

## AVALIAÇÃO DA “CERCLAGEM” EXPERIMENTAL DA ARTÉRIA PULMONAR

ALTAMIRO RIBEIRO DIAS \*, ABELARDO ZINI \*\*, ARNALDO DUARTE LOURENÇO \*\*\*,  
MABEL DE MOURA BARROS \*\*\*\*, MANUEL CANO \*\*\*\*\*, J. EDUARDO M. R. SOUSA \*\*\*\*\*,  
LUIZ CARLOS BENTO DE SOUZA \*\*\*\*\*, ELIZABETH LEONE \*\*\*\*\*,  
ADIB DOMINGOS JATENE \*\*\*\*\*.

---

*A cerclagem da artéria pulmonar foi realizada em 10 cães. Os animais foram mantidos no biotério por cerca de 12 meses, após os quais foram submetidos a estudo hemodinâmico e cineangiocardiógráfico, sendo a seguir sacrificados.*

*Foi realizado estudo anátomo-patológico do coração e grandes vasos. Em todos os cães houve desenvolvimento de hipertrofia ventricular direita acentuada.*

*Houve incremento nas áreas de degeneração cística e acentuada hipertrofia fibro-muscular nas paredes da artéria pulmonar*

---

Desde o relato inicial de Jatene e col.<sup>1</sup> sobre a correção anatômica da transposição das grandes artérias, grande progresso foi feito no aprimoramento e aplicações dessa técnica em cirurgia cardíaca. Dentre os problemas envolvidos nessa aplicação, destaca-se o da adaptação do ventrículo esquerdo para assegurar o débito cardíaco pós-correção anatômica<sup>2</sup>. Nos pacientes com septo íntegro e transposição das grandes artérias, o ventrículo esquerdo rapidamente involui apresentando-se com paredes finas e constituindo um óbice para a efetiva utilização da técnica.

Interessados em desenvolver um modelo experimental para estudar o comportamento ventricular quando submetido a uma sobrecarga sistólica, realizamos experimentalmente em cães a “cerclagem” do tronco pulmonar, analisando, posteriormente, o comportamento do ventrículo direito.

Aceitamos como premissa básica desse modelo experimental que o miocárdio ventricular deve apresentar uma resposta semelhante quando submetido à sobrecarga sistólica, seja o ventrículo esquerdo, seja o direito.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 10 cães com pesos variando entre 10 e 15 Kg.

Os cães foram anestesiados e submetidos à toracotomia ântero-lateral esquerda pelo 3.º espaço intercostal esquerdo.

O tronco pulmonar foi dissecado e envolvido por cadaço de seda de 3mm de largura.

A seguir, fez-se a progressiva constrição do tronco, apertando-se progressivamente o cadaço. Essa constrição em geral foi bem tolerada até reduzir-se esse diâmetro para pouco menos de 50% do diâmetro inicial. Continuando-se a “cerclagem”, verificava-se que, a partir de determinado diâmetro, o ventrículo direito não mais tolera a constrição e entra em falência. No limite de tolerância do ventrículo direito, considerado crítico para aplicação da “cerclagem”, foi fixado o cadaço em cada caso.

A seguir foi feita revisão da hemostasia e fechado o tórax.

---

Trabalho realizado conjuntamente pela Disciplina de Cirurgia Torácica da Faculdade de Medicina do ABC - (FMABC) e Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC).

\* Professor-Adjunto da Disciplina de Cirurgia Torácica da FMABC.

\*\* Médico-assistente da Disciplina de Cirurgia Torácica da FMABC.

\*\*\* Médico-residente do IDPC.

\*\*\*\* Médica-chefe do Serviço de Anatomia Patológica do IDPC.

\*\*\*\*\* Hemodinamicista do IDPC.

\*\*\*\*\* Diretor do IDPC e Titular de Cardiologia da FMABC.

\*\*\*\*\* Médico coordenador das atividades do Setor de Cirurgia Experimental do IDPC.

