

RELAÇÃO ENTRE A FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA PRÉ-OPERATÓRIA E EVOLUÇÃO PÓS-OPERATÓRIA NA ESTENOSE AÓRTICA.

FLÁVIO TARASOUTCHI, MAX GRINBERG, LUIZ E. S. FERLANTE, LUIZ FRANCISCO CARDOSO, PAULO DE LARA LAVÍOLA, MIGUEL RATI, PABLO POMERANTZEFF, GIOVANNI BELLOTTI, ADIB JATENE, FULVIO PILEGGI.

Estudou-se clínica e hemodinamicamente a função ventricular pré-operatória de pacientes com estenose aórtica severa que foram depois submetidos a tratamento cirúrgico (grupo A com subgrupos A₁, com fração de ejeção > 55% e A₂ fração de ejeção < 55%) e com miocardiopatia dilatada. O subgrupo A se compunha de 31 pacientes, o subgrupo A₂, de 14 pacientes; o grupo B, por 9 pacientes.

Observaram-se diferenças estatisticamente significativas ($\leq 0,001$) entre os subgrupos A₁ e A₂, para a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (Pdf), para o estresse sistólico circunferencial do ventrículo esquerdo (ESC), para o estresse sistólico meridional (ESM) do ventrículo esquerdo, para a relação volume diastólico final - massa do ventrículo esquerdo (VIM) e para o índice de Sagawa (IS). Entre o subgrupo A₂ e o grupo B as diferenças significantes foram observadas para V/M e IS / ($p < 0,05$).

No subgrupo A₁ ocorreram 3 óbitos e no subgrupo A₂, 2 óbitos. Após seguimento médico de 20 meses (8 a 48), 89% dos sobreviventes de A₁, e 85% daqueles de A₂ foram classificados funcionalmente em I/II.

Em conclusão, a condição hemodinâmica pré-operatória não se mostrou fator de influência da evolução pós-operatória (imediate e tardia). Esses dados reforçam a indicação de tratamento cirúrgico na estenose aórtica severa mesmo em presença de disfunção ventricular grave.

A indicação cirúrgica na estenose aórtica (EAo) fundamenta-se na presença de um ou mais sintomas de tríade insuficiência coronária, insuficiência vascular cerebral e insuficiência cardíaca congestiva¹⁻⁵.

Se, por um lado, a angina e peito, a lipotímia e a síncope não afetam significativamente o prognóstico pós-operatório, a ocorrência de disfunção do ventrículo esquerdo é fator de reconhecida influência no risco cirúrgico⁷⁻⁹. Nesse particular, verificam-se controvérsias sobre o real benefício do tratamento cirúrgico de EAo em presença de rebaixamento pré-operatório do desempenho ventricular esquerdo^{10, 11}.

Apresenta-se, a seguir, estudo realizado em portadores de EAo severa submetidos a tratamento cirúrgico, objetivando a correlação entre a função ventricular esquerda pré-operatória e a evolução pós-operatória imediata e tardia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 45 pacientes sintomáticos, portadores de EAo associada ou não à insuficiência aórtica discreta e/ou à coronariografia obstrutiva, submetidos a tratamento cirúrgico no período de janeiro de 1981 a janeiro de 1985 no Instituto do Coração (grupo A). Foram excluídos os portadores de valvopatia mitral, associada e/ou infarto do miocárdio prévio. A idade variou de 7-75 (média de 50) anos, sendo 30 (66%) pacientes do sexo masculino.

A avaliação pré-operatória baseou-se em exame clínico, registro eletrocardiográfico e estudo hemodinâmico.

Foram particularmente analisados: a) sintomas; b) classe funcional (NYHA); c) dados eletrocardiográficos; d) dados de pressão do ventrículo esquerdo; e)

gradiente de pressão entre ventrículo esquerdo e aorta; f) volumes diastólico final e sistólico final do ventrículo esquerdo, visando o cálculo da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FE), através do método de Dodge, modificado por Kennedy¹²⁻¹⁴; g) relação volume diastólico final - massa do ventrículo esquerdo, obtida pela fórmula de Rackley e col.¹⁵; h) estresse, sistólico circunferencial da parede do ventrículo esquerdo, calculado no pico da ejeção pela fórmula de Mirsky¹⁶; i) estresse sistólico meridional da parede do ventrículo esquerdo, calculado no pico de ejeção pela fórmula de Mirsky e col.^{17,18}; j) índice de Sagawa¹⁹; l) aspectos cinecoronariográficos; m) procedimento cirúrgico efetuado; n) evolução pós-operatória imediata; o) evolução pós-operatória tardia.

