

Leslie A. Aloan  
Mario M. Amache  
Raymundo D. Carneiro

## INFLUÊNCIA DO GRAU DE SOBRECARGA DE VOLUME NA CLASSE FUNCIONAL E NA HEMODINÂMICA DAS LESÕES REGURGITANTES MITRAIS CRÔNICAS.

*Foi analisado o comportamento clínico e hemodinâmico perante dois graus de sobrecarga de volume em 19 pacientes com insuficiência mitral crônica. Observaram-se poucas alterações hemodinâmicas nas regurgitações leves, embora a rigidez elástica do VE ( $K_p$ ) estivesse elevada e 71% pertencessem às classes funcionais I-II. Nas regurgitações graves, embora houvesse aumento do volume diastólico final do VE (VDF), do débito sistólico angiográfico (DS), da resistência periférica (RP) e da pressão média em capilar pulmonar (CAP), a fração de ejeção (FE) e a pressão diastólica final do VE ( $P_d$  VE) não foram diferentes dos valores dos normais (N). A  $K_p$  desse grupo foi menor que no anterior e 91% encontravam-se em classes funcionais III-IV.*

*O aumento do volume regurgitante (VR) é que determinou a elevação do CAP e a redução do débito sistólico efetivo (DS ef) nas classes funcionais III-V.*

*A redução da  $K_p$ , na insuficiência mitral, só ocorreu nas regurgitações graves, havendo, pelo contrário, nos casos leves, uma elevação da  $K_p$  A  $P_d$  VE e a FE são variáveis de pouca confiança na avaliação do estado do VE nessa doença e o VE é um importante determinante da classe funcional na insuficiência mitral crônica.*

O avanço da cirurgia cardíaca, nos últimos anos, modificou sobremodo a conduta face a uma cardiopatia potencialmente cirúrgica. A indicação operatória deixou de ter como base a classe funcional do paciente, passando a ser feita através de estudos hemodinâmicos, que auxiliam na determinação do estágio da doença durante o qual a operação seria mais benéfica.

No entanto, dados utilizados na prática diária, como a fração de ejeção, o volume e a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo, nesta avaliação, mostraram-se pouco fiéis, especialmente nas sobrecargas de volume. Estes tendem, muitas vezes, a subestimar a gravidade da disfunção ventricular<sup>1-2</sup>.

Portanto, é importante compreender as alterações hemodinâmicas, nos diferentes graus, de sobrecarga de volume, para aplicação imediata na prática diária.

Nosso intuito foi avaliar a influência da fração de regurgitação na hemodinâmica do ventrículo esquerdo (VE); os dados mais fiéis para essa avaliação e sua importância na determinação da classe funcional de indivíduos com insuficiência mitral crônica.

### Material e métodos

Foram estudados 18 pacientes (13 do sexo feminino) com idade média  $44,3 \pm 18$  anos, portadores de insuficiência mitral crônica, sem outras lesões valvares ou coronárias. Seis encontravam-se nas classes funcionais I-II e 12 nas III-IV. Cinco pacientes, considerados normais, serviram como grupo de controle. Os 18 pacientes foram divididos em 2 grupos, quanto ao grau da fração de regurgitação (FR): grupo A, com FR menor que 0,5 e grupo B, maior de 0,5.

O cateterismo direito e esquerdo foi realizado pela técnica usual. As pressões foram obtidas através de transdutores Stathan 23, de alta fidelidade e registradas fotograficamente em aparelho DR-12 da "Electronics for Medicine". O ventriculograma foi obtido em posição oblíqua anterior direita a  $30^\circ$  e registrado em filme de 35 mm, a uma velocidade de 45 quadros por segundo, por uma câmara Arriflex, montada em intensificador de imagem de alta definição radiológica. O fluxo de injeção de contraste foi de aproximadamente, 15 ml/s, durante 3 s. A aortografia foi obtida em posição oblíqua anterior esquerda a  $80^\circ$ , com a mesma quantidade e fluxo de contraste e filmada com a mesma técnica do ventriculograma. A coro-

nariografia foi realizada pela técnica de Simes ou Amplatz.

