

UTILIZAÇÃO DOS RAIOS LASER NA DESTRUIÇÃO DE PLACAS ATEROMATOSAS “IN VIVO”. ESTUDO EXPERIMENTAL

MÁRCIO PERES RIBEIRO, RADI MACRUZ, EUCLYDES MARQUES, JOSÉ MAURO G. BRUM,
JAIME MNITENTAG, FUMIO IDA, GERALDO VERGINELLI, EGAS ARMELIN

Treze cães foram submetidos a enxerto de artéria humana com aterosclerose. Um segmento arterial foi interposto entre os cotos de uma carótida seccionada e, após uma semana, raios laser de argônio foram aplicados sobre as placas através de cateterismo cardiovascular.

Conseguiu-se destruir porções das placas de ateroma, sem parada de circulação sanguínea, em todos os casos reestudados, bem como demonstrar a inocuidade dos produtos voláteis resultantes.

Em 30% dos casos, perfurou-se a artéria, em virtude do não alinhamento correto entre as fibras ópticas e eixo arterial.

Um dos principais efeitos possíveis dos raios laser sobre o sistema cardiovascular é a destruição de ateroma no vaso intacto. Estudos anteriores realizados nesse laboratório de pesquisa¹⁻⁴ concluíram pela viabilidade de atingir-se tal meta, desde que alguns problemas fossem solucionados. Dentre eles, podem ser citados: 1) estabelecer qual o efeito dos raios laser nas estruturas do sistema cardiovascular; 2) quantificar a energia necessária para destruição de tais estruturas; 3) conduzir os raios laser até o local a ser irradiado; 4) direcionar os raios laser sobre as estruturas a serem destruídas e 5) verificar o efeito dos resíduos oriundos da destruição dessas estruturas sobre os diferentes órgãos e eliminá-los, se necessário.

Os itens 1 e 2 foram objeto de outras publicações⁶. O presente trabalho tem por finalidade o estudo dos problemas 3, 4 e 5. Para alcançar tais objetivos, decidiu-se que: a) a irradiação laser seria aplicada sem interrupção do fluxo sanguíneo; b) a condução da fibra óptica seria feita por controle radioscópico e c) o direcionamento do raio laser seria através do uso de contraste iodado.

O modelo escolhido foi o enxerto, no sistema arterial do cão, de um segmento de artéria humana com aterosclerose, a fim de simular as condições de um doente, porque não é possível obter-se, facilmente, doença aterosclerótica nas próprias artérias do animal. O vaso escolhido foi a carótida, utilizando-se, dessa maneira, o cérebro como órgão de “choque”, pois qualquer acidente trombembólico devido à téc-

nica ou a liberação de produtos motivos de transformação do ateroma seria facilmente detectado por alterações neurológicas no pós-operatório.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 13 cães, com pesos variando entre 14 e 20 kg, os quais, após pré-anestesia com morfina (2ml) e anestesia com pentobarbital sódico (30mg/kg de peso corporal) foram intubados e colocados em respiração controlada por aparelho Takaoka modelo 670.

A artéria carótida direita foi dissecada e reparada, sendo medidas a pressão e o fluxo na região onde seria interposto o segmento de artéria humana doente. A seguir, foi feita carotidografia. O vaso foi seccionado enxertando-se, entre seus cotos, um segmento de artéria femoral de aproximadamente 2cm, retirado de cadáver humano fresco.

Mediram-se novamente o fluxo e a pressão a montante e a jusante. A carotidografia foi repetida, para comprovar-se a permeabilidade do segmento enxertado.

Os cães foram reestudados após 7 dias, realizando-se as mesmas medidas e cinecarotidografia. Em seguida, através de controle radiológico, um cateter especial, desenvolvido neste laboratório^{3,5,7,8}, contendo fibras ópticas em seu interior, foi introduzido pela artéria femoral, até o enxerto e o segmento arterial humano foi irradiado com raios laser de ar-

gônio com potência média de $2,7 \pm 0,6$ watts e tempo de exposição médio de $2,5 \pm 0,5$ mm, o que correspondeu a uma energia média de 400 joules (fig. 1).

