

DINÂMICA DA CONTRAÇÃO “POST-MORTEM” DO VENTRÍCULO ESQUERDOHERALDO JOSÉ VIVARELLI CURTI*, PAULO CESAR RIBEIRO SANCHES*,
SILVIO DOS SANTOS CARVALHAL**

A dinâmica de contração “post-mortem” do ventrículo esquerdo de corações caninos foi analisada por meio de ventriculografia, concluindo-se que: 1 - o “rigor mortis” cardíaco provocou uma contração aproximadamente concêntrica do ventrículo esquerdo, muito mais intensa que a contração fisiológica; 2 - a fração de ejeção “post-mortem” foi de $79 \pm 6\%$ 3 - o resfriamento seletivo de uma região miocárdica (ponta) causou atraso regional no desenvolvimento do “rigor mortis”, fazendo surgir, na ventriculografia “post-mortem” uma imagem “aneurismática”; o reaquecimento dessa área, por sua vez, permitiu que ocorresse o seu encurtamento, o que resultou, no final, em redução volumétrica e alteração de arquitetura semelhantes àquelas observadas nos corações que desenvolveram “rigor” de modo mais homogêneo.

Antes desse trabalho, havíamos notado, na ventriculografia “post-mortem” de um paciente falecido em nosso hospital, que a cavidade ventricular esquerda estava fortemente reduzida e com paredes muito espessas, dando a nítida impressão de que aquela câmara exibia um grau de contração bem maior que aquele verificado no final da sístole no exame ventriculográfico feito uma semana antes¹. Tomamos, então, conhecimento do trabalho de Maron e col.², que também constataram achado semelhante em seu estudo de correlação anátomo-ecográfica. Afinal, entendemos que as nossas e as constatações daquele autor estavam de acordo com o que é conhecido a respeito do “rigor mortis” cardíaco (RMC): quando plenamente instalado, os sarcômeros tornam-se 0,2 a 0,3 μ menores que aqueles encontrados em corações parados artificialmente em sístoles e por isso representam uma “supercontração” miocárdica³.

Neste trabalho, procuramos verificar como se desenvolve tal “supercontração” no ventrículo esquerdo e ainda analisar, através da cineventriculografia post-mortem, de cães, as similaridades existentes entre a arquitetura dessa câmara no final da sístole e aquela que ela exhibe após o estabelecimento do RMC.

MATERIAL E MÉTODOS

Oito cães foram sacrificados após terem sido anestesiados (nembital 10 mg/Kg) e heparinizados

(heparina sódica 500 U/Kg), por sangria feita por uma das carótidas. Os animais, provenientes da disciplina de Cirurgia Experimental da PUCCAMP, pesando entre 2,8 e 5,0 Kg, foram todos submetidos previamente a operações diversas e, por isso, o sacrifício deu-se, na maioria das vezes, entre 3 e 4 horas após a indução anestésica. Também invariavelmente apresentavam-se, no momento do sacrifício, acentuadamente hipotensos, o que, como comentaremos, poderá ter influenciado alguns dos resultados. Logo após a parada cardíaca, os corações foram retirados, sendo mantido intacto o pericárdio parietal.

Imediatamente depois da lavagem em solução salina para a retirada do sangue das cavidades, procedeu-se à canulação de uma das veias pulmonares com cateter de calibre apropriado, sendo as demais ligadas com fio de algodão. Canulou-se também a aorta e as coronárias foram ligadas por pontos transfixantes ao pericárdio. Assim, isolou-se o lado esquerdo do coração para a injeção seletiva de contraste radiopaco, diluído em solução fisiológica (Hypaque-sol. 50%) e aquecido a 37°. A injeção foi feita pelo cateter venoso.

O cateter aórtico foi ligado a um manômetro de água de modo a fixar não só a pressão de enchimento como também a pressão de vazão, em 13 cm de água, a pressão diastólica final habitual do ventrículo esquerdo de corações caninos.

* Professor-assistente dos Departamentos de Clínica Médica e Anatomia Patológica da PUC.