Para o cálculo do volume ventricular esquerdo, utilizou-se o método de Snow e Messer<sup>3</sup> para a projeção descrita e a correção adequada. A fração de ejeção (FE) representou o percentual do volume diastólico final (VDF) ejetado durante a sístole ventricular. O débito cardíaco efetivo (DC ef) anterógrafo foi determinado pelo método de Fick. A PR representou a relação entre o volume de regurgitação (VR) e o débito sistólico angiográfico (DS). O VR foi determinado pela diferença entre o débito sistólico calculado angiograficamente, e o obtido pelo método de Fick.

A constante de rigidez elástica da câmara ventricular (Kp) foi obtida utilizando-se a expressão proposta por Gaasch<sup>4</sup>:  $Kp = 10g \text{ e } 2,33 Pd / VDF$ .

**Quadro I - Médias e desvios-padrão da tração de regurgitação (FR) do volume diastólico final (VDF), do volume sistólico final (VSF), do débito sistólico angiográfico (DS), do volume de regurgitação (VR), da fração de ejeção (FE), da pressão capilar pulmonar média (CAP), da pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (Pd<sub>2</sub>VE), do débito sistólico efetivo (D.S. ef.), da resistência periférica (RP) e da constante de rigidez elástica do ventrículo esquerdo (Kp) conforme os grupos constituídos de acordo com a tração de regurgitação e resultados dos testes estatísticos conforme as comparações realizadas.**

	Normais (NS)	Grupo A	Grupo B	N x A	A x B	N x B
FR		0,34 ± 0,11	0,73 ± 0,10		-0,001	
VDF (ml)	101 ± 8	116 ± 26	201 ± 79	0,5 (NS)	0,05	0,05
VSP (ml)	32 ± 5	47 ± 22	82 ± 75	0,5 (NS)	0,5 (NS)	0,1 (NS)
DS (ml)	70 ± 8	70 ± 17	119 ± 47	0,9 (NS)	0,05	0,05
VR (ml)	0,70 ± 0,04	25 ± 11	88 ± 42		0,01	
FE		0,60 ± 0,11	0,63 ± 0,22	0,1 (NS)	0,9 (NS)	0,5 (NS)
CAP (mm Hg)	9 ± 3	15 ± 6	25 ± 9	0,1 (NS)	0,05	0,01
Pd <sub>2</sub> VE (mm Hg)	8 ± 4	12 ± 5	15 ± 7	0,5 (NS)	0,5 (NS)	0,5 (NS)
D.S.ef. (ml)	70 ± 8	44 ± 9	31 ± 14	0,001	0,05	0,001
R.P. g. cm. dina <sup>-5</sup>	1150 ± 190	1614 ± 526	2641 ± 1103	0,1 (NS)	0,05	0,01
Kp	0,021 ± 0,003	0,029 ± 0,007	0,019 ± 0,006	0,05	0,01	0,9 (NS)

As médias do VDF, do DS, da pressão capilar pulmonar média (CAP) e da RP foram significativamente maiores no grupo B do que no normal e do que no grupo A. As desse último não superaram as do grupo normal.

As médias do DS ef e da Kp foram significativamente maiores do grupo B do que no grupo A e as deste suplantaram as do normal.

Os valores médios do VR e da PR do grupo B suplantaram significativamente os do grupo A (quadro I).

No grupo A, havia 71% de pacientes (5/7) nas classes funcionais I-II e 20% (2/7) nas classes III-IV. No grupo B,

A resistência arterial sistêmica (RF) foi calculada dividida a diferença entre a pressão média do átrio direito e aorta pelo DC ef obtido pelo método de Fick.

A comparação de médias foi feita recorrendo à distribuição t de Student considerando os dados não emparelhados.

## Resultados

Os 7 pacientes que compuseram o grupo A apresentaram FR 0,34 ± 0,11 e os 11 do grupo B, 0,73 ± 0,11 (quadro I).

Os valores médios do volume sistólico final do VE (VSF), da FE e da pressão diastólica final do VE (Pd<sub>2</sub>VE) não diferiram significativamente quando foram comparados os grupos A e B com o normal, nem quando foram cotejados entre si.

