

INSUFICIÊNCIA AÓRTICA CRÔNICA. ESTUDO CLÍNICO, HEMODINÂMICO E DA FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA

EDISO, C. SANDOVAL PEIXOTO, LUCIA FERNANDEZ RODRIGUES, CLOVIS M. DE BARROS FILHO, J. GUILHERME DE F. FERES, RALPH M. P. ANTUNES, LUCIA CRISTINA MORGADO, CELSO ABRÃO, ENIO PORTO DUARTE, J. GERALDO DE C. AMINO, AUGUSTO H. X. DE BRITO, PAULO CESAR DE C. STUDART

Estudaram-se, do ponto de vista eletrocardiográfico (ECG), radiológico, hemodinâmico e de função ventricular esquerda, 20 pacientes portadores de insuficiência aórtica crônica. Do ECG, estudaram-se as ondas S de V1 e V2 (SV1 e SV2) e R de V5, o índice de Sokolow (I. Sokolow), o âQRS, o índice de Lewis e os sinais de hipertrofia ventricular esquerda (HVE). Os que melhor se correlacionaram com a massa ventricular esquerda (I. Massa) foram SV1, SV2 e I. Sokolow e os mais sensíveis foram SV2, I. Sokolow e a HVE. Do ponto de vista radiológico, estudou-se o índice cardiotorácico, que se correlacionou significativamente com I. Massa, ($r = 0,835$), índice de volume diastólico final (IVDF) e índice de volume sistólico final (IVSF), embora com uma sensibilidade de 64%, uma especificidade de 67%, mas com uma proporção de positivos verdadeiros de 90%

Compararam-se os dados hemodinâmicos e angiográficos dos 20 pacientes com insuficiência aórtica com um grupo-controle formado por 13 normais. Das variáveis hemodinâmicas, a pressão diferencial ou pressão de pulso (Dif Pressão) estava aumentada e a pressão diastólica de aorta (P.diast. Ao) estava diminuída, ambas de forma significativa, enquanto a resistência vascular sistêmica fosse praticamente igual nos dois grupos. Os dados angiográficos dos normais e dos valvopatas foram respectivamente: IVDF (cm^3/m^2) 50 ± 8 e 138 ± 55 $p < 0,001$, IVSF (cm^3/m^2) 14 ± 2 e 64 ± 42 $p < 0,001$, fração de ejeção (FE) (%) 71 ± 5 e 61 ± 14 $p < 0,05$, espessura da parede ventricular esquerda (espessura) (em) $0,730 \pm 0,106$ e $1,010 \pm 0,290$ $p < 0,01$, I. Massa (g/m^2) 52 ± 11 e 146 ± 77 $p < 0,001$, pd_2 (mmHg) 10 ± 2 e 17 ± 8 $p < 0,01$ e complacência específica (CE) (mmHg^{-1}) $0,376 \pm 0,173$ e $0,204 \pm 0,137$ $p < 0,01$. Os índices da fase de contração isovolumétrica dP/dt e $V_{\text{máx}}$ foram semelhantes nos dois grupos. Correlacionaram-se ainda variáveis hemodinâmicas e de função ventricular esquerda dos valvopatas entre si e houve correlação significativa para IVDF e P. diast. Ao, Dif. Pressão, FE, fração de regurgitação (FR) e $V_{\text{máx}}$ e ainda para FE com I. Massa e $V_{\text{máx}}$ com pd_2 . Conclui-se que o ECG e a área cardíaca guardam boa correlação com a massa ventricular esquerda e que as variáveis angiográficas de função ventricular esquerda são as que mais se alteram na insuficiência aórtica acompanhadas de pd_2 e CE.

É de grande importância o acompanhamento dos pacientes com insuficiência aórtica crônica para a escolha do momento ideal de indicação cirúrgica. Naqueles pacientes com insuficiência aórtica severa, já que na lesão severa há indicação cirúrgica, o momento da intervenção vai depender do aparecimento de sintomas, sobretudo de sintomas de algum significado. Nos pacientes assintomáticos, os critérios

calcam-se na existência de repercussão importante¹ sobre a função ventricular esquerda. Não se pode deixar, entretanto, que a função ventricular atinja um grau de deterioração que torne o resultado cirúrgico ruim, quer o imediato, pela mortalidade maior, quer o tardio, pela persistência de sintomas pós-operatórios significativos², embora as novas técnicas de proteção miocárdica utilizadas no ato cirúrgico tenham tor-

nado possível a correção da insuficiência aórtica crônica, mesmo em pacientes com severa disfunção ventricular esquerda³.

No presente trabalho, procurou-se avaliar aqueles dados que mais se alteravam na insuficiência aórtica crônica através de estudo hemodinâmico e angiocardiógráfico, bem como interpretar dados clínicos e correlacionar dados eletrocardiográficos e radiológicos com a disfunção ventricular esquerda possivelmente existente⁴.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 20 pacientes portadores de insuficiência aórtica crônica, 15 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, na faixa etária de 18 a 64 anos (42 ± 15). Quanto à causa, 16 eram portadores de insuficiência aórtica reumática; 2, luética e, em 2 casos, não foi possível definir a mesma. Quanto à classe funcional, 3 pacientes estavam na classe I, 9 na II, 3 na III e 5 na IV.

Foi também estudado um grupo-controle normal, composto de 13 indivíduos, 6 do sexo masculino e 7 do sexo feminino, com idades variando entre 17 e 63 anos (41 ± 13). Onze desses indivíduos tinham história de dor precordial atípica, 1 era assintomático e 1 apresentava um sopro protomesossistólico.

No dia do estudo hemodinâmico, foram obtidos traçados eletrocardiográficos de todos os pacientes e radiografias de tórax em projeção pósterio-anterior e perfil esquerdo de 17 dos pacientes estudados.

Na radiografia de tórax, em pósterio-anterior, foi estudado o índice cardiotorácico (ICT) como medida quantitativa da área cardíaca, sendo considerado normal quando igual ou inferior a 0,50.

O critério eletrocardiográfico de hipertrofia ventricular esquerda foi a presença de pelo menos um dos seguintes achados: desvio do eixo elétrico do complexo QRS superior a -30° (âQRS), amplitude da onda S em V1 e V2 igual ou superior a 30 mm (SV1 e SV2), amplitude da onda R em V5 igual ou superior a 30 mm (RV5), índice de Sokolow e Lyon⁵ (I. Sokolow) igual ou superior a 35 mm e índice de Lewis⁶ quando superior a + 17 mm.

