

ARMANDO BOCCHI BARLEM

**MEDIDAS DE FLUXO EM ENXERTO ARTERIAL
COMPOSTO EM Y PARA CIRURGIA DE
REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Porto Alegre, abril de 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MEDIDAS DE FLUXO EM ENXERTO ARTERIAL
COMPOSTO EM Y PARA CIRURGIA DE
REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO**

Armando Bocchi Barlem

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Keller Saadi

Porto Alegre, abril de 2002

AGRADECIMENTOS

- A meus pais, pelo Dom da vida e apoio incondicional, me mostrando o caminho da correção e do amor.
- Aos meus irmãos, meus primeiros amigos, pela segurança de pensar que sempre terei a quem recorrer em momentos difíceis.
- Ao Prof. Dr. Eduardo Saadi, orientador neste trabalho e em muitos outros caminhos difíceis da minha vida médica.
- Ao Prof. Dr. Gilberto Barbosa, chefe do Serviço de Cirurgia Cardiovascular do HCPA, por sua importante contribuição em minha formação cirúrgica e pelo exemplo de “Verdadeiro Mestre”.
- Ao Prof. Dr. Jair Saadi, pelo exemplo de cirurgião competente e vencedor.
- Ao Prof. Dr. Orlando Wender, pelo apoio e incentivo durante a residência médica.
- Ao Dr. Paulo Holtermann, grande colega de trabalho, pela fundamental ajuda neste início de carreira médica.
- Ao Dr. Luiz Henrique Dussin, pela mão sempre disponível na execução deste estudo e por sua dedicação ao nosso Serviço.
- Aos residentes do Serviço de Cirurgia Cardiovascular do HCPA (ano de 2001 e 2002), por sua contribuição na execução das cirurgias e na coleta de dados.
- Aos anestesistas da Cirurgia Cardíaca do HCPA, pelo convívio fraternal desde os tempos da residência médica e pela ajuda na coleta de dados.
- Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Cardiologia da UFRGS, exemplos de dedicação à ciência e à vida acadêmica, pela contribuição em meu crescimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1. VEIA SAFENA	6
2.2. ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA.....	7
2.3. ARTÉRIA RADIAL	9
2.4. ENXERTOS ARTERIAIS E O VASOESPASMO	10
2.5. BENEFÍCIO DE UM SEGUNDO ENXERTO ARTERIAL	12
2.6. ENXERTOS ARTERIAIS COMPOSTOS.....	14
3. OBJETIVOS	17
4. HIPÓTESES	17
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
6. ARTIGO EM INGLÊS	35
Abstract.....	35
Intrduction.....	35
Material and methods	35
Results.....	36
Comment.....	37
References.....	38
7. ARTIGO EM PORTUGUÊS	40
Resumo	40
Introdução	40
Métodos	40
Resultados.....	41
Discussão	42
Bibliografia	43
8. ANEXOS	45
8.1 FOTO 1	45
8.2 FOTO 2	46
8.3 FOTO 3	46
8.2 TERMO DE CONSENTIMENTO	47

1. INTRODUÇÃO

A cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) é um tratamento bem estabelecido dentro do manejo terapêutico da cardiopatia isquêmica e, em todo mundo, cerca de 1 milhão de pacientes são submetidos a este procedimento a cada ano ¹.

Apesar de excelentes resultados a curto e médio prazos, os benefícios a longo prazo são menos satisfatórios porque dependem da sobrevida dos enxertos utilizados ²⁻⁴.

Os enxertos de veia safena, responsáveis principais pelo desenvolvimento desta cirurgia ^{5,6}, tem durabilidade limitada. Cerca de 10 – 20 % estão ocluídos durante o primeiro ano de pós-operatório ⁷ e, após 10 anos, apenas 50 – 60 % continuam pérvios ^{8,9}.

A superioridade da artéria torácica interna (ATI), mais conhecida por artéria mamária interna, sobre a veia safena como conduto para CRM em relação a mortalidade, morbidade e durabilidade dos enxertos está bem estabelecida ¹⁰⁻¹². Mesmo passados 10 anos de pós-operatório, mais de 90 % destes enxertos mantêm-se sem lesões obstrutivas ¹³⁻¹⁶. Estas evidências categorizaram a ATI como conduto de 1ª escolha, e o implante da ATI esquerda *in situ* para revascularizar a artéria coronária descendente anterior (DA) é o padrão-ouro da CRM ^{10,17-22}. Ainda assim, devido a sua limitação de alcance, seus benefícios são dirigidos, quase que exclusivamente, a apenas uma coronária.

Vários trabalhos têm demonstrado, contudo, que um segundo enxerto arterial pode conferir benefícios extras a pacientes submetidos a CRM ²³⁻²⁷.

As vantagens de um segundo enxerto arterial associado a ATI esquerda introduziu o conceito de “Revascularização Arterial Total”, cirurgia sem a utilização de veia, na tentativa de aumentar a sobrevida dos enxertos e, com isso, melhorar os resultados a longo prazo.

A revascularização arterial total pode ser obtida a partir de duas artérias com a construção de um enxerto arterial composto em Y, técnica em que uma artéria principal, na maioria das vezes a ATI esquerda, é utilizada *in situ* dividindo o fluxo de sangue do seu pedículo com uma segunda artéria anastomosada termino-lateralmente (Fotos 1,2 e 3).

Esta estratégia tem sido amplamente utilizada por diversos grupos em todo o mundo com bons resultados ²⁸⁻⁴⁰. Apesar disso, existe uma preocupação generalizada com o fato de toda a área revascularizada ou, pelo menos boa parte dela (quando revascularização arterial parcial), depender exclusivamente do fluxo do pedículo da ATI esquerda. Além disso, o simples desvio de parte do sangue do pedículo para a artéria secundária poderia afetar o tão consagrado procedimento de revascularização da DA pela ATI esquerda.

Estudos recentemente desenhados para avaliar fluxo de enxertos arteriais compostos demonstraram que, logo após a construção deste enxerto, o fluxo medido no pedículo da ATI esquerda aumenta significativamente ^{38,39} e, com 6 meses de pós-operatório, ocorre aumento da reserva de fluxo do mesmo ⁴¹.

Desconhecem-se estudos que avaliem a potencial alteração no aporte de sangue direcionado à DA determinado pela derivação parcial de fluxo do pedículo da ATI esquerda através da artéria radial, utilizada como artéria secundária.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. VEIA SAFENA

A história da utilização de veia safena para revascularizar o miocárdio confundem-se com a própria história da cirurgia de coronária.

Após tentativas pioneiras com enxertos arteriais, a introdução dos enxertos de veia safena, muito mais fáceis na sua retirada e execução das anastomoses, determinou ótimos resultados a curto prazo permitindo o desenvolvimento e popularização desta cirurgia a partir dos anos 70^{5,6,42-44}. Ainda hoje, a veia safena é o conduto mais utilizado em associação à ATI esquerda no tratamento da doença multiarterial coronariana.

A grande limitação da veia safena como enxerto para CRM, é a sua baixa durabilidade a longo prazo que compromete o resultado cirúrgico final. A oclusão dos enxertos de veia safena é a principal responsável pelas indicações de reoperação⁴⁵, que representam cerca de 20 % do total das CRM realizadas nos Estados Unidos^{46,47}.

A deficiência na perviedade dos enxertos de veia safena ao longo dos anos de pós-operatório sempre foi alvo de estudos. Existem dois momentos distintos neste contexto:

1. Oclusão precoce (pós-operatório imediato até o 1º ano);
2. Oclusão tardia (a partir do 5º ano de pós-operatório).

1. Oclusão precoce

Cerca de 10-20 % dos enxertos ocluem no 1º ano pós implante^{7,48,49}. Este evento está relacionado à trombose (principalmente no 1º mês) e proliferação intimal⁵⁰. A trombose ocorre principalmente por problemas técnicos de anastomose ou preparo dos enxertos. Outro fator importante é a condição da coronária revascularizada, sendo que um leito distal fino ou com *run-off* ruim é mais suscetível à trombose e oclusão precoce^{9,56,57}. A proliferação intimal na maioria das vezes inicia-se a partir de lesões do endotélio^{51,52,53}. Praticamente todas as veias sofrem algum grau de lesão endotelial durante o preparo e manipulação do enxerto e/ou após seu implante em sistema arterial de alto fluxo como o do aorto-coronariano^{51,52,53,54,55}.

2. Oclusão tardia

O maior declínio na curva de perviidade dos enxertos de veia safena acontece após o 5º ano de pós-operatório, período em que ocorre um decréscimo de cerca de 4 % em sua sobrevida ao ano, chegando ao 10º ano com cerca de 50 % pervios^{8,9,48,49}. A oclusão tardia dos enxertos de veia safena está relacionada ao desenvolvimento de aterosclerose, que se inicia lentamente, entre o 1º e 3º anos de pós-operatório a partir do processo de proliferação intimal, com acúmulo de musculatura lisa e fibroblastos, tornando-se mais evidente a partir do 5º ano de pós-operatório^{8,15}. Após 15 anos, 81 % dos enxertos apresentam sinais de aterosclerose⁴⁹.

2.2. ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA

A primeira tentativa de revascularização do miocárdio foi feita através do implante da ATI esquerda diretamente no músculo cardíaco em 1951 por Vineberg e Miller⁵⁸.

A partir do desenvolvimento da cinecoronariografia em 1957⁵⁹, outros pioneiros tentaram realizar anastomoses da ATI esquerda na DA para restabelecer o fluxo de sangue nesta coronária, mas foi Green que, com a ajuda de um microscópio, executou este procedimento com sucesso numa série de casos em 1968⁶⁰.

Devido a sua maior dificuldade de dissecação e na realização das anastomoses, a ATI somente foi reconhecida como enxerto de 1ª escolha cerca de 15 anos depois, período suficiente para demonstrar sua superioridade a longo prazo sobre a veia safena tanto em relação à sobrevida dos enxertos quanto à dos próprios pacientes^{10,12}.

A ATI, principalmente pediculada, apresenta uma poderosa resistência ao desenvolvimento de aterosclerose. Esta parece a explicação mais lógica para seu desempenho superior como enxerto. A presença de placas de aterosclerose detectáveis em ATI esquerdas selecionadas para serem utilizadas em CRM é muito rara⁶¹ e, nos enxertos, praticamente nunca foi descrita mesmo após 20 anos de pós-operatório^{49,62}.