**Quadro II - Médias e desvios-padrão da fração de regurgitação (FR), do volume diastólico final (VDF), do volume sistólico, final (VSF), do débito a sistólico, angiográfico (DS), do volume de regurgitação (VR), da tração de ejeção (FE), da pressão capilar pulmonar média (CAP), da pressão diastólica, final do ventrículo esquerdo (Pd<sub>2</sub>VE), do débito sistólico efetivo (D S ef. ), da resistência periférica (RP) e da constante de rigidez elástica do ventrículo esquerdo (Kp) conforme a classe funcional dos pacientes e resultados dos testes estatísticos para a comparação das médias.**

	Cl. F. I-II	Cl. F. III-IV	I-II x III-IV
FR	0,39 ± 0,17	6,68 ± 0,17	0,05
CAP (mm Hg)	13 ± 4	25 ± 7	0,01
VR (ml)	34 ± 20	78 ± 48	0,05
D.S. ef. (ml)	46 ± 8	31 ± 13	0,05
Pd <sub>2</sub> VE (mm Hg)	11 ± 6	16 ± 7	0,9 (NS)
VDF (ml)	126 ± 31	188 ± 80	0,1 (KS)
D.S. (ml)	80 ± 20	110 ± 49	0,5 (NS)
F.E.	0,63 ± 0,06	0,62 ± 0,21	0,9 (NS)
Kp	0,026 ± 0,008	0,021 ± 0,008	0,5 (NS)
R.P. (g.c.dina <sup>-5</sup> )	1622 ± 464	2444 ± 1299	0,5 (NS)

apenas 9% (1/11) dos indivíduos pertenciam às classes funcionais I-II e 91% às classes funcionais III-IV (10/11).

Os valores médios da Pd<sub>2</sub>VE, do VSF, do VDF, do DS da FE, da Kp e da RP dos pacientes das classes funcionais III-IV não foram significativamente diferentes dos correspondentes aos enfermos das classes I-II (quadro II).

As médias da FR, do VR, da CAP dos pacientes das classes funcionais III-IV suplantaram significativamente as dos doentes pertencentes às classes I-II

A média do DS ef. dos enfermos das classes III-IV foi significativamente menor do que a dos pacientes das classes III (quadro II).

## Discussão

A sobrecarga de volume, na insuficiência mitral, caracteriza-se por elevação da pré-carga, com dilatação da câmara cardíaca e elevação do pico de “estresse” ventricular. Isso propicia alterações também na pós-carga e, consequentemente, maior dispêndio de energia na contração do VE<sup>5</sup>.

No entanto, estudos laboratoriais<sup>7</sup> sugerem que nessa doença ocorre uma redução da impedância instantânea, através de uma via de baixa resistência, da câmara ventricular esquerda (geradora de alta pressão) para o átrio esquerdo (com baixos níveis de pressão). Isso tenderia a manter o consumo de O<sub>2</sub> dentro dos limites normais e a promover uma falsa estabilidade hemodinâmica à custa de inaparente, mas progressiva, disfunção miocárdica<sup>8,9</sup>.

Com os dados do presente estudo observamos, em regurgitações leves (grupo A), com uma PR em torno de 0,35, poucas alterações hemodinâmicas. O VDF tende a manter-se normal, embora receba sobrecarga adicional correspondente ao VR. A capacidade contrátil do VE, expressa pela redução de seu volume durante a sístole, ou seja, pelo VSF, parece preservada, provavelmente devido, em parte, ao aproveitamento do mecanismo de Starling. Isso mantém o DS e a FE dentro dos limites normais. O DS ef. por sua vez, apresenta-se deprimido, visto ser normal o DS e parte desse regurgitar para o átrio esquerdo. Essa regurgitação para o átrio esquerdo em pouco eleva a CAP.

Estudos sobre o comportamento atrial esquerdo, na insuficiência mitral crônica<sup>10,11</sup>, sugerem uma elevação da complacência dessa câmara, acomodando, dessa forma, volumes regurgitantes, sem elevação acentuada da pressão. Isso parece ter ocorrido, em parte, neste grupo A, no qual o VR médio de  $25 \pm 11$  ml não foi suficiente para elevar de forma significativa a pressão no átrio esquerdo. A maioria desses pacientes apresentava-se nas classes funcionais I-II (71%), refletindo, de certa forma, uma expressão clínica benigna nas regurgitações leves (quadro I).

A Pd VE seguiu o mesmo padrão, no entanto, essa tendência foi o suficiente para acarretar uma elevação da Kp, resultado contrário ao conceito, relativamente difundido, da redução dessa rigidez nas sobrecargas crônicas de volume<sup>12,13</sup>.