Foi empregado um aparelho de raio laser de argônio modelo 77-10 da Spectra Physics. Como via condutora da radiação, utilizou-se fibra óptica de 0,4 mm montada em cateter "Sones n.º 8F, conforme relatos anteriores deste laboratório 3,5,8".

A irradiação foi interrompida em cada caso, quando ocorria perfuração do vaso (fig. 2), constatada por extravasamento de contraste radiológico, para o interstício. Os cães foram sacrificados e retirados os segmentos arteriais e o cérebro para estudo anátomo-patológico.

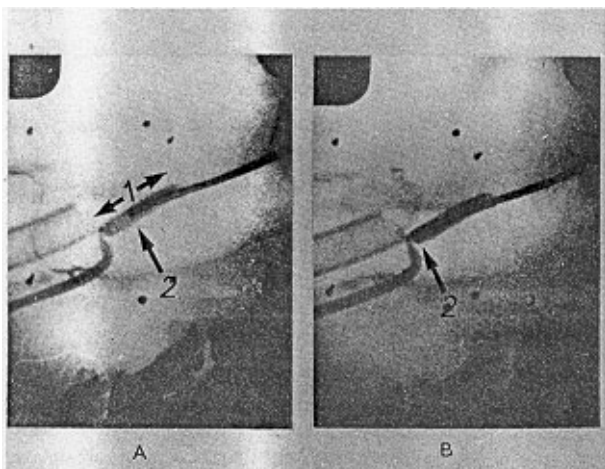


Fig. 1 - Aplicação de raios laser no enxerto através de cateter especial. A seta 1 indica enxerto de carótida humana e a seta 2 o cateter no interior do vaso. Em A, a ponta do cateter encontra-se no ponto médio do enxerto (seta e). Em B, o cateter ultrapassa todo o segmento enxertado.

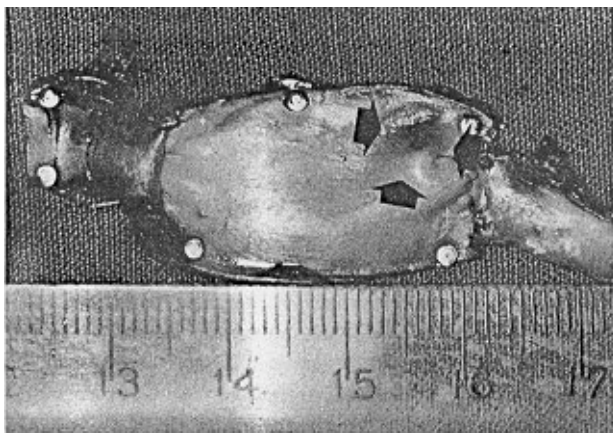


Fig. 2 - Aspecto do enxerto após irradiação com raios laser. As setas delimitam a área irradiada.

RESULTADOS

Dos 13 cães operados, três morreram, sendo dois por apresentarem rejeição do enxerto e um em decorrência da anestesia. Os 10 cães restantes foram reestudados uma semana após o transplante. Desses, quatro (40%) apresentaram trombos na sutura, o

que dificultou a passagem do cateter até o segmento interposto e requereu elevada energia para perfurá-los. Em três (30%) casos, houve perfuração dos segmentos enxertados, constatada radiograficamente pelo escoamento da solução de contraste para os tecidos adjacentes e pelo estudo anátomo-patológico.

Cinco cães foram mantidos vivos após o uso de raios laser, sendo que um (20%) deles evoluiu cegueira e os outros quatro não apresentaram qualquer complicação neurológica, até três dias de seguimento, quando foram sacrificados para estudo anátomo-patológico tanto arterial como cerebral. Esse exame mostrou destruição parcial do ateroma bem como das camadas íntima e média. Foi observada necrose de fotocoagulação do tecido adjacente à 1,4 (fig. 3). Foram feitos cortes do cérebro à distância média de 15 mm para estudo macroscópico, não se encontrando alterações estruturais.