As vantagens claramente demonstradas com o uso da ATI também se devem a uma melhor adaptação das artérias como condutos para CRM em relação à veia.

Sabe-se que os padrões de fluxo dos dois tipos de vasos são muito diferentes. A veia tem estrutura de parede desenvolvida para fluxo e pressão sanguínea baixos estando mais suscetível a lesões do que os enxertos arteriais, estruturalmente apropriados para o tipo de fluxo e pressão a que serão submetidos. A ATI possui uma membrana elástica interna quase perfeita que restringe a difusão de elementos formados no lumen do vaso para dentro da parede do vaso e de células mesenquimais e musculares da camada média para a íntima⁶³. Além

disso, a proliferação da musculatura lisa na veia como resposta a tensão da parede é maior do que em enxertos arteriais ⁶⁴ e esta proliferação é estimulada pelos hormônios de crescimento somente nos enxertos venosos ⁶⁵.

Outro fato relevante é o da produção de substâncias vasoativas que, em geral, é maior nas artérias do que na veia ⁶⁶. O óxido nítrico, principal regulador do tônus vascular, da homeostase e da atividade de resposta da camada média a substâncias vasoconstritoras, foi recentemente detectado em maior quantidade na mamária do que na veia ^{67,68}. O óxido nítrico também inibe a agregação plaquetária e leucocitária, além da adesão e proliferação da musculatura lisa ⁶⁹, papéis certamente importantes no mecanismo de oclusão dos enxertos.

2.3. ARTÉRIA RADIAL

A artéria radial foi proposta como enxerto para CRM em 1971 por Carpentier ⁷⁰ sendo desaconselhada, dois anos mais tarde, devido a seu elevado índice de oclusão precoce (35 %), atribuído a vasoespasma ⁷¹. Quinze anos depois, alguns destes pacientes foram reavaliados por cinecoronariografia que mostrou perviedade perfeita dos enxertos demonstrando que aquelas alterações iniciais foram transitórias.

Em 1992, este mesmo grupo publicou uma nova série de pacientes revascularizados com radial com uma perviedade de 93,5 % em 9 meses ⁷², despertando o interesse para este conduto.

A artéria radial é atualmente um dos enxertos arteriais mais utilizados para CRM em todo o mundo ^{26,73-89}. O curto período de seguimento é fator limitante para conclusões

definitivas sobre seu papel na CRM, mas os resultados iniciais e também de médio prazo são promissores.

Acar e colegas do grupo do Dr. Carpentier, como pioneiros na utilização deste conduto, publicaram em 1998 a primeira série com 5 anos de seguimento demonstrando perviedade de 83 % dos enxertos de radial, todos implantados proximalmente na aorta. A sobrevida dos pacientes foi de 91,6 %⁹⁰.

Possati e colegas publicaram em 1999 uma série com seguimento também de 5 anos apresentando perviedade de 91,9 % para radiais implantadas igualmente na aorta⁹¹.

Iacò e colegas do grupo do Dr. Calafiore apresentaram em 2001 resultados de pacientes revascularizados por radial com seguimento de 8 anos⁹². Trinta e seis pacientes receberam implante proximal da radial na aorta e 128, na ATI esquerda. A sobrevida dos enxertos foi de 95,6 % após 4 anos. A sobrevida dos pacientes foi de 83,2 % após 8 anos, 80 % livre de eventos cardíacos.

Amano e colegas publicaram em 2001 uma série de 475 pacientes com durabilidade dos enxertos de radial (50 % implantados na ATI esquerda) de 86,2 % em 3 anos²⁹.

2.4. ENXERTOS ARTERIAIS E VASOESPASMO

Devido a presença de uma camada muscular mais proeminente em sua parede, os enxertos arteriais estão mais sujeitos a vasoespasmos do que a veia safena. Esta condição

representa um problema a ser manejado no trans- e pós-operatório da revascularização arterial do miocárdio.

O manejo do vasoespasma trans-operatório da ATI já foi estudado amplamente, sendo que as drogas mais consagradas são a papaverina utilizada intraluminalmente e a nitroglicerina endovenosa no trans- e pós-operatório imediato ^{26,34,40,73,93,94}.

A papaverina intraluminal também tem a capacidade de aumentar o fluxo e o calibre dos enxertos de ATI ^{94,95}.

A radial, caracteristicamente uma artéria muscular, apresenta mais musculatura lisa em sua camada média do que a ATI, o que a torna ainda mais vulnerável ao aparecimento de vasoespasma. A incidência de vasoespasma em enxertos de artéria radial gira em torno de 5 a 10% ^{72,96}.

Existem evidências de que a produção de óxido nítrico seja menor em artéria radiais do que mamárias ⁹⁷. Além disso, a serotonina, um potente vasoconstritor, induz espasmo in vivo na radial mas não na mamária ⁹⁸, o que demonstra a diferente atuação das camadas musculares dos dois vasos.

Apesar de não haver nenhum tratamento comprovado, muitas são as drogas propostas para o manejo do vasoespasma após o implante de enxertos de artéria radial.

Os bloqueadores dos canais de cálcio são as mais utilizadas desde que foram eleitas empiricamente como um dos fatores responsáveis pelo sucesso na reintrodução da artéria

radial como conduto para CRM. Muitos grupos defendem sua administração no trans-operatório via endovenosa ^{26,34,73,79,80,93} ou intraluminalmente ^{29,32} ou ambos ³⁰. Existe também a prática empírica de manter tratamento via oral no pós-operatório durante até 1 ano ^{26,30,34,71,77,79,80,93}.

A papaverina é a droga mais utilizada intraluminalmente ^{26-28,73,74,77,79,93}, provavelmente devido ao seu emprego quase rotineiro em enxertos de ATI esquerda.

Apesar da sua larga utilização, os trabalhos que estudaram a ação dos bloqueadores do cálcio no controle do vasoespasmó in vivo não mostraram benefício ^{89,96,98}. Em modelos experimentais para produção de espasmo com segmentos de radiais a partir de noradrenalina e KCl, o diltiazem e o verapamil não preveniriam o fenômeno enquanto que a nifedipina foi eficaz contra a noradrenalina. Nitroglicerina e dinitrato de isossorbida foram eficazes contra as duas drogas indutoras. Na reversão do fenômeno, somente nifedipina, dinitrato de isossorbida e nitroglicerina foram eficazes, esta última sendo a mais potente ⁹⁹.

Existe unanimidade entre os autores de que uma técnica de dissecação correta com pouco manuseio, evitando traumatizar os enxertos é de suma importância na prevenção do espasmo.

2.5. BENEFÍCIO DE UM SEGUNDO ENXERTO ARTERIAL

Muitos são os trabalhos que demonstraram benefício extra de revascularização com ATI bilateral ^{23,25,100-103}. Apesar disso, a complexidade cirúrgica desta estratégia e também sua potencial morbidade são responsáveis por uma sub-utilização.

A utilização da radial como segundo enxerto arterial tem um número menor de evidências de benefício clínico, mas melhor aceitação entre os cirurgiões.

Cohen e colegas compararam retrospectivamente 956 pacientes que receberam ATI esquerda e safena com 478 que receberam ATI esquerda e radial demonstrando por regressão logística que a radial foi protetora contra morbi-mortalidade precoce e tardia. O grupo que recebeu artéria radial tinha maior prevalência de diabetes, doença vascular periférica e hipertensão. A análise de qualidade dos enxertos e coronárias revascularizadas mostrou similaridade entre os dois grupos ²⁷.

Borger e colegas compararam a evolução intra-hospitalar de pacientes revascularizados com ATI esquerda + safena e outros com ATI esquerda + um segundo enxerto arterial + safena. Este segundo enxerto arterial era a ATI direita ou artéria radial. Pacientes que receberam dois enxertos arteriais tiveram menor incidência de síndrome de baixo débito cardíaco pós-operatória e IAM peri-operatório. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto a mortalidade, mas a análise de regressão logística multivariável revelou que a utilização de somente um enxerto arterial (contra dois) foi um forte preditor de mortalidade e morbidade cardíaca (odds ratio=2,2, IC 95% 1,4-3,3). Em um segundo tempo o grupo de enxertos arteriais foi comparado internamente sendo que os pacientes que receberam artéria radial, apesar de maior prevalência de diabetes, doença vascular periférica e idade avançada, apresentaram menor índice de mediastinite e tendência a menos transfusões sanguíneas ²⁶.

Lemma e colegas analisaram a evolução de 94 pacientes que receberam mamária bilateral e 156 pacientes que receberam ATI esquerda + radial. As únicas diferenças

detectadas foram maior tempo cirúrgico e sangramento pós-operatório no grupo ATI bilateral

30

2.6. ENXERTOS ARTERIAIS COMPOSTOS

As artérias são condutos mais complexos e demorados na sua dissecação e preparo. Além disso, a retirada de múltiplas artérias para servirem de enxerto tende a aumentar a morbidade cirúrgica.

O advento da revascularização arterial total impulsionou, portanto, a utilização de enxertos arteriais compostos, pois esta técnica permite atingir este objetivo com apenas 2 artérias.

Outra vantagem desta estratégia é que o segundo conduto torna-se - mesmo que artificialmente - pediculado, adquirindo os potenciais benefícios de um enxerto *in situ*. De fato, existem evidências da perda de 10-15 % na durabilidade das mamárias quando utilizadas como enxerto livre (anastomose proximal na aorta)^{23,104-106}, o que pode ser extrapolado para qualquer conduto arterial. A explicação mais aceita para esta falha nos enxertos livres é a sua incompatibilidade de espessura de parede e, até mesmo, de fluxo com a aorta.

Uma outra vantagem de não utilizar a aorta para a anastomose proximal é que possibilita a sua execução pré circulação extra-corpórea, podendo diminuir este período comprovadamente deletério e evitando clampeamentos aórticos extras. A eliminação de enxertos saindo da aorta também favorece a reabertura do esterno em possíveis reoperações, muito embora o objetivo da revascularização arterial seja justamente evitá-las.

A potencial desvantagem da utilização de enxertos arteriais compostos é que a irrigação da área revascularizada depende exclusivamente do fluxo do pedículo da ATI esquerda.

