

Avaliação da Reserva Funcional Miocárdica em Portadores de Aneurisma de Ventrículo Esquerdo por Ventriculografia Radioisotópica. Resposta Ao Exercício Isotônico

Maria Clementina Pinto Giorgi, Augusto Bottega, Desidério Favarato, Rubens Abe, José Soares Jr, Marisa Izaki, William Chalela, Giovanni Cerri, Fulvio Pileggi, José Claudio Meneghetti, José Antonio Franchini Ramires
São Paulo, SP

Objetivo - Avaliar a fração de ejeção (FE) global e segmentar do ventrículo esquerdo (VE), em portadores de aneurisma ventricular pelo uso da ventriculografia radioisotópica no repouso e ao exercício isotônico.

Métodos - Foram estudados 20 pacientes através da ventriculografia radioisotópica em repouso e na vigência de exercício isotônico. Os pacientes tinham diagnóstico de aneurisma de VE pós-infarto do miocárdio à cineangiografia contrastada.

Resultados - Os pacientes foram divididos em 2 grupos segundo a FE global de VE no repouso: grupo com FE >40% e outro com FE <40%. Quando analisados os dois grupos em conjunto, a resposta da FE global ao esforço foi normal: média de FE no repouso 4014% e no esforço 4514% ($p < 0,01$). Observou-se o mesmo comportamento das FE no esforço quando os 2 grupos foram analisados separadamente. Metade dos pacientes apresentou resposta normal da FE global de VE e na outra metade a resposta foi anormal. Este comportamento não estava associado ao valor de repouso da FE global e deveu-se à resposta da FE regional da parede lateral ao exercício que passou de 447 para 487% ($p < 0,01$) no grupo com resposta normal e de 505 para 465% naqueles com resposta anormal ($p < 0,01$).

Conclusão - A avaliação da fração regional ventricular no esforço pela ventriculografia radioisotópica discrimina melhor a reserva funcional de portadores de aneurisma de VE do que a FE global de repouso e pode auxiliar na decisão terapêutica deste grupo de pacientes.

Palavras-chave: ventriculografia radioisotópica, função cardíaca, aneurisma ventricular

Radionuclide Ventriculography Assessment of Myocardial Functional Reserve in Patients With Left Ventricular Aneurysm. Response to Isotonic Exercise

Purpose - To evaluate global and regional left ventricular (LV) ejection fractions (EF) by radionuclide ventriculography in patients with LV aneurysm at rest and during isotonic exercise.

Methods - Twenty patients were studied by radionuclide ventriculography at rest and during exercise. All patients had been submitted to cineangiography and showed LV aneurysm post myocardial infarction.

Results - Patients were divided according to LV EF in two groups: one with EF 40% and the other with <40% EF. Both groups showed normal response of global EF to exercise: mean rest EF was 4014% and mean exercise EF was 4514% ($p < 0.01$). When groups were considered separately, EF values showed the same behavior. Half of the patients showed normal response to exercise and the other half showed abnormal response. These changes were not associated with resting EF values, but were due to regional EF of lateral wall, that changed from 447 to 487% in the group of patients with normal LV EF response to stress and from 505 to 465% in those with abnormal response ($p < 0.01$).

Conclusion - The evaluation of regional ventricular EF by radionuclide ventriculography during exercise better discriminates functional reserve in patients with LV aneurysm than resting global EF. These findings could help the decision making of the therapeutic approach in this specific group of patients.

Key-words: radionuclide ventriculography, heart function, ventricular aneurysm

Arq Bras Cardiol, volume 65 (n° 6), 479-483, 1995

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas - FMUSP
Correspondência: Maria Clementina Pinto Giorgi - InCor
Serviço de Radioisótopos - Av. Dr. Enéas C. Aguiar, 44 - CEP 05403-00 - São Paulo, SP
Recebido para publicação em 28/3/95
Aceito em 10/7/95

A formação de aneurisma de ventrículo esquerdo (VE) após infarto do miocárdio (IM) é complicação relativamente comum, com incidência de 7,6 a 35,5%¹⁻⁴. A redução da fração de ejeção (FE) global de VE é o mais importante determinante da taxa de sobrevivência após o IM^{5,6}, contudo quando se desenvolve aneurisma de VE

vários estudos relataram alta taxa de morbi-mortalidade, independente do valor da FE global do VE.

