

Leslie A. Aloan
Mario Anache
Raymundo Dias Carneiro

AValiação HEMODINÂMICA E CLÍNICA DA INSUFICIÊNCIA AÓRTICA EM DIFERENTES GRAUS DE SOBRECARGA DE VOLUME

Os autores analisam o comportamento do ventrículo esquerdo (VE) em diferentes graus de frações regurgitantes aórticas (FR) (grupo A: $FR = 0,19 \pm 0,02$; grupo B: $FR = 0,4 \pm 0,09$; grupo C: $FR = 0,66 \pm 0,07$) em 20 pacientes, comparados com normais (N). Observaram um aumento progressivo do volume diastólico final do VE (VDF) e redução da constante de rigidez elástica do VE (K_p) a partir de FR moderadas (grupo B). A pressão diastólica final do VE (Pd_2 VE) só se elevou tardiamente com FR do grupo C. A fração de ejeção do VE (FE) não se alterou significativamente.

Em 15 pacientes com regurgitação aórtica grave (grau angiográfico III-IV) apenas 8 pacientes na classe funcional III-IV, mostraram o índice cardíaco efetivo (IC ef.) mais deprimido; o volume sistólico do VE (VSF) maior e formatos ventriculares mais arredondados, tanto em sístole como em diástole.

Observaram 37% de mortalidade durante $13,7 \pm 10$ meses de observação em indivíduos com regurgitação aórtica angiograficamente grave e classe funcional IV, não há nesse grupo qualquer dado hemodinâmico com valor prognóstico quanto à sobrevida.

Concluem que: 1) a fração de ejeção e a Pd_2 do VE podem levar a falsas avaliações da gravidade da insuficiência aórtica; 2) a classe funcional avalia impropriamente o estado funcional do VE, não devendo servir como base para a indicação da época da intervenção cirúrgica e 3) atingida a classe funcional IV, a mortalidade é elevada e nenhum dado hemodinâmico de rotina tem valor prognóstico.

Com o avanço das técnicas cirúrgicas, o aperfeiçoamento de valvas artificiais e especialmente a introdução da proteção miocárdica por cardioplegia nas lesões valvares aórticas, os critérios do tratamento cirúrgico dessas lesões modificaram-se. A indicação cirúrgica passa a ser mais precoce e muitas vezes o critério clínico torna-se irrelevante, cedendo lugar ao hemodinâmico-angiográfico, nessa indicação.

A segurança da técnica cirúrgica, a baixa mortalidade operatória atual e os bons resultados a longo prazo, perante função ventricular esquerda ainda preservada, especialmente na insuficiência aórtica, levam-nos a observar mais criticamente os achados hemodinâmicos.

Este trabalho estuda as alterações hemodinâmicas e angiográficas decorrentes de sobrecargas de volume crescentes na insuficiência aórtica, a correlação da grandeza angiográfica da regurgitação com a classe funcional, fatores que nela interferem e se alguma

variável observada apresenta valor prognóstico quanto à sobrevida em indivíduo da classe funcional III-IV.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 20 pacientes portadores de insuficiência aórtica pura, sem lesões coronárias. Catorze eram do sexo masculino e a média das idades 42 ± 12 anos. Quinze apresentavam grau angiográfico III-IV de regurgitação aórtica. Desses, 7 encontravam-se na classe funcional I-II, 8 na III-IV. Os pacientes na classe funcional III-IV foram acompanhados por um período de $13,7 \pm 10$ meses.

Os pacientes foram divididos em 3 grupos quanto à fração de regurgitação (FR): grupo A, com FR menor que 0,3 (leve); grupo B, com FR entre 0,3 e 0,5 (moderada); grupo C com FR acima de 0,5 (grave). Cinco indivíduos com estudo hemodinâmico normal formaram o grupo controle (N). Quatro pacientes compuseram o grupo A ($FR = 0,19 \pm A: 0,002$); 9, o grupo B (FR

* Do setor de Hemodinâmica do Hospital dos Servidores do Estado - INAMPS - Rio de Janeiro.