Em defesa da segurança desta estratégia, temos uma publicação de Speziale e colegas demonstrando um acréscimo de 31 % no fluxo do pedículo da ATI esquerda logo após a construção do enxerto composto em Y com ATI direita, artéria gastroepiplóica ou artéria gástrica inferior ³⁸. Royse e colegas, utilizando artéria radial para compor o enxerto com a ATI esquerda, verificaram um aumento de quase 78 % no fluxo do pedículo ³⁹. Wendler e colegas utilizaram um modelo de enxerto composto em T demonstrando fluxo adequado no pedículo, além de aumento na reserva de fluxo com 6 meses de pós-operatório ($1,82 \pm 0,4$ vs $2,53 \pm 0,73$, $p=0,009$) ⁴¹.

Além disso, vários grupos têm lançado mão desta técnica para atingir a revascularização arterial total ou o maior número de coronárias possíveis com resultados iniciais tão bom quanto ou melhores do que a revascularização convencional ²⁸⁻⁴⁰. Existem pelo menos 3 estudos com seguimento maior do que 4 anos. Barner e colegas publicaram uma série de 1.020 pacientes revascularizados totalmente com enxertos compostos de ATI esquerda, radial, ATI direita e gastroepiplóica. A sobrevida foi de 90 % em 5 anos ³¹. Como citado anteriormente na seção ARTÉRIA RADIAL, o grupo do Dr. Calafiore apresentou resultados de 8 anos de seguimento em 164 pacientes, dos quais 128 (78 %) receberam enxertos arteriais compostos, com sobrevida de 83,2 % ⁹². Um terceiro grupo, do Japão, utilizou enxertos compostos com ATI esquerda e radial em 50 % dos pacientes que tiveram uma sobrevida de 93,7 % em 4 anos ²⁹.

Existem algumas considerações sobre o fluxo da radial como artéria secundária no enxerto composto; considerações estas que relacionam fluxo do enxerto com o grau de estenose da coronária nativa e determinaram algumas indicações para seu implante.

String sign (estreitamento no lúmen característico de artérias musculares) é um sinal angiográfico de baixo fluxo no vaso, podendo representar fluxo competitivo do enxerto com a coronária. Em algumas séries de pacientes revascularizados com enxertos arteriais compostos este sinal foi descrito quase que exclusivamente quando as radiais foram implantadas em coronárias com menos de 70 % de estenose^{29,35,89,92}. Além disso, Moran e colegas descreveram em seu seguimento de 30 meses que radiais que se mantiveram pÉrvias ao longo deste período foram implantadas em coronárias com estenose média de 73 %, enquanto que, nas ocluídas, a estenose média era de 40 %. Mais ainda, 9 das 10 que ocluíram foram implantadas em coronárias com estenose menor do que 70 %⁸⁹.

A partir destas evidências, prefere-se utilizar enxertos arteriais compostos com radial somente quando a lesão da coronária ocupar ao menos 70 % do lúmen, do contrário, enxertos com fluxo mais consistente como a radial ou safena implantadas diretamente na aorta estão indicados.

Não existem estudos, entretanto, que investiguem se a inclusão de um segundo enxerto ao pedículo da ATI esquerda modifique o fluxo de sangue direcionado para a DA em relação àquele esperado em caso de implante simples de ATI esquerda para esta coronária.

3. OBJETIVOS

1. Comparar o fluxo livre de sangue no pedículo da ATI esquerda antes e depois da construção do enxerto composto em Y com a artéria radial;
2. Comparar o fluxo livre de sangue destinado à DA antes e depois construção do enxerto composto em Y com a artéria radial.

4. HIPÓTESES

1. A média de fluxo livre de sangue medido no pedículo da ATI esquerda antes da construção do enxerto composto em Y com a artéria radial é diferente da média de fluxo medido depois da construção.
2. A média de fluxo livre de sangue destinado à DA antes da construção do enxerto composto em Y com a artéria radial é diferente da média de fluxo destinado à DA depois da construção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Taggart DP, D'Amico R, Altman GD. Effect of arterial revascularization survival: a systematic review of studies comparing bilateral and single internal mammary arteries. *Lancet* 2001;358:870-5.
2. Kirklin JW, Naftel DC, Blackstone EH, Pohost GM. Summary of consensus concerning death and ischemic events after coronary artery bypass grafting. *Circulation* 1989;79(Suppl I): 81.
3. Kirklin JW, Akins CW, Blackstone EH, et al, ACC/AHA Task Force report. Guidelines and indications for coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 1991;17:543-89.
4. Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* 1994;344:563-70.
5. Favaloro RG, Effler DB, Groves LK, Sheldon WC, Sones FM Jr. Direct myocardial revascularization by saphenous vein graft. Present operative technique and indications. *Ann Thorac Surg* 1970;10:97-111.
6. Johnson W, Flemma JR, Lepley D Jr, Ellison EH. Extended treatment of severe coronary artery disease: a total surgical approach. *Ann Surg* 1969;170:460-70.

7. Femes SE, Levinton C, Naylor CD, et al. Optimal antithrombotic therapy following aortocoronary bypass: a metaanalysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 1993;7: 169-180.
8. Bourassa MG, Fischer LD, Campeau L, Gillespie M, McConney M, Lesperance J. Long-term fate of bypass graft: the Coronary Artery Surgery Study (CASS) and Montreal Heart Institute experiences. *Circulation* 1985;72(6):71-8.
9. Kouchoukos NT, Karp RB, Oberman A, Russel RO Jr, Alison HW, Holt JH Jr. Long-term patency of saphenous veins for coronary bypass grafting. *Circulation* 1978;58(I):96-99.
10. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986;314: 1-6.
11. Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa MG. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous veins grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation* 1984;70:208-12.
12. Cameron A, Kemp HG, Green GE. Bypass surgery with internal mammary artery graft: 15 year follow-up. *Circulation* 1986;74(III):30-6.

13. Acinapura AJ, Rose DM, Jacobowitz IJ, et Al. Internal mammary artery bypass grafting: influence of recurrent angina and survival in 2.100 patients. *Ann Thorac Surg* 1989;48:186-90.
14. Barner HB, Swartz MT, Mudd JG, Tyras DH. Late patency of the internal mammary artery as a coronary bypass conduit. *Ann Thorac Surg* 1982;34:408-11.
15. Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC. Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;89:248-58.
16. Tector AJ, Schmahl TM, Janson B, Kallies JR, Johnson G. The internal mammary artery graft: Its longevity after coronary bypass. *JAMA* 1981;246:2181-6.
17. Cameron A, Kathryn BD, Green GE, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts – effects on survival over a 15-year period. *N Engl J Med* 1996;334:216-9.
18. Gurne O, Chenu P, Polidori C, et al. Functional evaluation of internal mammary artery bypass grafts in the early and late postoperative periods. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:1120-8.
19. Galbut DL, Traad EA, Dorman MJ, et al. Seventeen-year experience with bilateral internal mammary artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1990;49:195-201.

20. Zeff RH, Kongtahworn C, Iannone LA, et al. Internal mammary artery versus saphenous vein graft to the left anterior descending coronary artery: prospective randomized study with 10-year follow-up. *Ann Thorac Surg* 1988;45:533-6.
21. Cameron A, David KB, Green GE, Myers WO, Pettinger M. Clinical implications of internal mammary artery bypass grafts: the Coronary Artery Surgery Study experience. *Circulation* 1988;77:815-9.
22. Cameron A, Green GE, Brogno DA, Thorton J. Internal thoracic artery grafts: 20-year clinical follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:188-92.
23. Pick AW, Orszulak TA, Anderson BJ, Schaff HV. Single versus bilateral internal mammary artery grafts: 10-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg* 1997;64:599-605.
24. Buxton BF, Komeda M, Fuller JA, Gordon I. Bilateral internal thoracic artery grafting may improve outcome of coronary artery bypass grafting. *Circulation* 1998;98:S1-S6.
25. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:855-72.
26. Borger MA, Cohen G, Buth KJ, et al. Multiple arterial grafts: radial versus right internal thoracic arteries. *Circulation* 1998;98(II):7-14.

27. Cohen G, Tamariz MG, Sever JY, et al. The radial artery versus the saphenous vein graft in contemporary CABG: a case-matched study. *Ann Thorac Surg* 2001(jan):180-6.
28. Yilmaz AT, Ozal E, Gunay C, Arslan M, Tatar H. Extended use of radial artery with Y-graft technique for complete arterial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2001(aug):636-7.
29. Amano A, Hirose H, Takahashi A, Nagano N. Coronary artery bypass grafting using the radial artery: midterm results in a Japanese institute. *Ann Thorac Surg* 2001(jul):120-5.
30. Lemma M, Gelpi G, Mangini A, et al. Myocardial revascularization with multiple arterial grafts: comparison between the radial artery and the right internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 2001(jun):1969-73.
31. Barner HB, Sundt TM, Bailey M, Zang Y. Midterm results of complete arterial revascularization in more than 1000 patients using an internal thoracic artery/radial artery T graft. *Ann Surg* 2001;234(4):447-53.
32. Prifti E, Bonacchi M, Frati G, Proietti P, Giunti G, Leacche M. λ graft with the radial artery or free internal mammary artery anastomosed to the right internal mammary artery: flow dynamics. *Ann Thorac Surg* 2001(oct):1275-81.

33. Markwirth T, Hennen B, Scheller B, Schafers HJ, Wendler O. Flow wire measurements after complete arterial coronary revascularization with T-grafts. *Ann Thorac Surg* 2001(Mar):788-93.
34. Tashiro T, Nakamura K, Iwakuma A, et al. Inverted T graft: novel technique using composite radial and internal thoracic arteries. *Ann Thorac Surg* 1999;67:629-31.
35. Weinschelbaum EE, Macchia A, Caramutti VM, et al. Myocardial revascularization with radial and mammary arteries: initial and midterm results. *Ann Thorac Surg* 2001(Oct):1378-83.
36. Tatoulis J, Royse AG, Buxton BR, et al. The radial artery in coronary surgery: a 5-year experience – Clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2002;73:143-8.
37. Sundt TF, Barner HB, Camillo CJ, Gay WA. Total arterial revascularization with an internal thoracic artery and radial artery T graft. *Ann Thorac Surg* 1999;68:399-405.
38. Speziale G, Ruvolo G, Coppola R, Marino B. Intraoperative flow measurement in composite Y arterial grafts. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2000;17(5):505-8.
39. Royse AG, FRACS, Royse CF, Groves KL, Bus B, Yu G. Blood flow in composite arterial grafts and effect of native coronary flow. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1619-22.