Todos os pacientes foram submetidos a estudo hemodinâmico. O cateterismo esquerdo foi realizado com cateter NIH 7 ou 8F, através de dissecação da artéria braquial e o cateterismo direito foi realizado com cateter Courmand 7F através de dissecação das veias mediana basílica ou braquial. Quando necessária, a cinecoronariografia foi realizada com cateter Sones 8P. O primeiro procedimento angiográfico foi sempre a ventriculografia esquerda realizada em oblíqua anterior direita (OAD) a 30° , à razão de 30 quadros por segundo, tendo sido as distâncias entre a ampola, o intensificador de imagens e a mesa de raio-X pré-fixadas. A gravidade da insuficiência aórtica foi avaliada pelos critérios de Sellers e col⁷ (1+: 1 caso, 2+: 3 casos, 3+: 8 casos e 4+: 8

casos) e através da qualificação da insuficiência aórtica em discreta (1 caso), moderada (4 casos) e severa (15 casos).

Para o registro das pressões, os cateteres estavam ligados a um transdutor Hewlett-Packard modelo 1280, tomando-se como nível de referência o da linha axilar média. As pressões basais foram medidas antes de qualquer procedimento angiográfico.

O cálculo dos índices da fase de contração isovolumétrica foi feito pelo computador, calculando-se inicialmente a velocidade de encurtamento do elemento contrátil (VCE) através da fórmula $DP/dt / KP$, onde K é uma constante de elasticidade conhecida, que em nosso sistema tem o valor de 30. A seguir, foi feita a "plotagem" da VCE assim obtida com a pressão total desenvolvida, conseguindo-se a curva de velocidade do elemento contrátil, cujo pico máximo representa a VPM, que é a VCE máxima. O sistema calculou também a velocidade máxima de encurtamento do elemento contrátil à carga zero ($V_{m\acute{a}x}$), traçando uma tangente ao arco descendente da curva da VCE em direção ao ponto correspondente à carga (pressão) zero⁸. Neste estudo foram avaliadas: dP/dt e $V_{m\acute{a}x}$.

Foram estudadas a pressão diastólica de aorta (P. diast. Ao), a pressão diferencial de aorta (Dif. Pressão) ou pressão de pulso e a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (pd2). A Dif. Pressão foi obtida subtraindo-se da pressão sistólica de aorta a P.diast.Ao.

O débito cardíaco foi calculado pelo princípio de Fick e a resistência vascular sistêmica (RVS) foi calculada, a partir da lei de Poiseuille, sendo expressa em mm Hg.min/L, ou seja, em unidade de resistência.

Os cálculos de volume foram obtidos a partir de um terminal de análise de volumes, cardíacos Vanguard Motion Analyzer acoplado ao computador e efetuados através do método área comprimento monoplano em OAD de Kasser e Kennedy⁹, e Kennedy e col.¹⁰, modificando o método de Sandler e col.¹¹ para ântero-posterior, admitindo-se que o ventrículo esquerdo corresponde a um elipsóide de revolução. O volume diastólico final (IVDF) e o volume sistólico final (IVSF) foram obtidos através da fórmula:

$$\text{Volume} = \frac{\pi \cdot \text{eixo menor}^2 \cdot \text{eixo maior}}{6} \times \text{fator de magnificação.}$$

O volume real é obtido através da equação de regressão de Kasser e Kennedy⁹, para método monoplano em OAD a 30° utilizando-se como volume calculado o volume proveniente da fórmula anterior: Volume verdadeiro = $0,788 \times \text{Volume calculado} + 8,4 \text{ cm}^3$ e a seguir dividido pela área corporal. A fração de ejeção de ventrículo esquerdo (FE) foi obtida pela

$$\text{fórmula: FE} = \frac{\text{VDF-VSF}}{\text{VDF}} \cdot 100. \text{ A espessura da parede ventricular esquerda (Espessura) foi me-}$$

didada na ventriculografia esquerda em OAD, na qual se mediu um segmento de 4 centímetros na parede ântero-ateral, no fotograma (frame) correspondente ao VDF onde a espessura é mais uniforme. A massa ventricular esquerda (I. Massa) foi obtida pela fórmula de Rackey e col.¹²: Massa = 1,05 x volume de parede. A seguir foi feita a normalização com a divisão pela área corporal.

A complacência específica (CE) foi obtida pela

$$\text{fórmula: CE} = \frac{\text{VDF} - \text{VSF}}{(\text{pdl} - \text{pd2}) \text{ VSF}}$$

O sistema de computação era composto por um computador Hewlett.Packard 5600 B microprogramável 2100 S. A ele estavam acoplados 3 terminais, 2 terminais de registro e análise de pressões e um terminal analisador de volumes.

O filme cineangiocardiógráfico, após o exame, é introduzido no analisador de volume, sendo o ventriculograma projetado numa tela e, com uma caneta sônica, traçado o contorno ventricular, o que permite a

obtenção dos dados de volume e outros referentes à cineangiografia quantitativa.

Utilizou-se, para análise estatística, o coeficiente de correlação linear de Pearson^{13,14} e o teste de comparação de médias para dados não emparelhados, utilizando a distribuição t de Student¹³⁻³⁶.

Além disso, calculou-se sensibilidade, especificidade, proporção de verdadeiros positivos, proporção de verdadeiros negativos e exatidão das variáveis acima citadas.

Para os cálculos acima a massa ventricular foi considerada aumentada quando superior a 74g/m², ou seja, a média dos normais mais dois desvios-padrão.

RESULTADOS

Os valores de I. Massa, o dado radiológico de ICT e as variáveis eletrocardiográficas de SV1, SV2, RV5, I. Sokolow, âQRS e I. Lewis dos 20 pacientes estudados encontram-se na tabela I.

Tabela I - Valores de índice de massa, índice cardiotorácico e variáveis eletrocardiográficas.

Paciente	I. Massa	ICT	SV1	SV2	RV5	I. Sokolow	âQRS	I. Lewis
1	68	-	13	11	19	32	+ 10	+ 14
2	236	0,62	36	44	20	56	+ 60	- 5
3	90	0,50	15	10	19	34	- 20	+ 24
4	87	0,50	17	17	14	31	- 20	+ 9
5	283	0,61	34	40	32	66	+ 60	- 5
6	54	0,51	12	15	18	30	15	+ 36
7	84	0,45	16	19	25	41	0	+ 17
8	137	0,60	40	40	32	72	+ 20	+ 23
9	87	0,46	25	30	18	43	+ 70	- 5
10	153	0,50	15	27	14	29	+ 70	- 11
11	172	0,56	44	66	70	114	+ 70	+ 5
12	150	0,52	42	46	27	69	+ 20	+ 13
13	126	0,54	16	16	58	74	0	+ 28
14	95	0,55	26	38	52	78	- 30	+ 25
15	265	0,59	42	70	48	90	+ 30	+ 11
16	197	-	21	42	27	48	- 30	+ 29
17	66	0,44	12	13	38	50	+ 50	- 3
18	64	0,45	13	8	19	32	+ 20	+ 12
19	242	0,65	25	39	11	58	- 50	+ 37
20	264	-	27	31	52	79	0	+ 36

ÂQRS = eixo médio do complexo QRS no plano frontal; ICT = índice cardiotorácico; I = índice de Lewis; I. Massa = índice de massa; I.Sokolow = índice de Solokow; SV1 = amplitude da onda S de V1; SV2 = amplitude da onda S de V2; RV5 = amplitude da onda R de V5.

