

## ESTUDO EXPERIMENTAL DA AÇÃO DO RAIOS LASER SOBRE AS CORDAS TENDÍNEAS DA VALVA MITRAL

BEATRIZ HELENA SANCHES FURLANETTO, LUIZ BORO PUIG, RADI MACRUZ, EGAS ARMELIN, LUIZ FRANÇA NETO, JAIME MNITENTAG, GERALDO VERGINELLI, EDGARD AUGUSTO LOPES, ADIB DOMINGOS JATENE

---

*Vinte e oito espécimes do aparelho valvar mitral foram obtidos de cadáveres com menos de 12 horas após óbito. Desses, 22 cordas foram submetidas à ação do raio laser (L) de argônio (grupo L) a uma distância aproximada de 5 mm e potência de 0,5W a 2,5W, por 2 a 105 s. Seis valvas foram usadas como grupo de controle (grupo C) para o teste de resistência à tração a que foram submetidas 6 cordas do grupo L. As variáveis analisadas foram: diâmetro, comprimento inicial e final, energia transferida, resistência à tração e padrão histológico. O encurtamento médio obtido após a aplicação do L foi de 22,8%. A resistência à tração do grupo L foi de 1525 g/cm<sup>2</sup>, em média, enquanto que a do grupo C foi de 1767g/cm<sup>2</sup>. A diferença não foi estatisticamente significativa. No estudo histológico, observou-se necrose de coagulação do tecido conjuntivo das cordas.*

---

A partir de 1960, quando Theodore. Nainam<sup>1</sup> produziu e utilizou o primeiro aparelho de raio laser (L), muitos tipos surgiram e foram utilizados das maneiras mais diversas. Em medicina, os primeiros estudos foram realizados em retinas de animais por Zaret<sup>2</sup>.

Atualmente, várias especialidades médicas estão utilizando rotineiramente o L, especialmente em terapêutica.

Na cirurgia cardiovascular, Arapov<sup>3</sup> e Boergen<sup>4</sup> utilizaram L em valvotomia pulmonar sob visão direta e na sutura de microvasos, respectivamente.

Na Divisão de Experimentação do Instituto do Coração João Paulo II do HC-FMUSP, aplicou-se o L de argônio na destruição de ateromas<sup>5,6</sup>, em arte-rioplastia<sup>7</sup>, valvotomia pulmonar<sup>8</sup>, na hemostasia epimicárdica<sup>9</sup>, na anastomose vascular<sup>10</sup>,<sup>11</sup> e na estenose da carótida<sup>12</sup>.

Com base nesses estudos pioneiros<sup>13</sup> e sabendo-se que o L pode alterar a composição dos tecidos orgânicos, transformando-os, carbonizando-os ou volatilizando-os, resolvemos estudar sua ação nas cordas do aparelho valvar mitral humano<sup>14</sup>.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidos de cadáveres, com menos de 12 horas após óbito, 28 espécimes do aparelho valvar mitral. Desses,

22 foram separados, aleatoriamente, para a aplicação do L (grupo L), e os 6 restantes constituíram o grupo de controle (grupo C). Das cordas submetidas ao L, 6 aleatoriamente separadas foram enviadas, junto com as outras 6 do grupo-controle, ao teste de resistência bem como ao estudo histológico.

Tanto para a aplicação do L como para o teste de resistência, escolheram-se as cordas mais longas de cada aparelho valvar.

Utilizou-se o aparelho de L de argônio da Spectra Physics, modelo 770-10, acoplado a um condutor de fibra óptica com 480 em de comprimento e 400 micra de diâmetro e com 10.º de abertura numérica (Spectra Physics modelo 299).

A energia luminosa foi transmitida às cordas a uma distância aproximada de 5 mm, com ângulo de incidência de 90º e potência de 0,5 W a 2,5 W.

Para que a ação do L fosse uniforme, esse foi aplicado (fig. 1) com movimentos lentos no sentido longitudinal da corda valvar entre dois pontos de seda ou entre sua inserção no músculo papilar e folheto valvar a fim de proceder à medida do comprimento da mesma, no tempo (T) que variou de 2 a 105 segundos (fig. 2 A e 2 B).

As variáveis obtidas foram comprimento inicial (antes da aplicação do LCI) e comprimento final

(após a aplicação do L-CF), diâmetro da cordoalha (D), tempo (T) potência (P) e energia total aplicada (E).

A partir desses dados, calcularam-se o encurtamento absoluto, a porcentagem de encurtamento da corda tendínea e a energia transferida (ET).

Os testes de resistência foram feitos com aparelho Instron, modelo TM. As cordas foram fixadas no aparelho e em seguida tracionadas de maneira uniforme e constante, até que se rompessem. Consideraram-se como resistências máximas os valores imediatamente anteriores aos necessários para que as roturas se produzissem.

Foi realizado estudo histológico das cordas tendíneas normais e das submetidas à ação do L.



Fig. 1 – Detalhe da aplicação do raio laser sobre as cordas tendíneas da valva mitral.

## RESULTADOS

Em todas as cordas tendíneas em que se aplicou o L, observou-se encurtamento e diminuição do seu diâmetro, bem como ressecamento e transformação da cor rósea normal em marrom.

Para uma energia média de 37,1 J transferida obteve-se média de encurtamento de 3,7 mm, que correspondeu a 22,8% (tab. I).

As cordas submetidas à ação do L apresentaram resistências que variaram de 1.100 a 1.950 g/cm<sup>2</sup> com média de 1525 g/cm<sup>2</sup> (DP-390), para um diâmetro médio de 0,32 mm, em comparação com as cordas normais, cuja resistência variou de 1300 a 2.100 g/cm<sup>2</sup> com média de 1767 g/cm<sup>2</sup> (DP-307) (tab. II e III).

Não se verificou diferença estatisticamente significativa na resistência entre as cordas que sofreram a aplicação do L e as que serviram de controle

O estudo histológico das cordas tendíneas, presumivelmente normais, mostrou tecido conjuntivo de aspecto considerado normal (fig. 3), porém as submetidas à ação do L revelaram coagulação deste tecido (fig. 4).

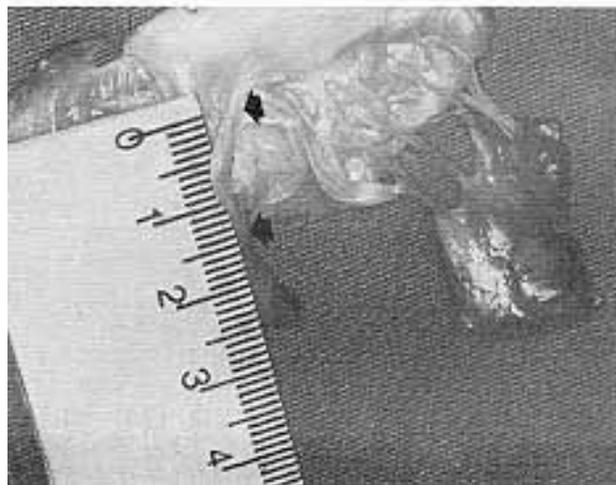
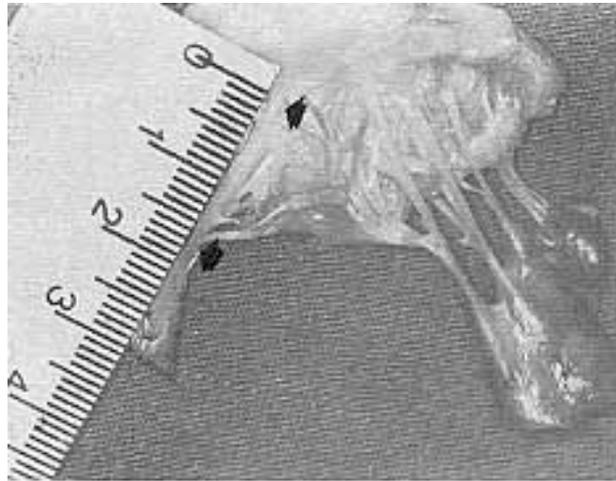


Fig. 2 – Aspecto da corda tendínea antes (figura superior) e após (figura inferior) a aplicação do raio laser. Observa-se o encurtamento da corda de 1,8 cm para 1,4 após a aplicação do laser.

## DISCUSSÃO

A aplicação do L nas cordas tendíneas da valva mitral partiu do princípio de que se poderia uni-las ou encurtá-las, a fim de se corrigir seu alongamento.

As primeiras tentativas de correção da insuficiência valvar mitral foram feitas inicialmente por Murray, em 1945, utilizando tendão do músculo grande palmar revestido por segmento de vela invertida.

Davila e col., em 1954, intervieram sobre o anel atrioventricular, provocando sua constrição.

Em 1955, Kay e col. demonstraram a possibilidade do tratamento da insuficiência mitral pela anuloplastia sob visão direta.

Em 1960, Harken e col. introduziram o conceito e técnicas de substituição de valvas cardíacas por elementos protéticos. Foram seguidos por Starr que, em 1961, publicou os primeiros resultados com a substituição da valva mitral por válvula artificial.

A experiência inicial com próteses demonstrou alta incidência de infecção e tromboembolismo, sendo este último, o principal problema das próteses,

**dados gerais.**

P (W)	T (S)	D (MM)	CI (MM)	CF (MM)	CI-CF	% ENC.	ET (J)
2,0	60	1,00	10,5	9,0	1,5	14,2	120,0
2,0	34	0,50	13,2	11,0	2,2	16,6	68,0
2,0	76	0,50	19,0	10,0	9,0	47,3	152,8
2,0	25	0,45	13,0	9,5	3,5	26,9	50,4
2,0	39	0,68	16,0	13,0	3,0	18,7	77,4
2,0	11	0,22	16,0	11,0	5,0	31,2	22,0
2,0	23	0,39	17,0	12,0	5,0	23,4	45,0
2,5	23	0,38	18,0	10,0	8,0	44,4	57,0
2,5	40	2,04	19,0	10,0	9,0	47,3	98,8
2,0	03	0,45	10,0	8,8	1,2	13,6	6,8
2,0	08	0,27	11,0	9,0	2,0	18,1	15,0
2,0	02	0,17	11,0	10,5	1,5	4,5	4,6
2,0	02	0,27	16,0	14,0	2,0	12,5	3,4
1,0	10	0,26	17,0	13,0	4,0	23,4	10,8
1,0	08	0,28	15,0	12,0	3,0	20,0	8,4
1,0	04	0,32	18,0	13,0	5,0	27,1	4,0
0,5	81	0,35	20,0	18,5	1,5	7,5	40,3
2,0	03	0,40	10,0	8,0	2,0	20,0	6,8
2,0	02	0,28	16,0	14,0	2,0	13,0	3,4
1,0	10	0,26	17,0	13,0	4,0	24,0	10,2
1,0	08	0,28	15,0	12,0	3,0	20,0	8,4
1,0	04	0,32	18,0	13,0	5,0	28,0	4,0
1,7	21,64	0,46	15,2	11,5	93,7	22,8	37,1
0,57	24,08	0,40	3,15	2,37	1,04	11,61	42,79

**Tabela II - Resistência à rotura de cordas tendíneas da valva mitral submetidas à ação do L (grupo L).**

	Diâmetro (mm)	Resistência (g/cni <sup>2</sup> )
1.	0,26	1.900
2.	0,28	1.350
3.	0,28	1.100
4.	0,32	1.100
5.	0,35	1.950
6.	0,40	1.750
Média	0,32	1.525
D.P.	0,05	390

**Tabela III - Resistência à rotura das cordas tendíneas da valva mitral normal (Grupo G).**

	Diâmetro (mm)	Resistência (g/cm <sup>2</sup> )
1.	0,40	2.100
2.	0,40	1.800
3.	0,43	1.900
4.	0,45	1.300
5.	0,55	1.500
6.	0,55	2.000
Média	0,46	1.767
D.P.	0,07	307

somados; aos riscos do próprio tratamento anticoagulante.

Baseados na ausência de tromboembolismo e na facilidade de confecção, vários autores utilizaram tecidos biológicos na confecção de válvulas, tais como Van Der Spuy com pericárdio, em 1964; Senning, com “fascia lata”, em 1967; Fadali e col., com peritônio, em 1970 e Puig; e Verginelli, com dura-mater, em 1971.

As próteses e biopróteses mostraram uma vida média de 5-10 anos, tornando o paciente portador de defeito orovalvar um potente candidato a várias substituições valvares durante sua vida, já que a moléstia afeta predominantemente os jovens.

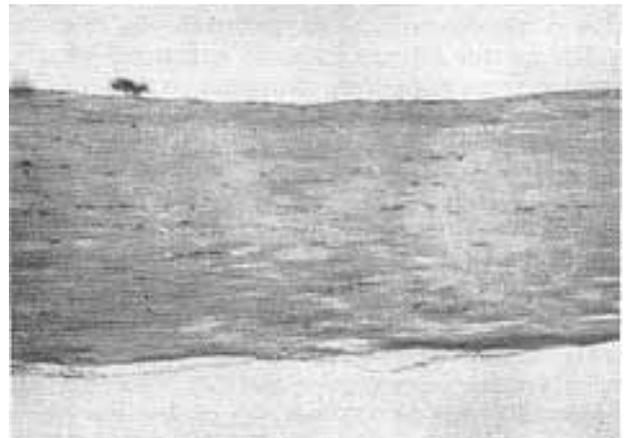


Fig. 3 – Corte histológico de corda anormal, mostrando tecido conjuntivo.

Quando possível, o reparo valvar é preferível à troca, porque reduz o risco de tromboembolismo, evita a necessidade de anticoagulação por longos períodos e elimina os riscos de calcificação, roturas, associadas com insuficiência mecânica valvular.

Restrições têm sido feitas às plásticas orovalvares, alegando-se a necessidade de tempo prolongado de “bypass” e resultados funcionais pouco previsíveis. Porém, recentes progressos de proteção miocárdica e circulação extracorpórea permitem técnicas cirúrgicas mais sofisticadas e resultados estáveis a longo prazo.

Uma análise completa do aparelho valvar mitral conduzirá à constatação de que a insuficiência mitral



Fig. 4 – Corte histológico de corda tendínea da valva mitral submetida aos raios laser, mostrando coagulação do tecido conjuntivo.

muito raramente depende de uma só lesão, mas sim de lesões associadas que afetam dois ou mais, até mesmo todos os elementos do aparelho valvar.

A dilatação do anel fibroso foi o elemento que mais chamou atenção. Lillehei realizou plicatura comissural intervindo sobre o anel. Carpentier iniciou o uso de um anel para correção da dilatação e deformidade orifical, além de estabelecer técnicas para correção dos outros elementos responsáveis pela insuficiência mitral, como a rotura ou alongamento de corda tendínea ou rotura de músculo papilar<sup>15</sup>.

As técnicas utilizadas para encurtamento de cor da tendínea visam às cordas mais grossas, reimplantando-as, ou implantando o excesso da corda do músculo papilar.

Com a aplicação do L conseguimos encurtar as cordas, ultrapassando as dificuldades técnicas encontradas no encurtamento de cordas muito finas mas de primordial importância funcional. Obtivemos, para um diâmetro de 0,32 mm das cordas, um encurtamento de 22,8% e uma resistência à tração que variou pouco, mas não significativamente, em relação às cordas não submetidas à ação do L.

Com esses resultados, achamos que dispõem os cirurgiões de mais um instrumento para tentar corrigir a insuficiência valva mitral conseqüente ao alongamento das cordas tendíneas. Parece que o L é um excelente instrumento que poderá ajudar a perfeita plastia valvar.

#### SUMMARY

Twenty eight mitral valves apparatus were obtained from cadavers with less than twelve hours from death. In 22 chordae tendinae, argonium laser was applied (group L, at a 5 mm of distance, with a 0.5 to 2.5 W potency, for about 2 to 105 seconds. Six mitral valves were used as control (group C) for the resistance as to stretch test, which was also applied to the six chordae from group L. The following parameters were analysed: diameter, initial and final length, transferred energy, resistance as to stretch

and hystological pattern. In group L, chordae tendinae were shortened by 22.8%. The resistance as to stretch in group L averaged 1525 g/cm<sup>2</sup>, and in group C it averaged 1767 g/cm<sup>2</sup>. The difference was statistically not significant. As to hystological study, coagulation necrosis in the connective tissue was observed.

#### REFERÊNCIAS

1. Johnson, J. - Lasers - Raintree Publishers, Milwaukee, 1981 p. 5-48.
2. Zaret, M. M. et al. - Ocular lesions produced by an optical maser (laser). Science, 134: 1525, 1961.
3. Arapov, A. D.; Vishnevsky A. A., Jr.; Abdullaev, F. Z.; Korchgin, V. A.; Mirtskhulava, K. A.; Sargin, M. E. - A preliminary report on Laser application in cardiosurgery. EKSP Khir. Anestz. 4: 10 1974.
4. Boergen, K.P.; Birgruber, R. Gabel, V. P. Hillenkamp, F. - Experimental studies on controlled closure of small vessels by Laser radiation. In: Symposium on the Laser in Medicine and Biology Hunchen, 1977. Proceeding, München, 1977.
5. Macruz R.; Carvalho, V. B.; Martins J. R. M.; Tupinambá, A. S.; Lopes, E. A.; Décourt L. V.; Vargas H. J.; Penna, A. S. F. - Possibilidade terapêutica do laser em ateroma. Arq. Bras. Cardiol. 33 (supl. I) 176, 1979.
6. Macruz R.; Martins J. R. M.; Tupinambá A. S.; Lopes, E. A.; Vargas, H.; Pena A. F.; Carvalho, V. B.; Armelin E.; Décourt L. V. - Possibilidades terapêuticas do raio laser em ateromas. Arq. Bras. Cardiol. 34: 9, 1980.
7. Brum, J. M. G. - Ribeiro, M. F.; Gomes, O. M.; Macruz, R.; Madrigano M. G. C.; Canargo, P. R.; Mnitentag, J.; Verginelli, G.; Pileggi, F.; Armelin, E. - Arterioplastia com uso de Laser de argônio. Arq. Bras. Cardiol. 37: (supl. 1) 117, 1982.
8. Gomes O. M.; Macruz, R.; Armelin, E.; Brum J. M. G.; Mnitentag, J.; Bittencourt D.; Zerbini, E. J. - Valvulotomia pulmonar transvenosa com raios Laser. Arq. Bras. Cardiol 37: (supl. 1) 117, 1981.
9. Gomes, O. M.; Arnelin, E.; Macruz, R.; Mnitentag, J.; Brum, J. M. G.; Saliba, A. M.; Madrigano, M. G. C.; Lopes, E. A.; Bittencourt D.; Verginelli, G.; Zerbini, E. J. - Hermostasia. epimiocárdica com Laser. Arq. Bras. Cardiol. 37 (supl. 1): 45, 1981.
10. Gomes, O. M.; Macruz R.; Armelin, E.; Brum J. M. G.; Ribeiro M. P.; Mnitentag, J.; Verginelli, G.; Pileggi F.; Zerbini, E. J. - Anastomose vascular com laser de argônio. Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo 37 (6): 255.
11. 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. J. C.; Décourt, L. V.; Zerbini, E. J. - Aplicação do laser no sistema cardiovascular. Arq. Bras. Cardiol, 39: 5, 1982.
12. 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. Ned. Univ. São Paulo 38: 35, 1983.
13. Macruz, R.; Armelin, E.; Brum, J. M. G.; Ribeiro, M. P. - Gomes, O. M.; Décourt, L. V. - Laser application on cardiovascular system. Experimental data. In: Kasuko Atsumi ed. - New Frontiers in Laser Medicine. Excerpta Medica, Elsevier Science Publishing, Amsterdam 1982. p. 288.
14. Furlanetto, B. H; Puig, L. B.; França Netto, L.; Armelin, E.; Macruz, R.; Mnitentag, J.; Pileggi, F.; Verginelli, O. - Estudo experimental da ação do raio laser sobre as cordas tendíneas da valve mitral. Arq. Bras. Cardiol. 37 (Supl 1): 10, 1982.
15. Carpentier, A.; Bellaud, J.; Deloche, A.; Fabiani, J. N.; D'Allaines, C.; Blordeau, P.; Piwnica, A.; Qauvaud, S.; Dubost, C. - Conservative management of the prolapsed valve. Ann. Thorac. Surg. 26: 4, 1978.