40. Tector AJ, Amundsen S, Schmahl TM, Kress DC, Peter M. Total revascularization with T grafts. *Ann Thorac Surg* 1994;57:33-9.
41. Wendler O, Hennen B, Markwirth T et al. T grafts with the right internal thoracic artery to left internal thoracic artery versus the left internal thoracic artery and radial artery: flow dynamics in the internal thoracic artery main stem. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:841-8
42. Cannom DS, Miller DC, Shumway NE, et al. The long-term follow-up of patients undergoing saphenous vein bypass surgery. *Circulation* 1974;49:77.
43. Hutchinson JE, Green GE, Mekhjian HA, Kemp HG. Coronary bypass grafting in 376 consecutive patients, with three operative deaths. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974;67:7.
44. Cheanvechai C, Effler DB, Groves LK, et al. Triple bypass graft for the treatment of severe triple coronary vessel disease. *Ann Thorac Surg* 1974;17:545.
45. Kaul TK, Fields BL, Wyatt DA, Jones CR, Kahn DR. Reoperative coronary artery bypass surgery: early and late results and management in 1300 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;36:303-12.
46. Merrill WH, Elkins CC, Stewart JR, Frist WH, Bender HW Jr. Third time coronary artery bypass grafting: mid term results. *Ann Thorac Surg* 1993;55:582-5.

47. Accola KD, Craver JM, Weintraub WS, Guyton FA, Jones EL. Multiple reoperative coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1991;52:738-44.
48. Campeau L, Enjalbert M, Lespérance J, et al. Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation* 1983;68(II):1-7.
49. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: Angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:616-26.
50. Bourassa MG, Campeau L, Lesperance J, Grondin CM. Changes in grafts and coronary arteries after saphenous vein aortocoronary bypass surgery: Results of repeat angiography. *Circulation* 1982;65(II):II-90.
51. Chesebro JH, Clements IP, Fuster V, et al. A platelet-inhibitor-drug trial in coronary-artery bypass operations. Benefit of perioperative dipyridamole and aspirin therapy on early postoperative vein-graft patency. *N Eng J Med* 1982;307:73.
52. Chesebro JH, Fuster V, Elveback LR, et al. Effect of dipyridamole and aspirin on late vein-graft patency after coronary bypass operations. *N Eng J Med* 1984;310:209.

53. Gitler B, Gitler EP. Efficacy of antiplatelet drugs in the maintenance of aortocoronary vein bypass graft patency. *Am Heart J* 1983;106:563.
54. Angelini GD. Saphenous vein graft failure: Etiologic considerations and strategic prevention. *Curr Opin Cardiol* 1992;7:939-44.
55. Galt SW, Zwolak RM, Wagner RJ, Gilbertson JJ. Differential responses of arteries and vein grafts to blood flow reduction. *J Vasc Surg* 1993;17:563-70.
56. Gohlke H Gohlke BC, Sturzenhofecker P, Gornandt L, et al. Improved graft patency with anticoagulant therapy after aortocoronary bypass surgery. A prospective, randomized study. *Circulation* 1981;64(2):22-27.
57. Higginbotham M, Hunt D, Stuckey J, Sloman G. Prospective angiographic assessment of factors affecting early patency of saphenous vein-coronary artery bypass grafts. *Aust NZ J Med* 1980;10:295-9.
58. Vineberg AM, Miller W. Internal mammary coronary anastomosis in the surgical treatment of coronary artery insufficiency. *Can Med Assoc J* 1951;64:204-7.
59. Sones JR, Shirley EK. Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1962;31:735-40.

60. Green GE, Stertzner SH, Reppert EH. Coronary arterial bypass grafts. *Ann Thorac Surg* 1968;5:443-6.
61. Heggtveit HA, Lobo FV. Atherosclerosis in internal mammary arteries selected for coronary artery bypass grafting. *Can J Cardiol* 1992;8:50-2.
62. Barner HB, Barnett MG. Fifteen-to twenty-one-year angiographic assessment of internal thoracic artery as a bypass conduit. *Ann Thorac Surg* 1994;57:1526-8.
63. Sims, FH. Discontinuities in the internal elastic lamina: a comparison of coronary and internal mammary arteries. *Artery* 1985;13:33-9.
64. Predel HG, Yang Z, Von Segesser L, Turina M, Buhler FR, Luscher TT. Implications of pulsatile stress on growth of saphenous vein and mammary artery smooth muscle. *Lancet* 1992;340:878-9.
65. Yang Z, Luscher TT. Basic cellular mechanism of coronary bypass graft disease. *Eur Heart J* 1993;14:193-7.
66. Chua YL, Pearson PJ, Evora PRB, Schaff HV. Detection of intraluminal release of endothelium-derived relaxing factor from human saphenous vein. *Circulation* 1993;88:128-32.

67. Luscher TF, Diederich D, Siebnmann R, et al. Difference between endothelium-dependent relaxation in arterial and venous coronary bypass grafts. *N Eng J Med* 1988;319:462-7.
68. Liu Z-G, Ge Z-D, He G-W. Difference in endothelium-derived hyperpolarization and nitric oxide release between human internal mammary artery and saphenous vein. *Circulation* 2000;102(III):296-301.
69. Bolotina VM, Najibi S, Palacino JJ, et al. Nitric oxide directly activates calcium-dependent potassium channels in vascular smooth muscle. *Nature* 1994;368:850-3.
70. Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, Frechette C, Dubost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973;16:11-21.
71. Carpentier AF. Section of coronary bypass - Discussion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;70(3):429-430.
72. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P, Chachques JC, Fabiani JN, Deloche A, Guermontprez JL, Carpentier AF. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992;54:652-60.

73. Brodman RF, Frame R, Camacho M, Chen A, Hollinger I. Routine use of unilateral and bilateral radial arteries for coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:959-63.
74. Buxton BF, Fuller JA, Tatoulis J. Evolution of complete arterial grafting. *Tex Heart Inst J* 1998;25:17-23.
75. Calafiore AM, Teodori G, Giammarco GD, D'Annunzio E, Angelini R, Vitolla G, Maddestra N. Coronary revascularization with the radial artery: new interest for an old conduit. *J Card Surg* 1995;10:140-146.
76. Dietl CA, Benoit CH. Radial artery graft for coronary revascularization: technical considerations. *Ann Thorac Surg* 1995;60:102-10.
77. Affonso da Costa FD, Affonso da Costa I, Poffo R, Abuchaim D, Gaspar R, Garcia L, Faraco DL. Myocardial revascularization with the radial artery: a clinical and angiographic study. *Ann Thorac Surg* 1996;62:475-480.
78. Chen AH, Nakao T, Brodman RF, Greenberg M, Charney R, Menegus M, Johnson M, Grose R, Frame R, Hu EC, Choi HK, Safyer S. Early postoperative angiographic assessment of radial artery grafts used for coronary bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;1208-12.

79. Manasse E, Sperti G, Suma H, Canosa C, Kol A, Martinell L, Schiavello R, Crea F, Maseri A, Possati GF. Use of the radial artery for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1076-83.
80. Weinschelbaum EE, Gabe ED, Macchia A, Smimmo R, Suárez LD. Total myocardial revascularization with internal thoracic arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114:911-6.
81. Van Son JA. Use of radial artery as coronary bypass graft in myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1999;67(6):1825-6.
82. Bhan A, Gupta V, Choudhary SK, et al. Radial artery in CABG: could the early results be comparable to internal mammary artery graft ? *Ann Thorac Surg* 1999;67(6):1631-6.
83. Barner HB. Defining the role of the radial artery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1996;8(1):3-9.
84. Ohashi H, Tsutsumi Y, Kawai T, Nagamine H, Onaka M. Early postoperative results of coronary revascularization with the radial artery: an analytical study of vascular diameter ratio of the graft and the coronary artery. *Kyobu Geka* 1999;52(4):321-5.
85. Lupi A, Trani C, Gaudino M, et al. Remodelling of the radial artery graft 5 years after aortocoronary bypass intervention. *Cardiologia* 1999;44(4):381-4.

86. Reger TB, Vargas G. The return of the radial artery in CABG. *Ann J Nurs* 1999; 99(9):26-30.
87. Apostolidou IA, Skubas NJ, Despotis GJ, et al. Occurrence of myocardial ischemia immediately after coronary revascularization using radial conduits. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001;15(4):433-8.
88. Parolari A, Rubini P, Alamanni F, et al. The radial artery: Which place in coronary operation? *Ann Thorac Surg* 2000;69:1288-94.
89. Moran SV, Baeza R, Guarda E, et al. Predictors of radial artery patency for coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 2001;(nov):1552-6.
90. Acar C, Ramsheyi A, Pagny J-Y. The radial artery for coronary artery bypass grafting: Clinical and angiographic results at five years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:981-9.
91. Possati G, Gaudino M, Santarelli F, et al. The radial artery in coronary surgery: the midterm clinical and angiographic results and the variation in vasoreactivity over time. *G Ital Cardiol* 1999;29(2):135-42.
92. Iacò AL, Teodori G, Di Giammarco G, et al. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001;(Aug):464-8.

93. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, et al. Radial artery and inferior epigastric artery in composite grafts: improved midterm angiographic results. *Ann Thorac Surg* 1995;60:517-24.
94. Vilandt J, Kjaergard H, Aggestrup S, Andreasen JJ, Olesen A. Intraluminal papaverine with pH 3 doubles blood flow in the internal mammary artery. *Scand Cardiovasc J* 1999;33(6):330-2.
95. Saadi E. Dilatação farmacológica da artéria mamária interna durante cirurgia de revascularização do miocárdio: comparação entre papaverina e nitroprussiato de sódio. *Tese de Doutorado*, Porto Alegre 1996.
96. Arena G, Abbate M. Is calcium antagonist administration necessary after aortocoronary-bypass with the radial artery? *Ital Heart J* 2000 Feb;1:256-8.
97. He G-W, Liu Z-G. Comparison of nitric oxide release and endothelium-derived hyperpolarizing factor-mediated hyperpolarization between human radial and internal mammary arteries. *Circulation* 2001;104(12):344-9.
98. Sperti G, Manasse E, Kol A et al. Comparison of response to serotonin of radial artery grafts and mammary grafts to native coronary arteries and the effect of Diltiazem. *Am J Cardiol* 1999;83:592-6.
99. Cable DG, Caccitolo JA, Pearson PJ et al. New approaches to prevention and treatment of radial artery graft vasospasm. *Circulation* 1998;98(II):15-22.