Houve correlação estatisticamente significativa entre I. Massa e ICT (r = 0,835), SV2, SV1 e I. Sokolow. Não houve correlação, estatisticamente significativa entre I. Massa e RV5, âQRS e I. Lewis. ICT correlacionou-se também com IVDF e IVSF. O coeficiente de correlação entre I. Massa e SV2 foi 0,702 (tab. II).

O ICT, embora com boa correlação com a massa ventricular, não tem valores muito elevados para sensibilidade e especificidade. A proporção de verdadeiros resultados positivos foi 90%, a de negativos foi de apenas 40% e a exatidão, de 65%.

Dos dados eletrocardiográficos, foram o SV2, o I. Sokolow e o critério indicativo de hipertrofia ventricular esquerda que apresentaram melhor

sensibilidade, sobretudo o I. Sokolow e o ECG analisado em conjunto (tab. III).

Compararam-se os valores médios dos dados hemodinâmicos e de função ventricular esquerda dos 20 pacientes com insuficiência aórtica crônica com os do grupo normal. Eram significativamente maiores nos enfermos as médias de IVDP, IVSF, espessura da parede ventricular, I. Massa, pd2 e Dif. Pressão. ou seja, pressão de pulso. Eram significativamente menores nos doentes as médias de FE, CE e P. diast. Ao. Não havia diferença significativa entre os grupos quanto às médias de dp/dt, Vmáx e RVS (tab. IV).

Os coeficientes de correlação linear entre as variáveis hemodinâmicas e angiográficas constam da tabela V.

DISCUSSÃO

Tabela III – Correlação entre massa ventricular esquerda e variáveis eletrocardiográficas e entre massa ventricular e volumes diastólico e sistólico finais com o índice cardiotorácico.

Variáveis correlacionadas	N	R	P
I. Massa e ICT	17	0,835	< 0,001
IVSF e ICT	17	0,615	< 0,05
IVDF e ICT	17	0,601	< 0,05
I. Massa e SV2	20	0,702	< 0,001
I. Massa e SV1	20	0,633	< 0,01
I. Massa e I. Sokolow	20	0,543	< 0,05
I. Massa e RV5	20	0,248	Ns
I. Massa e âQRS	20	0,136	Ns
I. Massa e I. Lewis	20	- 0,011	Ns

âQRS = eixo elétrico médio do complexo QRS no plano frontal; ICT = índice cardiotorácico; I. Lewis = índice de Lewis; I. Massa = índice de massa ventricular esquerda; I. Sokolow = índice de Sokolow; IVDF = índice de volume diastólico final; IVSF = índice de volume sistólico final; ns = não significativo; r = coeficiente de correlação linear de Pearson; RV5 = amplitude da onda R em V5; SV1 = amplitude da onda S em V1; SV2 = amplitude da onda S em V2.

Tem sido relatada a correlação entre variáveis eletrocardiográficas de hipertrofia ventricular e massa ventricular esquerda na insuficiência aórtica crônica¹⁷. Peixoto e col.²⁰ relataram que, na insuficiência aórtica crônica, há correlação significativa entre massa ventricular esquerda, obtida pela angiocardiografia, e deflexão intrisecóide, SV1, SV2, RV5, RV6 e critério de pontos de Romhilt²¹⁻²². Estudaram ainda Peixoto e col.²⁰ diversas variáveis eletrocardiográficas com objetivo de distinguir portadores de insuficiência aórtica crônica, de indivíduos normais e conseguiram a distinção, por meio de âQRS, deflexão intrisecóide, duração de QRS, SV1, SV2, RVS, RV6, I. Sokolow, maior amplitude precordial, maior amplitude periférica, I. Lewis, índice de White-Bock e critério de pontos de Romhilt. Na insuficiência mitral,

Tabela III - Sensibilidade, especificidade, proporção de positivos verdadeiros, proporção de negativos verdadeiros e exatidão das variáveis eletrocardiográficas e radiológicas.

	Massa VP	Aumentada FN	Massa VN	Normal FP	Sensibilidade	Especificidade	Proporção de resultados positivos verdadeiros	Proporção de resultados negativos verdadeiros	Exatidão
ICT	9	5	2	1	64%	67%	90%	40%	65%
SV1	6	10	4	0	37%	100%	100%	28%	50%
SV2	11	5	4	0	69%	100%	100%	44%	75%
RV5	7	9	3	1	44%	75%	87%	25%	50%
I. Sokolow	13	3	3	1	81%	75%	93%	50%	80%
âQRS	1	15	4	0	6%	100%	100%	21%	25%
I. Lewis	7	9	3	1	44%	75%	87%	25%	50%
ECG de HVE	14	2	2	2	87%	50%	87%	50%	80%

âQRS = eixo elétrico médio do complexo QRS no plano frontal; ECG = eletrocardiograma; FN = falso negativo; FP = falso positivo; HVE = hipertrofia ventricular esquerda; ICT = índice cardiotorácico; I. Lewis = índice de Lewis; I. Sokolow = índice de Sokolow; RV5 = amplitude da onda R em V5; SV1 = amplitude da onda S em V1; SV2 = amplitude da onda S em V2; VN = verdadeiro negativo; VP = verdadeiro positivo.

Tabela IV - Insuficiência aórtica crônica, dados hemodinâmicos e de função ventricular esquerda.

