

## Artéria Torácica Interna Enxertada: Patência e Estado Funcional em Repouso e após Dobutamina

*Internal Thoracic Artery Graft (ITAG): Patency and Functional Status at Rest and During Dobutamine-Stress Echocardiography*

José Sebastião de Abreu, Tereza Cristina Pinheiro Diógenes, André Luís de Castro Abreu, José Eirtônio Façanha Barreto, José Maria Bonfim de Moraes, Marília Esther Benevides de Abreu, Jorge Henrique Azevedo Pinto, José Nogueira Paes Júnior

Hospital Prontocárdio de Fortaleza, Fortaleza, CE - Brasil

### Resumo

**Fundamento:** A artéria torácica interna enxertada (ATIE) patente usualmente tem fração diastólica (FD)  $\geq 50\%$  do fluxo. O estado funcional pode ser avaliado pelo índice de reserva coronariano (IRC).

**Objetivo:** Avaliar, pela ecocardiografia e pelo Doppler em nível supraclavicular, a patência e o estado funcional da ATIE.

**Métodos:** Foram coletados prospectivamente e analisados os dados de 66 pacientes submetidos a ecocardiograma sob estresse com dobutamina (EED). O grupo I (GI) ocorreu com 49 ATIE sem estenose. No grupo II (GII) (10 ATIE) havia estenose significativa ( $\geq 50\%$  e  $<100\%$ ). E no grupo III (GIII) (7 ATIE) a oclusão era de 100%. Foram avaliados diâmetros e espectros do Doppler das ATIE no repouso e EED.

**Resultados:** Considerando patência uma FD  $\geq 50\%$ , ocorreu em 49 ATIE (GI=40, GII=8 e GIII=1) no repouso e em 61 ATIE (GI=49, GII=10 e GIII=2) durante EED. Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e acurácia foram, respectivamente, em repouso, 81%, 86%, 98%, 35% e 82%; e no EED, 100%, 71%, 97%, 100% e 97%. As ATIE com FD  $\geq 50\%$  em repouso estavam patentes e as com FD  $< 50\%$  no EED tinham oclusão total. Considerando para bom estado funcional um IRC  $\geq 1,8$ , isso ocorreu em 42 ATIE (39 do GI, 2 do GII e 1 GIII), verificando-se sensibilidade = 79%; especificidade = 85,7%; VPP = 94%; VPN = 59%; e acurácia = 80,9%. O IRC no GI foi maior ( $p=0,02$ ) que em GII e GIII.

**Conclusão:** Em nosso estudo, a avaliação não-invasiva da ATIE foi efetiva para verificar patência e estado funcional. (Arq Bras Cardiol 2008;90(1):37-45)

**Palavras-chave:** Artéria torácica interna, ecocardiografia, dobutamina.

### Summary

**Background:** The patent internal thoracic artery graft (ITAG) usually has a diastolic fraction (DF)  $\geq 50\%$  of the flow. The functional assessment can be evaluated by the coronary reserve index (CRI).

**Objective:** The objective was to evaluate the patency and functional status of the ITAG through echocardiography and Doppler.

**Methods:** Data from sixty-six patients who underwent dobutamine-stress echocardiography (DSE) were prospectively collected and analyzed. Group I (GI) had 49 ITAG without stenosis, Group II (GII), 10 ITAG with significant stenosis ( $\geq 50\%$  and  $<100\%$ ) and Group III (GIII) had 7 ITAG with total occlusion. Diameters and Doppler spectrums from the ITAG at rest and during DSE were evaluated.

**Results:** Considering patency a DF  $\geq 50\%$ , it was observed in 49 ITAG (GI= 40, GII= 8 and GIII= 1) at rest and in 61 ITAG (GI=49, GII=10 and GIII=2) during DSE. The sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy were respectively, 81%, 86%, 98%, 35% and 82%, and 100%, at rest and 71%, 97%, 100% and 97% in the DSE. The ITAG with DF  $\geq 50\%$  at rest were patent and the ones with DF  $< 50\%$  in the DSE presented total occlusion. Considering a CRI  $\geq 1.8$  for a good functional status, it was observed in 42 ITAG (39 from GI, 2 from GII and 1 from GIII), determining sensitivity=79%, specificity=85.7%, PPV=94%, NPV=59% and accuracy= 80.9%. The CRI in GI was higher ( $p= 0.02$ ) than in GII or GIII.

**Conclusion:** In our study, the non-invasive assessment of the ITAG was effective to verify the patency and the functional status. (Arq Bras Cardiol 2008;90(1):36-43)

**Key words:** Internal thoracic artery; echocardiography; dobutamine.

Full English text available from [www.arquivosonline.com.br](http://www.arquivosonline.com.br)

**Correspondência:** José Sebastião de Abreu •

Rua Dr. João de Deus, 158/37 - 60040-350 - Fortaleza, CE - Brasil

E-mail: jsabreu@cardiol.br

Artigo recebido em 28/03/07; revisado recebido em 21/05/07; Aceito em 26/06/07.

## Introdução

A artéria torácica interna (ATI) já foi denominada “enxerto vivo”, em virtude de sua capacidade adaptativa após ser enxertada em leito coronariano, e sua efetividade como ATI enxertada (ATIE) em longo prazo já foi verificada<sup>1-5</sup>.

Em razão de sua peculiar anatomia *in situ* poder facilitar uma avaliação não-invasiva sem o uso de nenhum agente de contraste, o dúplex scan foi, pela primeira vez, utilizado por Takagi e cols.<sup>6</sup> no estudo da ATI em nível supraclavicular, o que possibilitou estimar a patência da ATIE pelo porcentual de componente diastólico do fluxo (fração diastólica), mas não forneceu um resultado satisfatório quanto ao estado funcional<sup>6-8</sup>. Esse tem sido bem evidenciado não invasivamente pelo índice de reserva coronariano (IRC), e pode ser obtido sob diferentes formas de estresse, tais como com o uso de fármacos (dipiridamol, adenosina, dobutamina, papaverina), de marcapasso ou durante exercício<sup>4,8-11</sup>.

