intravítrea con anti-VEGF.<sup>13</sup>

El Dr. *Sam E. Mansour* realizó una presentación de un caso, en el cual la paciente había sido tratada por un edema macular diabético clínicamente significativo con intravítreas de bevacizumab y triamcinolona en su ojo izquierdo, además de haber recibido tratamiento láser de onda continua. El ojo izquierdo mostró mejoría del edema macular, pero disminución de la agudeza visual como consecuencia de los escotomas inducidos por el láser, por lo que se negó la reintervención con láser. En este momento se le presentó al paciente la alternativa de utilizar el láser IRIDEX IQ 577 nm en su modo de micropulso. El doctor utilizó primero el láser en modo continuo para tratar unos pocos aneurismas encontrados cerca del área macular y luego el modo de micropulso para tratar la mácula. Seis semanas después de su primera terapia el edema macular disminuyó de 326  $\mu\text{m}$  a 272  $\mu\text{m}$  y mejoró dos líneas en la agudeza visual de 20/50 a 20/25.<sup>14</sup>

Dentro de los grandes beneficios del uso de la terapia con láser micropulsado está la disminución de los costos tanto para el paciente como para el sistema de salud. Además, es de gran utilidad para aquellos pacientes que rechazan la terapia intravítrea o se encuentran en estadios iniciales que pueden ser controlados sin la necesidad de inyecciones. En un estudio retrospectivo realizado por el Dr. *Morse*, se tomaron dos grupos de siete pacientes con edema macular diabético (EMD). El primer grupo solo fue tratado con terapia intravítrea y el otro grupo con terapia combinada de micropulso y terapia intravítrea. En los resultados mostrados por el estudio, el grupo al que se le aplicó monoterapia necesitó aproximadamente nueve intravítreas durante 12 meses, mientras el grupo que recibió terapia combinada necesitó solo un promedio de cuatro intravítreas en el mismo período de tiempo, lo que fue una reducción del 60 % en gastos por el tratamiento, lo cual fue estadísticamente significativo. Algo que debemos tener en cuenta es que los resultados del láser micropulsado son más lentos que la terapia intravítrea, con un tiempo promedio de uno a tres meses para ver los efectos.

El Dr. *Roja* destaca que aunque en algunos casos se opta por utilizar el láser micropulsado como opción para no utilizar intravítreas, el láser no interactúa de forma negativa con esta terapia, y considera que incluso incrementa la eficacia de estas y al mismo tiempo disminuye la cantidad necesaria para controlar el edema. Otro punto importante que refiere el Dr. *Rojas* es en cuanto a la seguridad de aplicar el láser micropulsado sobre la fovea, y reporta cero casos de complicaciones o lesiones causadas por este.<sup>15-17</sup>