** Professor-titular do Departamento de Anatomia Patológica da PUCC.

A vazão ocorreu somente pelo cateter aórtico, pois o venoso foi pinçado. Os corações foram suspensos e mantidos fixos por meio dos cateteres citados e mantidos no interior de uma grande cúpula de vidro, onde a temperatura era aproximadamente 37°C. Foram, então, levados à sala de radiologia e, depois de posicionados em oblíqua anterior direita a ± 30° ou em ântero-posterior, passou-se a analisar a dinâmica da contração, através de aparelho de radioscopia dotado de intensificador de imagem. Uma folha de papel celofane foi fixada no tubo de imagem, de modo a ser possível copiar os sucessivos contornos (5 em média) assumidos pela silhueta ventriculográfica no decorrer da instalação do “rigor mortis” cardíaco (RMC).

O estudo foi programado para as primeiras 2 horas após a retirada do coração, pois o “rigor” costuma estabelecer-se plenamente após esse período³.

Em 3 dos 8 corações, a região apical (mais ou menos 2,0 a 2,5 em) foi mergulhada em solução salina gelada, mantida entre 8 e 10°C por meio de recirculação constante de soro gelado. Esse procedimento teve por objetivo criar um gradiente de temperatura entre a região apical e o miocárdio restante aquecido a 37°C e assim atrasar, regionalmente, o desenvolvimento do “rigor” na região do ápice. Após 40-50 minutos, a ponta foi reaquecida a 37°C para acelerar o metabolismo nas fibras dessa área e, desse modo, também aí proporcionar o estabelecimento do “rigor”.

Nos 5 corações uniformemente aquecidos foram feitas 2 radiografias (ventriculografias), uma logo no início e outra no final do exame. Nos 3 corações com resfriamento da ponta, 3 radiografias foram obtidas: no início, aos 40-50 minutos e ao final de 2 horas.

Com os contornos ventriculográficos dos corações posicionados em oblíqua anterior direita, calcularam-se as porcentagens de encurtamento do eixo longitudinal L e de cada um dos 6 hemisegmentos transversais em que foi dividida a silhueta ventriculográfica, segundo método proposto por Sniderman e col.⁴ (fig. 1).

Justificamos aqui a escolha desse método para o cálculo dos percentuais de redução dos segmentos da silhueta ventriculográfica porque, embora não seja o melhor método e nem o mais utilizado no estudo cineventriculográfico habitual, em nosso caso, o coração foi fixado pelos cateteres, que funcionaram como pontos de apoio do coração. Assim sendo, todos os pontos que compõem o contorno ventriculográfico, tiveram um curso centrípeto em relação a eles, diferentemente do que parece ocorrer em condições fisiológicas, em que o plano mitro-aórtico se aproxima da ponta, não ficando imóvel. O método daquele autor justamente avalia a contração segmentar pela superposição das silhuetas no plano mitro-aórtico⁴.

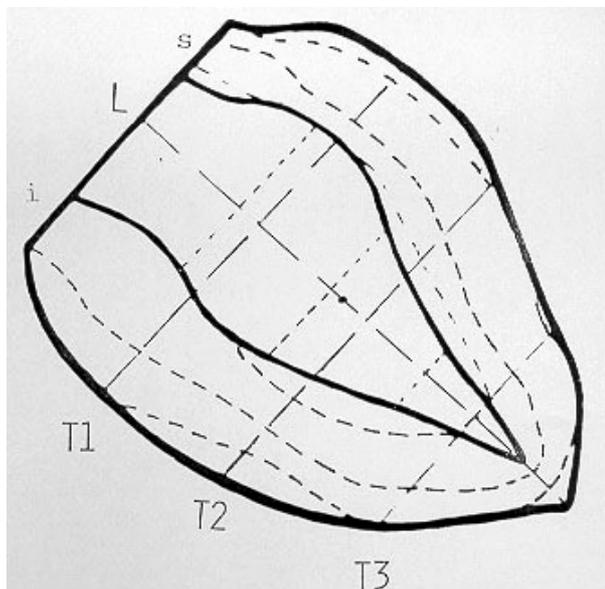


Fig.1 - Estudo ventriculográfico do cão n.º 6 segundo método proposto por Sniderman e col.².

Os eixos transversais da silhueta foram designados pela letra T e os respectivos hemi-eixos por T/2. Considerando que o eixo longitudinal L dividiu o contorno ventriculográfico em 2 metades, uma superior (s) e outra diafragmática inferior (i), os hemi-eixos transversais

	T1 s	T2 s	T3 s	
designados	2	2	2	e quando pertencentes
			TX i	
àquela metade superior e			2	quando pertencentes à
inferior (fig. 1).				