Para fins comparativos da função do ventrículo esquerdo, foi estudado um conjunto adicional de 9 portadores de cardiomiopatia dilatada, com idades entre 22 e 66 (média de 47) anos, sendo (66%) do sexo masculino (grupo B).

O estudo estatístico constou da análise multivariada²⁰, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

De acordo com o resultado da FE, o grupo A foi subdividido em: subgrupo A - FE $\geq 55\%$, com 31 pacientes com idade de 7 a 75 (média ± 48) anos, sendo 21 (64%) do sexo masculino; e subgrupo A - FE $< 55\%$ com 14 pacientes com idades de 15 a 70 (média ± 54) anos, sendo 9 (64%) do sexo masculino.

Os resultados do subgrupo A, foram os seguintes: a) sintomas: insuficiência cardíaca congênita em 22 (71%), angina de peito em 9 (29%) e síncope em 3 (9%); b) classe funcional (CF) I/II em 9 (29%), III/IV em 22 (71%); c) dados eletrocardiográficos: ritmo sinusal de 29 (93%), fibrilação atrial em 2 (7%); sobrecarga ventricular esquerda em 29 (93%); bloqueio de ramo esquerdo em 1 (3%); eletrocardiograma normal em 1 (3%); d) pressão diastólica final do ventrículo esquerdo: variou de 6 a 45 (média = 22) mm Hg; e) gradiente de pressão ventrículo esquerdo-aorta: variou de 50 a 171 (média = 109) mm Hg; f) FE: variou de 60 a 90% (média = 75%); g) relação volume diastólico final-massa do ventrículo esquerdo: variou de 0,41 a 1,29 (média = 0,8); h) estresse sistólico circunferencial da parede do ventrículo esquerdo: variou de 68×10^3 a 331×10^3 (média = 181×10^3) dynes/cm²; i) estresse sistólico meridional da parede do ventrículo esquerdo: variou de 20×10^3 a 140×10^3 (média = 72×10^3) dynes/cm²; j) índice de Sagawa: variou de 3,5 a 25,2 (média = 12,0); l) aspectos cinecoronariográficos: lesões obstrutivas em coronárias em 8 (26%), sendo 6 na descendente anterior, 3 na marginal esquerda, 1 na diagonal, 3 na coronária direita e 1 na descendente posterior, m) procedimento cirúrgico efetuado: comissurotomia aórtica em 6 (19%); substituição de valva aórtica em 25 (81%) e revascularização do miocárdio em 8 (26%) todos os pacientes foram submetidos a implante de

prótese aórtica; n) evolução pós-operatória imediata; 3 pacientes (10%) morreram nessa fase; em um deles a causa mortis foi a insuficiência renal associada à insuficiência respiratória; nos dois outros, a causa de morte foi a síndrome de baixo débito; num deles essa se associava a infarto do miocárdio intra-operatório; o) evolução pós-operatória tardia: 25 (89%) dos 28 sobreviventes foram acompanhados ambulatorialmente por período de 8 a 48 (média = 20) meses; todo se encontravam em CF I/II por ocasião da última consulta.

Os resultados do subgrupo A foram os seguintes: a) sintomas: insuficiência cardíaca congestiva em 12 (85%), angina de peito em 2 (14%) e síncope em 2 (14%); b) classe funcional (CF); II em 2 (15%); III/IV em 12 (85%); c) dados eletrocardiográficos: ritmo sinusal e sobrecarga ventricular esquerda em todos os pacientes; bloqueio divisional ântero-superior do ramo esquerdo em 2 (14%); d) pressão diastólica final do ventrículo esquerdo: variou de 25 a 49 (média = 35) mmHg; e) gradiente de pressão ventrículo esquerdo-aorta: variou de 52 a 148 (média = 108) mmHg; f) FE: variou de 18 a 51% (média = 33%); g) relação volume diastólico final-massa do ventrículo esquerdo: variou de 0,47 a 3,2 (média = 1,2); h) estresse sistólico circunferencial da parede do ventrículo esquerdo: variou de 188×10^3 a 880×10^3 (média = 495×10^3) dynes/cm²; i) estresse sistólico meridional da parede do ventrículo esquerdo: variou de 120×10^3 a 600×10^3 (média = 162×10^3) dynes/cm²; j) índice de Sagawa: variou de 1 a 8,15 (média = 3,0); l) aspectos cinecoronariográficos: lesões obstrutivas em coronárias em 2 (14%), em ambos na artéria descendente anterior; m) procedimento cirúrgico efetuado: comissurotomia aórtica em 1 (7%); substituição da valva aórtica em 13 (93%); revascularização do miocárdio em 2 (14%); n) evolução pós operatória imediata: 13 pacientes tiveram alta hospitalar em CF I/II; um paciente com coronariografia diagnosticada no pré-operatório teve um infarto do miocárdio no transoperatório e faleceu; o) evolução pós-operatória tardia: 12 (92%) dos 13 sobreviventes foram acompanhados ambulatorialmente por período de 8 a 48 (média = 20) meses; 11 se encontravam em CF I/II por ocasião da última consulta e 1 paciente, que apresentava sinais de disfunção de prótese na última consulta, faleceu 23 meses após a operação.

Os resultados do grupo B foram os seguintes: sintomas: a) insuficiência cardíaca congestiva em todos os pacientes; b) classe funcional (CF): todos os pacientes foram classificados em III/IV; c) dados eletrocardiográficos: ritmo sinusal em 6 (66%), fibrilação atrial em 3 (33%); sobrecarga ventricular esquerda em 3 (33%); bloqueio de ramo esquerdo em 2 (22%); d) pressão diastólica final do ventrículo esquerdo: variou de 10 a 36 (média = 28) mmHg; e) gradiente de pressão do ventrículo esquerdo: não foi evidenciado em nenhum dos casos; f) FE: variou de 4 a 39% (média = 25%); g) relação volume diastólico final - massa do ventrículo esquerdo: variou de 1,60 a 4,12 (média =

21,99); h) estresse sistólico circunferencial da parede do ventrículo esquerdo: variou de 138×10^3 a 552×10^3 (média = 385×10^3) dynes/cm²; i) estresse sistólico meridional da parede do ventrículo esquerdo: variou de 88×10^3 a 298×10^3 (média = 224×10^3) dynes/cm²; j) índice de Sagawa: variou de 0,50 a 2,26 (média = 1,02); e) aspectos cinecoronariográficos: nenhum dos pacientes apresentava lesões obstrutivas.

Os resultados da comparação entre os subgrupos A₁ e A₂ foram os seguintes: entre os gradientes de pressão ventrículo esquerdo-aorta não houve diferença significativa; houve, contudo, diferenças estatisticamente significativas para a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo ($p = 0,001$), para o estresse sistólico circunferencial do ventrículo esquerdo ($p = 0,0001$), para o estresse sistólico meridional ($p = 0,0001$), para a relação volume diastólico final-massa do ventrículo esquerdo ($p = 0,0062$) e para o índice de Sagawa ($p = 0,0001$).

Os resultados da comparação entre o subgrupo A2 e o grupo B foram os seguintes: as diferenças entre as pressões diastólicas finais do ventrículo esquerdo, entre os estresses sistólicos circunferenciais de A₁ e B₁, e entre os estresses sistólicos meridionais de A₁ e B₁ não foram estatisticamente significativas; as diferenças entre a relação volume diastólico final-massa do ventrículo esquerdo e entre os índices de Sagawa foram estatisticamente significativas (p respectivamente 0,012 e 0,0148).

COMENTÁRIOS

Vários estudos experimentais²¹⁻³¹ e humanos³²⁻³⁵ têm procurado correlacionar a hipertrofia ventricular - mecanismo adaptativo eficaz a longo prazo^{31,36,37} e a função ventricular. Assim, durante a constrição da artéria pulmonar em gatos²⁴, dois períodos distintos foram verificados: um inicial, presente até a 6.^a semana, associado à redução da função contrátil ventricular direita; e outro, evidente entre a 8.^a e 24.^a semanas, de normalização dos índices de função ventricular. Sasayama e col.^{30,31} obtiveram resultados similares na constrição da aorta em cães. De fato, verificou-se, inicialmente, aumento do estresse da parede ventricular esquerda e rebaixamento dos índices de fase de ejeção, relacionados aos aumentos da pós-carga, e subsequentemente, o desenvolvimento da hipertrofia ventricular e tendência à normalização das referi das variáveis. O alívio da constrição da aorta deter minou, ao final da experimentação, involução da hipertrofia ventricular e estabilização dos índices de contratilidade.

Este comportamento está de acordo com Schwartz e col.³⁸, que observaram reversão das alterações da ultra estrutura celular do miocárdio após a correção cirúrgica de valvopatia aórtica.

Alguns autores como Gunther⁹ têm atribuído o rebaixamento do desempenho do ventrículo esquerdo

na EAo a um excesso de pós-carga acompanhada de uma hipertrofia "inadequada" (ou geometria inapropriada). Outros têm atribuído a depressão intrínseca da contratilidade do músculo hipertrofiado^{39,41}. Discutem-se atualmente os vários parâmetros de avaliação da função ventricular pois têm-se encontrado, índices de contratilidade de ejeção e contratilidade isovolumétrico deprimidos em pacientes assintomáticos^{33-34,42}.

No presente trabalho observou-se correlação inversa entre pós-carga avaliada pelo estresse sistólico e FE, muito embora não linear. A diversidade de comportamento hemodinâmico entre ambos os subgrupos (A₁ e A₂) não se refletiu na evolução pós-operatória imediata. De fato, 90% dos pacientes do subgrupo A₁ e 92% dos pacientes do subgrupo A₂ estavam vivos por ocasião da última consulta. Esses dados reforçam o questionamento de se basear prognóstico pós-operatório na avaliação da função ventricular esquerda⁸⁻¹⁰. Além disto, esses resultados sugerem que a anormalidade nos parâmetros hemodinâmicos é dependente de um excesso de pós-carga. A classe funcional foi semelhante entre os subgrupos A₁ e A₂, o que poderia ser explicado pelo aumento de pressão diastólica final no subgrupo A₁, decorrente principalmente da hipertrofia levando à alterações das propriedades diastólicas do ventrículo esquerdo^{36,43,44}, repercutindo ao nível da pressão média de capilar pulmonar e determinando a dispnéia.

Quanto à relação volume diastólico final - massa ventricular esquerda, os subgrupos A₁ e A₂ apresentaram comportamentos diferentes. O fator determinante foi o aumento no subgrupo A₁, da massa de ventrículo esquerdo sem aumento concomitante do volume. Esse fato deve-se a uma resposta crônica à sobre carga de pressão, na tentativa de normalização do estresse e da função ventricular. Ao contrário dos trabalhos de Carabello e col.⁴⁵, onde o gradiente VE-AO foi um dos parâmetros hemodinâmicos que diferenciou a EAo severa como boa e má evolução pós-operatória, não houve diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos A₁ e A₂. Aqueles autores haviam verificado que a área valvar $\leq 0,4$ cm²/m² conduz à má evolução pós-operatória em casos com gradiente VE-AO menor do que 40 mmHg.

Entretanto, verificou-se no presente estudo um comportamento distinto em relação ao volume diastólico final - massa, que era menor no subgrupo A₁ do que no subgrupo B. O índice de Sagawa, maior no subgrupo A₁ do que no grupo B sugeriu que o subgrupo A₁ ainda apresenta grau de reserva cardíaca, confirmada pela boa evolução pós-operatória.

Os 5 (11%) óbitos pós-operatórios, 3 dos casos do subgrupo A₁, 4 no imediato, ocorreram muito mais por complicações pós-operatórias não relacionadas à função ventricular. A presença de coronariopatia não exerceu influência relevante na evolução pós-operatória, pois apenas 1 dos 10 portadores foi a óbito. Entretanto, o infarto agudo do miocárdio intra-operatório

tório foi fator importante da má evolução pós-operatória, pois 2 dos 5 pacientes que evoluíram para óbito apresentaram-no durante o intra-operatório, somente 1 deles com coronariopatia prévia. A boa evolução pós-operatória tardia, mesmo em pacientes com FE excessivamente diminuída, mostrou-se concordante com Ross⁴⁶, segundo o qual a depressão da função ventricular esquerda (como observada no subgrupo A) é muito mais dependente do aumento excessivo da pós-carga do que de miocardiopatia propriamente dita.

Em conclusão, não se encontrou nenhum parâmetro que possa ser considerado como contra-indicação à correção cirúrgica de pacientes com EAo sintomática. Assim, o aperfeiçoamento das técnicas cirúrgicas e da proteção miocárdica tem permitido operação bem-sucedida mesmo em pacientes com dados hemodinâmicos sugerindo grande disfunção ventricular esquerda.

SUMMARY

We studied pre-operative left ventricular function through cardiac catheterization in 45 patients, mean age 50 years with severe aortic stenosis (AS), group A.

According to the results of the ejection fraction (EF), group A was divided in two sub-groups: subgroup A₁ - EF ≥ 55% (mean = 75%), 31 patients of whom, nine with functional class I/II and 22 with functional class III/IV; and sub-group A₂ presented EF < 55% (mean = 33%), 14 patients of which² functional class II and 12 patients with functional class III/IV. Another group also analyzed with dilated cardiomyopathy, group B; EF < 55% (mean = 25%) 9 patients, mean age 45 years, all in functional class III/IV. Through the study of the hemodynamic variants comparing: sub group A₁ x A₂ and sub-group A₁ x group B, we obtained the following results. Circumferential wall systolic stress (CSS), A₁ - mean: $181 \pm 64 \times 10^3$ dynes/cm²; A₂ - mean = $495 \pm 192 \times 10^3$ dynes/cm² (p = 0.0001); B - mean = $385 \pm 127 \times 10^3$ dynes/cm² (pns). Meridional wall systolic stress (MSS) A₁ - mean = $72 \pm 32 \times 10$ dynes/cm²; A₂ - mean $262 \pm 127 \times 10^3$ dynes/cm² (p = 0.0001); B - mean = $224 \pm 69 \times 10^3$ dynes/cm² (pns); end diastolic pressure (EDP) - A₁, mean 22 ± 9 mmHg; A₂) mean = 34 ± 5 mmHg (p = 0.001); B - mean = 27 ± 8 mmHg (pns), ratio end diastolic volume to mass left ventricular (V/M); A₁ - mean = 0.8 ± 0.2 , A₂ - mean = 1.23 ± 0.7 (p = 0.0062); B₁ - mean 2.15 ± 0.8 (p² = 0.012)-, Sagawa index (SI), A₁, mean = 12 ± 6 ; A₂ - mean = 2.8 ± 1.9 (p = 0.0001); B - mean = 1.02 ± 0.5 (p = 0.0148); LV - Ao systolic gradient (G), A₁ - mean = 109 ± 37 mmHg; A₂ - mean = 108 ± 24 mmHg (pns). Immediate postoperative evolution: sub-group A₁ - 28 (90%) patients and sub group A₂ - 13 (92%) patients received hospital discharge. Evolution after an average period of 20 (8 - 40) months-sub-group A₁ - 25 (90%) patients of 28 survivors with

ambulatory follow up, showed in FC I/II. Sub group A₂ - 11 (85%) patients of the 13 survivors with ambulatory follow up, showed in FC I/II, Conclusion: the sub-group A₁ differs from group B, in relation to V/M and SI (p < 0.05). The preoperative hemodynamic condition, did not influence post operative clinical evolution (immediate and late). This data permits us to indicate surgery even for patients with hemodynamic parameters suggesting severe left ventricular dysfunction.

REFERÊNCIAS

1. Rapaport. E. - Natural history aortic and mitral disease. Am. J. Cardiol. 35: 221. 1975.
2. Frank S., Johnson. A.; Ross. J. Jr. - Natural history of valvular aortic stenosis. Br. Heart J. 35: 41. 1973.
3. Ross, J. Jr.; Braunwald. E. - Aortic Stenosis. Circulation. 38 (suppl). V.61. 1968.
4. Kennedy. J. W.; Doces. J. - Left ventricular function before and following aortic valve replacement. Circulation. 56: 944. 1977.
5. Rahimtoola. S. H. - Valve replacement a perspective. Am. J. Cardiol. 35: 711. 1975.
6. Chizer. M.A.; Pearle. D. L.; Deleon. A. C. - The natural history of aortic stenosis in adults. Am. Heart J. 99: 419. 1980.
7. Rahimtoola. S. H. - Early valve replacement for preservation of ventricular function? Am. J. Cardiol. 40: 472. 1977.
8. Smith. N.; Mc Anulty. H. J.; Rahimtoola. H. 8. - Severe aortic stenosis with impaired left ventricular function and clinical heart failure: Results of valve replacement. Circulation. 58: 255. 1978.
9. Gunther. S.; Grossman. W. - Determinantes of ventricular function in pressure. overload hypertrophy in. man. Circulation. 59: 679. 1979.
10. Croke. P. R.; Pifarre. R.; Sullivan Henry; Gunnar Rolf. Loeb Henry - Reversal of advanced left ventricular dysfunction following aortic valve replacement for aortic stenosis. Ann. Thorac Surg 24:38. 1977.
11. Isom. O. W.; Dembrow. J. W.; Glassman, E. - Factors influencing long term survival after isolated aortic replacement. Circulation. 49 (Suppl 2): 154. 1974.
12. Kasser. I. S.; Kennedy. J. W. - Measurement of left ventricular volume in man by single plane cineangiography. Invest. Radiol. 4: 83. 1969.
13. Kennedy. J. W.; Trenholme. S. E.; Kasses. I. S. - Left ventricular volume and mass from single plane and cineangiograms. A comparison of antero-posterior and right anterior oblique methods. Am. Heart J. 80: 343. 1970.
14. Sandler. H.; Hawley. R. R.; Dodge. H. T.; Baley. W. R. - Calculation of left ventricular volume from single plane angiograms. J. Clin. Invest. 44: 1094. 1965.
15. Rackley. C. E.; Dodge. H. J.; Coble Jr., Hay. R. E. - A method for determining left ventricular mass in man. Circulation. 29:666. 1964.
16. Mirsky. I. - Basic terminology and formulae for left ventricular wall stress. In Cardiac mechanics: Physiological, clinical and mathematical consideration. New York. John Wiley. 1974. pag. 9.
17. Mirsky. I. - Review of various theories for the evaluation of left ventricular stress. chap 13. In Mirsky. I Genista. D. N.; Sandler. H.. Cardiac Mechanics: Physiological. Clinical and Mathematical Consideration New York. John Wiley. 1984. p. 381.
18. McHal. PA; Greenfield. JC Jr.: Evaluation of several geometric models for estimation of left ventricular circumferential wall stress. Circ. Re. 33: 303. 1973.
19. Sagawa K.; Suga. H.; Shanka. A.; Bakalar, KM; End. - Systolic pressure volume ratio: A new Index of ventricular contractility. Am. J. Cardiol. 40: 748. 1977.
20. Snedecor. GW; Cochran. WO: Statistical Methods. 7ed. Ames. The Iowa University Press. 1980.
21. Kerr. A. Jr.; Witerberger. A. R.; Grambattista M.: Tension developed by papillary muscles from hipertrophied rat hearts. Circ. Res. 9:103. 1961.

22. Pannier J. H.: Contractile state of papillary muscles obtained from cats with moderate right ventricular hypertrophy. *Arch Int physiol biochim.* 79: 743. 1971 .
23. William. JF Jr.; Potter. RD.: Normal contractile state of hypertrophied myocardium after pulmonary artery constriction in the cat. *J. Clin Invest.* 54: 1266. 1974.
24. Span. JF. Buccino. RA; Sonnenblick. EH; Braunwald. E.: Contractile state of cardiac muscle obtained from cats with experimentally produced ventricular hypertrophy and heart failure. *Circ. Res.* 2M: 341. 1967.
25. Bing. OHL; Matsushita. S.; Fanbing; BL; Lewine. HJ.: Mechanical properties of rat cardiac muscle during experimental hypertrophy. *Circ. Res.* 28: 234. 1971.
26. Meerson. FZ; Kapelko. VI.: The contractile function of the myocardium in two types of cardiac adaptation to chronic load. *Cardiology.* 54: 183. 1972.
27. Basset. AL; Gelband. H.: Chronic partial occlusion of the pulmonary artery in cats. *Circ. Res.* 32: 15. 1973.
28. Kaufman. RL; Homberg. H.; Wirth. H.: Disorder in excitation - contraction coupling of cardiac muscle from cats with experimentally produced right ventricular hypertrophy. *Circ. Res.* 28: 346. 1971.
29. Spann. JF Jr.; Canel. JW; Ecberg. DL; Sonnenblick. EH; Ross. J. Jr.; Braunwald. E.: Contractile performance of the hypertrophied and chronically failing cat ventricle. *Am. J. Physiol.* 223: 1150. 1972.
30. Sasayama. S.; Franklin. D.; Ross. J. Jr.; Bloor. CM; Bishop. S.; Dille. RB.: Adaptations to the left ventricle to chronic pressure overload. *Circ. Res.* 38:1972.1976.
31. Sasayama. S.; Franklin. D.; Ross. J. Jr.: Hyperfunction with normal inotropic state of the hypertrophied left ventricle. *Am. J. Physiol.* 232: H418. 1977.
32. Hugenoltz. PG; Ellison. RC; Urschel. CW; Mirsky. I.; Sonnenblick. EN.: Myocardial force velocity relation ship in clinical heart disease. *Circulation.* 41: 191. 1970.
33. Lewine. HJ; McIntyre KY; Lisane. JG; Bing. OHL.: Force . velocity relation in failing and nonfailing hearts in subjects with aortic stenosis. *Am. J. Med. Sci.* 259: 79. 1970
34. Sinon. H.; Krayenbuehl. HP; Rutishauser. W.; Peter BO.: The contractile state of the hypertrophied left ventricular myocardium in aortic stenosis. *Am. Heart J.* 79: 587. 1979.
35. Mirsky. I.; Ellison RC; Hugenoltz. PG.: Assessment of myocardial contractility in children and young adults from ventricular pressure recordings. *Am. J. Cardiol.* 27: 359. 1971.
36. Grossman. W.; Mc Laurin. LP; Stefadouros. WA.: Left ventricular stiffness associated with chronic pressure and volume overload. *Circ. Res.* 35: 793. 1974.
37. Ross. J. Jr.: Afterload mismatch and preload reserve: a conceptual framework for the analysis of ventricular function. *Progr. Cardio. Dis.* 18: 255. 1976. .
38. Schwarz F.; Flaming W.; Schaper J; Sestoky. Schlepper.: Myocardial structure and function in patients with aortic valve disease and their relation to postoperative results *Am. J. Cardiol* 41: 661. 1978.
39. Liedtke. AJ; Gentzler. RD; Babb. JD; Hunter. AS; Garlitz JH : Determinants of cardiac performance in severe aortic stenosis *Chest.* 69: 192. 1976.
40. Schwarz. Flaming. W.; Langerbartels. F; Serto. M; Walter. P ; Schlepper. M.: Impaired left ventricular function disease. Survival and function after replacement by Björk- Shiley prothesis: *Circulation.* 60: 48. 1979.
41. Thompson. R.; Yacoub. M.; Ahmed. M.; Seabra-Gomes. R.; Richards. A.; Towers. M.: Influence of preoperative left ventricular function on results of homograft replacement of the aortic valve for aortic stenosis. *Am. J. Cardiol.* 43: 929. 1979.
42. Mason. DT.: Regulation of cardiac performance in clinical heart disease: interactions between contractile state, mechanical abnormalities and ventricular compensatory mechanisms. *Am. J. Cardiol.* 32: 437. 1973.
43. Grossman. W.; Mc Laurin. LP: Diastolic properties of the left ventricle. *Am. Intern. med.* 84: 316. 1976.
44. Galiano. N.; Bellotti. G.; Plleggi. F.; Moraes. LA; Ramires. JAF; Esteves A. Filho; Rati. Silva. LA; Décourt. LV: Análise da função diastólica. do ventrículo esquerdo. Mecanismos e complicações clínicas. *Ar. Bras. Cardiol.* 35: 457. 1980.
45. Carabello. BA; Green. LH; Grossman. W.; Cohn. L.; Koster. JK; Collins. JJ Jr. - Hemodynamic determinants of prognostic of aortic valve replacement In critical aortic stenosis and advanced congestive heart failure. *Circulation.* 62: 42. 1980.
46. Ross. J. Jr.: Afterload mismatch in aortic and mitral valve disease. Implications for surgical therapy. *JACC.* 5: 811. 1985.