Habitualmente la terapia con láser micropulsado tiene mejores resultados en los pacientes con un control de la glicemia adecuado y un grosor central macular (GCM) menor a 400  $\mu\text{m}$ , por lo que se recomienda en estos tipos de pacientes. El Dr. *Mayron* piensa que es más adecuado investigar en la historia del paciente qué nivel de hemoglobina A1C maneja, cuál es su nivel al momento de la consulta y cuánto tiempo se ha mantenido con ese nivel, y si el EMD es nuevo o crónico. Según estos resultados, si el paciente tiene un buen control de la hemoglobina A1C durante un tiempo prudente, sospecha que su retinopatía diabética es estable, por lo que recomienda el uso del láser micropulsado. En caso de un paciente con retinopatía severa no-proliferativa o peor, opta por buscar el control metabólico del paciente y en caso del EMD opta por terapia intravítrea como primera línea de tratamiento. A la hora de utilizar el SD-OCT recomienda el uso de los mapas de grosor, donde el blanco representa un grosor de 500-800  $\mu\text{m}$ , el rojo 400-500  $\mu\text{m}$ , el naranja 350-375  $\mu\text{m}$ , el amarillo 300-350  $\mu\text{m}$  y el verde para todas las áreas con un grosor menor de 300  $\mu\text{m}$ . En EMD clínicamente significativo que no afecta el centro macular, si los campos alrededor del centro macular son rosados o mejor, utiliza el láser micropulsado como primera línea de tratamiento. Si son rojos o peor, inicia el tratamiento con terapia intravítrea hasta que cambie a rosado o mejor, donde cambia a terapia con láser micropulsado. En EMD clínicamente significativo que afecta el centro macular, el campo central debe ser amarillo o mejor y el paciente debe tener un buen control de la glicemia para utilizar el láser micropulsado; si es naranja o peor, utiliza terapia intravítrea hasta que llega a amarillo o mejor y aplica la fotoestimulación con seguimiento al paciente mensualmente y la aplicación de la terapia cada tres o cuatro meses mientras el mapa de grosor, la visión y el paciente tienen una buena respuesta al tratamiento. Con el uso de este protocolo, el Dr. *Mayron* llegó a la conclusión de que el láser micropulsado reduce la necesidad de terapia intravítrea en pacientes apropiadamente seleccionados. De 45 ojos con EMD clínicamente significativo con afección del centro macular, 15 ojos respondieron bien al tratamiento y no necesitaron terapia intravítrea, ya que disminuyó el grosor macular de 380 a 276  $\mu\text{m}$ .

Dentro de las grandes ventajas que tiene el IQ577 nm está la versatilidad de su uso para el EMD, la coriorretinopatía central serosa, el edema macular secundario a oclusión venosa y la degeneración macular relacionada con la edad (AMD). Tres puntos claves a recordar, según el Dr. *Mayron*: 1) no es inusual que tome tiempo para hacer efecto, 2) es seguro repetir la terapia y 3) usualmente los pacientes reportan mejorías subjetivas de la visión aunque no se refleje mejoría en el SD-OCT.<sup>18-19</sup>

Varios estudios se han realizado para confirmar la seguridad y la efectividad del tratamiento con láser micropulsado. El Dr. *Vujosevic* realizó estudios utilizando microperimetría y autofluorescencia, donde encontró que los pacientes no perdían ninguna sensibilidad de la mácula después de haber recibido tratamiento con el láser micropulsado. También se comparó la terapia micropulsada de baja densidad con la de alta densidad, y esta última presentó mejores resultados visuales en los pacientes. Comparó la longitud de onda de 810 nm y 577 nm, ambas con el sistema de micropulso, donde se demostró que el láser con longitud de onda de 810 nm requirió más energía para obtener resultados equivalentes. Según los Dres. *Rogers* y *Reichel*, dentro de los beneficios del micropulso se encuentra el de ofrecer una alternativa a los pacientes que rehúsan la terapia intravítrea o no la toleran más.

---

También es una gran opción como primera línea de tratamiento en pacientes con EMD limitado, porque no produce ningún daño a la retina, ni presenta riesgos como la terapia intravítrea.<sup>20-22</sup>

La terapia con láser micropulsado puede resultar efectiva en pacientes que no responden a esteroides, anti-VEGF y como última opción antes de una vitrectomía. También es una herramienta necesaria en aquellos pacientes que se niegan al tratamiento. El Dr. *Escaf* presentó un caso en el cual aplicó láser micropulsado a un paciente de 62 años con diabetes tipo 2 de 25 años de evolución. Presentaba una visión de 20/800 en el ojo derecho y un grosor macular central por SD-OCT de 335  $\mu\text{m}$ . Utilizó potencia de 360 megawatts y aplicó 882 *Spots* confluyentes al polo posterior incluyendo la fovea. En cinco semanas el paciente tuvo una mejoría de la agudeza visual desde 20/800 a 20/50, y el grosor macular central disminuyó a 166  $\mu\text{m}$ . El Dr. *Sampat* en su experiencia habla de la durabilidad del tratamiento con láser micropulsado a pesar de que el paciente presente descontrol de la diabetes.<sup>23-28</sup>