**Chefe do setor de Hemodinâmica do Hospital dos Servidores do Estado - INAMPS - Rio de Janeiro.

*** Chefe do Serviço de Cardiologia do Hospital dos Servidores do Estado - INAMPS - Rio de Janeiro.

= $0,40 \pm 0,09$) e 7, o grupo C (FR = $0,66 \pm 0,07$).

O cateterismo (direito e esquerdo) foi realizado pela técnica usual, utilizando-se um sistema fluido de cateteres. 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 oblíqua anterior direita a 30° e registrado em filme de 35 mm a uma velocidade de 45 quadros por segundo com câmara Arriflex, montada em intensificador de imagem de alta definição radiológica. O fluxo de injeção de contraste foi de aproximadamente 15/s durante 3 segundos. A aortografia foi obtida em oblíqua anterior esquerda a 80° , com a mesma quantidade e fluxo de contraste e filmada com a mesma técnica do ventriculograma. A coronariografia foi realizada pela técnica de Sones ou Amplatz.

Para o cálculo do volume ventricular esquerdo utilizou-se o método de Snow e Messer¹ para a projeção descrita, corrigida adequadamente. A espessura da parede

ventricular (h) foi obtida no final da diástole, na altura do terço médio da parede anterior. A fração de ejeção representou o percentual do volume diastólico final (VDF) ejetado durante a sístole ventricular. O débito cardíaco efetivo (DC ef) anterógrado foi determinado pelo método de Fick. A fração de regurgitação representou a relação entre o volume regurgitante (VR) e o débito sistólico angiográfico. O volume regurgitante foi considerado como a diferença entre o débito sistólico calculado angiograficamente e o obtido pelo método de Fick.

A constante de rigidez da câmara ventricular (Kp) foi obtida utilizando-se a expressão(1), proposta por Gaasch²:

$$Kp = \frac{\log e \cdot 2.33 Pd}{VDF} \quad (1)$$

O estresse circunferencial mediano em nível equatorial (T $\Theta\Theta$) foi avaliado através de expressões por nós desenvolvidas³, em função da relação entre a espessura da parede ventricular (h) e o raio interno do ventrículo em

$$(2) \quad 0,1 \leq h/L \leq 0,34 \equiv T\Theta\Theta/Pd2 = 11,34 e^{-4,7(h/L)} \quad (2)$$

$$(3) \quad 0,34 \leq h/L \leq 0,74 \equiv T\Theta\Theta/Pd2 = 5 e^{-2,21(h/L)} \quad (3)$$

$$(4) \quad 0,74 \leq h/L \leq 2,3 \equiv T\Theta\Theta/Pd2 = 2,39 e^{-1,23(h/L)} \quad (4)$$

nível equatorial (L):

A esfericidade (e) do ventrículo esquerdo foi calculada através do conceito de excentricidade, pela fórmula⁴: $e = \sqrt{L^2 - D^2}/L$ onde L representa o maior eixo longitudinal do ventrículo esquerdo e D, o menor.

A análise estatística foi feita com o teste t de Student para grupos não dependentes.

RESULTADOS

A - Alterações hemodinâmicas

1 - Volume diastólico final do VE (VDF): elevou-se acompanhando a gravidade da regurgitação, sendo significativa a diferença entre os grupos (quadro I). A relação entre o VDF e a FR pode ser expressa pela equação: $VDF = 126 e^{1,13 FR}$.

2 - Volume sistólico final. (VSF): no grupo A é maior do que nos normais e no grupo C é maior do que no grupo B (quadro I).

3 - Débito sistólico angiográfico (DS): é maior no grupo A do que nos normais e o do grupo C supera a do grupo B (quadro I).

4 - Fração de ejeção (FE): apenas a do grupo A foi significativamente menor do que no normais (quadro I).

5 - Pressão diastólica final do VE (Pd2 VE): somente a do grupo C foi significativamente maior do que a do grupo B (quadro I).

6 - Constante de rigidez elástica do VE (Kp): no grupo B foi significativamente menor do que no grupo A, sendo

no grupo C mais baixa do que no grupo B (quadro I).

7 - Estresse circunferencial mediano em nível equatorial do VE em diástole (T $\Theta\Theta$): no grupo C observou-se valor significativamente maior do que no grupo B (quadro I).

8 - Índice cardíaco efetivo (IC ef): no grupo A é mais elevado do que nos normais. No grupo B é praticamente igual a dos normais. No grupo C é significativamente menor do que no grupo B (grupo I).

B - Classe funcional na regurgitação aórtica de grau III - IV.

Dos 15 pacientes com grau de regurgitação III e IV, 7 apresentavam-se na classe funcional I-II e 8 na classe funcional III-IV. Dos 7 indivíduos em classe funcional I-III, 6 apresentavam-se com a constante de rigidez elástica do VE reduzida (fig 1).

C - Comparação das variáveis hemodinâmicas; e angiográficas dos indivíduos da classe funcional I-II com os da III-IV.

Os pacientes em classe funcional III-IV apresentaram-se com o volume sistólico final (VSF) elevado, índice cardíaco efetivo (IC ef) reduzido e excentricidades menores (ventrículos, arredondados), tanto em sístole (e), como em diástole (e_d), em relação aos da classe funcional I-II (quadro II).

Não houve diferença significativa entre os dois grupos, quanto à pressão diastólica final

do VE (Pd2 VE), fração de ejeção (FE), fração de regurgitação (FR), volume diastólico final (VDF), débito sistólico angiográfico (DS), pressão média de aorta (Ao),

rigidez elástica do VE (Kp), estresse sistólico (Tθθs) ou diastólico (Tθθd) e relação entre a expressura da parede livre do VE e seu raio interno (h/1) (quadro II).

QUADRO I - Intervalos de confiança das médias das variáveis hemodinâmicas e angiográficas conforme o grau de regurgitação aórtica, e resultados do teste estatístico conforme os grupos comparados NS = estatisticamente não significante.

	VDF	VSF	FE	Pd2	Kp	Tθθd	Icef.	DS
Normais	101 ± 8	32 ± 5	0,70 ± 0,04	8 ± 4	0,021 ± 0,003	20 ± 30	3,5 ± 0,4	60 ± 7
Grupo A	155 ± 23	66 ± 19	0,57 ± 0,08	10 ± 1	0,021 ± 0,003	30 ± 9	5,1 ± 0,6	88 ± 12
Grupo B	205 ± 58	101 ± 58	0,55 ± 0,19	16 ± 12	0,017 ± 0,003	1,42 ± 34	3,8 ± 0,8	106 ± 30
Grupo C	281 ± 69	156 ± 62	0,46 ± 0,10	26 ± 12	0,014 ± 0,003	70 ± 31	2,3 ± 0,5	125 ± 18
Normais X Gr. A	0,01	0,01	0,05	0,9 (NS)	- (NS)	0,9 (NS)	0,01	0,01
Gr. A X Gr. B	0,05	0,5 (NS)	0,9 (NS)	0,5 (NS)	0,01	0,5 (NS)	0,01	0,5 (NS)
Gr. B X Gr. C	0,001	0,01	0,9 (NS)	0,01	0,01	0,01	0,001	0,5

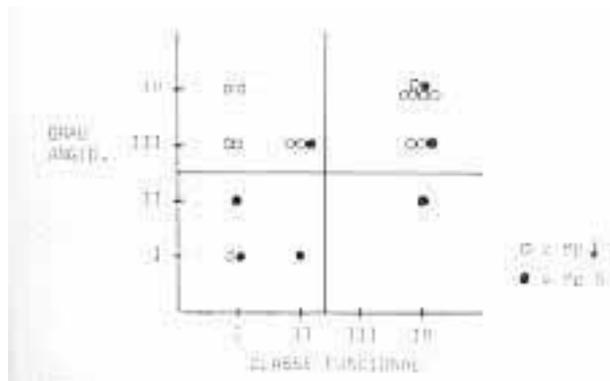


Fig. 1 - Grau angiográfico e classe funcional na insuficiência aórtica, KP = constante de rigidez elástica do VE reduzida; KP N = constante de rigidez elástica do VE com valor normal.

D - Sobrevida dos indivíduos em classe funcional III-IV.

Durante um período médio de 13,7 ± 10 meses, ocorreram 3 óbitos (37%) entre os 8 pacientes. Nenhuma diferença hemodinâmica ou angiográfica significativa foi observada entre os pacientes que faleceram e os sobreviventes (quadro III).

DISCUSSÃO

A - Alterações secundárias à sobrecarga crescente de volume.

A pressão diastólica final só se elevou significativamente perante regurgitações graves. Logo, a Pd2 do VE mostrou-se como um índice tardio na insuficiência aórtica. Isso pode ser explicado pela redução da constante de rigidez elástica da câmara ventricular, a partir de

QUADRO II - Intervalos de confiança das médias das variáveis hemodinâmicas e angiográficas segundo a classe funcional e resultados do teste estatístico para comparação dos indivíduos da classe funcional I-II com os da classe III-IV.

	Pd2	FE	FR	ICef.	VDF	VSF	Kp	Tθθd	Tθθs	e d	e s	H/L	Ao	DS
		Classe funcional I-II												
M ± SD	16 ± 11	0,54 ± 0,15	0,4 ± 0,16	4,42 ± 0,92	223 ± 53	106 ± 37	0,015 ± 0,002	43 ± 26	260 ± 84	0,80 ± 0,02	0,86 ± 0,04	0,31 ± 0,07	80 ± 10	117 ± 26
		Classe funcional III-IV												
M ± SD	22 ± 10	0,43 ± 0,11	0,56 ± 0,16	2,28 ± 0,40	268 ± 71	157 ± 50	0,015 ± 0,004	61 ± 29	359 ± 114	0,71 ± 0,06	0,74 ± 0,07	0,30 ± 0,05	90 ± 17	112 ± 30
p	0,5 (NS)	0,5 (NS)	0,1 (NS)	0,001	0,5 (NS)	0,05	0,9 (NS)	0,11(NS)	0,1(NS)	0,001	0,001	0,9(NS)	0,5(NS)	0,5(NS)

regurgitações moderadas, expressando, dessa forma, melhor acomodação do volume diastólico operante, sem elevação significativa da pressão diastólica ⁵. Em condições graves, esse mecanismo deixa de ser eficaz, ou por ter atingido o seu limiar ou pela presença de grandes volumes diastólicos. A elevação tardia da Pd2 parece ser responsável

ou a principal determinante da elevação do estresse diastólico do VE, pois é também tardiamente que esse se eleva.

Variáveis como a pressão diastólica final do VE, o estresse diastólico, o volume sistólico final do VE e o débito sistólico angiográfico só se alteram tardiamente, ou seja, só são modificados pela sobrecarga de volume do ventrícu-

nâmico comumente utilizados tem valor prognóstico.

SUMMARY

The progressive hemodynamic changes in the left ventricle (LV), caused by volume overload due to aortic valve incompetence were studied in twenty patients. There were increased left ventricular end diastolic volume (LVEDV), which correlated exponentially with the regurgitated fraction (RF), a progressive decrease in the left ventricular elastic stiffness constant (Kp) in moderate incompetence and a late increase in the left ventricular end diastolic pressure (LVEDP) (only in severe regurgitation). The ejection fraction (EF), although somewhat decreased, did not change with the severity of the incompetence.

In fifteen patients with severe regurgitation, as determined angiographically, the functional class was a poor predictor of the hemodynamic changes. However, those in functional class III-IV showed a more depressed cardiac index, increased left ventricular systolic volume and rounder ventricular forms.

There was a 37% mortality during the 13 = 10 months follow-up in those with severe valvar regurgitation and functional class IV. In this group, no hemodynamic parameter was of predictive value as far as mortality was concerned.

Therefore, routine hemodynamic data, such as the ejection fraction and the left ventricular end-diastolic pressure may lead to false interpretations for evaluating the severity of ventricular burden in aortic regurgitation. The functional class improperly evaluates left ventricular function. Mortality is extremely high in patients under functional class IV.

REFERÊNCIAS

1. Snow, J. A.; Baker, L. D.; Leshin, S. J.; Messer, J. V. - Validation of the single plane cineangiographic determination of canine left ventricle. *Fed. Proc.* 28: 517, 1969.
2. Gaasch, W. H.; Battle, W. E.; Oboler, A. A.; Banas, Jr., J. S.; Levine, H. J. - Left ventricular stress and compliance in man. *Circulation.* 45: 746, 1972.
3. Aloian, L. A.; Anache, M.; Carneiro, R. D. - Stress circunferencial mediano. Análise angiográfica e validação de fórmulas em ventrículos hipertróficos. *Arq. Bras. Cardiol.* 32: 371, 1979.
4. Phillips, H. S. - Analytical geometry and calculus. Addison-Wesley Press-Cambridge, Mass. 1942. p. 142.
5. Aloian, L. A.; Martins, L.; Anache, M.; Carneiro, R. D. - Análise da rigidez elástica do ventrículo esquerdo no nível da câmara e ao nível miocárdico. *Arq. Bras. Cardiol.* 32: 107, 1979.
6. O'Rourke, R. A.; Crawford, M. H. - Timing of valve replacement in patients with chronic aortic regurgitation. *Circulation,* 61: 493, 1980.
7. Henry, W. L.; Borrow, R. O.; Rosing D. R.; Epstein, S. - Observations in the optimum time for operative intervention for aortic regurgitation. II - Serial echocardiographic evaluation of asymptomatic patient. *Circulation,* 61: 484, 1980.
8. Henry, W. L.; Borrow R. O.; Borer, J. S.; Ware J. H.; Kent, K. M.; Redwood D. R.; Mc Intosh, C. L.; Morrow A. G.; Epstein, S. E. - Observation in the optimum time for operative intervention for aortic regurgitation - I - Evaluation of the results of aortic valve replacement in symptomatic patients. *Circulation,* 61: 471, 1980.
9. Borow, K.; Green, L. H.; Mann, T.; Sloss, L. H.; Collins, J. J.; Chon, L.; Grossman, W. - End systolic volume as a predictor of post-operative left, ventricular function in volume overload from valvular regurgitation. *Circulation* 56 (Suppl. III): III-40, 1977.
10. Aloian, L. A.; Truffa, M.; Anache, M.; Cabral H.; Carvalho, M., Carneiro, R. D. - Geometria ventricular esquerda na insuficiência aórtica. *Arq. Bras. Cardiol.* 31: 121, 1978.
11. Maron, B. Y.; Ferrans V. J.; Roberts, W. C. - Myocardial ultrastructure in patients with chronic aortic valve disease. *Am. J. Cardiol.* 35: 725, 1975.
12. Krayenbuehl, H. P.; Turina, M.; Hess, O. M.; Rothlin, M.; Senning, A. - Pre and postoperative left ventricular function in patient with aortic valve disease. *Br. Heart. J.* 41: 204, 1979.
13. Hegglin, R.; Schen, H.; Rothlin, M. - Aortic insufficiency. *Circulation,* 37 (Suppl. V): V-77, 1968.
14. Degeorges, M.; Delazt, J. P. - Eléments de pronostic de insuffisance aortique isolée recueillis chez 206 malades agés du moins de 50 ans. *Sem. Hosp. Paris,* 42: 1171, 1966.