Estudos mais antigos baseados em dados de necrópsia, geralmente retrospectivos^{7,8}, demonstraram mortalidade em 5 anos que variou entre 30 e 80%. Estudo prospectivo revelou mortalidade de 50% em 5 anos em portadores de grandes aneurismas e de 10% naqueles com aneurismas pequenos⁹. Quando avaliados por outros, não se demonstrou diferença de mortalidade em portadores de aneurisma, em relação àqueles que sofreram IM, sem desenvolvimento de aneurisma^{1,10}. Faxon e col¹ observaram redução na expectativa de vida dos portadores de aneurisma ventricular, mas não relacionada à presença do aneurisma em si e sim à disfunção global do VE. Sugerem que a presença do aneurisma apesar de aumentar a morbidade não aumenta a mortalidade. Devido à heterogeneidade da análise dos pacientes e da avaliação do aneurisma torna-se difícil comparar taxa de mortalidade operatória (3 a 50%) e a incidência de complicações, tais como insuficiência cardíaca grave^{11,12}, angina intratável¹³, arritmias malignas refratárias¹⁴⁻¹⁵ e tromboembolismo sistêmico^{7,8,16}, persistindo a dúvida sobre a melhor conduta nestes pacientes.

Assim o objetivo do presente estudo foi determinar quais variáveis obtidas por meio da ventriculografia radioisotópica durante o exercício poderiam avaliar melhor a reserva funcional dos portadores de aneurisma de VE pós-infarto e orientar o tratamento.

Métodos

Foram estudados 20 portadores de aneurisma de VE após o IM, sendo 18 homens, com idades entre 46 e 82 (média 61,98,9) anos. Todos apresentavam ondas Q patológicas nas derivações da parede anterior no eletrocardiograma (ECG) de repouso. Quinze estavam em insuficiência cardíaca classe funcional (CF) II e III da NYHA, 8 apresentavam angina de esforço e 2 estavam assintomáticos. A cineangiografia revelou 10 pacientes com doença arterial coronária uniarterial e os 10 restantes possuíam 2 ou mais vasos epicárdicos principais com estenose significativa (>70%). À ventriculografia contrastada todos apresentavam aneurisma apical com eventual extensão para a parede anterior ou inferior. Considerou-se aneurisma a presença de área de discinesia ou acinesia com deformidade sistólica, não se valorizando a contratilidade das áreas adjacentes.

Os pacientes foram divididos em 2 grupos segundo a FE global do VE em repouso obtida à ventriculografia radioisotópica. Um grupo de 10 pacientes com FE <40% e outro com 10 pacientes com FE 40%. Posteriormente, os pacientes foram analisados de acordo com a resposta da FE global do VE ao exercício.

A ventriculografia radioisotópica de equilíbrio foi obtida pelo uso da técnica de marcação *in vivo* de hemácias com 740 MBq de tecnécio-99m após administração venosa de cloreto estano¹⁷. As imagens foram

obtidas em gama-câmara (LEM+, Siemens) equipada com colimador LEAP. Foram realizadas em repouso e durante o exercício isotônico na projeção oblíqua anterior esquerda que permitisse melhor separação ventricular, sincronizada ao ECG. Os dados foram armazenados e processados em computador *Sopha S-500*. Foram calculadas a FE global do VE e as frações regionais das paredes apical, lateral, basal e septal em cada estágio do teste de esforço.

O teste de esforço realizado em maca ergométrica na posição semi-sentada, supina com inclinação de 45°, carga inicial de 25 Watts e incrementos de 25 Watts a cada 4min. Os dados da ventriculografia radioisotópica foram obtidos nos 3min finais de cada estágio. A medicação não foi suspensa para realização dos exames.

Na análise estatística, foi usado o teste t pareado na comparação da FE e de outras variáveis hemodinâmicas antes e durante o esforço. A comparação da resposta ventricular durante o esforço entre os diversos subgrupos foi feita pelo teste de Wilcoxon. A análise da FE global entre os subgrupos foi feita usando o teste de Fisher.

Resultados

O exercício realizado pelos pacientes de ambos os grupos foi semelhante com relação à frequência máxima atingida, duração, consumo de O₂ e carga atingida (tab. I). O teste ergométrico foi considerado positivo para isquemia miocárdica em 4 pacientes com FE 40%, 2 com doença coronária uniarterial e 2 com doença multiarterial. No grupo de pacientes com FE <40% observouse 4 com testes de esforço positivos, 2 com doença coronária uniarterial e 2 com doença multiarterial.

A FE global do VE apresentou comportamento normal nos 2 grupos. No grupo com FE <40% variou de 302% para 342% (p=0,03). No grupo com FE 40% variou de 503% para 552% (p=0,01). A FE regional apical apresentou resposta anormal durante o esforço nos 2 grupos: manteve-se em 202% (p=0,46) no grupo com FE <40% e passou de 455 para 475% no outro grupo (p=0,30)

Não houve diferença significativa quanto a idade,

Tabela 1- Comparação das variáveis cardiovasculares durante esforço nos grupos com fração de ejeção global de ventrículo esquerdo, no repouso, <40% e naqueles com fração de ejeção ≥ 240%

Variável	Fração de ejeção de repouso		
	<40%	>40%	p
n°	10	10	
Frequência cardíaca repouso(bpm)	75	67	0,29
Duplo produto (bpm*mmHg)	27842	25598	0,20
Tempo de exercício (mm)	95	8,2	0,10
Carga máxima (watts)	48	47,5	0,18
Consumo máximo de Oz (ml/kg/min)	1415	3,2	0,14
METS	4,04	3,77	0,31
MET (metabolic equivalent)			

Tabela II - Presença de hipertensão (HAS), angina aos esforços, frequência cardíaca basal (FC basal) e máxima atingida (FC exer), fração de ejeção basal (FE basal), no final do exercício (FE exer) e variação da fração de ejeção global (FE bsl - exer) dos pacientes estudados

Paciente (sexo)	Idade (anos)	HAS	Angina	FC basal	FC exer	FE basal (%)	FE exerc (%)	FE bsl-exer (%)
1 M	57	sim	não	75	107	65	71	6
2 M	60	sim	não	85	133	59	60	1
3 M	56	não	sim	79	124	59	59	0
4 M	56	não	não	62	105	52	57	5
5 M	59	sim	não	81	139	52	48	-4
6 M	52	não	não	72	125	47	57	10
7 M	69	sim	não	69	133	47	50	3
8 M	68	sim	sim	49	96	42	47	5
9 M	46	sim	sim	59	159	42	46	4
10 M	64	sim	não	102	157	40	56	16
11 M	71	sim	não	55	125	39	37	-2
12 M	82	sim	sim	75	110	39	32	-7
13 M	52	sim	sim	85	144	38	41	3
14 M	70	não	não	58	120	34	45	11
15 F	65	sim	não	66	105	31	37	6
16 M	61	sim	sim	70	121	28	31	3
17 M	69	não	nao	43	93	27	33	6
18 M	70	não	sim	70	129	26	34	8
19 F	63	sim	sim	70	96	21	30	9
20 M	48	não	nlio	95	181	20	21	1

Tabela III - Comportamento da fração de ejeção (FE) regional nos grupos com resposta normal e anormal da fração de ejeção global de ventrículo esquerdo no esforço

	Resposta da FE global ao esforço			
	Normal		Anormal	
	Repouso	Exercício	Repouso	Exercício
FE global (%)	38,5 ± 4,3	46,5 ± 4,2	42,3 ± 4	42,5 ± 4
Variação(%) da FEVE		8,0 ± 5		2 ± 3
FE regional				
Apical(%)	33,0 ± 5,5	34,0 ± 5	33,0 ± 6	33,0 ± 6
Lateral (%)	44,0 ± 7**	48,0 ± 7**	50,0 ± ***	46 ± 5***

* p=0,26; ** p=0,03; *** p=0,03

sexo, angina, tabagismo e hipertensão entre os grupos (tab. II). Nos 2 grupos a distribuição da coronariopatia foi semelhante. Em cada grupo, 7 apresentavam doença coronária multiarterial e 3 uniarterial.

Os pacientes foram realocados em 2 outros grupos segundo a resposta normal ou anormal da FE global de VE ao esforço. Durante esforço a FE da parede lateral aumentou de 447% para 487% (p<0,01) no grupo de resposta normal da FE global ao esforço, o que não ocorreu no grupo com resposta deprimida da FE que passou de 505% para 465%, p<0,01 (tab. III).

Quando realocados nestes 2 novos grupos, segundo a resposta da FE global ao esforço, também não houve diferença estatisticamente significativa na idade e outras variáveis clínicas. No grupo com resposta deprimida no esforço 6 eram portadores de doença coronária multiarterial e 4 uniarterial, e no grupo com resposta normal da FE ao esforço 4 eram portadores de doença coronária multiarterial e 6 uniarterial.

Discussão

Há diferenças entre a definição de aneurisma de VE conforme o método diagnóstico. Hoje os métodos não invasivos de imagem, tais como ecocardiografia bidimensional e ventriculografia radioisotópica têm ampla utilização na detecção de aneurisma de VE e apresentam excelente correlação com a cineventriculografia contrastada, ainda o exame de referência no diagnóstico desta complicação do IM^{2,3,10,20-26}.

O prognóstico dos portadores de aneurisma de VE pós-infarto está relacionado com o grau de disfunção ventricular global¹. Estudos do CASS¹ e de Alexopoulos e col¹⁰ apontaram-na como único preditor independente de mortalidade. No estudo de Alexopoulos e col¹⁰ somente foram considerados como aneurismas aqueles com segmentos adjacentes de motilidade normal, e considerados não aneurismas segmentos discinéticos rodeados por segmentos acinéticos ou discinéticos, o que ocasionou aumento da FE do grupo de aneurismas de 33% para 37% e diminuição de 43% para 31% no grupo sem aneurisma. Isto pode ter contribuído para a conclusão de que o aneurisma por si só não influencia o prognóstico destes pacientes.

Em nosso estudo não foi encontrada relação entre a FE global de VE e angina, dispnéia aos esforços, presença de isquemia ou resposta ventricular global ao exercício isotônico, o que sugere que, apesar do valor da FE como determinante da taxa de sobrevivência, ela não discrimina subgrupos de portadores de aneurisma que possam ter bom prognóstico.

O ventrículo que sofre redução da atividade contrátil tem como mecanismo de manutenção do débito cardíaco a dilatação, lei de Frank-Starling, mas com a dilatação há aumento do estresse da parede, lei de

Laplace, o que prejudica a contração ventricular. Tanto o volume diastólico final quanto a pressão diastólica final elevar-se-ão, aumentando a tensão miocárdica e o consumo de oxigênio do miocárdio. A perfusão subendocárdica estará diminuída pelo aumento da pressão diastólica final em territórios supridos por coronárias estenosadas. Assim, a perviedade das artérias que perfundem as demais regiões do VE (*remote areas*) assume grande importância pois se sofrerem isquemia podem provocar deterioração progressiva da função ventricular.

Estudos antigos demonstraram taxas de mortalidade em portadores de aneurisma de VE de 43% a 88%^{4,16,27}. Estudos mais recentes geraram controvérsias que levaram Cohen e col³⁸ a formularem a seguinte questão: “a morbimortalidade dos portadores de doença arterial coronária complicada pela presença de aneurisma de VE é resultado de características específicas conferidas a eles pelo aneurisma ou o seu curso dínico é simplesmente função da extensão da doença coronária e da quantidade de músculo infartado?”.

Muitos estudos sugeriram que a função residual ou reserva funcional miocárdica teria papel importante no prognóstico e determinação do resultado da cirurgia^{10,20,21,29-31}. Barret e col²⁰, pela análise da seção transversa do VE obtida por ecocardiografia bidimensional, construíram índice de miocárdio residual que foi capaz de identificar grupo de alta mortalidade em 6 meses. No estudo de Lee e col³⁰ a FE global de VE não foi bom preditor de sobrevivência após aneurismectomia, mas não duvidaram da sua importância nos pacientes em tratamento clínico. Ross e col³¹ sugeriram que é possível estabelecer valores críticos de FE e índice de trabalho sistólico que podem prever a reserva funcional ventricular. A relação entre o número de coronárias acometidas e presença de aneurisma em alguns estudos esteve associada a doença arterial coronária uniarterial^{18,19}. Stephens e col²⁹ não encontraram correlação entre o desempenho no esforço e FE global de VE ou número de coronárias afetadas, embora a FE <40% indicasse acentuada disfunção ventricular. Os achados de nosso estudo foram semelhantes pois apesar de 7 pacientes apresentarem doença coronária multiarterial e FE de VE 40% não houve correlação entre número de vasos acometidos, FE global de VE no repouso, presença de angina, isquemia ao exercício e resposta da FE no esforço.

Ao realocarmos os pacientes segundo a resposta da FE ao esforço obtivemos resultado semelhante ao de outros^{29,31}, onde a resposta ao exercício isotônico mostrou ser indicador independente da reserva funcional miocárdica, sem relação com a FE global de repouso de VE. A presença de reserva funcional miocárdica sugere melhor prognóstico. No presente estudo esta reserva deveu-se à melhora da contratilidade e da FE da parede lateral, não acometida, durante o esforço. Este achado parece de importância fundamental pois, análise de fatores

que influenciam os resultados da cirurgia de aneurismectomia, em portadores de insuficiência cardíaca acentuada por doença coronária multiarterial, constatou que o melhor preditor de sobrevivência foi o estado contrátil da parede não infartada. Quando normal, a taxa de sobrevivência em 2 anos foi de 73%.

Os resultados de cirurgia em portadores de aneurisma de VE por IM devem ser analisados à luz das seguintes variáveis: tamanho, localização e distensão da área infartada; estado contrátil da área não infartada e a presença de complicações do aneurisma³³. A obtenção destes dados pode ser feita pelo uso da angiografia, mas, além de procedimento invasivo, os cálculos de volumes ventriculares seguem modelos geométricos pré-definidos que podem não corresponder à situação real devido a distorção da forma da cavidade ocasionada pelo aneurisma. Esta última restrição também se aplica à ecocardiografia. Os dados da ventriculografia radioisotópica, baseados no número de contagens na área ventricular, independem da forma e são confiáveis mesmo nos casos com modificações geométricas acentuadas. Esta propriedade, aliada ao fato de ser exame não invasivo, permite reavaliações durante o acompanhamento destes pacientes.

Em conclusão, a FE global de repouso do VE não é preditor confiável do grau de reserva funcional, pois, ao nível de corte de FE = 40%, não discrimina a resposta da FE durante exercício isotônico. A análise da FE regional demonstrou que a motilidade regional comporta-se de forma independente da FE global do VE.

A ventriculografia radioisotópica durante exercício isotônico pode detectar e quantificar a disfunção mecânica ventricular reversível, associada ou não a isquemia. A detecção de alterações segmentares de motilidade cardíaca pode auxiliar na estratificação do grupo de pacientes que poderia se beneficiar de procedimentos cirúrgicos.

Referências

1. Faxon DP, Ryan TJ, Davis KB et al - Prognostic significance of angiographically documented left ventricular aneurysm from the coronary artery surgery study (CASS). Am J Cardiol 1982; 50: 157-64.
2. Visser CA, Kan G, Meltzer RS et al - Incidence, timing and prognostic value of left ventricular aneurysm formation after myocardial infarction: a prospective, serial echocardiography study of 158 patients. Am J Cardiol 1986; 57: 729-32.
3. Visser CA, Kan G, David GK et al - Echocardiography correlation aneurysm: a prospective study of 422 patients. Am J Cardiol 1982; 50: 337-41.
4. Meizlish JH, Berger HJ, Zaret BL et al - Functional left ventricular aneurysm formation after acute anterior transmural myocardial infarction: incidence, natural history and prognostic implications. N Eng J Med 1984; 311: 1001-6.
5. Sanz G, Castañer A, Betriu A et al - Determinants of prognosis in survivors of myocardial infarction: a prospective clinical angiography study. N Eng J Med 1982; 306: 1065-70.
6. Multicenter Postinfarction Research Group - Risk stratification and survival after myocardial infarction. N Eng J Med 1983; 309: 331-6.
7. Schlichter S, Lieberman Y, Neufeld HN - Aneurysms of the heart. Correlative study of 102 proved cases. Medicine 1954; 33: 43-86.
8. Abrams DL, Edelist A, Luria MH - Ventricular aneurysm. Circulation 1963; 27: 164-9.
9. Mourdjinis A, Olsen E, Raphael MJ, Mounsey JPD - Clinical diagnosis and prog-

- nosis of ventricular aneurysms. *Br Heart J* 1968; 30: 497-512.
10. Alexopoulos D, Horowitz SF, Gorlin R et al - Left ventricular aneurysm and prognosis after first anterior wall acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1989; 63: 362-4.
 11. Klein MD, Herman MV, Gorlin R - A hemodynamic study of left ventricular aneurysm. *Circulation* 1967; 35: 614-30.
 12. Feild BJ, Russel RO Jr, Dowling JT, Rackley CE - Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. *Circulation* 1972; 46: 679-89.
 13. Loop FD, Effler DB, Navia JA et al - Aneurysms of the left ventricle. Sutvivau and results of a ten-year surgical experience. *Ann Surg* 1973;178: 399-405.
 14. Schulte HD, Bircks W, Ostermeyer J, Serpel L - Surgery for life-threatening ventricular tachyarrhythmias associated with ventricular aneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 27: 124-9.
 15. Basta LL, Takeshita A, Theilen EO et al - Aneurysmectomy in treatment of ventricular and supraventricular tachyarrhythmias in patients with postinfarction and traumatic ventricular aneurysms. *Am J Cardiol* 1973; 32: 693-9.
 16. Dubnow MK, Burchel HB, Titus JL - Postinfarction ventricular aneurysm. A clinicomorphologic and electrocardiography study of 80 cases. *Am Heart J* 1965; 70: 753-60.
 17. Pavel, DG, Zimmer AM, Patterson VN - In vivo labeling of red blood cells with ^{99m}Tc: a new approach to blood pool visualization. *J Nucl Med* 1977; 18: 305-12.
 18. Forman MB, Collins HW, Kopelman HA et al - Determinants of left ventricular aneurysm formation after anterior myocardial infarction: a clinical and angiography study. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 1256-62.
 19. Rogers WJ, Oberman A, Kouchoukos NT - Left ventricular aneurysmectomy in patients with single vs multivessel coronaq artery disease. *Circulation* 1978; 58(suppl I): 150-6.
 20. Barret MJ, Charuzi Y, Corday E - Ventricular aneurysm: cross-sectional echocardiography approach. *Am J Cardiol* 1980; 46: 1133-37.
 21. WinZelberg GG, Strauss HW, Bingham JB, McKusick KA - Scintigraphy evaluation of left ventricular aneurysm. *Am J Cardiol* 1980; 46: 1138-43.
 22. Rigo P, Murray M, Strauss HW et al - Scintiphotography evaluation of patients with suspected left ventricular aneurysm. *Circulation* 1974; 50:985-91.
 23. Hopkins GB, Kan MK, Salel AF- Scintigraphic assessment of left ventricular aneurysms. *JAMA* 1978; 240: 2162-5.
 24. Borer JS, Jacobstein JG, Bacharach SL et al - Detection of left ventricular aneurysm and evaluation of effects of surgical repair: the role of radionuclide cineangiography. *Am J Cardiol* 1980; 45: 1103-6.
 25. Froelich RT, Falsetti HL, Doty DB, Marcus ML - Prospective study of surgery for left ventricular aneurysm. *Am J Cardiol* 1980; 45: 923-31.
 26. Baur HR, Daniel JA, Nelson RR - Detection of left ventricular aneurysm on two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1982; 50: 191-6.
 27. Davis RW, Ebert PA - Ventricular aneurysm: a clinical- pathologic correlation. *Am J Cardiol* 1972; 29: 1-6.
 28. Cohen M, Packer M, Gorlin R - Indications for left ventricular aneurysmectomy. *Circulation* 1983; 67: 717-22.
 29. Stephens JD, Dymond DS, Spuerrel RAJ et al - Radionuclide and hemodynamic assessment of left ventricular function reserve in patients with left ventricular aneurysm and congestive cardiac failure: response to exercise stress and isossorbide dinitrate. *Circulation* 1980; 61: 536-42.
 30. Lee DC, Johnson RA, Boucher CA, Wexler LF, McEnany MT - Angiographic predictors of survival following left ventricular aneurysmectomy. *Circulation* 1977; 56(suppl II): III2-III7.
 31. Ross Jr, Gault JH, Mason DT, Linhart JW, Braunwald E - Left ventricular performance during muscular exercise in patients with and without cardiac dysfunction. *Circulation* 1966; 34: 597-608.
 32. Brawley RK, Magovern GJ, Gon VL et al - Left ventricular aneurysmectomy factor influencing postoperative resunts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 85: 712-17.
 33. Jatene AD - Left ventricular aneurysmectomy resection or reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 321-31.