\*\*\*\*\* Veterinária responsável pelo Setor de Cirurgia Experimental do MDPC.

\*\*\*\*\* Professor-Titular de Cirurgia Torácica da FMAIIC e Professor-Titular de Cirurgia Torácica da Faculdade de Medicina da USP.

Os animais foram mantidos em biotério por cerca de 12 meses, após os quais foram submetidos a estudo cineangiocardiógráfico e cateterismo direito e esquerdo.

Após avaliação hemodinâmica, os cães foram sacrificados sendo feito o estudo anátomo-patológico do coração, grandes vasos e pulmões. Esse estudo compreendeu o exame macroscópico e exames microscópicos do miocárdio dos ventrículos, do tronco pulmonar antes do nível da cerclagem, ao nível da cerclagem e imediatamente após. Os cortes histológicos foram corados pela hematoxilina eosina. Foram feitas também colorações específicas para análise das fibras elásticas, a saber: Verhoeff Vanieson e tricômico de Masson.

Foram feitos também estudos do miocárdio ventrículo direito por meio de microscopia eletrônica.

## RESULTADOS

Na tabela I, são apresentados os valores da pressão. As angiografias do tronco pulmonar mostrava, em todos os casos, evidente constrição. O ventrículo direito apresentou, em todos os casos, volume diastólico moderadamente aumentado e discreta hipocontratibilidade difusa. Em 40% dos animais estudados, havia hipocontratibilidade ântero apical do ventrículo esquerdo.

**Tabela I - Valores da pressão (mmHg) obtidos pelo cateterismo cardíaco dos cães submetidos à constrição do tronco pulmonar.**

N.º do cão	Pressão média do átrio direito	Pressão (final) em ventrículo direito (VD)	Pressão em tronco pulmonar (TP)	Pressão em ventrículo esquerdo	Pressão em aorta	Gradientes Sistólicos VD - TP
1	10	90/10	25/15	160/15	160/110	65
2	5	60/5	15/7	84/10	84/60	45
3	5	55/5	27/14	160/15	160/120	28
4	7	45/7	17/10	100/10	100/60	18
5	10	98/11	28/11	114/12	114/110	70
6	12	100/11	27/10	120/10	120/90	73
7	10	97/7	23/8	110/10	110/90	74
8	2	34/2	20/7	130/15	130/100	14
9	10	45/7	17/10	100/10	100/60	18
10	12	100/10	25/12	130/15	130/100	75

O exame externo do coração revelou abaulamento do ventrículo direito, em todos os casos, decorrentes de hipertrofia. A espessura de suas paredes, em lugar de representar 33% da espessura da parede do ventrículo esquerdo, atingiram valor médio de 72,3% (fig. 1). Não se notou redução da cavidade ventricular apesar do incremento de espessura de suas paredes. As superfícies de corte do miocárdio não exibiam alterações macroscópicas. O endocárdio e o epicárdio eram de aspecto normal.

Comparando-se os diâmetros da aorta e da pulmonar, verificou-se que, proximamente à constrição, havia leve predomínio do diâmetro do tronco pulmonar. A população exibiu evidente espessamento de suas paredes, especialmente, na zona proximal à constrição.

Os cortes histológicos de miocárdio do ventrículo direito e esquerdo mostraram estrutura preservada. As células tinham volume e orientação normais. Contudo, não foi feita análise morfométrica para quantificação da hipertrofia.