Portanto, na insuficiência mitral leve, ocorre um desvio da curva diastólica pressão-volume para cima e para a esquerda, demonstrando um VE que opera em estado de rigidez elástica mais elevada. Além disso, embora haja redução do DS ef. não existem alterações significativas dos volumes, da FE e das pressões de enchimento do VE, nos casos leves de regurgitação mitral crônica.

Por outro lado, nos casos graves de regurgitação (grupo B), o VDF mostrou-se elevado e com um RV maior que no grupo A. Ao analisarmos nossa comunicação sobre a ação da nitroglicerina no VR mitral<sup>14</sup>, observamos que a redução do VDF com essa droga é proporcional à redução

do VR. Correlação semelhante tem sido observada em estudos de volumes, após a colocação de prótese valvares.

O VR, também na insuficiência aórtica, influencia o VDF de forma exponencial, conforme observamos em outra oportunidade<sup>1</sup>. O VSF tendeu a elevar-se sem, no entanto, significado estatístico, acarretando desse modo, a manutenção da FE dentro dos limites normais e elevação do DS.

O DS ef. por outro lado, mostrou-se bastante deprimido, sendo provavelmente um mecanismo importante para elevação da RP observada nesses indivíduos.

A CAP foi elevada nesse grupo, indicando que o “sistema de amortecimento” decorrente da alta complacência atrial esquerda, nos casos mais graves, provavelmente atingiu seu limite e/ou falhou como mecanismo de proteção contra congestão venocapilar. Aliás, 91% (10/11) dos pacientes desse grupo encontravam-se nas classes funcionais III-IV.

A Pd VE, na regurgitação grave, manteve-se sem diferenças importantes, seja com os normais, seja com os de regurgitações leves. Logo, com a elevação do VDF e a manutenção da Pd VE, a regurgitação grave modifica a relação pressão-volume diastólica, deslocando a curva para baixo e para a direita, com tendência a reduzir a Kp.

Logo, os dados obtidos nos 2 grupos, sugerem que a Kp eleva-se inicialmente (casos leves), reduzindo-se à medida que a gravidade da regurgitação aumenta. Ainda que a Pd VE e a FE sejam índices muito empregados na prática diária, eles avaliam impropriamente o estado funcional do VE, devendo ser utilizados com cautela nessa doença, a exemplo da insuficiência aórtica<sup>1</sup>.

Como era esperado, o grupo de doentes nas classes funcionais III-IV, apresentou-se com CAP superior a dos das classes I-II. Também a PR e o VR foram significativamente maiores nos primeiros. Essa sobrecarga regurgitante mais elevada, no entanto, não pareceu influenciar a Pd VE, uma vez que esta não foi diferente entre as categorias<sup>2</sup> funcionais aqui adotadas, embora houvesse uma tendência à redução da Kp nos enfermos das classes III-IV. Não houve diferença significativa entre as categorias I-II e III-IV quanto a VDF, VSF, FE e DS. O DS ef. mostrou-se inferior na categoria III-IV, devido ao aumento do VR, sem alterações proporcionais do DS e da FE.

Sendo a categoria funcional III-IV uma expressão direta da elevação da CAP que foi confirmada, embora não tenha ocorrido da repercussão do aumento da Pd VE, já que essa variável pouco se afastou do normal<sup>1</sup>. O principal determinante da categoria funcional III-IV foi aparentemente o VR. Mecanismos de adaptação do átrio esquerdo, ao receber o VR é que seriam, em última análise, os responsáveis pela acomodação desse volume e pelo grau de elevação da pressão venocapilar.

Portanto, cabe ainda a pergunta: a categoria funcional III-IV representa um grupo homogêneo de pacientes, ou engloba ela subgrupo-R distintos, com prognósticos diferentes?

Conclui-se que, nessa doença, variáveis como a Pd VE-E e a FE são pouco fiéis na avaliação da repercussão hemodinâmica e não se correlacionam com a classe funcional. A CAP e o VR mostram-se mais satisfatórios nesta análise.

### Summary

The authors evaluate the clinical and hemodynamic changes with different volume overloads in 19 patients with chronic mitral regurgitation. They observed few hemodynamic changes in mild cases, such as an increase in the elastic stiffness constant of the left ventricle (Kp). About 71% of these cases were in functional class I II. In severe regurgitation, there was an increase of the left ventricular end diastolic volume (LVEDV), of the angiographic stroke volume (SV), of the peripheral resistance (PR) and of the pulmonary wedge pressure (W), but no significant changes from the normal of the left ventricular end diastolic pressure (LVEDP) and the ejection fraction (EF). There was a tendency to reduction of the Kp, and 91% the severe cases were in functional class II-IV.