100. Taggart DP, D'Amico R, Altman DG. Effect of arterial revascularization on survival: a systematic review of studies comparing bilateral and single internal mammary arteries. *Lancet* 2001;358:870.
101. Tarelli G, Montovani V, Maugeri R, et al. Comparison between single and double internal mammary artery grafts: results over ten years. *Ital Heart J* 2001; 2(6):423-7.
102. Masahiro E, Hiroshi N, Yasuko T, Hiroshi K. Benefit of bilateral over single internal mammary artery grafts for multiple coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2001;104(18):2164-70.
103. Lytle BW, Loop F. Superiority of bilateral internal thoracic artery grafting: It's been a long time coming. *Circulation* 2001;104(18):2152-4.
104. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Golding LAR, Taylor PC, Stewart RW. Free (aorta-coronary) internal mammary artery graft. Late results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:827.
105. Dion R, Glineur D, Derouck D, et al. Long-term clinical and angiographic follow-up of sequential internal thoracic artery graft. *Eur J Card-thorac Surg* 2000;17:407-14.

106. Buxton BF, Ruengsakultach P, Fuller J, et al. The right internal thoracic artery graft – benefits of grafting the left coronary system and native vessels with a high-grade stenosis. *Eur J Card-thorac Surg* 2000;18:255-61.

Free Flow Measurements in Y-Grafts with Internal Thoracic Artery and Radial Artery

Armando Bocchi Barlem, MD, Eduardo Keller Saadi, MD

Division of Cardiovascular Surgery of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil

Background. In order to improve the late results in the coronary bypass surgery, total arterial revascularization has been proposed. This can be achieved connecting the radial artery to the left pedicled internal thoracic artery as an Y-graft. This strategy raises some concerns because all blood flow depends on the left internal thoracic pedicle, and the blood flow to the left anterior descending coronary may be different from that supplied by a single left internal thoracic artery implantation.

Methods. Fifteen patients had their left coronary system bypassed by composite Y-grafts with radial and left internal thoracic arteries. The free blood flow in the single left internal thoracic artery and in the composite Y-graft was assessed by direct measurement.

Results. The free flow in the single left internal thoracic artery was 86.93 ± 15.30 ml/min while in the Y-graft it was 148.00 ± 17.04 ml/min, representing an increase of 70.25 % in the blood flow of the left internal thoracic artery pedicle ($p < 0.001$). The free flow in the left internal thoracic artery extremity of the Y-graft was 73.60 ± 10.34 ml/min, a decrease of 15.33 % in the flow assessed in the single left internal thoracic artery before the Y-graft construction ($p < 0.001$).

Conclusions. The construction of the Y-graft increased in about 70 % the blood flow in the left internal thoracic artery pedicle, and the partial flow deviation through the radial artery decreased in about 15 % the potential blood flow supplying the left anterior descending coronary region.

The left internal thoracic artery (ITA) grafting for the left anterior descending coronary (LAD) has been responsible for a dramatic improvement in the late results of coronary artery bypass grafting (CABG) and has become the gold-standard for this procedure [1-3]. More recently, the inclusion of a second arterial graft in addition to the left ITA has proven to confer extra benefits [4-7]. Total arterial revascularization seems to be, therefore, the strategy to obtain the best long-term results in CABG.

In order to minimise morbidity, total arterial revascularization can be achieved with only two arterial grafts in an Y-graft configuration [8,9]. The most common arteries connected to the side of the *in situ* left ITA to form a composite Y-graft are the free right ITA and the radial. The latter has been preferred ultimately because it has a longer length and a lower risk of sternal wound complications, is easier to manipulate and can be harvested at the same time as the left ITA [6,10].

Several groups have reported good clinical results using composite arterial grafts for total arterial revascularization [11-13], but there is still little knowledge about the capacity of the left ITA pedicle to meet all flow requirements of an important area of ischemic myocardium. In

Material and methods

Patients

From March 2001 to March 2002, composite Y-grafts with left ITA and radial arteries were used to bypass the left coronary system of 15 patients. Although this technique could be used to achieve total arterial revascularization in all of them, we preferred to treat right coronary system stenosis with saphenous vein grafting. The viability of use of the radial arteries was assessed only by a preoperative Allen test. The radial grafts were obtained from the non-dominant arm, the left one in all cases. Informed consent was obtained from all patients.

Composing the Y-grafts

The construction of the composite grafts was performed before the cardiopulmonary bypass installation and after administration of heparin. The radial artery was anastomosed end-to-side to the *in situ* left ITA at the level of the left atrial appendage using a continuous 7-0 polypropylene suture. To prevent vasospasm, a warm diluted papaverine hydrochloride solution was gently injected intraluminally in both arteries, and an intravenous infusion of nitroglycerine was then started and maintained during the first 24 postoperative hours.

Flow measurements

The free flow measurements were made with the grafts positioned horizontally and bleeding against no resistance directly into a graduated container for 30 seconds. This volume was multiplied by 2 to calculate the flow rate in millilitres per minute (ml/min). The first flow

addition, it has never been described whether the amount of blood going to the LAD is different from that supplied by a single *in situ* left ITA implantation.

This study was designed for free blood flow assessment in the single left ITA and in the composite Y-graft with the radial artery. We analyzed the changes in the pedicle flow and in the left ITA extremity of the Y-graft (blood to be supplied to the LAD).

measurement was in the single left ITA before the Y-graft construction (flow 1). After that, we measured the free flow of both extremities of the Y-graft simultaneously but in different containers (flow 2a and 2b). The total volume (flow 2a + 2b) is the free flow in the composite Y-graft and measures the flow in the left ITA pedicle after the construction. The free flow in the left ITA extremity of the Y-graft (flow 2a) measures the blood flow to the LAD after the construction. The length from the Y anastomose to the distal extremities of both grafts and the internal diameter of each one were measured. Mean arterial pressure, central venous pressure and heart rate were recorded during all blood flow measurements.

Analysis of Results

The length and diameter of the left ITA grafts were compared to the length and diameter of the radial grafts, and mean arterial pressure, central venous pressure and heart rate were compared at both measurements time points.

We compared the single left ITA free flow (flow 1) with the Y-graft free flow (flow 2a + 2b) to test if and to what extent the composition alters the maximal flow of the ITA pedicle, and we compared the single left ITA free flow (flow 1) with the free flow in the left ITA extremity of the Y-graft (flow 2a) to test if there would be any change in the amount of blood that supplies the LAD region. We also compared the free flow in the left ITA extremity (flow 2a) with the free flow in the radial extremity (flow 2b) to investigate which graft receives a higher blood flow in this technique.

All data are presented as mean value and standard deviation. All variables were tested with the *t* test for paired samples. Differences with $p < 0.05$ were considered significant.

Results

The mean age of the patients was 60.80 ± 8.0 years (range 44-76). The mean cardiopulmonary bypass time was 55.60 ± 10.60 minutes and the mean aortic cross-clamping time was 42.20 ± 8.69 minutes. There were 42

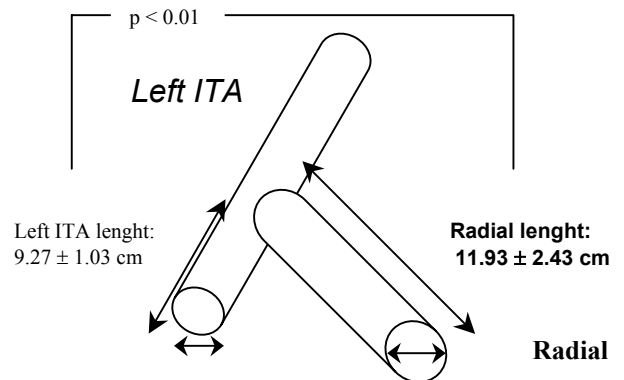


Fig 1. The radial grafts were larger and longer than the left ITA grafts. $p = 0.013$

grafts (11.93 ± 2.43 cm versus 9.27 ± 1.03 cm, $p < 0.01$). The internal diameter was also larger in the radial than in left ITA grafts (1.92 ± 2.00 mm versus 1.72 ± 1.75 mm, $p = 0.013$) (Fig 1).

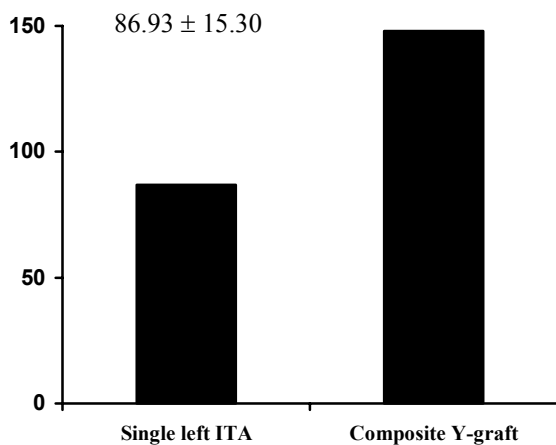
Table 1 shows mean arterial pressure, central venous pressure and heart rate at the two time points of blood flow measurements. There were no statistical differences between the two time points of blood flow measurements in relation to these parameters of hemodynamic control.

The construction of the composite Y-graft increased in 70.25 % the flow of the left ITA pedicle, because the single left ITA free flow (flow 1) was 86.93 ± 15.30 ml/min, while in the Y-graft (flow 2a + 2b) it was 148.00 ± 17.04 ml/min ($p < 0.001$) (Fig 2). The flow deviation from the left ITA pedicle through the radial artery was responsible for a 15.33 % decrease in the potential amount of blood that would be expected to supply the LAD region if a single *in situ* left ITA implantation had been performed to this coronary. This is because the free flow in the left ITA extremity of the Y-graft (flow 2a) was 73.60 ± 10.34 ml/min, versus 86.93 ± 15.30 ml/min in the single left ITA before the Y-graft construction (flow 1) ($p < 0.001$) (Fig 3). There was no statistical difference in the free flow between the two arterial extremities of the Y-graft (flow 2a versus 2b, $p = 0.58$) (Fig 4).