Na microscopia eletrônica, não se verificaram alterações degenerativas celulares, indicando que, se hipertrofia houve, como sugere o exame macroscópico, esta ocorreu em níveis toleráveis pelo coração. Ao lado do aspecto

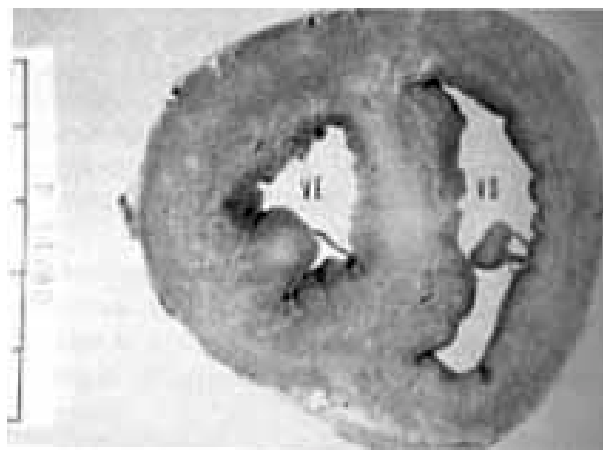


Fig.1- Secção do coração evidenciando a acentuada hipertrofia do ventrículo direito.

celular foram também preservados o conteúdo fibroso intersticial e os vasos intramiocárdicos (fig. 2)

O estudo histológico das aortas não mostrou alterações. Havia graus variados de dissociação da técnica elástica da camada média devida a acúmulos de mucopolissacarídeos, configurando focos de degeneração cística da média. Estas lesões, embora pre-



Fig.2- Aspecto do miocárdio do ventrículo direito obtida pela microscopia eletrônica (4.200X). Há preservação da estrutura miocárdica e preservação dos elementos citoplasmáticos (D- disco intercalar m- mitocôndrias).

entes em toda a espessura da camada média, assumiam proporções mais intensas no terço interno. Não se evidenciaram alterações das camadas íntima e adventícia.

As artérias pulmonares mostraram, principalmente, fenômenos racionais à isquemia e à hipertensão.

Os fenômenos isquêmicos foram mais notados na forma da “cerclagem” e caracterizaram-se por fibrose da camada média da artéria (fig. 3). Encontrou-se também aumento da camada íntima por proliferação fibrosa jovem. Essa lesão tem distribuição irregular e não se fez acompanhar por depósitos gordurosos, porém foi vista em toda a extensão da artéria, sendo menos intensa no segmento distal à “cerclagem” (fig. 4).

A reação arterial, frente à condição hipertensiva criada pela “cerclagem”, foi mais acentuada no segmento proximal à “cerclagem”, caracterizando-se por proliferação do componente músculo-elástico da camada média e incremento de depósitos de substância fundamental, configurando focos múltiplos de degeneração cística semelhantes aos encontrados habitualmente na aorta de cães normais e na própria artéria pulmonar normal, embora em menor número.

A distribuição da proliferação muscular e dos depósitos de mucopolissacarídeos era irregular, sendo também observada esparsamente no segmento distal à cerclagem.

Convém frisar que essas características (hiperplasia muscular e degeneração cística) estavam apenas exacerbadas em relação às artérias pulmonares (fig. 5).



Fig.3- Fotomicrografia da artéria pulmonar ao nível da “cerclagem”. Chama atenção extensa fibrose dos dois terços externos da camada média. Hematoxilina-eosina. 65x.



Fig.4- Fotomicrografia da artéria pulmonar distalmente à “cerclagem”. Notam-se zonas de fibrose focal da íntima (alto à direita). Hematoxilina-eosina. 65x.

## DISCUSSÃO

A “cerclagem” da artéria pulmonar quando realizada em cães foi muito bem tolerada, não tendo ocorrido insuficiência cardíaca no pós-operatório, quer imediato quer tardio.

Em todos os animais, mesmo naqueles em que os gradientes foram menos expressivos (cães 4, 8 e 9 -tabela. I), houve acentuada hipertrofia do ventrículo direito mo pós operatório tardio.

Vários trabalhos na literatura<sup>3,4</sup> têm demonstrado que o miocárdio, quando submetido à sobrecarga reage hipertrofiando-se, havendo rearranjos das mitocôndrias e, possivelmente, formação de novos miofibrilas. Os dados obtidos permitem supor que o ventrículo esquerdo, pouco desenvolvido na transposição das grandes artérias com septo íntegro, venha a hipertrofiar-se, analogamente ao que ocorre experimentalmente com o ventrículo direito, quando submetido à “cerclagem” do tronco pulmonar, assumindo condições para suportar o débito sistêmico.

As alterações encontradas na artéria pulmonar proximal e distalmente à “cerclagem”, não apresen-

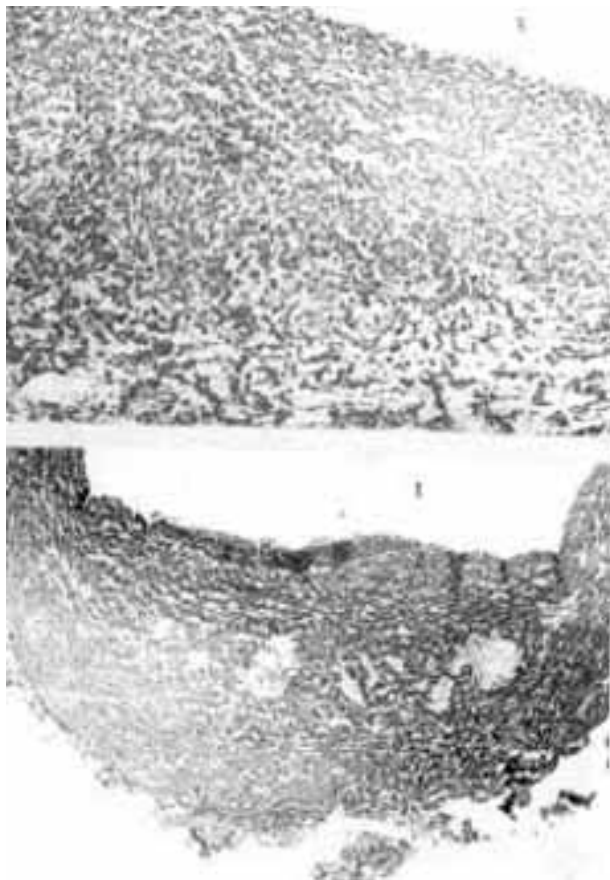


Fig.5 - Fotomicrografias da artéria pulmonar. A esquerda (A) corresponde à zona pré- cerclagem e apresenta hiperplastia da camada média com desarranjo das fibras e focos de degeneração. Observa-se a variação de espessura da parede e focos de degeneração crítica. Hematoxilina eosina 25x.

taram especificidade. De fato, é freqüente o achado de focos de degeneração cística especialmente na rede aórtica de cães.

É possível que o regime de hipertensão determinado pela “cerclagem” favoreça o desenvolvimento dessas alterações, especialmente nos segmentos pela “cerclagem” da artéria pulmonar.

Não houve qualquer repercussão (aneurismas, dissecções, etc.) decorrente da acentuação da hipertrofia fibro-muscular e das áreas de degeneração cística.

#### SUMMARY

Ten dogs, submitted twelve months before to pulmonary artery banding, were submitted to hemodynamic and morphologic evaluation.

All dogs developed right ventricular hypertrophy.

There was increase of the fibromuscular layer and appearance of cystic areas in the wall of the pulmonary artery.

#### REFERÊNCIAS

1. Jatene, A. D.; Fontes, V. P.; Paulista, P. P.; Souza, L. C. B.; Neger, F.; Galantier, M.; Sousa, J. E. M. R. - Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report. *Arq. Bras. Cardiol.* 28: 461. 1975.
2. Yacoub, M. H. - The case for anatomic correction of transposition of the great arteries. *J. Thorac. Cardiol. Surg-* 78: 3 1979.
3. Bishop, S. P.; Come, C. R. - Ultrastructural changes in of canine myocardium with right ventricular hypertrophy and congestive heart failure. *Lab. Invest.* 20: 219, 1969.
4. Richter, G. W.; Keline, A. - Hypertrophy of the human heart at the level of fine structure. An analysis and two postulates- *J. Cell-Biol.* 18: 195. 1963.