

Laser milipulsado e laser micropulsado

José Henriques

IRL – Instituto de Retina de Lisboa e Instituto de Oftalmologia
Dr. Gama Pinto, Lisboa, Portugal

Como actua laser na retina?

O laser usado para obter efeitos na retina é um laser fototérmico. A energia fotónica é absorvida pelos pigmentos dos tecidos, principalmente a melanina e convertida em agitação molecular (calor) que excedendo determinado valor, induz lesão térmica nos tecidos. 10°C a 20°C acima da temperatura corporal causa hipertermia nas células com lesão dos organelos mas sem morte celular. Se ultrapassar os 20°C causa fotocoagulação com morte celular¹.

O que se entende por estimulação fototérmica da retina?

O tecido lesado sofre um processo de reparação com expressão genética de mediadores da reparação celular ou mesmo substituição celular. Este efeito é usado como mecanismo terapêutico de fotoestimulação do EPR, alteração da actividade das células da glia e das células de Muller, com expressão aumentada de vários factores, nomeadamente o PEDF e de diminuição de outros factores, por ex do VEGF². As células do EPR e os foto-receptores que porventura forem lesados, regeneram ou são substituídos por FR próximos, diminuindo o tamanho da lesão e reajustando a sua função³.

O que é o laser milipulsado?

O laser milipulsado é um laser de onda contínua (CW) com duty cycle de 100% e tempo de duração de impulso da ordem dos **10 a 20 milisegundos** (no laser clássico este tempo varia entre 50 a 200ms). Pode ser usado na área macular para ocluir microaneurismas (laser focal) ou como padrão de grelha macular, com densidades de potência variando entre 120 a 200mW.

Causa na retina lesões não visíveis a tenuamente visíveis à observação do fundo ocular ou numa retinografia policromática. Estas lesões são contudo, bem identificadas numa retinografia de infra-vermelho, na angiografia fluoresceínica ou na autofluorescência.

A lesão térmica é produzida ao nível do complexo EPR-coriocapilar e segmentos externos (ou mesmo segmento interno) dos fotoreceptores, dependendo da densidade de potência usada.

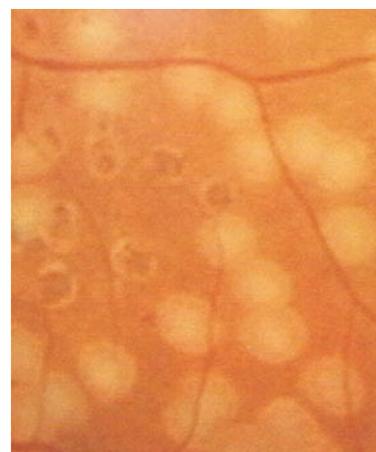


Fig. 1 | Nesta imagem de fototerapia laser da retina numa área periarcal com spot laser de grande diâmetro, verificamos que o spot laser provocou uma área central de fotocoagulação intensa branco nacarado, um anel periférico de fotocoagulação menos intensa e ainda mais periférico, um anel de hipertermia que não se visualiza porque não coagulou as proteínas mantendo a transparência da retina. Verificam-se ainda alguns spots antigos que já sofreram um processo de reparação celular com hiperpigmentação e redução do seu diâmetro com o tempo.

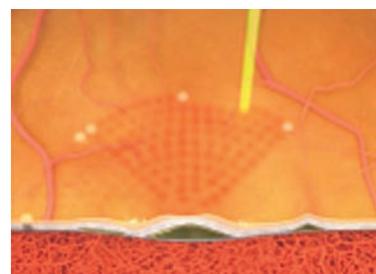


Fig. 2 | Laser PASCAL com End Point Management (EpM). A estimulação fototérmica EpM é um algoritmo de tratamento laser que usa um modelo de aquecimento da retina capaz de obter um controlo preciso da potência e duração do impulso enquanto otimiza o efeito terapêutico do laser a níveis menos lesivos da retina.

Se utilizarmos tempos de impulso maiores, como na grelha clássica ETDRS, usada como comparador nos ensaios clínicos com anti-VEGF, a lesão tem um aspecto esbranquiçado e é bem identificada na observação do fundo ocular. Corresponde a lesão térmica que atinge as camadas mais internas da retina. A retina que tem transmitância de praticamente 100% com luz visível, devido à desnaturação das proteínas –fotocoagulação, passa a difundir a luz no local do impacto laser e apresenta, por isso, uma coloração esbranquiçada a branco.

O que é o algoritmo “end point managment”?

O **End point Management (EpM)** é uma funcionalidade do laser PASCAL e corresponde a uma sofisticação do laser milipulsado. Faz-se um spot teste com 200 micra de diâmetro e 15ms de duração em CW, aumentando a potência gradualmente até se visualizar uma lesão térmica ténue em 3 após impulso laser. A densidade de potência atingida é considerada 100%. Seguidamente selecciona-se o algoritmo de redução da potência para 30%, com a mesma duração de 15 milissegundos e procede-se à fototerapia com spots algo mais próximos de forma a dispensar maior número de spots (aproximadamente 500 spots) do que se fossem usados parâmetros de laser mais intenso⁴. A lesão térmica, devido ao curto tempo de duração do spot, fica confinada (confinamento térmico) ao local do impacto evitando-se a dispersão térmica em profundidade e em lateralidade¹.

O que é o laser micropulsado e qual o seu mecanismo acção?

Com o laser micropulsado o conceito de dispensa de energia térmica do feixe laser é diferente. O laser está activo com uma duração de impulso da ordem dos µsegundos.

Um envelope de 200 milissegundos é preenchido por 100 impulsos de 100µ segundos (laser on), separados por tempos de 1900µ segundos em que não há emissão laser (laser off) e que permite que o tecido arrefeça. Este “setting” é definido como “duty cycle” (DC) de 5%, o mais usado mas que pode ser alterado para 10% ou 15%, correspondendo a maior duração de impulso e a menor tempo de arrefecimento

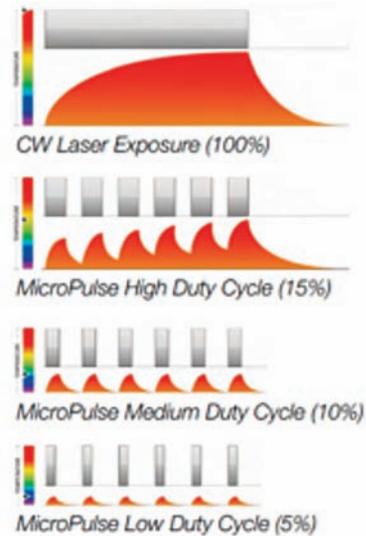


Fig. 3 | No laser de onda contínua (CW) a fotocoagulação provoca uma elevação rápida de temperatura no tecido alvo criando um branqueamento e uma grande difusão térmica.

A Tecnologia MicroPulsos (µPLT) faz um delicado controlo térmico “cortando” um feixe CW num conjunto de pulsos curtos repetitivos permitindo ao tecido arrefecer

e portanto a maior lesão térmica. A temperatura na retina atingida com este laser é suficiente para causar hipertermia mas insuficiente para causar fotocoagulação⁵. Desta forma não há morte celular mas somente lesão dos organelos que irão sofrer o processo de reparação celular já referido⁶.

É considerado um laser “retina friendly” porque não há percepção da lesão térmica da retina, podendo ser usado na área macular e em fases muito precoces do edema macular ou na coroidopatia serosa central.

Porque devemos aumentar a densidade de spots laser nos novos lasers “retina frindly”?

Deve-se aumentar o número e reduzir a distância dos spots (alta densidade), quando se utiliza protocolos subletais para obter o efeito fotoestimulador equivalente ao tratamento de fotocoagulação do ETDRS ou mETDRS⁷.

Tabela 1 | Parâmetros habitualmente usado com laser micropulsado amarelo 577nm no tratamento da área macular.

Diâmetro spot	Duração impulso	Duty cycle	Densidade de potência
100µ	200ms	5%	250mW
200µ	200ms	5%	400mW
100µ ou 200µ	200ms	5%	Aumentar em 25% a Densidade de Potência que cause lesão visível quando em CW ^(a)

^(a) NOTA: são necessários estudos multicêntricos prospectivos para validar estes parâmetros

Porquê usar comprimento de onda amarelo – 577nm?

A vantagem dos 577nm tem a ver com a curva de absorção da melanina e da hemoglobina terem o seu pico neste cdo o que permite usar menos energia laser para se obter os mesmos resultados terapêuticos e com isso diminuir a lesão adjacente e a dor¹.

Qual a vantagem da utilização do “scanner laser” e dos “pattern”?

Usar a funcionalidade de varrimento laser e os padrões de dispensa do laser que podem ser modulados pelo operador permite rapidez e uniformidade de tratamento, sobretudo ao tratar a área macular. No caso do laser micropulsado permite ainda ultrapassar uma das dificuldades que correspondia à não visualização da lesão laser e à impossibilidade de saber qual a área já tratada. O laser micropulsado amarelo com “scan” e “pattern” parece assim reunir aspectos que permitem optimização operacional e terapêutica⁸.

BIBLIOGRAFIA

1. Niemz MH. *Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications*. 3rd ed. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 2007.
2. Henriques J, Nascimento J, Rosa P, Vaz F, Amaro M. Laser fototérmico e sua interação com a retina humana. *Oftalmol rev SPO*. 2013;36:353-364. Available at: <http://repositorio.hff.min-saude.pt/handle/10400.10/903>. Accessed April 14, 2014.
3. Deák GG, Bolz M, Prager S, et al. Photoreceptor layer regeneration is detectable in the human retina imaged by SD-OCT after laser treatment using subthreshold laser power. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(11):7019-25. doi:10.1167/iovs.12-10196.
4. Lavinsky D, Sramek C, Wang J, et al. Subvisible retinal laser therapy: titration algorithm and tissue response. *Retina*. 2014;34(1):87-97. doi:10.1097/IAE.0b013e3182993edc.
5. Dorin G. Subthreshold and micropulse diode laser photocoagulation. *Semin Ophthalmol*. 2003;18(3):147-53. doi:10.1076/soph.18.3.147.29812.
6. Mainster MA. Decreasing retinal photocoagulation damage: principles and techniques. *Semin Ophthalmol*. 1999;14(4):200-9. doi:10.153/SOPH01400200.
7. Palanker D, Lavinsky D, Blumenkranz MS, Marcellino G. The impact of pulse duration and burn grade on size of retinal photocoagulation lesion: implications for pattern density. *Retina*. 2011;31(8):1664-9. doi:10.1097/IAE.0b013e3182115679.
8. Cardillo J. 577 nm MicroPulse Laser Therapy: Addressing the Immediate Need of Our Patients With DME. *Retin Today*. 2012;May.