En un estudio realizado en Japón por el Dr. *Inagaki*, se comparó el IQ577 nm con un láser micropulsado con una longitud de onda de 810 nm, y llegó a la conclusión de la efectividad de ambos equipos para el tratamiento del EMD, con la diferencia del menor uso de energía que presenta el IQ577 nm, el cual hace a este más efectivo y seguro a la hora del tratamiento. El 89,7 % de los pacientes tratados mantuvo una agudeza visual estable durante los 12 meses de seguimiento.<sup>29</sup>

## LÁSER MICROPULSADO EN EL GLAUCOMA

El efecto del láser micropulsado en el tratamiento del glaucoma mediante la trabeculoplastia se basa en el incremento del flujo uveoescleral por medio de un aumento de los espacios extracelulares, con la gran ventaja de que la trabeculoplastia Láser con micropulso (MLT) no es destructiva a diferencia de la trabeculoplastia tradicional y permite la posibilidad de retratamientos a los pacientes que no alcanzan la presión intraocular deseada. En diferentes estudios se ha logrado una reducción de la presión intraocular de hasta el 55 % con una tasa de éxito del 73 % con esta técnica y una durabilidad a largo plazo con una reducción mantenida del 43 % en 78 meses postratamiento.<sup>30-31</sup>

El MLT ha sido comparado con la trabeculoplastia láser selectiva (SLT), ambas terapias con buenos resultados, fácil aprendizaje, pueden disminuir la dependencia del paciente a uso de medicamentos tópicos, y se pueden usar tempranamente en el manejo del glaucoma. Estas terapias difieren en su mecanismo de acción. La terapia con SLT se enfoca en la melanina intracelular y activa los macrófagos, y selectivamente daña las células pigmentadas en la malla trabecular, lo que induce a inflamación posoperatoria y a picos presión intraocular (PIO). La terapia con MLT afecta las células trabeculares sin destruirlas y permite un tiempo de enfriamiento entre los pulsos; de esta manera evita la destrucción del tejido. La meta es estimular una respuesta biológica de la malla trabecular para evitar el daño de esta. Por lo tanto, la idea del láser micropulsado es minimizar el aumento térmico del tejido con el resultado de la ausencia de daño fisiológico del tejido ocular.<sup>32-34</sup>

Dentro de las grandes ventajas que ofrece MLT encontramos: no uso de esteroides postratamiento, no hay cicatrización, no riesgo de infección, es repetible, es un tratamiento bien tolerado por el paciente que no necesita de un quirófano para aplicarse; solo necesita anestesia tópica y no afecta el éxito de ninguna cirugía de glaucoma necesaria en el futuro.<sup>35-36</sup>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en el presente artículo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group: early photocoagulation for diabetic retinopathy-ETDRS. Report Number 9. Ophthalmology. 1991;98:766-85.
2. L'Esperance FA, Jr. Clinical photocoagulation with the organic dye laser. A preliminary communication. Arch Ophthalmol. 1985;103(9):1312-6.
3. Mainster MA. Wavelength selection in macular photocoagulation. Tissue optics, thermal effects, and laser systems. Ophthalmology. 1986;93:952-8.
4. Brooks HL, Jr., Eagle RC, Jr., Schroeder RP, Annesley WH, Shields JA, Augsburger JJ. Clinicopathologic study of organic dye. Laser in the human fundus. Ophthalmology. 1989;96(6):822-34.
5. IRIDEX. Why 577 nm Yellow? Clinical benefits of 577 nm yellow laser in the treatment of ocular disorders. Montain View: IRIDEX Corporation. 2009 [citado 12 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/lasers/Why-577-nm.pdf>
6. Capello E, Cecchin E, Toso A, Morselli S, Dorin G. Ocular photostimulation with the 577 nm micropulse yellow laser in the management of clinically significant diabetic macular edema (CSDME)- Second Year of Follow-up. ARVO Annual Meeting Abstract. 2016 [citado 12 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Cappello-577-MicroPulse-2-year-follow-up-ARVO-2016.pdf>
7. Tseng Shih-Yu. Clinical application of micropulse diode laser in the treatment of macular edema. Am J Ophthalmol. 2005;139(4):S58.
8. Luttrull JK, Spink CJ. Serial optical coherence tomography of subthreshold diode laser micropulse photocoagulation for diabetic macular edema. Ophthalmic Surg Las Imag. 2006;37(5):370-7.
9. Adyanthaya R. Optimizing laser treatment for diabetic macular edema. New Retina. 2013 [citado 12 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Adyanthaya-Optimizing-laser-tx-DME-New-Retina-MD-2013.pdf>
10. Walker JD. Initial experience with a yellow diode laser. Retina. Adv Ocul Care; 2011 [citado 22 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/lasers/Walker-577-Experience.pdf>
11. Tang J. TxCell-Guided micropulse TM laser therapy increases treatment efficiency for diabetic macular edema. Clinical case reports: IRIDEX Corporation. 2015. Disponible en: [http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Tang\\_577TxCell\\_DME.pdf](http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Tang_577TxCell_DME.pdf)