A ação da dobutamina no aumento do consumo de O<sub>2</sub> pelo miocárdio, na modificação do fluxo coronariano, e a utilização de imagens digitalizadas favoreceram a difusão do ecocardiograma sob estresse com dobutamina (EED) como uma metodologia acurada e segura na avaliação da doença arterial coronariana<sup>12-19</sup>, e em razão dessas ações da dobutamina e da possibilidade de avaliação não-invasiva da ATIE, foi verificada a patência da ATIE no nível supraclavicular, concomitante ao EED<sup>20</sup>. O fluxo da ATI não-enxertada é predominantemente sistólico, enquanto o da ATIE, por ser um sistema híbrido, usualmente tem predomínio diastólico, refletindo a contratilidade miocárdica e a perfusão do leito coronariano em uma ATIE patente. Esse padrão de fluxo pode, entretanto, ser modificado no caso de estenose significativa da ATIE e/ou leito coronariano subjacente, ou mesmo pelo comprometimento do miocárdio relacionado ao enxerto<sup>21-25</sup>.

Por ser a ATIE um enxerto freqüentemente utilizado na revascularização miocárdica e ter fácil visualização não-invasiva, objetivou-se verificar, em nível supraclavicular, a patência e o estado funcional da ATIE, no repouso e no EED, por meio da ecocardiografia e de Doppler.

## Métodos

Foram definidos os três grupos do estudo e coletados prospectivamente os dados dos pacientes com ATIE que foram submetidos ao EED no nosso serviço de ecocardiografia, instalado num hospital de pronto-atendimento cardiológico, sendo as solicitações dos EED e estudos hemodinâmicos efetuados a critério dos médicos assistentes. Considerando-se como padrão de referência os resultados das coronariografias nas avaliações das ATIE e dos leitos coronarianos subjacentes, formou-se o grupo I (GI) com 49 pacientes sem estenose da luz vascular. O grupo II (GII) foi composto de 10 pacientes com estenose ( $\geq 50\%$  e  $< 100\%$ ); e o grupo III (GIII), com 7 pacientes com oclusão vascular de 100%.

A coleta de dados foi iniciada em maio de 1996 e concluída em outubro de 2004. Para os grupos com estenose significativa do conduto ATIE-coronária nativa (GII e GIII), só deveriam ser incluídos para o estudo os pacientes cujas coronariografias com avaliação da ATIE fossem efetuadas em até 120 dias da realização do EED. Para o GI não foi limitado

o período entre o EED e a coronariografia subsequente, visto que era essa ausência de estenose que caracterizava esse grupo. Foram utilizados os equipamentos de marca Apogee CX 200 e Vingmed System Five, e os exames foram gravados em videoteipe.

A dobutamina foi administrada nas doses de 10,20,30 e 40  $\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ , em estágios de três minutos, com a finalidade de atingir pelo menos 85% da freqüência cardíaca (FC) máxima (220 menos a idade em anos) e/ou determinar anormalidade contrátil compatível com isquemia miocárdica. A atropina poderia ser iniciada no terceiro ou quarto estágio, conforme o nosso protocolo<sup>16</sup>. Todos os EED foram realizados por dois ecocardiografistas (simultaneamente) e a interpretação (por consenso) foi efetuada imediatamente após finalizar-se o exame.

Como descrito por Takagi e cols.<sup>6</sup>, para a visualização da ATI, o paciente em decúbito dorsal mantinha a região cervical parcialmente estendida e levemente rotacionada para o lado oposto da ATIE em estudo. Utilizando transdutores de alta freqüência (5 a 8 MHz) e uma profundidade de 3-4 cm, registrávamos, em nível supraclavicular, a ATIE emergindo da subclávia, e, ajustando com pequenas angulações ou rotações do transdutor, a ATIE era visualizada na sua maior extensão possível, sendo então medido o diâmetro do vaso. Em seguida, posicionávamos a amostra-volume do Doppler pulsátil (com o menor ângulo possível) e selecionávamos a melhor curva espectral, analisando seus componentes sistólicos e diastólicos. Em repouso, foram registrados e medidos o diâmetro da ATIE, o pico de velocidade sistólica (PVS) e diastólica (PVD), a velocidade média sistólica (VMS) e diastólica (VMD), o tempo de duração dos fluxos sistólico (TS) e diastólico (TD), a integral velocidade – tempo (IVT) para sístole (IVTS) e diástole (IVTD), a fração diastólica (IVTD/IVTD + IVTS), a freqüência cardíaca (FC), o débito total [ $\pi \cdot (\text{diâmetro}/2)^2 \cdot (\text{IVTD} + \text{IVTS}) \cdot \text{FC}$ ] e IRC (PVD durante EED/PVD em repouso). Logo em seguida, o paciente era posto em decúbito lateral esquerdo e, com transdutores de menores freqüências (1,7 a 4 MHz), iniciávamos o EED. No pico desse e após capturadas as imagens, o paciente era posto imediatamente em decúbito dorsal para novas medidas de todos os parâmetros da ATIE.

*Análise estatística* - Os dados foram coletados segundo o modelo de medidas repetidas (repouso/ dobutamina) para os grupos I, II e III. O modelo ajustado foi do tipo fatorial. A análise de distribuição normal foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilks e a igualdade de variância entre os grupos, pelo teste de Levine. Transformação Ln foi realizada quando necessária. Comparação entre os grupos na condição de repouso para estresse com dobutamina foi realizada por meio do teste do mínimo quadrado; quando na análise de variância (ANOVA) verificou-se interação entre os grupos.

## Resultados

A população do estudo (tabela 1) foi composta de 66 pacientes, 37 (56%) homens, com idade média de  $62 \pm 9$  anos (43 a 81 anos), e os pacientes haviam sido revascularizados num período médio de 920 dias (7 a 3.711 dias) antes do EED. O período máximo entre o EED e as coronariografias

**Tabela 1 - Fatores de risco e medicações antianginosas**

	Pacientes	Porcentual
População do estudo	66	100%
Idade (anos)	62±9 (43 a 81)	
Sexo masculino	37	56%
Hipertensão arterial sistêmica	43	65%
Hipercolesterolemia (colesterol total >200 mg/dl)	30	45%
Diabete melito	19	29%
História familiar de doença coronária	18	27%
Infarto do miocárdio prévio	10	15%
Tabagismo	10	15%
<b>Medicações em uso</b>		
Betabloqueador	13	20%
Nitrato	25	38%
Antagonista dos canais de cálcio	26	39%

para os grupos com estenose (GII e GIII) foi de 83 dias; e para o grupo sem estenose (GI), o período máximo foi de 721 dias após o EED.