Foi possível, pela medida do volume de contraste ejetado (Vej) e o volume ventricular residual (Vres), calcular a que denominamos fração de ejeção “post-mortem” (PEpm), assim definida:

$$FEpm = \frac{Vej}{Vej + Vres} \times 100$$

RESULTADOS

Nos 5 corações uniformemente aquecidos, a contração “post-mortem” pode iniciar-se em qualquer região, mas com alguma preferência na região da ponta. A velocidade com que os encurtamentos se desenvolveram ao longo das 2 horas de observação foi muito variada em todos os casos (figs. 1, 2 e 3).

Algumas vezes, no decorrer da radioscopia, a imagem ventriculográfica assumiu formas muito bizarras mas, ao final, mostrou-se com a conformação habitualmente vista no final da sístole ventricular.



Fig.2 - Imagem ventriculográfica do coração "pré-rigor" (Cão n.º 6).



Fig.3 - Imagem ventriculográfica duas horas mais tarde (Cão n.º 6): notar a grande proeminência dos músculos papilares (p).

As porcentagens médias de encurtamento dos quatro eixos foram os seguintes (média \pm desvio-padrão da amostra) :

$$T = 63 \pm 3\%; T_2 = 56 \pm 2\%; T_3 = 72 \pm 3\%; L = 10 \pm 2\%.$$

¹ Os encurtamentos dos hemi-eixos transversais foram:

$$T_{\frac{1}{2}} S = 38 \pm 3\%; T_{\frac{1}{2}} i = 50 \pm 4\%; T_{\frac{2}{2}} S = 42 \pm 2\%;$$

$$T_{\frac{2}{2}} i = 47 \pm 2\%;$$

$$T_{\frac{3}{2}} S = 26 \pm 3\%; T_{\frac{3}{2}} i = 27 \pm 3\%.$$

Percebe-se que os encurtamentos dos hemi-eixos 2 e 3 mostraram valores aproximados (contração concêntrica), sendo que os hemi-eixos 1 - superior e inferior - foram bem diferentes. Nesse segmento, o hemi-eixo superior

$\frac{(T_s)_1}{2}$ encurtou significativamente menos ($38 \pm 3\%$ da medida inicial $\frac{T_s}{2}$) que o hemi-eixo inferior $\frac{(T_i)_1}{2}$ ($50 \pm 4\%$).

Nos corações em que se provocou o atraso do "rigor" na região apical, conseguiu-se criar uma imagem ventriculográfica semelhante à de aneurisma de ponta. Com o reaquecimento, entretanto, essa região sofreu apreciável encurtamento de seus diâmetros internos, acompanhando o que ocorreu com a cavidade ventricular restante (fig. 4).

A FEpm média foi de $79 \pm 5\%$.

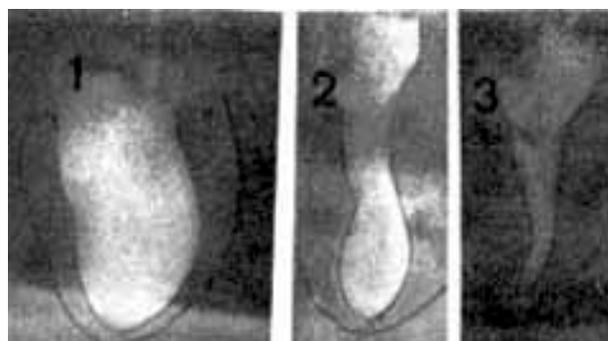


Fig.4 - Ventriculografias seqüenciais (0,40', 120' após a parada cardíaca) de coração com resfriamento da região apical; após a radiografia 'n.º 2 esta região foi reaquecida a 37°C (Cão n.º 3).

COMENTÁRIOS

Na necropsia, freqüentemente o ventrículo esquerdo do coração normal ou de coração que não tinha destruição muscular apreciável apresenta volume muito reduzido, pequeno demais para corresponder a um volume sistólico final fisiológico (aspecto particularmente evidente na chamada hipertrofia concêntrica do VE).

Isso se deve, como já sublinhamos¹, ao fenômeno do RMC, um inexorável fenômeno bioquímico que acomete o miocárdio durante acentuados graus de hipoxia e não à "parada em sístole", um raro evento que surge em situações muito particulares.