12. IRIDEX.TxCeIl™ scanning laser delivery system. Montain View: IRIDEX Corporation. 2009 [citado 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/lasers/TxCeIlscanninglaser.pdf>
13. Caskey P. MicroPulse™ Laser therapy and anti-VEGF injections for macular edema associated with CRVO. Clinical case reports: IRIDEX Corporation. 2015 [citado 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/Caskey-MicroPulse-ME-CRVO-2015-revised.pdf>
14. Mansour S. MicroPulse™ Laser therapy of diabetic macular edema success in anti-VEGF non-responder. Clinical Case Reports: IRIDEX Corporation. 2014 [citado 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/lasers/Mansour-577-MP-Anti-VEGF.pdf>
15. Ho A, Avery R, Morse L, Reichel E. MicroPulse laser therapy in the management of diabetic macular edema. Retina Today. 2016 [citado 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/IRIDEX-MicroPulse-DME-Webinar-Ho-Avery-Morse-Reichel-2016.pdf>
16. Feistmann J, Rosenthal J. Making the jump to MicroPulse laser therapy for treating the macula. Retina Today. 2015 [citado 15 de enero de 2017]. Disponible en: [http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Rosenthal\\_Feistmann\\_webinar\\_writeup.pdf](http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Rosenthal_Feistmann_webinar_writeup.pdf)
17. Rojas S. Tratamiento láser con MicroPulse como una opción para EMD. Ocular Surgery News. 2015 [citado 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/Rojas-MicroPulse-for-DME-OSN-LA-2015.pdf>
18. Mayron C. Is There a Role for Laser in DME? Ret Phys. 2016 [citado 20 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/Mayron-Is-There-a-Role-for-Laser-in-DME-Retinal%20-Physician-Oct-2016.pdf>
19. Mayron C. MicroPulse®Renews the Role of Laser Treatment in DME and Other Conditions. Clinical Case Reports: IRIDEX Corporation. 2015 [citado 25 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/Mayron-MicroPulse-Renews-Treatment-RP-2015-revised.pdf>
20. Reichel E, Rogers A. Diabetic macular edema: the role of micropulse laser therapy in the Anti-VEGF era. Retina Today. 2015 [citado 25 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/Reichel-Adams-DME-Role-of-MicroPulse-RT-2015.pdf>
21. Vujosevic S, Bottega E, Casciano M. Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser *versus* modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation. Retina. 2010 [citado 25 de marzo de 2017];30(6):908-16.
22. Vujosevic S , Martini F, Convento E. Subthreshold laser therapy for diabetic macular edema: metabolic and safety issues. Curr Med Chem. 2013;20(26):3267-71.
23. Luo C. Micropulse laser therapy: not the emperor's new clothes. Retina Today. 2015 [citado 27 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.iredex.com/portals/0/pdf/Luo-MicroPulse-for-DME-RT-2015.pdf>