Table 1. Comparison of hemodynamic parameters at the two time points of flow measurement

Parameters	1 st	2 nd	Signif.
	measurement	measurement	
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	
MAP (mmHg)	75.93 ± 9.68	75.20 ± 8.35	NS
CVP (cmH2O)	6.93 ± 2.31	6.67 ± 2.19	NS

distal anastomoses (2.8 for patient), 32 with arterial grafts (76.2 %) and 10 with saphenous vein grafts (23.8 %). Only 5 patients (33.3 %) had total arterial revascularization (because they did not have coronary disease in the right system). All left ITA grafts were implanted in the LAD. The radial grafts were used only for the left coronary system: 9 for circumflex branches, 4 for diagonal arteries, and 2 for both, with sequential anastomoses. The 10 saphenous vein grafts were used to bypass the right coronary and its branches. There were no in-hospital deaths, myocardial infarction or any other ischemic cardiac event. One patient was excluded from the study because of a positive Allen test. There were no postoperative complications in the arm or hand due to radial harvesting. The distance between the Y anastomose and the distal graft extremity was



longer in the radial than in the left ITA

Fig 2. Comparison between the

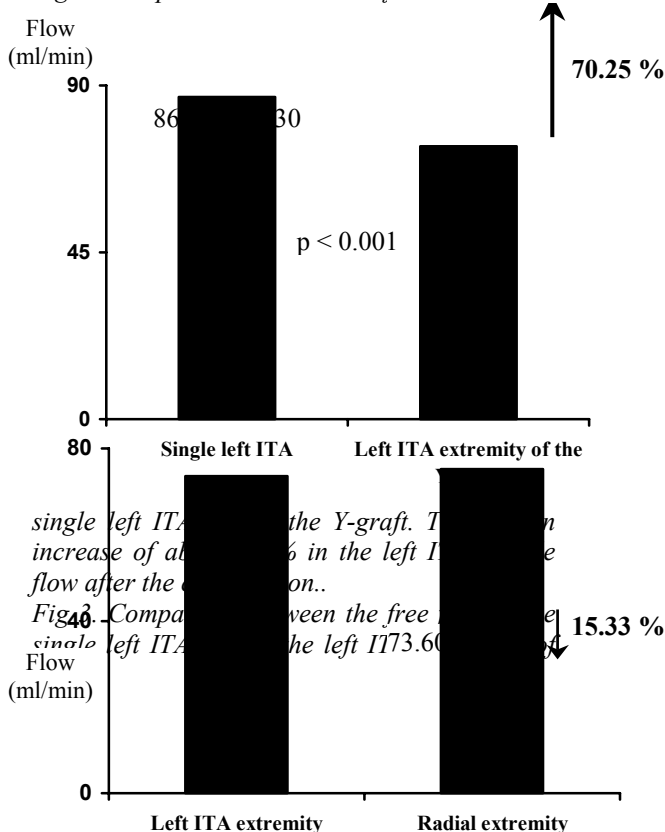


Fig 3. Comparison between the free left ITA and the left ITA extremity of the Y-graft. The increase of flow after the connection.

Comment

The late failure of the saphenous vein grafts is still the major problem in the CABG. These grafts have a strong tendency to develop atherosclerosis, and about 50 % are occluded 10 years after the operation [14]. The left ITA-LAD grafting has dramatically improved the CABG late results, and more than 90 % of these conduits are patent after 10 years [1-3]. This is because the ITA is unlikely to develop obstructive atherosclerosis [14,15]. A near-perfect internal elastic membrane restricts diffusion of formed elements from the lumen into the vessel wall and of mesenchymal or muscle cells from the media into the intima [16]. There has also been evidence that the use of a second arterial graft in addition to the left ITA confers extra benefits to CABG [4-7], and because of that, total arterial revascularization has been proposed. This strategy can be achieved connecting a second arterial graft to the left *in situ* ITA, thus constructing an Y-graft [8,9]. In spite of the potential advantages of the right ITA due to its internal elastic membrane structure, many surgeons have chosen the radial artery to be the second arterial graft because it is longer, has a lower risk of sternal wound complications, is easier to manipulate and can be harvested at the same time as the left ITA [6,10].

Besides requiring only two arterial grafts to achieve the total arterial revascularization, Y-grafts also have the advantage of transforming the second graft into an artificial *in situ* conduit, which may increase its durability.

the Y-graft. There is a decrease of about 15 % in the potential amount of blood that would supply the LAD region..

Fig 4. Comparison between the free flow of the two extremities of the Y-graft. The blood flow from the left ITA pedicle was equally divided between the two arterial grafts.

Table 2. Free flow rates in the single left ITA and in the left ITA extremity after the Y-graft for each patient..

	Single left ITA flow rates (ml/min)	Left ITA extremity flow rates (ml/min)
Patient 1	88	76
Patient 2	100	82
Patient 3	80	68
Patient 4	96	68
Patient 5	76	64
Patient 6	80	74
Patient 7	56	66
Patient 8	96	80
Patient 9	84	78
Patient 10	72	68
Patient 11	80	64
Patient 12	124	104
Patient 13	92	76
Patient 14	96	72
Patient 15	84	64
Mean	86.93	73.60

p < 0.001

our study, caused a decrease of about 15 % (from a mean of 86 ml/min to 73 ml/min) in the free flow in the left ITA extremity. Although this difference was statistically significant (p < 0.001), we think that its clinical impact may be not important. Moreover, the lowest flow rate measured in the left ITA extremity of the Y-graft composition (see table 2) was 64 ml/min which is still within the range of acceptable values for the majority of surgeons and should be enough to supply the amount of blood require to irrigate the LAD region [23,24]. However, these matters must be further investigated by clinical studies in the future.

In spite of its larger diameter (1.92 mm versus 1.72 mm for the left ITA grafts), the free flow in the radial extremity of the Y-graft was not statistically different from the left ITA extremity (75 ml/min versus 73 ml/min, p = 0.58) which shows an equal distribution of flow for the two grafts.

Similar hemodynamic parameters at the two time points of flow measurement (see table 1) demonstrate that neither the bleeding during the first measurement, nor the time gap until the second measurement, nor any other factor have interfered in the flow differences that we found.

is not difficult to agree that the flow rates assessed in our patients' grafts should be adequate for irrigation of their corresponded myocardial regions.

Our analysis of graft flow measurements led us to conclude that:

1. The construction of the Y-graft with the radial artery and the left internal thoracic artery increased its pedicle flow in about 70 %;
2. The partial deviation of flow from the left ITA pedicle through the radial artery decreased the flow in the left internal thoracic artery extremity and, consequently, the amount of blood to be supplied to the left anterior descending coronary in about 15 %.

We can only speculate about the repercussion of these findings in the clinical outcome of the patients. More studies comparing blood flow in arterial grafts and clinical outcomes should be carried out to investigate the exact relationship between these flow changes and the coronary artery bypass surgery results.

References

1. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. N Engl J Med 1986;314: 1-6.
2. Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa MG. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous veins grafts in two consecutives series of patients 10 years after operation. Circulation 1984;70:208-12.
3. Cameron A, Kathryn BD, Green GE, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts – effects on survival over a 15-year period. N Engl J Med 1996;334:216-9.
4. Buxton BF, Komeda M, Fuller JA, Gordon I. Bilateral internal thoracic artery grafting may improve outcome of coronary artery bypass grafting. Circulation 1998;98:S1-S6.
5. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:855-72.
6. Borger MA, Cohen G, Buth KJ, et al. Multiple arterial grafts: radial versus right internal thoracic arteries. Circulation 1998;98(II):7-14.
7. Cohen G, Tamariz MG, Sever JY, et al. The radial artery versus the saphenous vein graft in contemporary CABG: a case-matched study. Ann Thorac Surg 2001(jan):180-6.
8. Calafiore A, Giammarco G, Luciani N, Maddestra N, Di Nardo E, Angelini R. Composite arterial conduits for a wider arterial myocardial revascularization. Ann Thorac Surg 1994; 58:185-90.
9. Weinschelbaum E, Gabe E, Macchia A, Smimmo R, Suarez L. Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal

The absence of myocardial infarctions or any other ischemic cardiac event suggests that the use of intraluminal papaverine and intravenous nitroglycerine were effective in avoiding symptomatic vasospasm of the grafts in our study. However, only further studies specifically designed to investigate it, and, probably, with a larger number of patients, will lead to a definitive conclusion about it. The same can be said about the absence of arm or hand complications and the Allen test.

This study is limited by the fact that it measures only the free flow in the grafts, which is not a complete evaluation of this matter because the resistance of the distal runoff should probably play an important role in the flow distribution once the anastomosis with the coronary arteries are completed and will remain like that. However, free flow represents the maximal flow under natural conditions, and it

10. Lemma M, Gelpi G, Mangini A, et al. Myocardial revascularization with multiple arterial grafts: comparison between the radial artery and the right internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 2001(jun):1969-73.
11. Barner HB, Sundt TM, Bailey M, Zang Y. Midterm results of complete arterial revascularization in more than 1000 patients using an internal thoracic artery/radial artery T graft. *Ann Surg* 2001;234(4):447-53.
12. Yilmaz AT, Ozal E, Gunay C, Arslan M, Tatar H. Extended use of radial artery with Y-graft technique for complete arterial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2001(aug):636-7.
13. Tatoulis J, Royse AG, Buxton BR, et al. The radial artery in coronary surgery: a 5-year experience – Clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2002;73: 143-8.
14. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: Angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:616-26.
15. Barner HB, Barnett MG. Fifteen-to twenty-one-year angiographic assessment of internal thoracic artery as a bypass conduit. *Ann Thorac Surg* 1994;57:1526-8.
16. Sims, FH. Discontinuities in the internal elastic lamina: a comparison of coronary and internal mammary arteries. *Artery* 1985;13:33-9.
17. Pick AW, Orszulak TA, Anderson BJ, Schaff HV. Single versus bilateral internal mammary artery grafts: 10-year outcome
24. Hata H, Shiono M, Orime Y, et al. Clinical results of coronary artery bypass grafting with use of the internal thoracic artery under low free flow conditions. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119(1):125-9.

- analysis. *Ann Thorac Surg* 1997;64:599-605.
18. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Golding LAR, Taylor PC, Stewart RW. Free (aorta-coronary) internal mammary artery graft. Late results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:827.
 19. Dion R, Glineur D, Derouck D, et al. Long-term clinical and angiographic follow-up of sequential internal thoracic artery graft. *Eur J Card-thorac Surg* 2000;17:407-14.
 20. Bertolini P, Santini F, Montalbano G, Pessotto R, Mazzucco A. Single aortic cross-clamping technique in coronary surgery: a prospective randomized study. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;12(3):413-8.
 21. Speziale G, Ruvolo G, Coppola R, Marino B. Intraoperative flow measurement in composite Y arterial grafts. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2000;17(5): 505-8.
 22. Royse AG, FRACS, Royse CF, Groves KL, Bus B, Yu G. Blood flow in composite arterial grafts and effect of native coronary flow. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1619-22.
 23. Eckel L, Skupin M, Schrader R, et al. Adequate flow through the internal mammary artery graft achieved by a dilatation technique. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990;38(3):157-60.