	Normais	n	IA	n	t	P
IVDF (cm ³ /m ²)	50 ± 8	11	138 ± 55	20	5,2464	< 0,001
IVSF (cm ³ /m ²)	14 ± 2	11	64 ± 42	20	3,8779	< 0,001
FE (%)	71 ± 5	11	61 ± 14	20	2,3831	< 0,05
Espessura (cm)	0,730 ± 0,106	11	1,010 ± 0,290	20	3,0571	< 0,01
I.Massa (g/m ²)	52 ± 11	11	146 ± 77	20	3,9874	< 0,001
pd2 (mmHg)	10 ± 2	13	17 ± 8	20	3,1363	< 0,01
dp/dt (mmHg/seg)	1673 ± 308	11	1697 ± 430	18	0,0446	> 0,90 ns
Vmáx (circ/seg)	1,58 ± 0,29	6	1,55 ± 0,30	15	0,2456	< 0,90 ns
CE (mmHg ⁻¹)	0,376 ± 0,173	11	0,204 ± 0,137	20	3,0329	< 0,01
Dif. Pressão (mmHg)	40 ± 13	13	88 ± 28	20	5,7584	< 0,001
P. diast. Ao (mmHg)	78 ± 14	13	62 ± 15	20	2,9086	< 0,01
RVS (unid. resist.)	14,4 ± 3,4	11	14,8 ± 6,3	16	0,2257	< 0,90 ns

CE = complacência específica; Dif. Pressão = diferencial de pressão de pulso; dp/dt = 1.º derivada de pressão ventricular; Espessura = espessura da parede ventricular esquerda; FE = fração de ejeção; IA = Insuficiência aórtica; I. Massa = índice de massa ventricular esquerda, IVDF = índice de volume diastólico final; IVSF = índice de volume sistólico final; n = número de pacientes; ns = não significativo; pd2 = pressão diastólica final ventricular; P. diast. Ao = pressão diastólica de aorta; RVS = resistência vascular sistêmica; unid. resist. = unidade de resistência; Vmáx = velocidade máxima de encurtamento do elemento contrátil a carga zero.

embora aquela distinção tivesse ocorrido, não houve correlação entre a massa e as variáveis eletrocardiográficas. Esses dados também foram demonstrados por Barros Filho e col.²³ e Rodrigues e col.²⁴.

Jolt e col.²⁵ estudaram a massa de músculo ventricular esquerdo eletricamente ativa e correlacionaram com a massa ventricular esquerda determinada por angiocardiografia biplana e encontraram uma boa

Tabela V - Correlação entre variáveis hemodinâmicas e de função ventricular esquerda na insuficiência, aórtica crônica.

Parâmetros correlacionados	n	r	P
IVDF e P. diast. Ao	20	- 0,530	< 0,01
IVDF e Dif. Pressão	20	0,853	< 0,01
IVDF e FR	18	0,627	< 0,05
IVDF e FE	20	- 0,587	< 0,01
FE e I. Massa	20	- 0,650	< 0,01
FE e pd2	20	- 0,181	ns
FE e dP/dt	18	0,151	ns
FE e Vmax	15	0,235	ns
Vmax e IVDF	15	- 0,510	< 0,05
Vmax e pd2	15	- 0,658	< 0,01
Vmax e I. Massa	15	- 0,477	ns
I. Massa e pd2	20	0,1804	ns
I. Massa e dP/dt	18	- 0,424	ns
dP/dt e pd2	18	- 0,370	ns
dP/dt e IVDF	18	- 0,338	ns

Dif. Pressão = diferencial de pressão ou pressão de pulso; dP/dt = 1.ª derivada de pressão ventricular; FE = fração de ejeção; FR = fração de regurgitação; I. Massa = índice de massa ventricular; IVDF índice de volume diastólico final; n = número de pacientes; ns = não significativo; pd2 = pressão diastólica final ventricular; P. diast. Ao = pressão diastólica de aorta; r = coeficiente de correlação linear de Pearson; Vmáx = velocidade máxima de encurtamento do elemento contrátil a carga zero.

correlação. Quando utilizaram esse método para diagnóstico da hipertrofia ventricular esquerda, obtiveram uma especificidade de 84% e uma sensibilidade de 86%. Quando utilizaram o eletrocardiograma convencional, o critério de Sokolow apresentou especificidade de 84% e sensibilidade de 50% e o critério de pontos de Romhilt-Estes especificidade de 95% e sensibilidade de 49%.

Reichel e col.²⁶ compararam variáveis anatômicas, ecocardiográficas e eletrocardiográficas de hipertrofia ventricular esquerda em 34 indivíduos (normais, coronariopatia, doença valvar, cardiomiopatia congestiva e outros). O estudo ecográfico correlacionou bem a massa com o peso do ventrículo esquerdo “post mortem”, com especificidade de 95% e sensibilidade de 93%. Em contraste, o escore de pontos de Romhilt-Estes e o índice de Sokolow-Lyon para hipertrofia ventricular esquerda tiveram pouca sensibilidade, 50% e 21% respectivamente, mas uma especificidade de 95%. Concluíram que o eletrocardiograma é específico, porém pouco sensível no reconhecimento da hipertrofia ventricular esquerda.

Carrol e col.²⁷ realizaram estudos eletro e ecocardiográficos em 21 pacientes portadores de insuficiência aórtica crônica antes e depois de troca de valva aórtica. Verificaram que após a operação, houve alterações na amplitude dos complexos (SV1, RV5 e RV6) e na massa ventricular esquerda, havendo regressão significativa da massa, proporcional à diminuição da amplitude do complexo QRS e essas alterações ocorreram geralmente nos seis primeiros meses após a intervenção.

No presente trabalho, encontramos correlação significativa entre I. Massa e SV1, SV2, e I. Sokolow e chamou a atenção, mais uma vez, o SV2, que apresentou uma sensibilidade de 69%, uma especificidade de 100%,

uma proporção de positivos verdadeiros de 100% e uma exatidão de 75%.

Apenas a proporção de verdadeiros negativos das variáveis eletrocardiográficas e do critério indicativo de hipertrofia ventricular esquerda foi baixa, mas fica, em conclusão, que o eletrocardiograma é um método de valor no diagnóstico da hipertrofia esquerda, com boa sensibilidade, especificidade, proporção de verdadeiros positivos e exatidão de algumas variáveis. Além disso, guardou relação com a massa ventricular esquerda, na insuficiência aórtica crônica.

Sabemos que o estudo radiológico, através da radiografia simples de tórax em ântero-posterior e perfil esquerdo é a maneira mais simples e mais acessível para se ter noção do tamanho do coração e de suas câmaras. Estudos anteriores^{18,19} mostraram haver correlação entre a massa ventricular esquerda e o ICT, embora a sensibilidade da medida da área cardíaca não fosse muito elevada.

Tem sido visto²⁸ que, na insuficiência aórtica, sobretudo de grau discreto ou moderado radiologicamente pode a área cardíaca não aumentar. A razão seria o aumento da cavidade ventricular esquerda, inicialmente, no sentido longitudinal, o que provocaria um mergulho do arco inferior esquerdo da silhueta cardíaca no diafragma, mantendo-se o ICT normal. Posteriormente, haveria também o aumento no sentido transversal, tornando o ICT aumentado²⁸.