24. Escaf M. MicroPulse® results exceed expectations in a treatment-naïve patient with center-involving diabetic macular edema. Clinical case reports: IRIDEX Corporation. 2015 [citado 20 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Escaf,%20MicroPulse%20DME,%20Retinal%20Physician%202015.pdf>
25. Sampat K. Long-term durability of MicroPulse® laser therapy for diabetic macular edema in a noncompliant, monocular patient. Clinical case reports. IRIDEX Corporation. 2015 [citado 20 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Sampat-532-DME-2015-Retinal-Physician.pdf>
26. Caskey P. Treating DME with fovea-friendly micropulse laser therapy. Retina Today. 2013 [citado 20 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.iredex.com/Portals/0/pdf/Caskey%20Fovea-Friendly%20MicroPulse%20RT%202013.pdf>
27. Kwon YH, Lee DK, Kwon OW. The short-term efficacy of subthreshold micropulse yellow (577-nm) Laser photocoagulation for diabetic macular edema. Kor J Ophthalmol. KJO. 2014 [citado 20 de enero de 2018];28(5):379-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10384-014-0361-1>
28. Závorková M, Procházková L. Treating diabetic macular edema by a micropulse laser-first findings. Ces Slov Oftalmol. 2015;71:223-8.
29. Inagaki K, Ohkoshi K, Ohde S, Deshpande G, Ebihara N, Murakami A. Comparative efficacy of pure yellow (577-nm) and 810-nm subthreshold micropulse laser photocoagulation combined with yellow (561-577-nm) direct photocoagulation for diabetic macular edema. Jpn J Ophthalmol. 2015;59:21-8.
30. Detry-Morel M, Muschart F, Pourjavan S. Micropulse diode laser (810 nm) *versus* argon laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma: comparative short-term safety and efficacy profile. Bull Soc Belge Ophtalmol. 2008;308:21-8.
31. Ahmed I, Gossage D, Reichel E. MicroPulse for glaucoma & retina. What's the hype? Boston, MA: Sponsored symposium presented at the ASCRS/ASOA Annual Meeting. April 28; 2014.
32. Fudemberg SJ, Myers JS, Katz LJ. Trabecular meshwork tissue examination with scanning electron microscopy: a comparison of MicroPulse diode laser (MLT), selective laser (SLT), and argon laser (ALT) trabeculoplasty in human cadaver tissue. Invest Ophthalmol Vis. Sci. 2008;49(5):1236.
33. Ingvoldstad DD, Krishna R, Willoughby L. Micropulse diode laser trabeculoplasty *versus* argon laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005;46:123-5.
34. Prasad N, Murthy S, Dagianis JJ, Latina MA. A comparison of the intervisit intraocular pressure fluctuation after 180 and 360 degrees of selective laser trabeculoplasty (SLT) as a primary therapy in primary open angle glaucoma and ocular hypertension. J Glaucoma. 2009;18:157-60.
35. Fea AM, Bosone A, Rolle T, Brogliatti B, Grignolo FM. Micropulse diode laser trabeculoplasty (MDLT): A phase II clinical study with 12 months follow-up. Clin Ophthalmol. 2008;2(2):247-52.

36. Detry-Morel M, Muschart F, Pourjavan S. Micropulse diode laser (810 nm) *versus* argon laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma: comparative short-term safety and efficacy profile. Bull Soc Belge Ophtalmol. 2008;(308):21-8.

Recibido: 9 de enero de 2018.

Aprobado: 31 de enero de 2018.

*Meisy Ramos López*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba. Correo electrónico: [meisyrl@infomed.sld.cu](mailto:meisyrl@infomed.sld.cu)