It was noted that the regurgitant volume (RV) played an important role in establishing the clinical functional class.

Therefore the concept of decreased Kp in mitral regurgitation was observed only in severe cases, although in mild cases there was even an increase in this parameter. The LVEDP and the EF have a poor correlation with the hemodynamic severity and the clinical functional class, and may evaluate improperly this lesion. The RV is a strong determinant of the clinical functional class in this pathology.

### Referências

1. Aloian, L. Anache, M.; Carneiro, R. D. - Comportamento clínico-hemodinâmico de graus diferentes de sobrecarga, de volume na insuficiência aórtica. Arq. Bras. Cardiol. (No prelo).
2. Ross, J., Jr.; Mc Cullagh, W. H. - Nature of enhanced performance of the dilated left ventricle in the dog during chronic volume overloading. *Circ. Res.* 30: 549, 1972.
3. Snow, J. A.; Baked, L. D.; Leshin, S. J.; Messer, J. V. -Validation of the single plane cineangiographic determination of canine left ventricle. *Fed. Proc.* 28: 517, 1969.
4. Gaasch, W. H.; Battle, W. E.; Obolek, A. A.; Banas, J. S., Jr.; Levine, H. J. - Left ventricular stress and compliance in man. *Circulation*, 45: 746, 1972.
5. Rankice, J. S.; Nicholas, L. M.; Konchonkos, N. T - Experimental mitral regurgitation: Effect on left ventricular function before and after elimination of chronic regurgitation in the dog. *J. Thorax. Cardiovasc. Surg.* 70: 478, 1975.
6. Brawnvald, E. - Mitral regurgitation: Physiologic clinical and surgical considerations. *N. Eng. J. Med* 281: 425, 1969.
7. Urschel, C. W.; Covell, J. W.; Sonnenblick, E.; Ross, J.; Branwald, E. - Myocardial mechanics in aortic mitral valvular regurgitation. The concept of instantaneous impedance as a determinant of the performance of the intact heart. *J. Clin. Invest.* 47: 867, 1968.
8. Mehel, H. C.; Mazzoni, S.; Krayenbuchl, H. P. -Contractility of the hypertrophied human left ventricle in chronic pressure and volume overload. *Am. Heart. J.* 90: 236, 1975.
9. Eckberg, D. L.; Gault, J. H.; Bonchard, R. L.; Kasliner, J. S.; Ross, J., Jr. Mechanism of left ventricular contraction in chronic severe mitral regurgitation. *Circulation*, 47: 1252, 1973.
10. Baxley, W. A.; Kennedy, J. W.; Feild, B.; Dodge, H. J. - Hemodynamics in ruptured cordae tendinae and chronic rheumatic mitral regurgitation. *Circulation*. 48: 1288, 1973.
11. Carley, J. E.; Wong Bert, Y.; Push, D. M.; Dunn, M. - Clinical significance of the "V" wave in the main pulmonary artery. *Am. J. Cardiol.* 39: 982, 1977.
12. Mc Cullagh, W. H.; Covell, J. W.; Ross, J., Jr. -Left ventricular dilatation and diastolic compliance changes during chronic volume overloading. *Circulation*, 45: 943, 1972.
13. Gaasch, W. H.; Levine, H. J.; Quinones, M. A.; Alexander, J. X. -Left ventricular compliance: Mechanisms and clinical implications. *Am. J. Cardiol.* 38: 645, 1976.
14. Aloian, L.; Anache, M.; Trough, M.; Carvalho, M.; Carneiro, R. D. - Ação hemodinâmica da nitroglicerina nas lesões regurgitantes mitrais. *Arq. Bras. Cardiol.* 30: 357, 1977.
15. Boucher, C. E.; Bingham, J. B.; Osbakken, M. D.; Okada, R. D.; Strauss, H. W. Block, P. C.; Levine, F. H.; Phillips, H. R.; Pohost, G M. -Early changes in left ventricular size and function after correction of left ventricular volume overload. *Am. J. Cardiol.* 47: 991, 1981.