Medidas de Fluxo Livre em Enxertos Compostos em Y com Artéria Torácica Interna Esquerda e Artéria Radial

Armando Bocchi Barlem, Eduardo Keller Saadi

Departamento Cirurgia Cardiovascular do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Introdução. Na tentativa de melhorar os resultados a longo prazo para cirurgia de revascularização do miocárdio, a revascularização arterial total tem sido proposta. Ela pode ser obtida juntando-se a artéria radial e a artéria torácica interna esquerda em um enxerto composto em Y. As preocupações referentes a esta estratégia são a dependência total do fluxo do pedículo da artéria torácica interna esquerda e as potenciais mudanças na quantidade de sangue direcionado para a coronária descendente anterior.

Métodos. Quinze pacientes tiveram seu sistema coronariano esquerdo revascularizado por enxertos em Y compostos pela artéria torácica interna esquerda e artéria radial. Os fluxos livres na artéria torácica interna esquerda e no enxerto composto foram obtidos por medida direta.

Resultados. O fluxo livre na artéria torácica interna esquerda pré-construção foi $86,93 \pm 15,30$ ml/min e o fluxo livre no enxerto em Y foi $148,00 \pm 17,04$ ml/min, representando um aumento de 70,25 % no fluxo do pedículo da artéria torácica interna esquerda ($p < 0,001$). O fluxo livre na extremidade do enxerto composto correspondente a artéria torácica interna esquerda foi $73,60 \pm 10,34$ ml/min, uma diminuição de 15,33 % comparado ao seu fluxo pré-construção ($p < 0,001$).

Conclusões. A construção do enxerto composto em Y aumentou o fluxo do pedículo da artéria torácica interna esquerda em cerca de 70 %, e o desvio parcial do fluxo do pedículo para a artéria radial diminuiu a quantidade de sangue destinada à DA em cerca de 15 %.

A revascularização da coronária descendente anterior (DA) com a artéria torácica interna (ATI) esquerda foi responsável por uma grande melhora nos resultados tardios da cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM), tornando-se padrão-ouro neste procedimento [1-3]. Mais recentemente, a inclusão de um segundo enxerto arterial além da ATI esquerda demonstrou acréscimo de benefício [4-7]. A revascularização arterial total parece ser, portanto, o modo de obter os melhores resultados a longo prazo na CRM.

Para obter a revascularização arterial total com menor morbidade, pode-se utilizar um enxerto composto em Y com apenas duas artérias [8,9]. As artérias mais comumente anastomosadas termino-lateralmente à ATI esquerda *in situ* para compor o enxerto em Y são a ATI direita e a radial. A última tem sido preferida mais recentemente por ser mais comprida, mais fácil de manusear, possuir menor risco de complicações de esterno e poder ser dissecada simultaneamente à ATI esquerda [6,10].

Muitos grupos demonstraram bons resultados utilizando enxerto arterial composto para revascularização arterial total [11-13], mas sabe-se pouco a respeito da capacidade do pedículo da ATI esquerda sustentar as necessidades de fluxo de uma importante área revascularizada. Além disso, não se sabe se a quantidade de sangue destinada para a DA seria diferente da em caso de um implante simples de ATI esquerda para esta coronária.

Este estudo foi desenhado para obtenção do fluxo livre na ATI esquerda e no enxerto em Y, analisando as possíveis mudanças no fluxo do pedículo da ATI esquerda e também na extremidade distal da ATI esquerda do enxerto

no valor de fluxo calculado em mililitros por minuto (ml/min). A primeira medida executada era na ATI esquerda antes da construção do enxerto composto (fluxo 1). Após isto, o fluxo de ambas extremidades do enxerto era medido simultaneamente, mas em frascos separados (fluxo 2a e 2b). O volume total (fluxo 2a + 2b) foi considerado o fluxo livre do enxerto em Y, representando o fluxo do pedículo da ATI esquerda pós-construção. O volume na extremidade da ATI esquerda do enxerto composto (fluxo 2a) representou o fluxo de sangue destinado à DA. O comprimento dos enxertos desde a anastomose em Y até a extremidade distal e seus calibres foram medidos. A pressão arterial média, a pressão venosa central e a frequência cardíaca foram registradas durante as medidas.

composto (fluxo de sangue destinado à DA).

Material e métodos

Pacientes

De março de 2001 a março de 2002, enxertos compostos em Y com ATI esquerda e radial foram utilizados para revascularizar o sistema coronariano esquerdo de 15 pacientes. Apesar da possibilidade da revascularização arterial total ser realizada em todos os casos, preferimos tratar estenose do sistema coronariano direito com enxertos de veia safena. A viabilidade da retirada das artérias radiais foi avaliada exclusivamente por um teste de Allen pré-operatório. Os enxertos de radial foram obtidos do braço não dominante, o esquerdo em todos os pacientes, que assinaram um termo de consentimento.

Composição dos enxertos em Y

A construção dos enxertos compostos foi feita antes da circulação extra-corpórea e após a administração de heparina. A radial era anastomosada termino-lateralmente ao pedículo da ATI esquerda no nível do apêndice atrial esquerdo por sutura contínua com fio de polipropilene 7.0. Para prevenção de vasoespasm, os enxertos foram injetados intraluminalmente com uma solução diluída de papaverina, e nitroglicerina endovenosa foi iniciada no trans-operatório e mantida nas primeiras 24 horas do pós-operatório.

Medidas de fluxo

As medidas de fluxo livre foram obtidas deixando-se os enxertos, posicionados horizontalmente, sangrarem sem resistência diretamente para dentro de um frasco graduado durante 30 segundos. Este volume multiplicado por 2 resultava

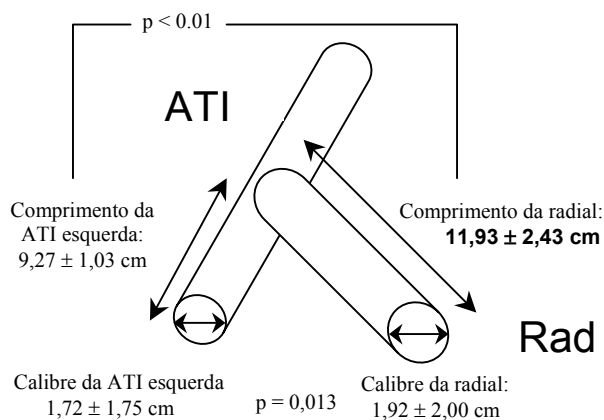


Fig 1. Comparação esquemática de comprimento e calibre entre os dois enxertos. Os enxertos de radial eram mais compridos e calibrosos do que os de ATI esquerda.

complicações pós-operatórias no braço ou mão devido à retirada da radial.

O comprimento médio desde a anastomose em Y até a extremidade distal foi maior nos enxertos de radial do que nos de ATI esquerda ($11,93 \pm 2,43$ cm contra $9,27 \pm 1,03$ cm, $p < 0,01$). O calibre médio dos enxertos de radial

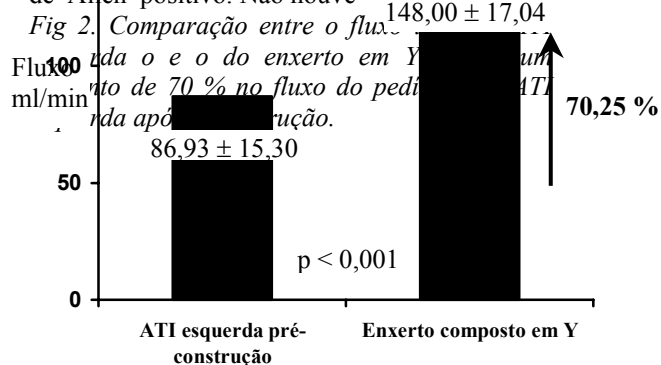
Análise dos resultados

O comprimento e calibre dos enxertos de ATI esquerda foram comparados ao comprimento e calibre dos enxertos de radial. A pressão arterial média, pressão venosa central e frequência cardíaca foram comparadas nos dois momentos de medida de fluxo. Nós comparamos o fluxo livre na ATI esquerda pré-construção (fluxo 1) com o fluxo livre no enxerto em Y (fluxo 2a + 2b) para testar se e quanto a composição do enxerto altera o fluxo máximo de sangue no pedículo da ATI esquerda; e comparamos o fluxo livre na ATI esquerda pré-construção (fluxo 1) ao fluxo livre na extremidade da ATI esquerda do enxerto em Y (fluxo 2a) para testar se existe alguma mudança no fluxo sanguíneo direcionado à DA. Nós também comparamos o fluxo livre nas duas extremidades (fluxo 2a versus 2b) para investigar qual dos enxertos recebe mais sangue nesta técnica.

Todos dados são apresentados em média e desvio padrão. Todas variáveis foram testadas pelo teste *t* para amostradas pareadas. Diferenças com $p < 0,05$ foram consideradas estatisticamente significativas.