O padrão "discinético" da contração "post-mortem" observado pôde ser comparado. Aquele que seria produzido por um tipo hipotético de fibrilação ventricular em que as regiões despolarizadas anarquicamente não se repolarizariam mas, ao contrário, permanecendo contraídas, somariam, progressivamente, os seus encurtamentos até reduzirem acentuadamente a cavidade ventricular. As diferenças regionais nas velocidades de estabelecimento do "rigor mortis" devem-se, provavelmente, às diferenças regionais na quantidade de glicogênio intracelular (que em última análise, determina a maior ou menor disponibilidade local de ATP e, assim, regula a

velocidade de instalação do “rigor”⁵ e inevitável heterogeneidade do aquecimento a que foi submetido o coração no interior da campânula (regiões mais delgadas do miocárdio - por exemplo, a ponta tem seu metabolismo acelerado em relação ao miocárdio restante, pois são mais rapidamente aquecidas). Além disso, os cães sofreram, como explicado logo no início, graus variados - por vezes intensos - de hipotensão arterial, durante as 4 horas das cirurgias a que foram submetidos previamente e, portanto, os diferentes corações continham quantidades desiguais de ATP e glicogênio no momento da parada cardíaca.

O resfriamento seletivo de uma única região miocárdica no caso, da ponta - serviu para demonstrar, definitivamente, a influência da temperatura miocárdica, no desenvolvimento do “rigor”. Ainda mais, demonstrou-se que essa “acinesia, intencionalmente provocada, não parece alterar o resultado final que é o de uma intensa contração do ventrículo esquerdo, especialmente na região apical e peri-apical, onde ela é concêntrica.

As porcentagens médias de encurtamento segmentar encontradas foram significativamente superiores às cifras consideradas fisiológicas, o que, juntamente com os resultados do estudo da FEpm ($79 \pm 5\%$) atestam, de novo, o caráter hipercontrátil do RMC.

Observamos que o eixo longitudinal apresentou um encurtamento de apenas 10%, o que, especialmente em se tratando o RMC de um estado de supercontração, fala a favor da idéia de Nogueira⁶ de que normalmente a ponta apresenta pequeno movimento.

Pelos resultados aqui relatados, parece desnecessário enfatizar a importância que essa “derradeira sístole” tem no estudo necroscópico do coração: as médias da espessura das paredes da cavidade ventricular esquerda,

seu volume e sua arquitetura devem ser muito mais próximas às medidas e à arquitetura dessa câmara no final de uma sístole fisiológica do que às suas dimensões diastólicas.

SUMMARY

The authors analyse the dynamics of the post-mortem contraction of the left ventricle of the dog heart through ventriculography and conclude that: 1) cardiac rigor mortis causes concentric contraction of the left ventricle; 2) the post-mortem ejection fraction (PME) was $79 \pm 6\%$; 3) selective cooling of a myocardial region - the apex - provokes a regionally delayed development of rigor mortis which, by means of a post-mortem ventriculography, appears as an aneurysm; a shortening of that area could be obtained by reheating, which, in the end, resulted in both a volumetric reduction and architectural alterations similar to those observed in hearts that develop rigor in a more homogeneous way.

REFERÊNCIAS

1. Curti, H. J. V.; Sanches, P. C. R.; Bittencourt, L. A. K.; Carvalho, S. S. - O coração na autópsia: sístole ou diástole? *Arq. Bras. Cardiol.* 42: 175, 1984.
2. Maron, B. Y.; Henry, W. V.; Epstein, S. E. - Comparison of echocardiographic and necropsy measurements of ventricular wall thicknesses in patients with and without disproportionate septal thickening. *Circulation*, 55: 341, 1976.
3. Vanderwee, M. A.; Humprey, S. M.; Gavin, J. B.; Armiger, L. - Changes in the contractile state, fine structure and metabolism of cardiac muscle cells, during development of rigor mortis. *Virch. Arch.* 35: 159, 1981.
4. Sniderman, A. D.; Marpole, D.; Fallem, E. L. - Regional contraction patterns in the normal and ischemic left ventricle in man. *Am. J. Cardiol.* 31: 484, 1973.
5. Nogueira, E. A. - Avaliação do tamanho, forma e movimentação segmentar da cavidade ventricular esquerda em pacientes com cardiopatia chagásica crônica pela cineangiocardiografia. Campinas, 1983. (Tese apresentada à FCM UNICAMP).