No presente estudo, encontramos excelente correlação entre I. Massa e ICT (r = 0,835). Não foi, entretanto, o ICT tão preciso em diagnosticar a presença de massa elevada, já que a sensibilidade foi de 64%, a especificidade, de 67%, a proporção de verdadeiros positivos de 90%, a de verdadeiros negativos de 40% e a exatidão de 65%. O ICT correlacionou-se também de forma significativa com IVDF e IVSF.

De qualquer forma, o presente trabalho mostra ser a área cardíaca um bom dado para a avaliação da massa ventricular esquerda, sobretudo quando ela está expressivamente elevada.

Embora haja vários esquemas para determinar a gravidade de insuficiência aórtica pela aortografia, nenhum se compara com o cálculo do volume regurgitante pela comparação dos débitos sistólicos obtidos pelo método de Fick e pela angiocardiografia. A gravidade da regurgitação tende a ser superestimada em presença de ventrículo esquerdo pequeno, FE diminuída ou presença associada de estenose aórtica ou mitral ou de ambas²⁹.

Os pacientes com insuficiência aórtica pura, segundo Kennedy e col.³⁰, são aqueles com menos de 5mm Hg de gradiente sistólico através da valva aórtica e sem qualquer outra alteração valvar associada e gradiente aórtico não parece desenvolver-se pelo aumento de fluxo, na ausência de estenose anatômica. Encontraram os autores, IVDF elevado em 90% dos pacientes estudados e grandes volumes diastólicos foram encontrados.

O débito sistólico aumenta em proporção direta com a magnitude da regurgitação³¹. O débito sistólico é composto de duas partes, efetivo e regurgitante. Quando a gravidade aumenta, o débito efetivo tende a permanecer na faixa normal e o IVDF reflete bem a gravidade da regurgitação. Essa boa correlação é mantida até o aparecimento de insuficiência cardíaca, quando, então, aumentos adicionais do IVDF não são acompanhados de aumento do débito sistólico, resultando na diminuição da FE³⁰.

Há ampla variação na relação entre o IVDF e a pd2. O IVDF é primariamente determinado pela gravidade da regurgitação³. Nas lesões orovalvares crônicas, a dilatação e a hipertrofia ocorrem através um período de muitos anos e estão associados com modificações nas curvas de pressão-volume, que tornam o ventrículo esquerdo mais distensível³¹.

IVDF, IVSF, débito sistólico, massa ventricular e espessura da parede ventricular esquerda aumentados, bem como FE diminuída têm sido encontrados³²⁻³⁶ o mesmo ocorrendo com pd2 também aumentada^{35,36}. Já a dP/dt tem tido resposta variável³². Em ambos os grupos de Peixoto e col.^{35,36}, a dP/dt e a Vmáx não apresentavam alteração estatisticamente significante.

O valor do IVSF tem sido considerado recentemente como o melhor critério avaliador da função ventricular no pré-operatório¹, guardando relação com o resultado cirúrgico^{1,2}, embora outros continuem utilizando a FE³.

Peixoto³⁷ encontrou alterações significantes em todas as variáveis angiográficas que estudou, mas Peixoto e col.³⁸, quando dividiram os pacientes com insuficiência aórtica, pela classe funcional, em dois grupos, apenas o IVSF e a FE distinguiram os dois grupos Osbakken e col.³⁹ mostraram que o IVDF, o IVSF e o volume sistólico aumentavam significativamente de normais para aórticos com mínimos sintomas e aórticos com insuficiência cardíaca congestiva, e que a FE estava diminuída significativamente apenas no grupo de aórticos com insuficiência cardíaca. A massa ventricular esquerda estava aumentada em ambos os grupos de aórticos. Embora a relação massa ventricular esquerda/IVDF não apresentasse diferença significativa, era maior no grupo praticamente assintomático e a relação espessura de parede/raio do eixo menor era maior, de forma significativa no grupo praticamente assintomático e as duas relações sugerem que a hipertrofia por umidade de volume é maior nos assintomáticos que no grupo com insuficiência cardíaca e os estresses máximo, sistólico final e diastólico final permanecem normais apenas no grupo assintomáticos. Os autores acreditam pelos seus dados que os pacientes com insuficiência aórtica evoluem para um estágio sintomático quando o volume regurgitante se torna maior que o IVDF e a pd2 aumenta. Associado a essas alterações, o estresse miocárdico sistólico aumenta, o grau de hipertrofia relativa ao volume diastólico final retoma ao normal e a FE diminui.

Peixoto e col.⁴⁰, quando compararam seu grupo de insuficiência aórtica oligossintomático (classe funcional I e II) com seu grupo com importantes sintomas (classe funcional III e IV) mostraram que, das 20 variáveis estudadas, apenas apresentavam alterações significativas IVDF, IVSF, FE, I. Massa, VCF média e dP/dt. Osbakken e col.⁴¹ mostraram que a FE, a velocidade máxima de encurtamento e a velocidade média de encurtamento segmentar de alguns segmentos estavam diminuídas apenas entre os aórticos com insuficiência cardíaca.

Trabalhos com ventriculografia radioisotópica têm mostrado o valor do IVDF e do IVSF, assim como da FE para separar normais de pacientes com insuficiência aórtica ou de grupos com insuficiência aórtica sintomatologicamente diversos. Com o exercício, as variáveis são sensibilizadas, pois grupos diversos comportam-se de maneira diversa e ressaltam o valor em primeiro lugar, do IVSF e, a seguir, da FE⁴²⁻⁴⁴.

Os valores de IVDF, IVSF e I. massa no grupo de controle mostraram-se inferiores aos observados pela maioria de autores⁴⁵⁻⁴⁹ embora próximos dos outros⁵⁰. As demais médias das variáveis estudadas eram próximas às da literatura.

O aumento da pressão arterial sistólica e a queda da pressão arterial diastólica contribuem para que haja uma Dif. Pressão aumentada na insuficiência aórtica. Para o aumento da pressão arterial sistólica contribui o aumento do volume de sangue lançado na aorta em cada sístole pelo ventrículo esquerdo com uma velocidade de ejeção maior. Para a queda da pressão arterial diastólica os fatores determinantes são a vasodilatação periférica, levando uma diminuição da RVS, a regurgitação do sangue para o ventrículo esquerdo e a duração da diástole (frequência cardíaca)⁵¹.