Resultados

A idade média dos pacientes foi de $60,80 \pm 8,00$ anos (44-76). O tempo médio de circulação extra-corpórea foi $55,60 \pm 10,60$ minutos e o de pinçamento aórtico foi $42,20 \pm 8,69$ minutos. Foram realizadas 42 anastomoses distais (2,8 por paciente), 32 com enxertos arteriais (76,20 %) e 10 com venosos (23,80 %). Somente 5 pacientes (33,33 %) tiveram revascularização arterial total (por não possuírem doença coronariana no sistema direito). Todas ATI esquerdas foram utilizadas para a DA. Os enxertos de artéria radial foram implantados exclusivamente para o sistema coronariano esquerdo: 9 para ramos da circunflexa; 4 para ramos diagonais; e 2 para ambos, através de anastomoses seqüenciais. Os 10 enxertos venosos foram utilizados para a coronária direita e seus ramos. Nenhum paciente morreu, foi acometido de infarto do miocárdio ou qualquer outro evento isquêmico cardíaco durante a internação hospitalar. Um paciente foi excluído do estudo por que apresentou teste de Allen positivo. Não houve



Discussão

A baixa durabilidade a longo prazo dos enxertos de veia safena ainda é o principal problema da CRM. Estes enxertos têm uma forte tendência ao desenvolvimento de aterosclerose sendo que, 10 anos após a cirurgia, cerca de 50 % estão ocluídos [14]. A revascularização da DA pela ATI esquerda melhorou muito os resultados tardios da CRM e, 10 anos após a cirurgia, mais de 90 % destes condutos estão pérvios [1-3,15]. Isto ocorre porque a ATI é muito resistente ao desenvolvimento de aterosclerose [14,16]. Sua membrana elástica interna quase perfeita restringe a difusão de elementos formados no lumen do

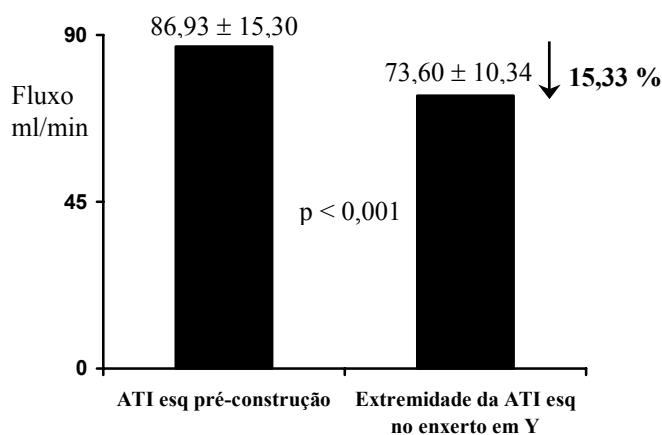
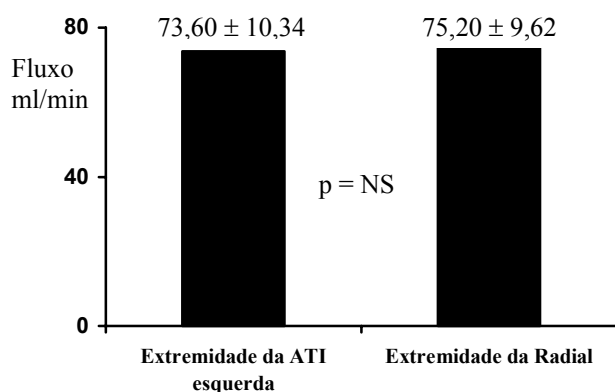


Fig 3. Comparação entre o fluxo livre da ATI esquerda pré-construção do enxerto em Y e da extremidade do enxerto correspondente à ATI esquerda. Há uma diminuição de cerca de 15 % na quantidade de sangue direcionado para a



DA.

Fig 4. Comparação entre o fluxo das duas extremidades do enxerto em Y. O fluxo do pedículo foi dividido igualmente entre os dois enxertos arteriais.

Table 2. Fluxo livre de cada paciente na ATI esquerda pré-construção do enxerto composto e na extremidade da ATI esquerda do Y. Os valores de fluxo mais baixos obtidos na extremidade da ATI esquerda do Y estão destacados.

	Fluxo da ATI pré-construção	Fluxo na extremidade da ATI esquerda do Y
Paciente 1	88	76
Paciente 2	100	82
Paciente 3	80	68
Paciente 4	96	68
Paciente 5	76	64
Paciente 6	80	74
Paciente 7	56	66
Paciente 8	96	80

Este estudo tem a limitação de medir somente fluxo livre dos enxertos, o que não é uma avaliação completa do assunto porque a resistência do runoff distal deve provavelmente exercer uma função importante na distribuição do fluxo após o implante do enxerto na coronária, sendo esta a sua condição definitiva. Entretanto, o fluxo livre representa o fluxo máximo dos enxertos sob condições naturais e não é difícil de concordar que as medidas de fluxo obtidas nos enxertos de nossos pacientes devam ser adequadas para revascularizar sua região de miocárdio correspondente.

Este estudo, que analisou medidas de fluxo, nos permite concluir que:

1. A construção do enxerto em Y com artéria radial e artéria torácica interna esquerda elevou o fluxo de seu pedículo em cerca de 70 %;
2. O desvio parcial de sangue do pedículo pela artéria radial diminuiu o fluxo na extremidade distal da artéria torácica interna esquerda após a construção do enxerto composto e, conseqüentemente, a quantidade de sangue destinado à coronária descendente anterior, em cerca de 15 %.

Paciente 9	84	78
Paciente 10	72	68
Paciente 11	80	64
Paciente 12	124	104
Paciente 13	92	76
Paciente 14	96	72
Paciente 15	84	64

Média **86,93** p < 0,001
73,60

quantidade de sangue destinado à DA, afetando, assim, a tão consagrada técnica.

O desvio de sangue pela radial, em nosso estudo, diminuiu o fluxo na extremidade distal da ATI esquerda em 15 % (de 86 para 73 ml/min). Esta diferença foi altamente significativa estatisticamente ($p < 0,001$), mas queremos crer que não represente um grande impacto clínico. Além disso, as menores medidas de fluxo na extremidade da ATI esquerda do enxerto em Y foram 64 ml/min (tabela 2) estando dentro de valores universalmente aceitos e que devem ser suficientes para irrigar a região da DA [15,16]. Mesmo assim, estas questões devem ser investigadas mais a fundo em estudos clínicos futuros.

Apesar de seu maior calibre (1,92 mm contra 1,72 mm), o fluxo livre médio pela extremidade do enxerto composto correspondente à radial não foi diferente estatisticamente do correspondente à ATI esquerda (75 ml/min contra 73 ml/min, $p = 0,58$), o que demonstra uma distribuição uniforme no fluxo do pedículo.

A similaridade entre os dois momentos de medida de fluxo em relação às condições hemodinâmicas (tabela 1) garante que nem o sangramento na primeira medida, nem o intervalo de tempo até a segunda medida, nem qualquer outra situação interferiu nas diferenças de fluxo resultantes.

A ausência de infartos do miocárdio ou outro qualquer evento isquêmico cardíaco sugere que o uso de papaverina intraluminal e de nitroglicerina endovenosa foi efetivo em evitar vasoespasmó sintomático dos enxertos arteriais em nosso estudo. Entretanto, para conclusões definitivas, este questão tem que ser testada em estudos com este objetivo específico e, provavelmente, um número maior de pacientes. A mesmas coisas podem ser ditas a respeito da ausência de complicações de mão ou braço e do teste de Allen.

8. Calafiore A, Giammarco G, Luciani N, Maddestra N, Di Nardo E, Angelini R. Composite arterial conduits for a wider

22. Royse AG, FRACS, Royse CF, Groves KL, Bus B, Yu G. Blood flow in composite arterial grafts and effect of native coronary flow. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1619-22.

23. Eckel L, Skupin M, Schrader R, et al. Adequate flow through the internal mammary artery graft achieved by a dilatation technique. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990;38(3):157-60.

24. Hata H, Shiono M, Orime Y, et al. Clinical results of coronary artery bypass grafting with use of the internal thoracic artery under low free flow conditions. *J*

- arterial myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1994; 58:185-90.
9. Weinschelbaum E, Gabe E, Macchia A, Smimmo R, Suarez L. Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal thoracic arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114:911-6.
 10. Lemma M, Gelpi G, Mangini A, et al. Myocardial revascularization with multiple arterial grafts: comparison between the radial artery and the right internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 2001(jun):1969-73.
 11. Barner HB, Sundt TM, Bailey M, Zang Y. Midterm results of complete arterial revascularization in more than 1000 patients using an internal thoracic artery/radial artery T graft. *Ann Surg* 2001;234(4):447-53.
 12. Yilmaz AT, Ozal E, Gunay C, Arslan M, Tatar H. Extended use of radial artery with Y-graft technique for complete arterial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2001(aug):636-7.
 13. Tatoulis J, Royse AG, Buxton BR, et al. The radial artery in coronary surgery: a 5-year experience – Clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2002;73: 143-8.
 14. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: Angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:616-26.
 15. Barner HB, Barnett MG. Fifteen to twenty-one-year angiographic assessment of internal thoracic artery as a bypass conduit. *Ann Thorac Surg* 1994;57:1526-8.
 16. Sims, FH. Discontinuities in the internal elastic lamina: a comparison of coronary and internal mammary arteries. *Artery* 1985;13:33-9.
 17. Pick AW, Orszulak TA, Anderson BJ, Schaff HV. Single versus bilateral internal mammary artery grafts: 10-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg* 1997;64:599-605.
 18. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Golding LAR, Taylor PC, Stewart RW. Free (aorta-coronary) internal mammary artery graft. Late results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:827.
 19. Dion R, Glineur D, Derouck D, et al. Long-term clinical and angiographic follow-up of sequential internal thoracic artery graft. *Eur J Card-thorac Surg* 2000;17:407-14.
 20. Bertolini P, Santini F, Montalbano G, Pessotto R, Mazzucco A. Single aortic

cross-clamping technique in coronary surgery: a prospective randomized study. Eur J Cardiothorac Surg 1997;12(3):413-8.

21. Speziale G, Ruvolo G, Coppola R, Marino B. Intraoperative flow measurement in composite Y arterial grafts. Eur J Cardiothorac Surg 2000;17(5): 505-8.

8. ANEXOS

8.1 FOTO 1

Detalhe da anastomose termino-lateral da artéria radial com a ATI esquerda.

8.2 FOTO 2

Aspecto final do enxerto composto em Y com as artérias torácica interna esquerda e radial.

8.3 FOTO 3

Enxerto arterial composto em Y durante a medida de fluxo.

8.4 TERMO DE CONSENTIMENTO

Termo de Consentimento Informado

Você está sendo convidado a participar do estudo “Medidas de fluxo em enxerto arterial composto em Y para cirurgia de revascularização do miocárdio” coordenado pelos Drs. Armando Barlem e Eduardo Saadi do Serviço de Cirurgia Cardiovascular do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Na cirurgia do coração a qual você será submetido, utilizaremos como ponte uma artéria do antebraço (artéria radial) ao invés da veia safena. Isto será feito através de um corte na região anterior do antebraço podendo ou não evitar cortes na perna para a retirada da veia safena.

A retirada desta artéria pode causar alteração de sensibilidade temporária na região do antebraço ou mão e a sua utilização no lugar da veia safena pode aumentar as chances de vasoespasmos de enxerto (diminuição da circulação de sangue na ponte), que será controlado com drogas específicas.

A utilização desta artéria pode melhorar os resultados de sua cirurgia a longo prazo, pois tende a durar mais do que a veia safena.

Eu, _____, entendi os termos acima expostos e concordo em participar deste estudo.

DATA:

Assinatura do paciente:

Assinatura do pesquisador: