

ESTUDO ECOCARDIOGRÁFICO DA DINÂMICA ATRIAL ESQUERDA EM INDIVÍDUOS SADIOS, NAS CONDIÇÕES DE REPOUSO E DE EXERCÍCIO ISOMÉTRICO.

ALFONSO BARBATO, MARIA CANDIDA CALZADA BORGES, JUAREZ ORTIZ, LUIZ CARNEIRO, MATHEUS PAPALÉO NETTO, ERMELINDO DEL NERO JR., ÁLVARO MAGALHÃES, FULVIO PILEGGI

Foram estudados pela ecocardiografia, com análise computadorizada dos dados obtidos, 40 indivíduos sadios, 20 de cada sexo, com idades variando entre 20 e 40 anos. Visando a avaliar o efeito do exercício isométrico sobre a dinâmica do átrio esquerdo (AE), os indivíduos foram estudados em repouso e durante esforço realizado em dinamômetro manual de pressão ("handgrip").

Foram estudadas as seguintes variáveis: velocidade de enchimento do AE (VE), velocidade de esvaziamento rápido do AE (VR), velocidade de esvaziamento lento do AE (VL) e velocidade de esvaziamento sistólico do AE (VS).

O tratamento estatístico das variáveis obtidas permitiu as seguintes conclusões: 1 - O valor médio da VE em repouso foi 33 mm/s, não havendo diferença entre os sexos ou entre as condições de repouso e esforço 2 - O valor médio da VR em repouso foi 68 mm/s, não havendo diferença entre os sexos ou entre o exercício e repouso. 3 - O valor médio da VS em repouso foi 59 mm/s não havendo diferença entre os sexos, sendo maior durante o exercício.

O átrio esquerdo (AE), elo entre a pequena e a grande circulação, sempre se constitui em estrutura de difícil acesso semiológico, em virtude de sua topografia e de sua relação com os órgãos vizinhos¹⁻⁴. A ecocardiografia veio modificar essa situação, permitindo visibilização direta do AE e fornecendo excelentes informes sobre sua anatomia e movimentação nas diferentes fases do ciclo cardíaco⁵⁻⁷.

Dentre as cavidades cardíacas, o AE é a mais dorsal, sendo a única câmara que tem uma de suas paredes, a posterior, praticamente imóvel. Dessa forma, as modificações de seu volume durante o ciclo cardíaco exteriorizam-se, fundamentalmente, através de sua parede anterior. Entretanto, a parede anterior do AE e a parede posterior da aorta (ppAo) são estruturas contíguas que produzem eco linear único. São várias as evidências de que a dinâmica ecográfica dessa estrutura reflete as alterações cíclicas do volume do AE, a despeito da movimentação própria dessa grande artéria. Assim sendo, de modo geral, pode-se aceitar que a dinâmica sistólica da ppAo reflete, em parte, o enchimento atrial esquerdo, enquanto que sua dinâmica diastólica é basicamente comandada pelas mudanças de volume do AE.

Desde 1907, Sir Arthur Keith^{8,9}, em estudos anatômicos, chamou a atenção para a relação de contiguidade existente entre a ppAo e a parede anterior do AE. Nas décadas seguintes, vários estudos sobre a dinâmica atrial esquerda foram realizados¹⁰⁻¹³, culminando com excepcional trabalho do grupo de Strunk¹⁴, que realizou estudos ecocardiográficos e hemodinâmicos simultâneos, demonstrando a identidade cronológica existente entre os acidentes da curva de pressão intra-atrial esquerda e os do ecograma da ppAo.

Com base nessa mesma linha de investigação, efetuou-se o presente estudo, que buscou determinar os valores médios normais das velocidades de enchimento e de esvaziamento atrial esquerdo em repouso e durante a realização de exercício isométrico, em indivíduos sadios.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 40 indivíduos normais, 20 do sexo feminino, com idades entre 20 e 40 anos (média 30, 25 anos) e 20 do masculino, com idades entre 21 e 40 anos (média 29,6 anos). Adotou-se, como critério de normalidade, o resultado da semiologia car-

díaca e dos estudos eletrocardiográfico, radiológico e ecocardiográfico dentro dos limites da normalidade.

Os ecocardiogramas foram obtidos com ecocardiógrafo "Sonolayergraph SSH-10" da "Toshiba International Corporation", de varredura eletrônica, usando-se transdutor de 2,5 MHz de frequência e velocidade de inscrição de 50 mm/s.

Os traçados ecocardiográficos foram obtidos através de técnica ecográfica convencional¹⁶⁻¹⁸, sendo os indivíduos estudados em quatro condições: condição basal de repouso, denominada tempo zero (To); no final do primeiro minuto de exercício, denominada tempo um (T1); ao completar o segundo minuto de exercício isométrico, denominado tempo dois (T2); e ao término do terceiro minuto de exercício, denominado tempo três (T3). Em todas essas ocasiões, foram determinados os valores da pressão arterial (PA) sistêmica, através de esfigmomanômetro de mercúrio.

O exercício isométrico foi realizado por meio de dinamômetro de pressão ("handgrip"), utilizando-se a técnica de manter, por 3 minutos, um terço da carga máxima obtida pelo indivíduo.

Em cada condição de investigação considerou-se o sexo, a idade, o peso (p), a altura (alt), a superfície corpórea (SC), e aferiram-se as seguintes variáveis: pressão arterial sistólica (PS), pressão arterial diastólica (PD), frequência cardíaca (FC), velocidade de enchimento do AE (VE), velocidade de esvaziamento rápido do AE (VR), velocidade de esvaziamento lento do AE (VL), velocidade de esvaziamento sistólico do AE (VS), amplitudes das ondas v ($\hat{A}v$) e a ($\hat{A}a$) da parede anterior do AE, diâmetros da aorta (DAo) e do AE (DAE), e a relação dos diâmetros da aorta com os do AE (Ao/AE). Para o cálculo das velocidades de enchimento e de esvaziamento do AE, utilizou-se a fórmula proposta por Barbato e col.²³, na qual é utilizada a tangente do ângulo formado pela linha de deslocamento da ppAo e o eixo horizontal x. Sendo os seus valores obtidos pelo quociente entre o espaço (cateto oposto) e tempo necessário para o referido deslocamento (cateto adjacente) (fig. 1 e 2).

O tratamento estatístico constou do cálculo das médias aritméticas, seus desvios-padrão e intervalos de tolerância. Determinou-se, ainda, matriz de correlação entre as variáveis e foram ajustados modelos lineares, tentando explicar as variáveis medidas em função do sexo, das condições T0, T1, T2 e T3, e, em função da frequência cardíaca e das pressões sistólica e diastólica. A diferença entre as médias dos grupos e das condições foi realizada através do modelo hierárquico de análise de variância com cinco critérios de classificação. Os contrastes entre as médias foram efetuadas por meio do teste de Duncan. Em toda análise estatística utilizou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

As idades, pesos, alturas, superfícies corpóreas, cargas máximas obtidas no dinamômetro e cargas efetivas realizadas, constam nas tabelas I e II.

O valor médio da FC em repouso foi de 75 bpm (55 a 95) no sexo feminino (F) e de 66 bpm (52 a 80) no masculino (M). Houve diferença significativa entre as FC de ambos os sexos e entre as condições To (F = 75 e M = 66) e T3 (F = 91 e M = 86).

O valor médio da PS em repouso foi de 109 mmHg (84 a 134) no sexo F e de 119 mmHg (102 a 137) no M. Houve diferença significativa da PS entre os sexos e entre as condições To (F = 109 e M = 119) e T3 (F = 136 e M = 152).

Em relação à PD em repouso, encontrou-se o valor médio de 72 mmHg (60 e 84) no sexo F e de 76 mmHg (66 a 86) no M. Houve diferença significativa da PD entre os sexos e entre as condições To (F = 72 e M = 76) e T3 (F = 93 e M = 103).

O valor médio da VE na condição To esteve ao redor dos 33 mm/s (23 a 43). Não houve diferença significativa de seus valores entre os sexos ou entre as condições de repouso e esforço.

O valor médio da VR em repouso foi de 68 mm/s (41 a 95). Não houve diferença significativa entre os sexos ou entre as condições To e T3.

O valor médio da VS em repouso foi de 59 mm/s (30 a 87). Não houve diferença significativa entre os sexos, porém a variável diferiu significativamente entre as condições To (59 mm/s) e T3

(78 mm/s).

O valor médio da Av em repouso foi de 11 mm (7 a 15), não havendo diferença significativa entre os sexos ou entre as condições de estudo. Semelhante comportamento estatístico encontrou-se para $\hat{A}a$, com valor médio de 5 mm (2 a 8) em repouso.

O valor médio da DAE em repouso foi de 26 mm (20 a 38), não havendo diferença entre seus valores em ambos os sexos ou conforme as condições de investigação.

O valor médio DAo em repouso foi de 28 mm (24 a 32) no sexo F e de 33 mm (28 a 36) no M. Quanto às condições de repouso e de esforço, os valores dessa variável não apresentaram diferença significativa.

O valor médio da relação AE/Ao em repouso foi de 0,92 (0,65 a 1,20), sem diferença entre os sexos ou entre as condições de investigação.

Os resultados da matriz de correlação entre as variáveis estão relacionados na tabela III.

COMENTÁRIOS

O comportamento apresentado pela FE faz crer que, após súbito aumento da pós-carga, ocorre imediata elevação compensatória da FC, como um dos mecanismos básicos de adaptação do coração. A diferença encontrada entre os sexos parece estar ligada a maior condicionamento físico entre os homens.

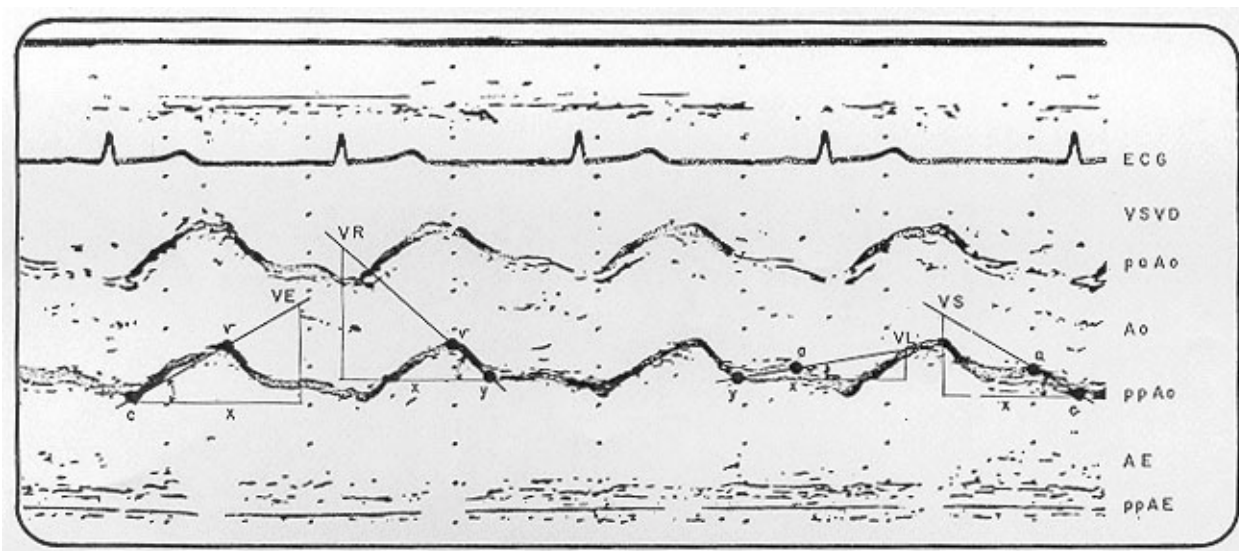


Fig. 1 - Aferição das velocidades de enchimento e esvaziamento do átrio esquerdo (AE), no ecograma da parede posterior da aorta (ppAo). Ao = aorta; ECG = eletrocardiograma; PaAo = parede anterior da aorta; ppAE = parede posterior do átrio esquerdo; VE = velocidade de enchimento; VL = velocidade de esvaziamento lento; VR = velocidade de esvaziamento rápido; VS = velocidade de esvaziamento sistólico; VSVD = via de saída do ventrículo direito.

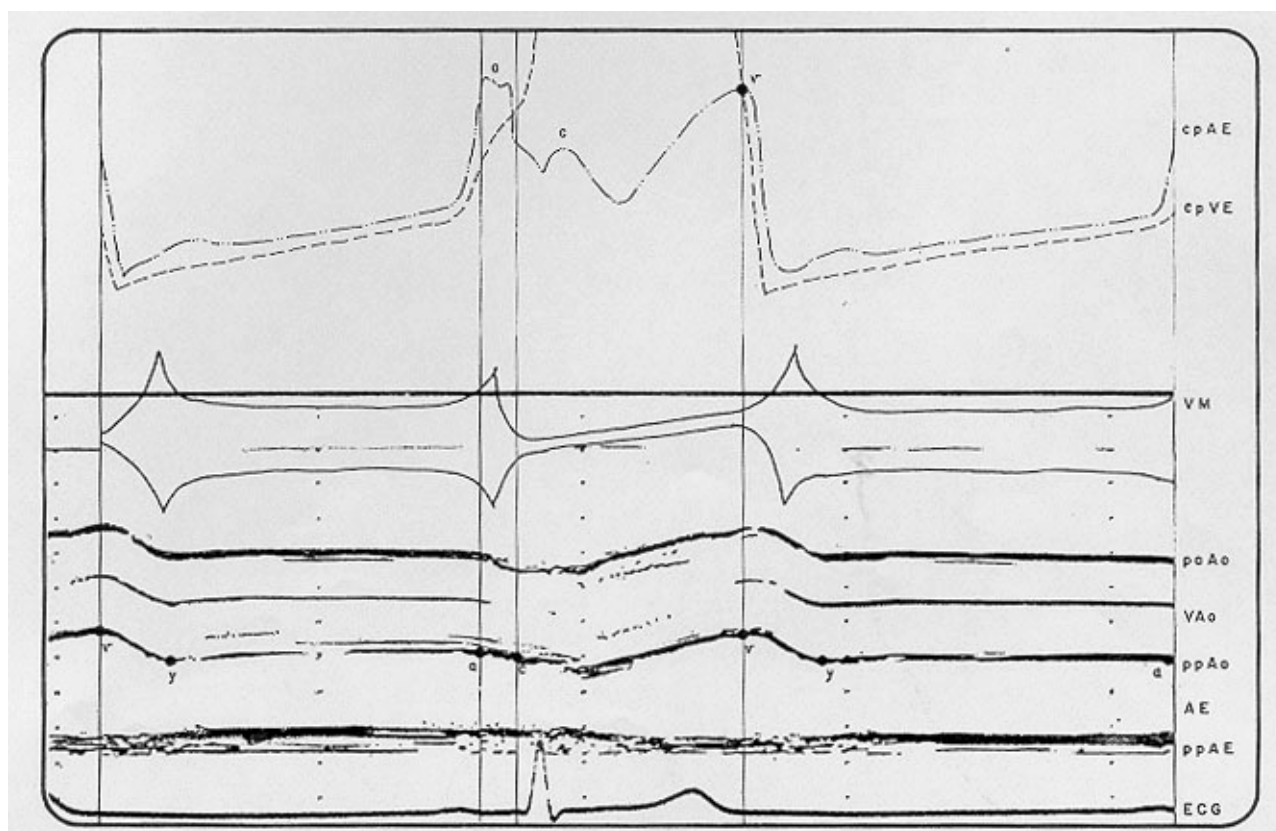


Fig. 2 - Registro simultâneo das curvas de pressão do átrio esquerdo (cpAE) e ventrículo esquerdo (cpVE) e do ecograma da valva mitral (VM), aorta (Ao) e átrio esquerdo (AE). Observar os pontos c, v, y e a, que correspondem respectivamente a : fechamento da valva mitral e início do enchimento do AE; abertura da valva mitral e início da fase de esvaziamento rápido; término do esvaziamento rápido e início do esvaziamento lento; término do esvaziamento lento e início do esvaziamento sistólico do AE. ECG = eletrocardiograma; ppAo = parede anterior da aorta; ppAE = parede posterior do AE; ppAo = parede posterior da aorta; VAo = valva aórtica. Apud 72.

Mesmo em experimentos laboratoriais, nos quais se consegue rígido controle das variáveis externas, é extremamente difícil isolar-se a participação da FC sobre os

resultados obtidos, obrigando, freqüentemente, os pesquisadores a corrigir seus valores em função dessa variável²⁴.

Tabela I - Identificação, valores, médias, desvios padrão e intervalos de tolerância das médias da idade, peso, altura, superfície corpórea, carga máxima e carga efetiva nos indivíduos do sexo feminino grupo (F).

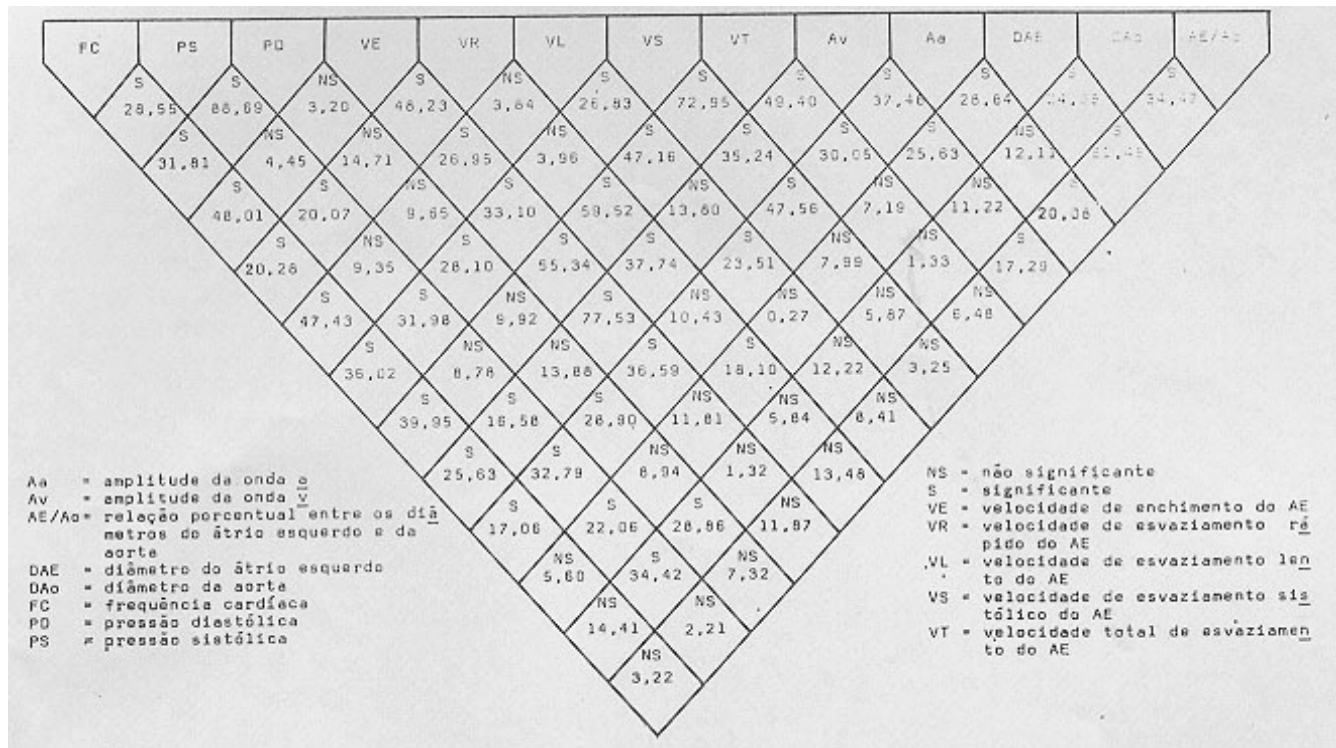
Caso n.º	Idade (anos)	Peso (kg)	Ant. (cm)	S.C. (m ²)	C. Max. (kgf)	C. Efet. (kgf)
1	21	51	167	1,56	30	10
2	25	45	159	1,43	21	7
3	28	48	152	1,42	24	8
4	28	62	170	1,72	24	8
5	26	58	175	1,71	24	8
6	20	48	156	1,45	24	8
7	24	46	157	1,43	24	8
8	28	59	163	1,63	27	9
9	23	56	168	1,63	27	9
10	27	50	165	1,53	24	8
11	35	56	160	1,58	21	7
12	32	47	153	1,42	24	8
13	31	48	150	1,41	24	8
14	40	68	170	1,79	24	8
15	36	60	163	1,64	24	8
16	39	61	160	1,63	27	9
17	31	53	159	1,53	21	7
18	38	85	173	2,00	30	10
19	35	55	163	1,58	21	7
20	38	61	155	1,60	21	7
X	30,25	55,90	1,62	1,58	24,30	8,10
Sx	6,03	9,28	0,07	0,14	2,67	0,89
Ito	12,06	18,56	0,14	0,28	5,34	1,78

Alt = altura; C. eft = carga efetiva; C. Max = carga máxima; Ito = intervalo de tolerância; N.º = número; S.C = superfície corpórea; Sx = desvio padrão; X = média aritmética.

Tabela II - Identificação, valores, médias, desvios padrão, intervalos de tolerância das médias, idade, peso, altura, superfície corpórea, carga máxima e carga efetiva nos indivíduos do sexo masculino (grupo M).

Caso n.º	Idade (anos)	Peso (kg)	Alt. (cm)	S.C. (m ²)	C. Max. (kgf)	C. Efet. (kgf)
21	24	63,5	164	1,69	36	12
22	21	63	165	1,69	42	14
23	24	75	181	1,95	45	15
24	23	70	180	1,89	42	14
25	25	55	160	1,56	30	10
26	23	67	165	1,74	45	15
27	25	68	170	1,79	39	13
28	27	72	170	1,83	27	9
29	28	60	180	1,77	39	13
30	27	79	169	1,90	33	11
31	30	81	173	1,95	45	15
32	34	59	166	1,65	30	10
33	37	85	180	2,05	45	15
34	30	51	169	1,58	27	9
35	30	71	170	1,82	36	12
36	35	80	179	1,99	45	15
37	37	70	170	1,81	30	10
38	33	68	180	1,86	42	14
39	39	89	172	2,02	30	10
40	40	75	168	1,85	45	15
X	29,60	70,08	1,72	1,82	37,65	12,55
Sx	5,70	9,64	0,06	0,14	6,61	2,20
Ito	11,40	19,28	0,12	0,28	13,22	4,40

Alt = altura; C. eft = carga efetiva; C. Max = carga máxima; Ito = intervalo de tolerância; S.C. = superfície corpórea; Sx = desvio padrão; X = média aritmética.



Durante a realização do esforço isométrico, os músculos em tensão comprimem as artérias e arteríolas do membro superior, provocando aumento abrupto da resistência periférica, o que eleva os níveis da PD.

Conseqüentemente, é exigida maior força de ejeção da câmara ventricular esquerda, elevando se a seguir a PS²⁵. Os níveis mais elevados da PA encontrados no sexo M parecem relacionados com

a maior superfície corporal dos homens²⁶ e com a melhor tolerância desses ao esforço necessário para manter a carga efetiva preconizada. A elevação da PD, da ordem de 35%, foi extremamente importante, pois, apesar de controversa, é um dos poucos critérios para avaliar a eficácia do exercício isométrico do tipo “handgrip”. O comportamento apresentado pela pressão faz lembrar adaptações progressivas do ventrículo esquerdo frente a uma resistência súbita e fixa a seu desempenho, tendo sido descrito como apnágio de ventrículo com miocárdio sadio^{26,27}.

A VE parece depender, fundamentalmente, do fluxo oriundo das veias pulmonares (diretamente relacionado com o débito cardíaco) e da capacidade de acomodação da câmara atrial (intimamente ligada à sua complacência)^{28,29}. A semelhança do comportamento entre os dois grupos poderia ser compreendida se admitirmos que um menor volume sistólico ejetado nos indivíduos do sexo F (menor superfície corporal) seria compensado por tendência a uma frequência cardíaca basal algo mais elevada. A não alteração da VE como o esforço realizado seria justificável, uma vez que, estando a valva mitral fechada, dificilmente alterações da pós-carga do ventrículo esquerdo repercutiriam na câmara atrial.

A VR parece depender fundamentalmente do gradiente protodiastólico atrioventricular, variável essa que, aparentemente, não foi modificada pela realização do exercício isométrico. Paralelamente, como os valores das pressões intracavitárias não diferem substancialmente conforme os sexos, um comportamento semelhante era esperado para a VR^{30,31}. Em relação à câmara atrial, a VR parece representar uma fase passiva, na qual estaria agindo somente a pressão hidrostática produzida pela coluna líquida e pela pressão diastólica inicial do ventrículo esquerdo^{32,33}.

A VL corresponde à fase de “condução” atrial pois, em condições normais, durante esse período, essa câmara serviria simplesmente como conduto para o fluxo das veias pulmonares em direção ao ventrículo esquerdo. Essa fase sofre grande influência da PC, chegando a desaparecer nas taquicardias importantes³⁴. Sua avaliação sofre considerável erro intrínseco, pois se torna muito difícil traçar uma reta e determinar sua inclinação, quando essa é definida por dois pontos muito próximos. Provavelmente, devida a essas dificuldades de medida, a VL apresentou comportamento “tendencioso” no tratamento estatístico, sendo necessário se trabalhar com a raiz cúbica dos valores originais ($y = 1/3 = a + bx$) para que a referida “tendência” pudesse ser eliminada. Portanto, a VL deve ser vista com muito critério, para evitar o risco de conclusões precipitadas, apoiadas em valores que nem sempre são representativos de uma verdade biológica.

A VS, entre as variáveis medidas, foi a que apresentou as modificações mais expressivas e características, nas diferentes condições de investigação. Sua sincronização com a onda P do eletrocardiograma, aliada à redução ativa do volume atrial, faz crer que a VS está

relacionada com o poder contrátil da musculatura do AE e à complacência final do ventrículo esquerdo³⁵. No presente trabalho, essa variável diferiu significativamente entre as condições T0 e T3. Esse comportamento parece de extrema importância, uma vez que, aprioristicamente entre as variáveis estudadas, era aquela na qual se esperavam as maiores influências teóricas da realização do exercício isométrico. De fato, esta modalidade de exercício, aumentando a pressão telediastólica do ventrículo esquerdo, produziria incremento da V5, diante de musculatura atrial normal, com capacidade de reserva suficiente para compensar os aumentos de sua pós-carga.

Durante o primeiro minuto de esforço isométrico, aparentemente, surgem importantes alterações hemodinâmicas, que são rapidamente compensadas pelos mecanismos fisiológicos de adaptação circulatória. Já no segundo minuto, parece ocorrer estágio de equilíbrio transitório, no qual não se verificam mudanças expressivas. A seguir, no terceiro minuto, tem-se a impressão de haver intensificação das alterações provocadas pelo esforço isométrico, havendo nova adaptação das variáveis estudadas. Assim, poder-se-ia inferir que, somente ao término do terceiro minuto de esforço isométrico, com “handgrip”, utilizando-se um terço da carga máxima previamente determinada, ocorram alterações cardiocirculatórias realmente detectáveis e de expressividade hemodinâmica.

O comportamento encontrado para o DAE faz supor que não ocorram variações dos diâmetros da AE diante de elevação súbita e transitória da pós-carga do ventrículo esquerdo. Já o maior diâmetro da artéria aorta no grupo M está provavelmente relacionado com maior superfície corporal do indivíduo do sexo masculino.

Em conclusão, entre as variáveis consideradas, destacam-se por sua importância a VE, a VR e a VS. A VE, por estar diretamente relacionada com o débito cardíaco e com a complacência atrial esquerda, modifica-se sempre que essas duas variáveis sofrem alterações significativas. Paralelamente, o estudo da VR pode ser de grande importância na avaliação das afecções cardíacas que modificam o gradiente atrioventricular normal, como por exemplo na valvopatia mitral e pode permitir, ainda, estimativa indireta do comportamento da pressão diastólica inicial do ventrículo esquerdo. Finalmente, a VS, que se correlaciona com a complacência diastólica final do ventrículo esquerdo, deveria ser incluída na rotina ecocardiográfica, tal é seu potencial de informações, principalmente nas condições que cursam com alterações do “relaxamento” ventricular, como só acontece em portadores de coronariopatias.

SUMMARY

Fourty health subjects, 20 males and 20 females, with ages between 20 and 40 years, were studied by

computerized analytic echocardiography.

The patients were studied at rest and with hand grip isometric exercise in order to evaluate the dynamics of the left atrium during isometric exercises.

The parameters analysed were left atrial filling velocity (VE), fast left atrial emptying velocity (VR), slow left atrial emptying velocity (VL) and systolic left atrial emptying velocity (VS).

The conclusions were obtained based on statistical analysis:

1) The average VE rate during rest was 33 mm/s and no differences between sexes at rest or exercise were noted. The variable seems to depend on the cardiac output and left atrial compliance. 2) The average rate of VR at rest was 68 mm/s. No differences between sexes or exercise and rest were noted. This parameter seems to be related to the atrioventricular ratio and the distensibility of the left ventricular chamber during protodiastole. 3) The average rate of VS during rest was 59 mm/s. No differences as to sex were noted, although it was greater during exercise and seems to depend on the contractility of the left atrial muscle and end left ventricular compliance.

REFERÊNCIAS

- Barbato, A.; Décourt, L. V.; Pasternack, J.; Amaral, A. C.; Del Nero, E., Jr.; Matsumoto, A.; Kaiser, E.; Ortiz, J.; Pileggi, F. - Alterações laboratoriais, eletrocardiográficas e clínicas em indivíduos submetidos a intenso estresse. *Arq. Bras. Cardiol.* 34: 87, 1980.
- Bruns, H. A. - Left atrial function studied by cineangiocardigraphic volume determinations. II. Clinical applications. *Am. J. Roentgenol. Rad. Ther. Nucl. Med.* 110: 467, 1970.
- Del Nero, E., Jr.; Papaléo Netto, M.; Moffa, P.; Ortiz, J. - *Semiologia Cardiológica Não-Invasiva*. Epume, Rio de Janeiro, 1980.
- McConahay, D. R.; McCallister, B. D.; Hallermann, F. J.; Smith, R. E. - Comparative quantitative analysis of the electrocardiogram and the vectorcardiogram: correlation with the coronary arteriogram. *Circulation*, 42: 245, 1970
- Armelin, E.; Macruz, R.; Camargo, P. R.; Galiano, N.; Arie, S.; Mazziari, R.; Pileggi, F.; Tranchesi, J.; Décourt, L. V. - Experiência inicial com a ecocardiografia em indivíduos normais e cardiopatas. *Arq. Bras. Cardiol.* 27 (supl. 1): 106, 1974.
- Gramiak, R.; Shah, P. M.; Kramer, D. H. - Ultrasound cardiography: Contrast studies in anatomy and function. *Radiology*, 92: 939, 1969.
- Morcerf, F. P.; Thevenard, R. S.; Fuks, J.; Luna, R. L.; Azevedo, A. C. - Estudo ecocardiográfico do movimento da parede posterior do átrio esquerdo. *Arq. Bras. Cardiol.* 30 (supl. 2): 218, 1977.
- Hall, R. J. C.; Clarke, S. C.; Brown, D. - Evaluation of posterior aortic wall echogram in diagnosis of mitral valva disease. *Br. Heart J.* 41: 522, 1979.
- Talberg, J. - Estudo ecocardiográfico do movimento da parede anterior do átrio esquerdo. Rio de Janeiro, 1980. (Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- Akgun, G.; Layton, C. - Aortic root and left atrial wall motion. An echocardiographic study. *Br. Heart J.* 39: 182, 1977.
- Pratt, R. C.; Parisi, A. F.; Harrington, J. J.; Sasahara, A. A. - The influence of left ventricular stroke volume on aortic root motion. An echocardiographic study. *Circulation*, 53: 947, 1976.
- Strunk, B. L.; London, E. J.; Fitzgerald, J.; Popp, R. L.; Barry, W. H. - The assessment of mitral stenosis and prosthetic mitral valve obstruction using the posterior aortic wall echocardiogram. *Circulation*, 55: 885, 1977.
- Tye, K. H.; Desser, K. B.; Benchimol, A. - Relation between apexcardiographic a wave and posterior aortic wall motion. *Am. J. Cardiol.* 43: 24, 1979.
- Strunk, B. L.; Fitzgerald, J. W.; Lipton, M.; Popp, R. L.; Barry, W. H. - The posterior aortic wall echocardiogram. Its relationship to the left atrial volume change. *Circulation*, 54: 744, 1976.
- Cunha, C. L. P. - Efeito do exercício isométrico e a nitroglicerina na dinâmica ventricular esquerda. Rio de Janeiro, 1980. (Tese apresentada na Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- Ortiz, J.; Armelin, E.; Del Nero, E., Jr. - Ecocardiografia. In: Serro Azul, L. G.; Pileggi, F.; Tranchesi, J. - *Propedêutica Cardiológica. Bases Fisiopatológicas*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1977. p. 148.
- Popp, R. L.; Harrison, D. C. - Echocardiography. In: Weissler, A. M. ed. - *Noninvasive Cardiology*. Grune and Stratton, New York, 1974.
- Kloster, F. E.; Roelandt, J.; Ten Cate, F. J.; Bom, N.; Hugenoltz, P. G. - Multiscan echocardiography. II. Technique and initial clinical results. *Circulation*, 48: 1075, 1973.
- Melo, C. P.; Maglio Neto, C.; Moraes, A. V.; Friedmann, A.A.; Armelin, E. - Processamento de ecocardiograma convencional para cálculo de parâmetros do ventrículo esquerdo. In: *Anais do Congresso Internacional de Processamento de Sinais*, Rio de Janeiro, 1978.
- St. John Sutton, M. G.; Hagler, D. J.; Tajik, A. J.; Giuliani, E. R.; Seward, J. B.; Ritter, D. G.; Ritman, E. L. - Cardiac function in the normal newborn. Additional information by computer analysis of the M-mode echocardiogram. *Circulation*, 57: 1198, 1978.
- Upton, M. T.; Gibson, D. - The study of left ventricular function from digitized echocardiograms. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 20: 359, 1978.
- Wixson, S. E.; Smith, I. R. - Computer acquisition and processing of left ventricular echocardiograms. *J. Clin-Ultrasound*, 2: 254, 1974. (Resumo).
- Barbato, A. J. G.; Ortiz, J.; Penteado, M. R. F.; Kaiser, E.; Sanagua, J.; Del Nero, E., Jr.; Tranchesi, J.; Pileggi, F.; Décourt, L. V. - Novas variáveis ecocardiográficas: Velocidade de enchimento e de esvaziamento do átrio esquerdo. Importância na avaliação de disfunções mitrales puras. *Arq. Bras. Cardiol.* 31: 173, 1978.
- Donald, K. W.; Lind, A. R.; McNicol, G. W.; Humphreys, P. W.; Taylor, S. H.; Stauton, H. P. - Cardiovascular responses to sustained (static) contractions. *Circ. Res.* 20-21 (Suppl. I): I-15 - I-32, 1967.
- Fisher, M. L.; Nutter, D. O.; Jacobs, W. Schlant, R. C. - Haemodynamic responses to isometric exercise (handgrip) in patients with heart disease. *Br. Heart J.* 35: 422, 1973.
- Armelin, E. - Estudo ecocardiográfico na função ventricular em indivíduos normais. São Paulo, 1978. (Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).
- Gibson, D. G.; Brown, D. J. - Relations between diastolic left ventricular wall stress and strain in man. *Br. Heart J.* 36: 1066, 1974.
- Brown, A.; Harrison, D. C.; Popp, R. L. - An improved method for echocardiographic detection of left atrial enlargement. *Circulation*, 50: 58, 1974.
- Hiratt, T.; Wolfe, S. B.; Popp, R. L.; Helmen, C. H.; Feigenbaum, H. - Estimation of left atrial size using ultrasound. *Am. Heart J.* 78: 43, 1969.

30. Gibson, D. G.; Brown, D. - Measurement of instantaneous left ventricular volume and filling rate in man by echocardiography. *Br. Heart J.* 35: 559, 1973.
31. Ludbrook, P. A.; Byrne, J. D.; Kurnik, P. B.; McNight, R.C. - Influence of reduction of preload and afterload by nitroglycerin on left ventricular diastolic pressure-volume relations and relaxation in man. *Circulation*, 56: 937, 1977.
32. Gribbe, P.; Hirvonen, L.; Lind, J.; Wegelius, C. - Cineangiographic recordings of the cyclic changes in volume of the left ventricle. *Cardiologia*, 34: 348, 1959.
33. Redwood, D. R.; Henry, W. L.; Epstein, S. E. - Evaluation of the ability of echocardiography to measure acute alterations in left ventricular volume. *Circulation*, 50: 901, 1974.
34. Hirsleifer, J.; Grawford, M.; O'Rourke, R. A.; Karliner, J. S. - Influence of acute alterations in heart rate and arterial pressure on echocardiographic measures of left ventricular performance in normal human subjects. *Circulation*, 52: 835, 1975.
35. Brutsaert, D. L. - The force-velocity-length - time interrelation of cardiac muscle. In: *Ciba Foundation Symposium (24) - The physiological basis of Starling's law of the heart*. Elsevier. Excerpta Medica, North-Holland, Amsterdam, 1974.