Nos pacientes por nós estudados, a pressão arterial sistólica esteve elevada em, todos os casos, a pressão arterial diastólica esteve abaixo do normal em 55% dos casos e a RVS esteve diminuída em apenas 33% dos casos. A RVS apresentou média praticamente igual à do grupo-controle. Tivemos uma P. diast. Ao diminuída e uma Dif. Pressão expressivamente aumentada. Das 12 variáveis hemodinâmicas e angiográficas estudadas, essa foi a de média mais afastadas do grupo controle. Além disso, tivemos correlação significativa entre IVDF e P.diast. Ao e boa correlação ($r=0,835$) entre IVDF e Dif. Pressão. Sendo por todos conhecido o valor de IVDP para avaliar a gravidade da regurgitação na insuficiência aórtica crônica, ressaltamos também o valor a ser dado a P.diast. Ao e a Dif. pressão, sobretudo essa última e, por extensão, a determinação das medidas a elas correspondentes obtidas pelo exame físico.

No grupo estudado, todos os pacientes apresentava IVDF aumentado, mesmo aqueles com insuficiência aórtica discreta. Sua média foi a segunda mais divergente da do grupo-controle, logo após a

da Dif. Pressão e seguida da média da I. Massa e IVSF. O IVDP e IVSF estavam aumentados e a FE diminuída.

A massa ventricular esquerda está frequentemente aumentada na insuficiência aórtica e nossos dados confirmaram essa afirmativa. Observa-se também que, assim como o volume diastólico final, a massa ventricular esquerda é das primeiras variáveis a se alterar na insuficiência aórtica. Essa hipertrofia é um mecanismo de adaptação à sobrecarga de volume e é essa doença que apresenta as maiores massas ventriculares. No grupo de valvopatas estudados, o I. Massa e a Espessura estiveram aumentados, sendo a média de I. Massa a terceira mais divergente da do grupo controle.

Associada à grande variação do IVDF na insuficiência aórtica crônica há grande variação na relação entre IVDF e pd2.

No grupo em estudo, a pd2 esteve aumentada e a complacência específica diminuída.

Estudos anteriores demonstram que, na insuficiência aórtica severa, as evidências de disfunção ventricular esquerda surgem como conseqüência da depressão da contratilidade miocárdica e não simplesmente como conseqüência da sobrecarga de volume do ventrículo esquerdo⁵³. Os dados obtidos neste trabalho poderiam confirmar essa assertiva e sugerir que a não existência de diferença da dp/dt e da Vmáx entre os do grupo-controle e dos valvopatas seria uma decorrência de alterações dos índices de contratilidade miocárdica serem as últimas na seqüência das que ocorrem na insuficiência aórtica crônica. Não se pode afastar também a sensibilidade desses índices⁴⁰.

A dp/dt não se correlacionou com FE, I. Massa, IVDF ou pd2. A Vmáx, que também não se correlacionou com FE e I. Massa de forma significativa, correlacionou-se, entretanto, negativamente com IVDF e pd2. Isso poderia reforçar a hipótese que admite a alteração da Vmáx é tardia e ocorre à medida que a doença progride.

SUMMARY

A group of 20 patients with chronic aortic insufficiency were submitted to electrocardiographic (ECG), the chest roentgenographic and cardiac catheterization evaluation. In the ECG, the S wave in precordial leads V1 and V2 (SV1 and SV2), R wave in V5, the Sokolow index (Sokolow I.), the QRS angle, the Lewis index and the signs of left ventricular hypertrophy were analysed. The SVI, SV2 and Sokolow I presented the best correlations with the mass index of the left ventricle (Mass I.), while the SV2, Sokolow I. and left ventricular hypertrophy were the most sensitive. In the chest roentgenogram, the cardiothoracic index correlated significantly with Mass I. ($r = 0,835$) the end diastolic volume index (EDVI) and end systolic volume index (ESVI), but with sensitivity of 64%, a specificity of 67% and a positive predictive value of 90%.

The hemodynamic and angiographic measurements of the patients with chronic aortic insufficiency and a control group of 13 normal subjects were compared. In the hemodynamic parameters, the pulse pressure (PP) was increased and the diastolic aortic pressure (DAP) was diminished, significantly so, but the systemic vascular resistance was similar in both group. For the normal and the patient groups, the angiographic parameters were, respectively: EDVI. (cm^3/m^2) of 50 ± 8 and 138 ± 55 ($p < 0.001$), ESVI (cm^3/m^2) of 14 ± 2 and 64 ± 42 ($p < 0,001$), ejection fraction (EF) of $71 \pm 5\%$ and $61 \pm 14\%$. ($p < 0.05$), left ventricular wall thickness of $0,730 \pm 0,106$ cm and 1.010 ± 0.290 cm ($p < 0.01$), Mass I. of 52 ± 11 g/m^2 and 146 ± 77 g/m^2 ($p < 0.001$), pd2 of 10 ± 2 mmHg and 17 ± 8 mmHg ($p < 0.01$) and specific compliance (SE) 0.376 ± 0.173 mmHg and $0.204 = 0.137$ mmHg ($p < 0.01$). Isovolumic contraction phase indices (dp/dt and Vmax) were similar in both groups. Hemodynamic and left ventricular function parameters were correlated. The EDVI correlated significantly with DAP, PP, EF, regurgitation fraction and Vmax, as well as of EF with Mass I. and Vmax of pd2.

It was concluded that in chronic aortic insufficiency the ECG and cardiac area presented significant correlation with Mass I. Left ventricular function angiographic parameters were the most affected ones, as was pd2 and SC.