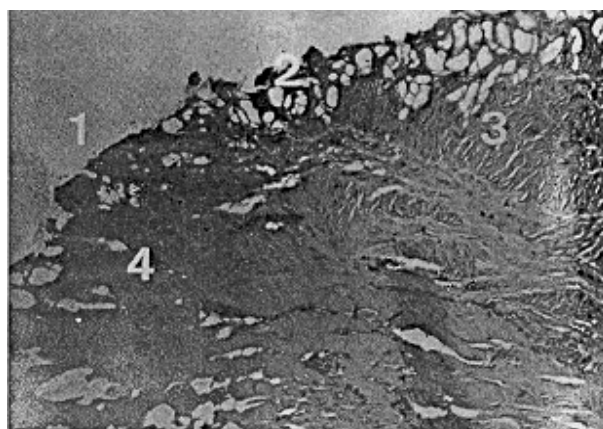


Fig. 3 - Exame histopatológico do enxerto após irradiação com raios laser: 1 - cratera; 2 - zona limitante; 3 - zona intermediária com formação de lacunas e 4 - zona de necrose de fotocoagulação.

DISCUSSÃO

Os raios laser têm sido utilizados com ação destrutiva sobre várias estruturas anormais do organismo⁹⁻¹². No tocante a placas ateromatosas, a destruição foi conseguida "in vitro"^{6,11}.

Com o cateter descrito por Armelin e col.^{3,5,7,8} conseguiu-se conduzir a radiação laser até as placas ateromatosas de artérias humanas enxertadas nas carótidas de cães vivos. Assim, conseguiu-se a destruição parcial dessas placas sem a interrupção de corrente sanguínea. Na maioria de nossos experimentos, o controle radiológico permitiu o posicionamento do cateter de forma a atingir as placas com raios laser emitidos tangencialmente à parede do vaso.

Entretanto, em três (30%) cães ocorreu perfuração da parede por desalinhamento dos eixos do cateter e da artéria. Assim, os raios laser foram emitidos obliquamente atingindo a parede arterial, perfurando-a. A emissão precisa de raios laser será obtida quan-

do se puder visibilizar a placa, mediante sistema óptico de visão direta, do tipo endoscópio.

Outro fenômeno indesejável seria a embolia prolongada pelos resíduos ou gases oriundos das placas fragmentadas ou volatilizadas. A cegueira apresentada por um de nossos cães pode ser assim explicada.

Com os cães não apresentaram alterações neurológicas após a irradiação laser, podemos admitir que os produtos advindos da desintegração do ateroma e das eventuais alterações sangüíneas não foram perniciosos para o sistema nervoso central, o órgão de "choque" escolhido. Por outro lado, durante o tempo de observação dos cães, não se verificou problema algum nos outros sistemas. O estudo macroscópico do cérebro não demonstrou zonas de necrose ou presença de processos trombembólicos.

SUMMARY

To study the possibility of applying laser beams to destroy atheromatous plaques "in vivo", atherosclerotic human artery grafts were performed on 13 mongrel dogs. An arterial segment was grafted between the extremities of a sectioned carotid artery. After one week argon laser was applied over the plaques through catheterization without interruption of the blood circulation. The atheromas were partially destroyed.

In 30% of cases, perforation of the grafted segment occurred on the account of the displacement of the fibroptic and arterial axis.

The innocuity of the gases resulting from the burning of the atheromas was observed through neurological follow-up of the animals.

REFERÊNCIAS

- Macruz, R.; Carvalho, V. E.; Martins, J. R. M.; Tupinambá, A. S.; Lopes, E. A.; Décourt, L. V.; Vargas, H.; Penna, A. S. F. - Possibilidade terapêutica do laser em ateroma. *Arq. Bras. Cardiol.* 32: (supl. I) 176, 1979.
- Armelin, E.; Lopes, E. A.; Zerbini, E. J.; Bittencourt, D.; Pileggi, F.; Verginelli, G.; Mnitentag, J.; Brum, J. M. G.; Décourt, L. V.; Ribeiro, M. P.; Gomes, O. M.; Camargo, P. R.; Macruz, R. - Aplicação dos raios laser na área cardiovascular. *Ars. Curandi Cardiologia*, 3: 40, 1981.
- Armelin, E.; Macruz, R.; Gomes, O. M.; Mnitentag, J.; Brum, J. M. G.; Ribeiro, M. P.; Lopes, E. A.; Penna, A. F. S.; Bozini, D. G.; Bittencourt, D.; Verginelli, G.; Pileggi, F.; Zerbini, E. J. - Novo cateter intravascular para aplicação dos raios laser. *Arq. Bras. Cardiol.* 37 (supl. 1): 125, 1981.
- Macruz, R.; Armelin, E.; Gomes, O. M.; Brum, J. M. G.; Fiorelli, A.; Ribeiro, M. P.; Mnitentag, J.; Lopes, E. A.; Camargo, P. R.; Madrigano, M. G. C.; Pileggi, F.; Décourt, L. V.; Zerbini, E. J. - Aplicação do laser no sistema cardiovascular. *Arq. Bras. Cardiol.* 39: 5, 1982.
- Armelin, E.; Macruz, R.; Ribeiro, M. P.; Brum, J. M. G.; Madrigano, M. G. C.; Camargo, P. R.; Mnitentag, J.; Pileggi, F.; Verginelli, G. - Application of laser beam in the vessel wall without interruption of blood flow. *Circulation*, 66 (suppl. II): 136, 1982.
- Mnitentag, J.; Ida, F.; Macruz, R.; Ribeiro, M. P.; Brum, J. M. G.; Madrigano, M. G. C.; Longo, V. L.; Farias, A. D.; Jatene, A.; Armelin, E. - Aplicações do laser de argônio, em artérias de cão "in vitro". *Arq. Bras. Cardiol.* 41 (supl. 1): 35, 1983.
- Macruz, R.; Armelin, E.; Brum, J. M. G.; Gomes, O. M.; Ribeiro, M. P.; Mnitentag, J.; Luz, P. L.; Décourt, L. V.; Zerbini, E. J. - The use of laser beam as a surgical tool for correction of experimental pulmonary stenosis during catheterization procedure. *Circulation*, 64 (supl. IV): IV-67, 1981.
- Armelin, E.; Macruz, R.; Ribeiro, M. P.; Brum, J. M. G.; Mnitentag, J.; Ida, F.; Pileggi, F.; Verginelli, G. - Desobstrução da estenose experimental da artéria carótida por meio de cateter de raio laser. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. S. Paulo.* 38: 35, 1983.
- Fine, S.; Klein, E. - Biological effects of laser radiation: Laurence, J. H.; Gofman, J. W., ed. - *Advances in "Biological and Medical Physics"*. Academic Press, N.Y. 1965.
- Goldman, L. - Effects of new Laser systems on the skin. *Arch. Dermatol.* 108: 385, 1973.
- Asher, P. W. - *Der CO₂ Laser in der neurochirurgie*. F. Molden Verlag Ung. Druckerei, wein, 1977.
- Hu, C.; Barnes, F. S. - The thermal - chemical damage in biological material under Laser irradiation. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. Vol. BME-17, July, 1980.
- Gerrity, R. G.; Loop, F. D.; Golding, L. A. R.; Ehrhart, L. A.; Argenyi - Arterial response to Laser operation for removal of atherosclerotic plaques. *J. Thorac. Cardio. Surg.* 85: 409, 1983.