**Avaliação de repouso (tab. 2)**

Nas 49 ATIE sem estenose (GI), os valores médios±desvio padrão (dp), mínimos e máximos foram para o diâmetro (0,25±0,04; 0,19 e 0,33 cm), PVS (33±13; 14 e 68 cm/s), PVD (20,6±8; 0,00 e 0,37 cm/s), TS (0,26±0,4; 0,20 e 0,34

seg), TD (0,51±0,15; 0,00 e 0,93 seg), IVTD (7,34±3,2; 0,00 e 14,7 cm), IVTS (5,35±2,2; 1,8 e 9,9 cm), FD (57%±12%; 0% e 70%), FC (73±12; 50 e 93 bpm) e DT (0,05±0,03; 0,008 e 0,119 l/min). Verificamos que os componentes diastólicos apresentaram valor mínimo igual a zero, fato determinado pelo paciente do GI que apresentava apenas fluxo sistólico. Nesse caso, havia evidente competição de fluxo entre a ATIE e a artéria descendente anterior (ADA), e o diâmetro da ATIE foi de 0,19 cm. Apesar de enxertadas em leitos coronarianos totalmente pérvios, ocorreram

**Tabela 2 - Medidas (média ± desvio padrão) efetuadas na artéria torácica interna enxertada (ATIE)**

Parâmetros	Repouso			Dobutamina		
	GI	GII	GIII	GI	GII	GIII
DIAM (cm)	0,25±0,04	0,22±0,04	0,19±0,04	0,26±0,04	0,23±0,04	0,19±0,04
PVS (cm/s)	33,29±13,05	31,90±14,95	27,57±7,00	35,12±19,43	33,60±11,95	33,43±6,37
PVD (cm/s)	20,61±8,00	17,50±10,19	7,71±6,85	41,96±15,14	27,70±12,49	12,71±11,37
TS (seg)	0,26±0,04	0,27±0,05	0,28±0,03	0,12±0,06	0,15±0,05	0,20±0,03
TD (seg)	0,51±0,15	0,43±0,17	0,33±0,24	0,28±0,04	0,26±0,05	0,18±0,13
VMS (cm/s)	19,57±6,29	18,70±6,93	17,57±4,96	20,96±11,39	20,00±6,32	19,14±5,70
VMD (cm/s)	14,29±5,73	12,20±7,64	5,86±5,15	29,59±11,08	20,20±9,22	9,43±8,18
IVTS (cm)	5,35±2,17	5,02±1,83	4,88±1,36	2,86±1,97	3,05±1,45	3,71±1,24
IVTD (cm)	7,34±3,23	5,79±3,49	2,44±2,30	8,31±3,14	5,08±2,41	2,47±2,41
FD (%)	0,57±0,12	0,50±0,18	0,28±0,23	0,74±0,14	0,62±0,11	0,33±0,27
FC (bpm)	72,57±12,25	71,70±15,54	64,43±30,03	137,67±16,88	137,40±18,50	129,29±12,11
IRC	-	-	-	2,12±0,66	1,55±0,48	1,40±0,86
DT (l/min)	0,05±0,03	0,03±0,02	0,01±0,01	0,09±0,05	0,05±0,03	0,03±0,02

Grupo I (GI) – ATIE sem estenose; GII - ATIE com estenose (≥50% e < 100%); GIII - ATIE com oclusão total; DIAM – Diâmetro; PVS – Pico de velocidade sistólica; PVD - Pico de velocidade diastólica; TS – Tempo de duração da sístole; TD – Tempo de duração da diástole; VMS – Velocidade média sistólica; VMD – Velocidade média diastólica; IVTS – Integral velocidade e tempo para sístole; IVTD - Integral velocidade e tempo para diástole; FD – Fração diastólica (componente diastólico do fluxo); IRC – índice de reserva coronariana; FC – Frequência cardíaca; DT – Débito total pela ATIE.

FD<50% em nove ATIE (18% do GI). A relação TD/TS foi de aproximadamente 2:1.

Nas 10 ATIE do GII, os percentuais de estenose foram 50% (quatro casos), 60% (um caso), 70% (dois casos), 80% (um caso) e 90% (dois casos). Os valores médios±dp, mínimos e máximos foram para o diâmetro (0,22±0,04; 0,15 e 0,30 cm), PVS (32±15; 12 e 55 cm/seg), PVD (17,5±10; 0,00 e 37 cm/seg), TS (0,27±0,05; 0,20 e 0,40 seg), TD (0,43±0,17; 0,00 e 0,70 seg), IVTD (5,79±3,5; 0,00 e 11,2 cm), IVTS (5±1,8; 2,5 e 8 cm), FD (50%±18%; 0% e 60%), FC (72±15; 49 e 94 bpm) e DT (0,03±0,02; 0,006 e 0,070 l/min).

O GII também teve valores mínimos de componentes diastólicos do fluxo igual a zero e isso decorreu de uma ATIE afilada (diâmetro=0,18 cm e com estenose de 50% no óstio). Uma outra ATIE afilada (diâmetro=0,15 cm) ainda mantinha fluxo diastólico em repouso. A relação TD/TS foi de 1,6. Verificamos em duas ATIE (20% do GII) a ocorrência de FD<50%. Nos sete pacientes com oclusão total das ATIE (GIII), os valores médios±dp, mínimos e máximos medidos, foram para o diâmetro (0,19±0,04; 0,12 e 0,24 cm), PVS (27,6±7; 17 e 38 cm/seg), PVD (7,7±6,8; 0,00 e 18 cm/seg), TS (0,28±0,03; 0,00 e 30 seg), TD (0,33±0,24; 0,00 e 0,50 seg), IVTD (2,44±2,3; 0,00 e 6,6 cm), IVTS (4,88±1,36; 3,8 e 7,8 cm), FD (28%±0,23; 0% e 60%), FC (64±30; 70 e 97 bpm) e DT (0,01±0,01; 0,002 e 0,017 l/min). Apesar da oclusão total do conduto ATIE-coronária nativa, somente dois pacientes tinham ausência do componente diastólico do fluxo; ocorrência de FD<50% foi verificada em seis deles (86% do GIII). No único caso com FD≥50%, a oclusão total ocorreu após a anastomose e havia fluxo retrógrado para pequenas diagonais. Quatro pacientes apresentavam ATIE com diâmetro menor que 0,2 cm. A relação TD/TS foi de apenas 1,2.

*Avaliação durante o EEDA (tab. 2)* - Os valores médios±dp, mínimos e máximos medidos para o GI, foram para o diâmetro (0,26±0,04; 0,20 e 0,35 cm), PVS (35±19; 0,00 e 114 cm/s), PVD (42±15; 15 e 81 cm/s), TS (0,12±0,06; 0,00 e 0,24 seg), TD (0,28±0,04; 0,21 e 0,45 seg), IVTD (8,31±3,1; 2,5 e 16,24 cm), IVTS (2,86±1,97; 0,00 e 10,8), FD (74%±14%; 51% e 100%), FC (138±17; 90 e 167 bpm), DT (0,09±0,05; 0,022 e 0,217 l/min) e IRC (2,12±0,66; 0,84 e 4,83). Durante o EED, nenhum componente diastólico do GI foi nulo, não houve diâmetro da ATIE menor que 0,2 cm e todas FD>50%. O TD/TS igual a 2,3 denotou discreto aumento com relação ao repouso.

Considerando o IRC um adequado parâmetro de avaliação funcional do enxerto, verificamos que em 39 ATIE (80% do GI) ocorreu IRC≥1,8. Foi interessante observar que, em cinco pacientes, os componentes sistólicos ficaram nulos.

Nas ATIE sem oclusão total (GII), os valores médios±dp, mínimos e máximos, foram para o diâmetro (0,23±0,04; 0,15 e 0,31 cm), PVS (33,6±12; 12 e 47 cm/s), PVD (27,7±12; 10 e 46 cm/seg), TS (0,15±0,05; 0,07 e 0,22 seg), TD (0,26±0,05; 0,18 e 0,34 seg), IVTD (5,08±2,41; 1,62 e 10,2 cm), IVTS (3,05±1,45; 1,3 e 5,7 cm), FD (62%±11%; 50% e 81%), FC (137±18; 105 e 172 bpm), DT (0,05±0,03; 0,007 e 0,089 l/min) e IRC (1,55±0,48; 0,83 e 2,5). Nenhum componente diastólico ou sistólico do fluxo foi nulo, não houve FD<50%

e dois pacientes mantiveram diâmetros menores que 0,2 cm. Assim como no GI, ocorreu redução da duração dos fluxos, porém a relação TD/TS de 1,73 já ficou um pouco menor. Na avaliação do estado funcional dos enxertos verificamos o IRC ≥1,8 em apenas dois pacientes (20% do GII), os quais tinham 50% de estenose do conduto ATIE-coronária nativa.

No GIII, os valores médios±dp, mínimos e máximos, foram para o diâmetro (0,19±0,04; 0,13 e 0,24 cm), PVS (33±6; 23 e 44 cm/seg), PVD (12,7±11; 0,00 e 31 cm/seg), TS (0,20±0,03; 0,14 e 0,21 seg), TD (0,18±0,13; 0,00 e 0,31 seg), IVTD (2,47±2,41; 0,00 e 6,16 cm), IVTS (3,71±1,24; 2,42 e 6,09 cm), FD (33%±27%; 0% e 66%), FC (129±12; 111 e 145 bpm), DT (0,03±0,02; 0,004 e 0,052 l/min) e IRC (1,4±0,86; 0,0 e 2,33). Dois pacientes continuaram com componentes diastólicos nulos, quatro mantiveram diâmetro menor que 0,2 cm; a redução da duração dos fluxos sistólicos e diastólicos foi acentuada, bem como da relação TD/TS, com valor de 0,9.

Em cinco casos (72% do GIII) ocorreu FD<50%, e num dos casos em que verificamos FD>50% havia muitas colaterais para ADA. O IRC<1,8 foi encontrado em seis casos (86%) e naquele com IRC>1,8 a FD foi apenas 35%.

*Comparação dos parâmetros entre os grupos no repouso, EED e na variação do repouso para o estresse (fig. 1)* - O diâmetro em repouso e no EED foi maior na comparação de GI com GII (p=0,01) e GI com GIII (p<0,0001). Já na variação do repouso para o estresse, o aumento foi significativo (p=0,006) para GI e GII. O PVS dos três grupos não foi estatisticamente diferente (p=NS) no repouso, no EED ou na variação do repouso para o estresse. O PVD em repouso foi maior para o GI (p=0,0003) e para o GII (p<0,019), quando comparados ao GIII, entretanto não houve diferença (P=NS) entre GI e GII. Verificamos que, também durante o estresse, o PVD foi maior para o GI (p<0,0001) e para o GII (p=0,039) que para o GIII, contudo, na fase de estresse, foi possível distinguir os grupos I e II, pois o PVD foi maior (p=0,006) no GI quando comparado ao GII.

Tanto no repouso como no estresse, o IVTD foi maior para o GI nas comparações com outros grupos (GI versus GII; p=0,014), (GI versus GIII; p<0,0001), e para GII na comparação com GIII (GII versus GIII; p=0,03); as variações do repouso para o estresse foram pequenas e não significativas (p=NS) para os três grupos. As IVTS dos três grupos não foram diferentes (p=NS) quando comparadas na fase de repouso e na fase de estresse. Quando, todavia, verificamos a variação do repouso para o estresse, a diminuição da IVTS foi significativa (p<0,0001) para os três grupos. Durante o repouso, a FD foi maior na comparação de GI versus GIII com p<0,0001, e de GII versus GIII com p=0,003. A variação do repouso para o estresse foi significativa para GI (p<0,0001) e GII (p=0,014). Na fase de estresse, a FD continuou maior para o GI (p<0,0001) e para GII (p=0,0003), quando comparados ao GIII, mas também foi possível verificar diferença (p=0,02) de GI com relação a GII (fato não verificado em repouso), denotando as mesmas variações significativas observadas na análise do PVD. A FC não foi diferente (p=NS) quando comparada durante o repouso ou durante o EED; na variação de repouso para o estresse, porém, a FC aumentou significativamente (p<0,0001) nos três grupos. O IRC foi

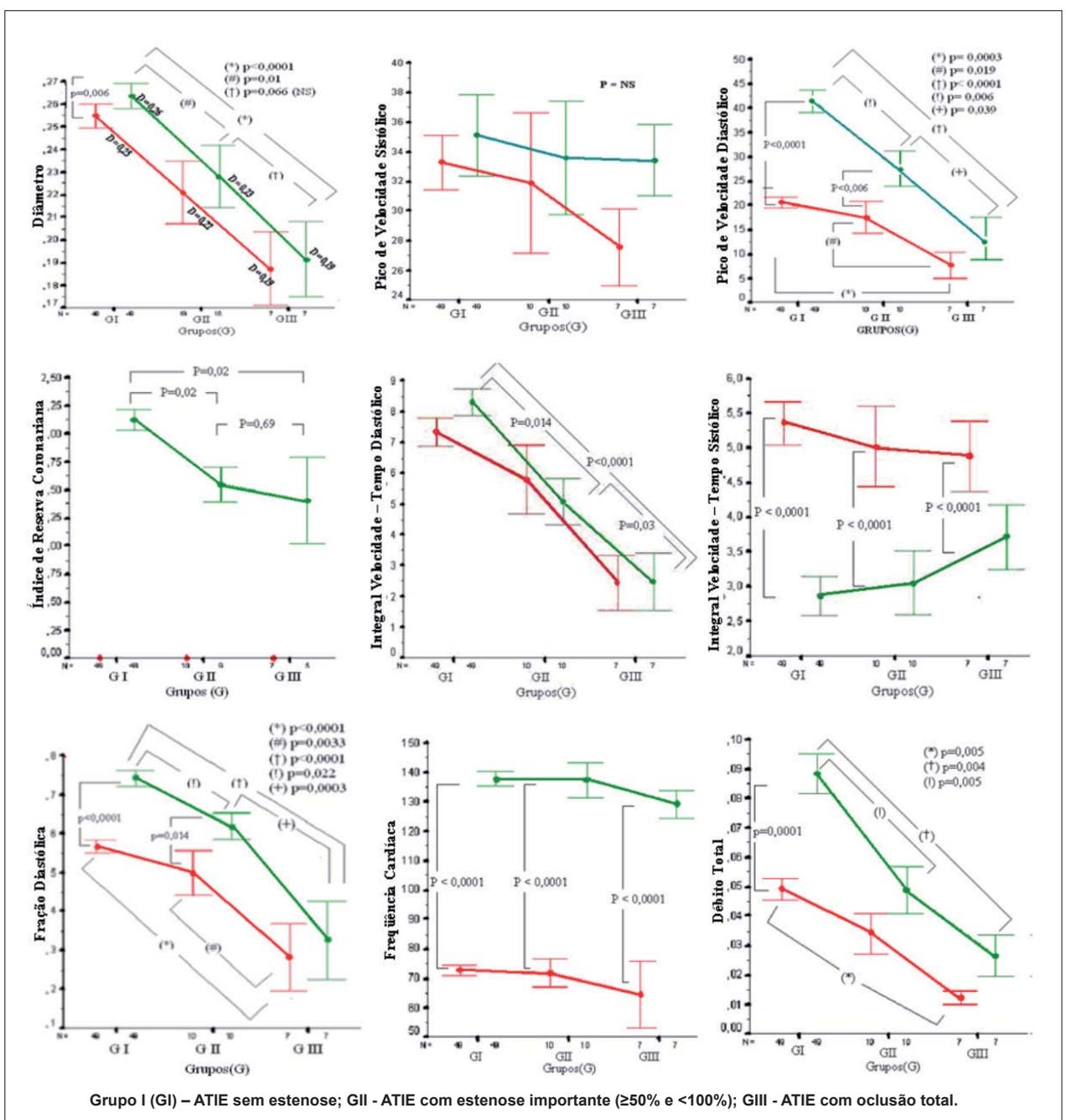


Fig. 1 - Comparação dos parâmetros da artéria torácica interna enxertada (ATIE) no repouso (em vermelho), no estresse com dobutamina (em verde) e na variação do repouso para o estresse.

maior para o GI ( $p=0,02$ ), tanto na comparação com GII quanto com GIII, não havendo distinção estatística ( $p=NS$ ) na comparação entre GII e GIII. O débito através da ATIE na fase de repouso só foi significativamente diferente ( $p=0,0005$ ) quando comparamos GI com GIII; já durante o estresse, o débito foi maior para GI nas comparações (GI versus GII;  $p=0,007$ ) e (GI versus GIII;  $p=0,004$ ). Apenas no GI, o débito aumentou significativamente ( $p<0,0001$ ) do repouso para o estresse.

A FD na avaliação da perviedade da ATIE - Considerando que pelo menos 50% do fluxo da ATIE fosse diastólico para considerarmos a patência do vaso, verificamos, em repouso, que 49 pacientes (40 do GI, oito do GII e um do GIII) tinham  $FD \geq 50\%$ , o que determinou sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia de 81%, 86%, 98%, 35% e 82%, respectivamente. Já na fase de estresse, 61 pacientes (49 do GI, 10 do GII, e dois do GIII) tinham  $FD \geq 50\%$ , determinando sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo

## Artigo Original

negativo e acurácia de 100%, 71%, 97%, 100% e 97%, respectivamente.

O IRC na avaliação do estado funcional da ATIE (fig. 2) - A curva ROC foi efetuada e evidenciou um ponto de corte de 1,8 para distinguir as ATIE sem estenose e com bom estado funcional. Assim, para  $IRC \geq 1,8$ , constatamos que 42 pacientes (39 do GI, dois do GII e um do GIII) tinham  $IRC \geq 1,8$ , e 24 pacientes (10 do GI, oito do GII e seis do GIII) estavam com  $IRC < 1,8$ . Verificamos sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia de 79%, 85,7%, 94%, 59% e 80,9%, respectivamente.

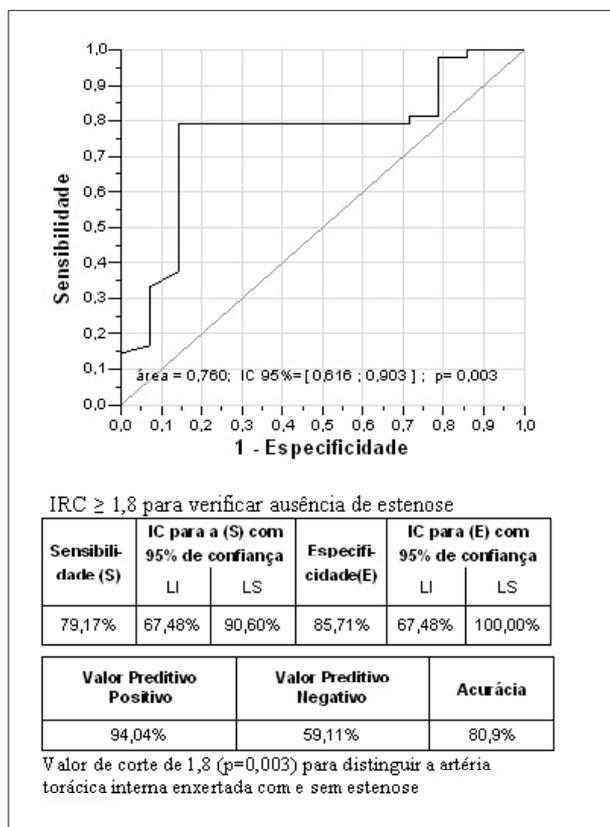


Fig. 2 - Curva ROC para o Índice de Reserva Coronariano (IRC).

## Discussão

A ATI (fig. 3), que tinha predomínio de fluxo sistólico (fig. 4), ao ser enxertada em leito coronariano, compõe um sistema híbrido e, usualmente, passa a ter predomínio de componente diastólico (fig. 5), de forma que, na ATIE, a expectativa é de que a FD seja  $\geq 50$  e, na ATI não-enxertada, a FD seja sempre  $< 50$ . Em razão da amputação dos ramos da ATI e da “diastolização” do fluxo do vaso enxertado, a ATIE passa a ter um PVS aproximadamente 40% menor do que a ATI contralateral não-enxertada, o que pode favorecer seu imediato reconhecimento, mesmo que o examinador não tenha a informação de qual ATI foi enxertada<sup>22-24</sup>. Como a contratilidade miocárdica resulta em inibição do

componente sistólico, esse efeito tende a ser mais evidente durante o EED<sup>21</sup>, e, de fato, como verificamos em alguns pacientes, a grande atividade inotrópica da dobutamina chegou a determinar até a ausência de fluxo sistólico, denotando enxertos totalmente patentes com fluxo apenas diastólico e excelente estado funcional (fig. 6). Durante a diástole, a resistência intramiocárdica diminui, e a resistência estenótica, se presente, torna-se o principal determinante do fluxo coronário<sup>26,27</sup>; já na sístole, a resistência é determinada principalmente pela contração miocárdica<sup>21</sup>.

Assim, como em outras publicações, enfatizamos o componente diastólico para verificação de patência e estado funcional da ATIE. A competição de fluxo entre o enxerto e coronária nativa, questionada por alguns autores<sup>28,29</sup> e defendida por outros<sup>30-35</sup>, pode determinar até “atrofia fisiológica” na ATIE<sup>31-35</sup>, caracterizada por um diâmetro do enxerto menor que 1 milímetro (chamado sinal do cordão), quando então um fino contraste pode ser percebido no enxerto, mas não na coronária receptora. Tal competição ocorreu em 6% dos casos no artigo de Seki e cols.<sup>34</sup>; entretanto, uma constatação inequívoca de competição do fluxo foi feita por Kitamura e cols.<sup>31</sup>, quando ocluíram a ADA totalmente pelo cateter com balão, e demonstraram que as ATIE não-funcionantes passaram a ter fluxo normal, pois estavam latentes. Em um caso do GI não havia componente diastólico do fluxo em repouso; contudo, sua ocorrência foi bem evidente durante o EED, determinando uma FD de 52%, de forma que a ausência de fluxo diastólico em repouso não é sinônimo de estado funcional e/ou patência comprometidos, podendo também significar latência por competição de fluxo, apesar de essa condição ser infreqüente.

O diâmetro menor que 0,2 cm durante o repouso foi verificado em oito casos, sendo dois (4%) no GI, dois (20%) no GII, e quatro (57%) no GIII; durante o EED só houve mudança no GI, e essas duas ATIE ficaram com diâmetro de 0,2 cm. Dessa forma, diâmetros menores que 0,2 cm (principalmente durante o EED) podem ser um indício do comprometimento da patência ou estado funcional do enxerto.

Foi verificado que, durante o repouso, o componente diastólico do fluxo mensurado com PVD ou FD permitiu a distinção significativa de GI e GII com relação ao GIII, mas não se observou diferença (p=NS) quando se comparou ATIE do GI com aquelas do GII. Constata-se, então, a importância da avaliação durante o EED, visto que, além da diferença significativa do GI e do GII com relação ao GIII, conseguimos também distinguir de modo significativo o GI do GII, o que foi bastante relevante para a verificação da patência e do estado funcional da ATIE.

Quando verificamos a FD, devemos lembrar que ela sofre influência da contratilidade miocárdica, do estado do músculo subjacente ao enxerto, diâmetro da ATIE e da competição do fluxo. Apesar de todos esses fatores, a  $FD \geq 50\%$  em repouso mostrou-se segura para inferir a patência da ATIE, em virtude de sua excelente acurácia, fato também constatado por Nasu e cols.<sup>30</sup>. Quando analisamos a FD durante o EED, seu excepcional valor foi evidenciar que todas as ATIE que ficaram com  $FD < 50\%$  tinham oclusão total.

Como a patência isoladamente não é suficiente para avaliar o enxerto, procuramos verificar o estado funcional dessas ATIE,

Figura 3

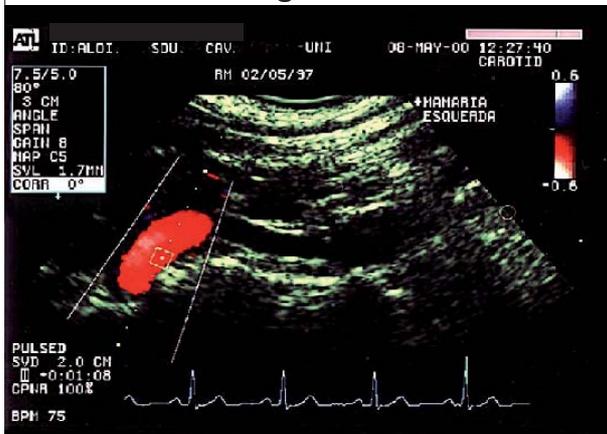


Figura 4

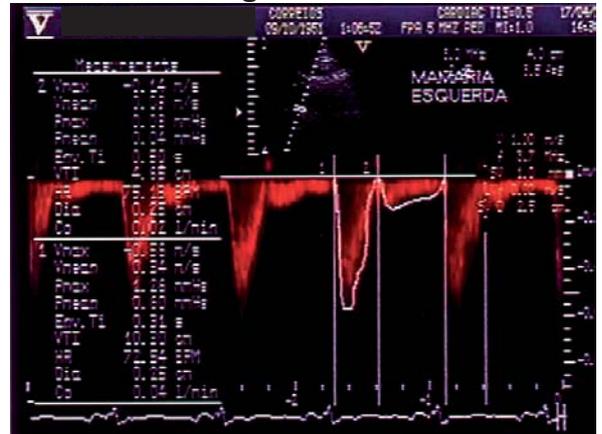


Figura 5

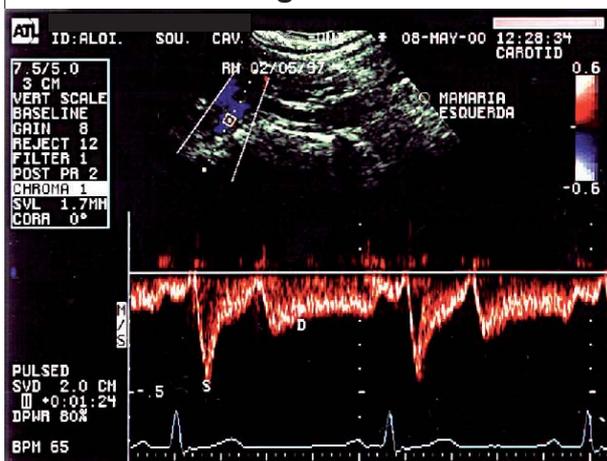
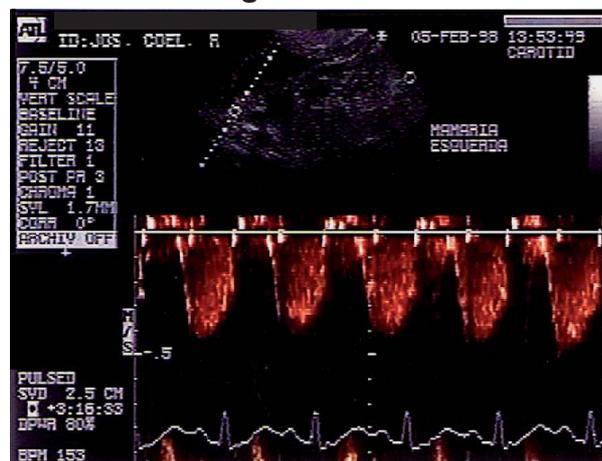


Figura 6



Arteria toracica interna (ATI) não enxertada (ATINE) e enxertada (ATIE)

Fig. 3 - ATI emergindo da subclavária; Fig. 4 - ATINE; Fig. 5 - ATIE no repouso patente e com predominio de fluxo diastólico; Fig. 6 - ATIE no estresse patente e com fluxo apenas diastólico.

e obtivemos boa acurácia quando o  $IRC \geq 1,8$ . Diversos fatores podem influenciar a importância do IRC, especificamente a sua obtenção ao nível pré-estenótico. Vale citar, contudo, que, dos 10 casos do GI com  $IRC < 1,8$ , oito já apresentavam PVD em repouso acima da média; e como o IRC é a divisão do PVD obtido no EED pelo obtido no repouso, especulamos a relevância desse fato para justificar esses menores valores de IRC. O único caso do GIII com  $IRC > 1,8$  já chamava a atenção pelos PVD baixos no repouso e no EED, e, principalmente, por ter uma FD de apenas 35% no EED.

Com frequência, pacientes revascularizados com ATIE são encaminhados ao serviço para realização de ecocardiograma (em repouso ou sob estresse), o que nos permite um acompanhamento pelo nosso banco de dados, bem como indagarmos sobre a realização de estudo hemodinâmico. Como a solicitação de coronariografia foi uma decisão exclusiva do médico assistente, os pacientes foram incluídos nesse estudo de acordo com a metodologia citada e nosso acesso à coronariografia realizada.

Como nossos pacientes frequentemente apresentavam lesão em mais de uma coronária, a comparação entre anormalidade de fluxo da ATIE e da contração segmentar não foi efetuada; no artigo de Takeuchi e cols.<sup>36</sup> foram, porém, usados dobutamina e contraste de microbolhas para avaliação direta da ADA não-revascularizada, encontrando-se equivalência entre  $IRC \leq 2$  e anormalidade contrátil. Em nosso trabalho, no único paciente do GIII em que não percebemos anormalidade contrátil durante o estresse, o fluxo diastólico tinha baixa velocidade e, principalmente, uma  $FD = 25\%$ , o que, no estresse, é compatível com fluxo gravemente comprometido.

**Limitações do estudo** - Sabemos que a velocidade do sangue é apenas proporcional ao fluxo volumétrico sanguíneo quando a área seccional do vaso é mantida constante<sup>37</sup>. Todavia, como em artigos aqui citados, utilizamos o mesmo diâmetro para a sístole e para a diástole. Não efetuamos correção de ângulo e é possível que as velocidades ao Doppler possam ter sido

## Artigo Original

subestimadas, com influência direta no cálculo do débito pela ATIE. Como os principais parâmetros do estudo (FD e IRC) são divisões que sofrem as mesmas influências, tal subestimação perde relevância. Outra limitação consistiu na dificuldade em afirmar quando distúrbios em outros territórios arteriais poderiam estar comprometendo o IRC do leito coronariano subjacente à ATIE.

Neste artigo, em que avaliamos a ATIE em região de registro fácil e rápido, concomitante com um exame amplamente utilizado como o EED, foi valioso distinguir a ATIE sem lesão e a com estenose importante (GII) daquelas com oclusão total; entretanto, consideramos de grande relevância termos conseguido distinguir as ATIE sem lesão daquelas com estenose importante. Concluímos, neste estudo, que a ecocardiografia e o Doppler permitem uma adequada avaliação da ATIE no nível supraclavicular. Uma FD  $\geq 50\%$  em repouso é excelente para constatar que a

ATIE está pérvia, e a FD  $< 50\%$  durante o EED é excelente para identificar ATIE com oclusão total. O IRC  $\geq 1,8$  denotou boa acurácia na avaliação do estado funcional e detecção da ATIE sem lesão.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

## Referências

- Singh RN, Sosa JA. Internal mammary artery: a "live" conduit for coronary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1984; 87: 936-8.
- Singh RN, Beg RA, Kay EB. Physiological adaptability: the secret of success of the internal mammary artery grafts. *Ann Thorac Surg.* 1986; 41: 247-50.
- Cameron A, Davis K, Green G. Coronary bypass surgery with internal thoracic artery grafts – effects on survival over a 15 year period. *N Engl J Med.* 1996; 334: 216-9.
- Gurné O, Chenu P, Polidori C. Functional evaluation of internal mammary artery bypass grafts in the early and late postoperative periods. *J Am Coll Cardiol.* 1995; 25: 1120-8.
- Akasaka T, Yoshikawa J, Yoshida K. Flow capacity of internal mammary artery grafts: early restriction and later improvement assessed by Doppler guide wire: comparison with saphenous vein grafts. *J Am Coll Cardiol.* 1995; 25:640-7.
- Takagi T, Yoshikawa J, Yoshida K. Noninvasive assessment of left internal mammary artery bypass graft patency using duplex Doppler echocardiography from supraclavicular fossa. *J Am Coll Cardiol.* 1993; 22:1647-52.
- Rombaut E, Vantrimpont P, Gurné O. Noninvasive functional assessment of left internal mammary artery grafts by transcatheter Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 1998; 11: 403-8.
- Yoshida Y, Fujita M, Kihara Y. Assessment of long-term left internal thoracic artery graft patency by exercise Doppler echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998; 115: 954-6.
- Simone LD, Caso P, Severino S. Noninvasive assessment of left and right internal mammary artery graft patency with high-frequency transthoracic echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 1999; 12: 841-9.
- Voudris V, Athanassopoulos G, Vassilikos V. Usefulness of flow reserve in the left internal mammary artery to determine graft patency to the left anterior descending coronary artery. *Am J Cardiol.* 1999; 83: 1157-63.
- Hanet C, Schoroeder E, Michel X. Flow-induced vasomotor response to tachycardia of the human internal mammary artery and saphenous vein grafts late following bypass surgery. *Circulation.* 1991; 84 (Suppl III): III-268-III-274.
- Mathias Jr.W, Doya EH, Ribeiro EE, Silva LA, Gasques A, Salvadori RAF, et al. Detecção de isquemia miocárdica através da ecocardiografia de estresse com dobutamina: correlação com cinecoronariografia. *Arq. Bras Cardiol.* 1993; 60 (4): 229-34.
- Mertes H, Sawada SG, Ryan T, Segar DS, Kovacs R, Foltz J, et al. Symptoms, adverse effects, and complications associated with dobutamine stress echocardiography: experience in 1118 patients. *Circulation.* 1993; 88 (4): 15-9.
- Geleijnse ML, Fioretti PM, Roelandt JRTC. Methodology, feasibility, safety and diagnostic accuracy of dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30: 595-606.
- Mathias Jr W, Arruda A, Santos FG, Arruda AL, Mattos E, Osório A, et al. Safety of dobutamine-atropine stress echocardiography: a prospective experience of 4033 consecutive studies. *J Am Soc Echocardiogr.* 1999; 12 (10): 785-91.
- Abreu JS, Diógenes TCP, Farias AGLP, Morais JMB, Paes Jr JN. Segurança e exequibilidade do ecocardiograma sob estresse com dobutamina e atropina em pacientes octogenários. *Arq Bras Cardiol.* 2005; 85: 198-204.
- Abreu JS, Diógenes TCP, Farias AGLP, Carneiro MM, Morais JMB, Paes Jr JN. Arritmias complexas que surgem durante o ecocardiograma sob estresse com dobutamina e atropina. *Rev Bras Ecocardiogr.* 2007; 20 (1): 24-33.
- Otto CM. *The practice of clinical echocardiography*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 2002.
- Picano E. *Ecocardiografia de estresse*, 3ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2000.
- Abreu JS, Diógenes TCP, Morais JMB, Barreto JEF, Lobo Fº JG, Paes Jr JN. Avaliação da patência da mamária interna enxertada pelo ecodoppler com e sem uso de dobutamina.(abstract). *Arq Bras Cardiol.* 1997; 69 (supl I): 119.
- Krams R, Sipkema P, Zegers J. Contractility is the main determinant of coronary systolic flow impediment. *Am J Physiol.* 1989; 257 (26 Heart Circ. Physiol.): H1936-H1944.
- Meulen JVD, Son JAMV, Asten WJCV. Intraoperative Doppler spectrum analysis of blood flow in the internal mammary artery used for myocardial revascularization. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1991; 39: 281-3.
- Bono DP, Samani NJ, Spyt TJ. Transcutaneous ultrasound measurement of blood-flow in internal mammary artery to coronary artery grafts. *Lancet.* 1992; 339: 379-81.
- Cartier R, Dias OS, Pellerin M. Changing flow pattern of the internal thoracic artery undergoing coronary bypass grafting: continuous – wave Doppler assessment. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996; 112: 52-8.
- Maudière A, Lacroix P, Cornu E. Étude en écho-doppler transpariétal postopératoire du flux du greffon mammaire interne em fonction de la qualité

- du myocarde sous-jacent. Arch Mal Coeur. 1996; 89: 1343-8.
26. Ofili EO, Kern MJ, Labovitz AJ. Analysis of coronary blood flow velocity dynamics in angiographically normal and stenosed arteries before and after endolumen enlargement by angioplasty. J Am Coll Cardiol. 1993; 21: 308-16.
27. Logan SE. On the fluid mechanics of human coronary artery stenosis. IEEE Trans Biomed Eng. 1975; 22: 327-34.
28. Spence PA, Lust RM, Zeri RS. Competitive flow from a fully patent coronary artery does not limit acute mammary graft flow. Ann Thorac Surg. 1992; 54: 21-6.
29. Lust RM, Zeri RS, Spence PA. Effect of chronic native flow competition on internal thoracic artery grafts. Ann Thorac Surg. 1994; 57: 45-50.
30. Nasu M, Takagi T, Akasaka T. Non-invasive Doppler technique for detection of flow velocity in left internal mammary artery grafts. Cardiovasc Surg. 1994; 2 (2): 207-11.
31. Kitamura S, Kawachi K, Seki T. Angiographic demonstration of no-flow anatomical patency of internal thoracic-coronary artery bypass grafts. Ann Thorac Surg. 1992; 53: 156-9.
32. Nasu M, Akasaka T, Okazaki T. Postoperative flow characteristics of left internal thoracic artery grafts. Ann Thorac Surg. 1995; 59: 154-62.
33. Dincer B, Barner HB. The "occluded" internal mammary artery graft: restoration of patency after apparent occlusion associated with progression of coronary disease. J Thorac Cardiovasc Surg. 1983; 85 (2): 318-20.
34. Seki T, Kitamura S, Kawachi K. A quantitative study of postoperative luminal narrowing of the internal thoracic artery graft in coronary artery bypass surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 1992; 104: 1532-8.
35. Barner HB, Swartz MT, Mudd JC. Late patency of the internal mammary artery as a coronary bypass conduit. Ann Thorac Surg. 1982; 34 (4): 408-12.
36. Takeuchi M, Miyazaki C, Yoshitani H, Otani S, Sakamoto K, Yoshikawa J. Which is the better method in detecting significant left anterior descending coronary artery stenosis during contrast-enhanced dobutamine stress echocardiography: coronary flow velocity reserve or wall-motion assessment? J Am Soc Echocardiogr. 2003; 16 (6): 614-21.
37. Hatle L, Angelsen B. Doppler ultrasound cardiology. Philadelphia: Lea & Febiger; 1985. p. 14-6.