REFERÊNCIAS

1. Braunwald, E. - Valvular heart disease. In: Braunwald, E. - Heart Disease, W.B. Saunders, Philadelphia, London, Toronto, 1890. p. 1095.
2. Borow, K.; Green, L. H.; Mann, T.; Sloss, L. H.; Colins, J. J., Jr.; Cohn, L.; Grossman, W. - End systolic volume as a predictor of postoperative left ventricular function in volume overload from valvular regurgitation. *Circulation* : 56 (Supl. III): III-40, 1977.
3. Clark, D. G.; MacAnulty, J. H.; Rahimtoola, S. H. - Results of valvular replacement in aortic incompetence with left ventricular dysfunction. *Circulation*, 61: 411, 1980.
4. Peixoto, E. C. S. - Estudo clínico, hemodinâmico e da função ventricular esquerda na insuficiência aórtica crônica. Mesa-redonda sobre insuficiência aórtica. 37.º Congresso da Sociedade Brasileira de Cardiologia, Curitiba, 1981.
5. Sokolow, M.; Lyon, T. P. - The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial limbs leads. *Am. Heart. J.* 37: 161, 1949.
6. Lewis, J.-. Observations upon ventricular hypertrophy with special reference to preponderance of one or other chamber. *Heart*, 5: 367, 1914.
7. Sellers, R. D.; Levy, M. J.; Amplatz, K. - Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac disease. Technique, indications and interpretations in 700 cases. *Am. J. Cardiol.* 14: 437, 1964.
8. Mason, D. T.; Spann, J. F.; Zellis, R. - Quantification of the contractile state of the intact human heart: Maximal velocity of contractile element shortening determined by the instantaneous relation between the rate of pressure rise and pressure in the left ventricle during isovolumic systole. *Am. J. Cardiol.* 26: 248, 1970.
9. Kasser, I. S.; Kennedy, J. W. - Measurement of left ventricular volume in man by single-plane cineangiography. *Invest. Radiol.* 4: 83, 1969.
10. Kennedy, J. W.; Trenholme, S. E.; Kasser, I. S. - Left ventricular volume and mass from single plane cinean-

- diagrams: A comparison of antero-posterior and right anterior oblique methods. *Am. Heart J.* 80: 343, 1970.
11. Sandler, H.; Hawley, R. R.; Dodge, H. T.; Baxley, W. A. - Calculation of left ventricular volume from single plane angiocardiograms. *J. Clin. Invest.* 44: 1094, 1965.
 12. Rackley, C. E.; Dodge, H. T.; Coble, Y. D., Jr.; Hay, R. E. - A method for determining left ventricular mass in man. *Circulation*, 29: 665, 1964.
 13. Lamotte, M. - *Estatística Biológica. Principios Fundamentais.* Toray, Masson, Barcelona, 1965, p. 91 e 132.
 14. Carvajal, S. S. R. - *Elementos de Estatística.* Instituto de Matemática. Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. UFRJ, Rio de Janeiro, 1979. p. 138 e 186.
 15. Mello, E. J. - *Utilização de Medidas Estatísticas em Biologia, Medicina e Saúde Pública.* Edição do Serviço Nacional de Educação Sanitária, Rio de Janeiro, 1944. p. 67
 16. Schwartz, D.; Lagar, P. - *Eléments de Statistique Médicale et Biologique.* 2ed. Edition Médicales Flammarion. Paris, 1964 p. 129.
 17. Feres, J. G. F.; Peixoto, E. C. S.; Amino, J. G. C.; Studart, P. C. C.; Abrão, C.; Villela, R. A.; Duarte, E. P.; Maia, I. G.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F. - Hipertrofia ventricular esquerda na insuficiência aórtica: Correlação entre massa ventricular e critérios eletrocardiográficos. *Arq. Bras. Cardiol.* 31 (Supl. 2): 240, 1978.
 18. Terra, T. A.; Peixoto, E. C. S.; Feres, J. G. F.; Studart, P. C. C.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Andrade, M.; Villela, R. A.; Duarte, E. P.; Maia, I. G.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F. - Hipertrofia ventricular esquerda na insuficiência aórtica: Correlação entre critérios eletrocardiográficos e índice cardiotorácico com a massa ventricular. *Arq. Bras. Cardiol.* 32 (supl. 1): 68, 1979.
 19. Wagner, M.; Peixoto, E. C. S.; Feres, J. G. F.; Studart, P. C. C.; Abrão, C.; Amino, J. G. C.; Duarte, E. P.; Rosa, L. C. E., Jr.; Villela, R. A.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F.; Graça, C. A. T. - Insuficiência aórtica crônica. Quadro clínico, eletrocardiográfico, radiológico, hemodinâmico e função ventricular esquerda. *Arq. Bras. Cardiol.* 34 (Supl. 1): 118, 1980.
 20. Peixoto, E. C. S.; Barros Filho, C. M.; Rodrigues, L. C.; Morgado, L. C.; Feres, J. G. F.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Duarte, E. P.; Maia, I. G.; Studart, P. C. C. - Insuficiência aórtica e insuficiência mitral crônicas: Correlação entre hipertrofia ventricular esquerda no eletrocardiograma e massa ventricular esquerda. 1.º Congresso da Sociedade de Cardiologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983.
 21. Romhilt, D. W.; Estes, E. H. - Point-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am. Heart J.* 75: 752, 1968.
 22. Romhilt, D. W.; Bove, K. E.; Norris, R. J.; Conyers, E.; Conradi, S.; Rowlands, D. T.; Scott, R. C. - A critical appraisal of electrocardiographic criteria for the diagnosis of the left ventricular hypertrophy. *Circulation*, 40: 185, 1969.
 23. Barros Filho, C. M.; Peixoto, E. C. S.; Maia, I. G.; Rodrigues, L. F.; Morgado, L. C.; Feres, J. G. F.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Duarte, E. P.; Oliveira, P. S.; Santos, M. A.; Dohmann, H. J. P.; Studart, P. C. C. - Insuficiência aórtica, massa ventricular e hipertrofia ventricular no eletrocardiograma. *Arq. Bras. Cardiol.* 39 (Supl. 1): 101, 1982.
 24. Rodrigues, L. F.; Peixoto, E. C. S.; Morgado, L. C.; Barros Filho, C. M.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Duarte, E. P.; Oliveira, P. S.; Santos, M. A.; Dohmann, H. J. F.; Studart, P. C. C. - Insuficiência mitral. Massa ventricular e hipertrofia ventricular esquerda no eletrocardiograma. *Arq. Bras. Cardiol.* 39 (Supl. 1): 31, 1982.
 25. Holt, J. H., Jr.; Barnard, A. C. L.; Kramer, J. O., Jr. - Multiple dipole electrocardiography. A comparison of electrically and angiographically determined left ventricular masses. *Circulation*, 57: 1129, 1978.
 26. Reichek, N.; Devereux, R. B. - Left ventricular hypertrophy: Relationship of anatomic, echocardiographic and electrocardiographic findings. *Circulation*, 63: 1391, 1981.
 27. Carrol, J. D.; Gaasch, W. H.; Naimi, S.; Levine, H. J. - Regression of myocardial hypertrophy: Electrocardiographic-echocardiographic correlations after aortic valve replacement in patients with chronic aortic regurgitation. *Circulation*, 65: 980, 1982.
 28. Jefferson, K.; Rees, S. - *Radiologia Cardíaca.* Salvat. Barcelona, 1976. p. 236.
 29. Hunt, D.; Baxley, W. A.; Kennedy, J. W.; Judge, T. P.; Williams, J. E.; Dodge, H. T. - Quantitative evaluation of cineangiography in the assessment of aortic regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 31: 696, 1973.
 30. Kennedy, J. W.; Twiss, R. D.; Blackman, J. R.; Dodge, H. T. - Quantitative angiocardiography III. Relationships of left ventricular pressure, volume and mass in aortic valve disease. *Circulation*, 38: 838, 1968.
 31. Dodge, H. T.; Kennedy, J. W.; Petersen, J. L. - Quantitative angiocardiographic methods in the evaluation of valvular heart disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 16: 1, 1973.
 32. Gahan, A. H.; Miller, B. M.; Kirklin, J. W.; Swan, H. J. C. - Myocardial function and left ventricular volumes in acquired valvular insufficiency. *Circulation*, 31: 374, 1965.
 33. Dodge, H. T.; Baxley, W. A. - Left ventricular volume and mass and their significance in heart disease. *Am. J. Cardiol.* 23: 528, 1969.
 34. Schwarzs, F.; Flameng, W.; Schaper, J.; Langebartels, F.; Sesto, M.; Hehrlein, F.; Schlepfer, M. - Myocardial structure and function in patients with valve disease and their relation to postoperative results. *Am. J. Cardiol.* 41: 661, 1978.
 35. Peixoto, E. C. S.; Abrão, C.; Studart, P. C. C.; Amino, J. G. C.; Villela, R. A.; Duarte, E. P.; Maia, I. G.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F. - Função ventricular esquerda em coronariopatas e na insuficiência aórtica crônica: Volumes, fração, de ejeção, massa ventricular e índices de contratilidade. Resumos do 3.º Congresso Brasileiro de Hemodinâmica e Angiocardiografia, São Paulo, 1978. p. 53.
 36. Peixoto, E. C. S.; Studart, P. C. C.; Amino, J. G. C.; Feres, J. G. F.; Abrão, C.; Duarte, E. P.; Villela, R. A.; Maia, I. G.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F. - Estudo da função ventricular em laboratório automatizado: Análise crítica dos parâmetros utilizados. *Arq. Bras. Cardiol.* 34: 418, 1980.
 37. Peixoto, E. C. S. - Função ventricular. Estenose pulmonar, estenose mitral, insuficiência mitral, insuficiência aórtica e coronariopatia. Análise crítica dos parâmetros utilizados. Rio de Janeiro, 1983 (Tese, UFRJ).
 38. Peixoto, E. C. S.; Rodrigues, L. F.; Barros Filho, C. M.; Morgado, L. C.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Duarte, E. P.; Oliveira, P. S.; Santos, M. A.; Feres, J. G. F.; Dohmann, H. J. F.; Studart, P. C. C. - Insuficiência aórtica. Função ventricular. *Arq. Bras. Cardiol.* 39 (Supl. 1): 101, 1982.
 39. Osbakken, M.; Bove, A. A.; Spann, J. F. - Left ventricular function in chronic aortic regurgitation with reference to end-systolic pressure, volume and stress relations. *Am. J. Cardiol.* 47: 193, 1981.
 40. Peixoto, E. C. S.; Rodrigues, L. F.; Barros Filho, C. M.; Morgado, L. C.; Amino, J. G. C.; Abrão, C.; Brito, A. H. X.; Dohmann, H. J. F.; Duarte, E. P.; Oliveira, P. S.; Maia, I. G.; Studart, P. C. C. - Insuficiência aórtica crônica. Função ventricular esquerda. *Arq. Bras. Cardiol.* 41 (Supl. 1): 89, 1983.
 41. Osbakken, M. D.; Bove, A. A.; Span, J. F. - Left ventricular regional wall motion and velocity of shortening in chronic mitral and aortic regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 47: 1005, 1981.
 42. Schuler, G.; Olshausen, K.; Schuwarz, F.; Mehmel, H.; Hofmann, M.; Hermann, H. J.; Lange, D.; Kübler, W. - Noninvasive assessment of myocardial contractility in asymptomatic patients with severe aortic regurgitation and normal left ventricular ejection fraction at rest. *Am. J. Cardiol.* 50: 45, 1982.
 43. Dehmer, G. J.; Firth, B. G.; Hillis, L. D.; Corbett, J. R.; Lewis, S. E.; Parkei R. M.; Willerson, J. T. - Alterations in left ventricular volumes and ejection fraction at rest and during exercise in patients with aortic regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 48: 17, 1981.
 44. Iskandrian, A. S.; Hakki, A.; Kane, S. A.; Segal, B. L. - Quantitative radionuclide angiography in assessment of hemodynamic changes during exercise: Observation in normal subjects, patients with coronary artery disease and patients with aortic regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 48: 239, 1981.

45. Kennedy, J. W.; Baxley, W. A.; Figley, M. M.; Dodge, H. T.; Blackman, J. R. - Quantitative angiocardiology. The normal left ventricle in man. *Circulation*, 34: 272, 1966.
46. Miller, G. A. H.; Swan, H. J. C. - Effects of chronic pressure and volume overload in left heart volumes in subjects with congenital heart disease. *Circulation*, 30: 205, 1964.
47. Falsetti, H. L.; Mates, R. E.; Greene, D. G.; Bunnell, I. L. - Vmax as an index of contractile state in man. *Circulation*, 43: 467, 1971.
48. Hood, W. P., Jr.; Rackley, C. E.; Rolett, E. L. - Wall stress in the normal and hypertrophied human left ventricle. *Am. J. Cardiol.* 22: 550, 1968.
49. Hermann, H. J.; Bartle, S. H. - Left ventricular volumes by angiocardiology: Comparison of methods and simplification of techniques. *Cardiovasc. Res.* 2: 404, 1968.
50. Arvidsson, H. - Angiographic determination of left ventricular volume. *Acta. Radiol.* 56: 321, 1961.
51. Hurst, J. W.; Schlant, R. C. - Examination of the arteries and their pulsation. In: Hurst, J. W.; Logue, R. B. Schlant, R. C.; Wenger, N. K. - *The Heart, Arteries and Veins.* 4ed. McGraw-Hill. New York, 1978. p. 183.
52. Dodge, H. T.; Kennedy, J. W.; Peterson, J. L. - Quantitative angiographic methods in the evaluation of valvular heart disease In: Sonnenblick, E. J.; Lash, M. - *Progress in Cardiovascular Diseases. Valvular Heart Disease.* Grune and Stratton, New York, 1974. p. 97.
53. Gault, J. H.; Covell, J. W.; Braunwald, E.; Ross, J. - Left ventricular performance following correction of free aortic regurgitation. *Circulation*, 42: 773, 1970.