

Revascularização cirúrgica do miocárdio com enxerto composto de artérias torácica interna esquerda e radial: comparação do fluxo sanguíneo para artéria coronária esquerda com a técnica convencional

Coronary artery bypass grafting with composite grafts: comparison of blood flow to the left coronary artery with the conventional technique

Josué V. CASTRO NETO¹, Paulo CHACCUR¹, Alexandre R. de CARVALHO¹, Rodolfo STAICO¹, Mariano ALBERTAL¹, Jorge FARRAN¹, Luiz Felipe P. MOREIRA², Luiz Augusto LISBOA², Sérgio A. OLIVEIRA², Paulo P. PAULISTA¹

RBCCV 44205-709

Resumo

Introdução: Os enxertos compostos têm sido freqüentemente utilizados na cirurgia de revascularização do miocárdio (RM). Entretanto, permanece indefinido se essa técnica é capaz de oferecer o mesmo fluxo sanguíneo (Q) aos ramos da artéria coronária esquerda (CE) que a técnica convencional. O objetivo é comparar o Q total aos ramos revascularizados pelas artérias torácica interna esquerda (ATIE) e radial (AR) nas técnicas compostas e convencional.

Método: Estudamos 42 pacientes distribuídos, aleatoriamente, conforme a técnica de RM utilizada. Grupo A ou ATIE e AR composta em Y (n=14). Grupo B ou ATIE e AR composta modificada [enxerto intercoronariano com AR e anastomose da ATIE sobreposta a AR ao nível da artéria interventricular anterior (DA), n=14]. Grupo C ou ATIE pediculada para DA e AR em posição aorto-coronariana (n=14). Trinta e um pacientes foram submetidos a fluxometria (Fx) com cateter-guia doppler de 12-MHz (0,014 polegada, Flowire, Jometrics Inc.), no pós-operatório imediato. A reserva de fluxo

coronariano (RFC) foi calculada pela determinação da média da velocidade de pico (APV) em hiperemia após administração de adenosina.

Resultados: A APV em repouso no início da ATIE foi, no grupo A, 28,4±4,8 cm/s; no grupo B, 34,4±7,9 cm/s (p=0,0384 x C) e, no grupo C, 25,8±8,6 cm/s. A RFC foi de 2,1 ± 0,4, 2 ± 0,3 e 2±0,4 nos grupos A, B e C, (p=0,7208). O Q total distribuído aos ramos da CE revascularizados foi, no grupo A, 110±30 ml/min, no grupo B, 145±59 ml/min e, no grupo C, 133±58 ml/min (p=0,3232 A, B x C).

Conclusões: Não houve diferença significativa do Q total oferecido ao território da CE revascularizado pelas técnicas de EC e convencional. A RFC da ATIE nos grupos compostos foi satisfatória.

Descritores: Artérias mamárias. Artéria radial. Velocidade do fluxo sanguíneo. Procedimentos cirúrgicos cardiovasculares. Revascularização miocárdica, métodos.

1 - Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP.

2 - Instituto do Coração (INCOR) - HCFMUSP, São Paulo, SP.

Apresentado ao 31º Congresso Nacional de Cirurgia Cardíaca – Curitiba/PR, em 17 de abril de 2004.

Endereço para correspondência: Josué V. Castro Neto
Rua Aurélio Câmara, 1255, Fortaleza, CE, Brasil. CEP 60181-510.
Tel: 85 249-2579.
E-mail: jvcn@uol.com.br

Artigo recebido em maio de 2004
Artigo aprovado em novembro de 2004

Abstract

Background: Composite grafting techniques for coronary artery bypass grafts (CABG) have been widely used. However, it remains unclear whether this technique provides similar blood flow to the left coronary artery when compared to the conventional alternative. We sought to compare the total blood flow to the left coronary branches that are revascularized with left internal thoracic (LITA) and radial artery (RA) grafts using composite and non-composite techniques.

Method: A total of 42 patients were randomly assigned to three groups according to the CABG technique to be used: Group A or composite LITA-RA in a Y format (n=14); Group B or modified composite LITA-RA [intercoronary graft with RA and LITA to RA at the level of the left anterior descending artery (LAD), n=14]; and Group C or pedicled LITA to the LAD and aorto-coronary RA (n=14). The patients were submitted to postoperative blood flow velocity analysis using

a 0.014 inch 12 MHz Doppler flowwire. Coronary flow reserve (CFR) was calculated by determining the average hyperemic peak velocity (APV) after an injection of adenosine.

Results: Proximal LITA baseline APV was 28.4±4.8 cm/s in group A, 34.4±7.9 cm/s in group B ($p=0.0384$ x C) and 25.8±8.6 cm/s in group C. The CFR was 2.1±0.4, 2±0.3 and 2±0.4 in groups A,B and C respectively ($p=0.7208$ A, B x C). The total Q to LCA branches was 110±30 in group A, 145±59 in B and 133±58 mL/min in C ($p=0.3232$ A, B x C).

Conclusions: The LITA-RA composite graft maintains an adequate CFR and conveys similar blood flow to the left coronary artery branches when compared with conventional CABG technique.

Descriptors: Mammary arteries. Radial artery. Blood flow velocity. Cardiovascular surgical procedures. Myocardial revascularization, methods.

INTRODUÇÃO

Os bons resultados obtidos com o enxerto da artéria torácica interna esquerda (ATIE) [1] têm estimulado a utilização mais ampla de enxertos arteriais na revascularização cirúrgica do miocárdio (RM).

A utilização de duas artérias torácicas internas tem mostrado vantagens [2], mas pode estar associada com maior morbidade em obesos e diabéticos [3].

A artéria radial (AR), apesar de fácil dissecação e manuseio, inicialmente demonstrou resultados angiográficos desfavoráveis. Entretanto, com modificações na técnica cirúrgica de dissecação, no preparo e manuseio do enxerto, a AR foi reintroduzida com segurança no tratamento da doença coronariana [4]. Isso permitiu bons resultados a longo prazo [5-7].

Com experiência, parecia evidente que a desproporção entre a parede da AR e a parede da aorta ascendente poderia comprometer a anastomose proximal do enxerto.

Baseados nos trabalhos de anastomose da ATID na ATIE [8-10], alguns cirurgiões passaram a anastomosar a AR proximalmente à artéria torácica interna esquerda, para revascularizar os ramos da artéria coronária esquerda (CE) [11]. Inclusive sem diferenças no pós-operatório quando comparada à ATID na mesma situação [12,13] ou à AR anastomosada proximalmente à aorta [7].

No enxerto arterial composto (EC), todo fluxo sanguíneo (Q) distribuído às artérias revascularizadas é proveniente da ATIE. Isso pode levar a questionamentos se o Q oferecido pela ATIE é suficiente para atender à demanda miocárdica ou, ainda, se com a técnica de EC oferecemos a mesma quantidade de sangue que a técnica convencional para todo território revascularizado da CE.

É, portanto, objetivo desse trabalho comparar o Q total aos ramos revascularizados pelas ATIE e AR nas técnicas

de EC e na técnica convencional. Entendendo-se por convencional a ATIE para artéria interventricular anterior (DA) e um segundo enxerto (nesse estudo a AR) em posição aorto-coronariana, revascularizando outros ramos da artéria CE.

MÉTODO

Aspectos clínico-cirúrgicos

Quarenta e dois pacientes (35 do sexo masculino) foram selecionados, após consentimento livre e esclarecido, para o estudo entre janeiro de 2003 e março de 2004. Os critérios de inclusão foram: pacientes do sexo masculino ou feminino com diagnóstico clínico de angina estável, angina instável ou infarto do miocárdio e que apresentem lesões em artérias coronarianas passíveis de tratamento cirúrgico; idade inferior ou igual a 65 anos; teste de Allen modificado negativo; anatomia coronariana compatível com a utilização dos enxertos arteriais: lesões iguais ou superiores a 60% e bom leito arterial distal; fração de ejeção do ventrículo esquerdo >40%. Excluímos os doentes que: em algum momento optassem por não participar do estudo; apresentassem Teste de Allen modificado positivo; com suspeita de lesão obstrutiva da artéria subclávia esquerda; com fluxo inadequado ou calcificações da ATIE ou da AR; com complicações mecânicas do IAM ou cardiopatia valvar ou congênita associada; com operação cardíaca prévia.

O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética do hospital. O delineamento do estudo foi ensaio clínico randomizado, com distribuição dos pacientes por sorteio simples em cada grupo.

As características clínicas e os fatores de risco estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis clínicas e operatórias de 42 pacientes submetidos à revascularização cirúrgica do miocárdio.

	Grupo A (n=14)	Grupo B (n=14)	Grupo Controle (n=14)	valor de <i>p</i>
Idade(a)	53±5	50±8	54±6	0,321
Sexo(M/F)	13/1	10/4	12/2	0,459
Hipertensão(n)	8 (61,5%)	11 (78,6%)	11 (78,6%)	0,612
Dislipidemia(n)	10 (71,4%)	10 (71,4%)	7 (50%)	0,353
Diabetes(n)	2 (14,3%)	5 (35,7%)	4 (28,6%)	0,558
Tabagismo(n)	5 (35%)	4 (28,6%)	7 (50%)	0,525
Angina estável(n)	9 (64,3%)	9 (64,3%)	9 (64,3%)	1,0
IAM(n)atual/prévio	6 (42,9%)	3 (21,4%)	6 (42,9%)	0,373
Tempo de CEC(min)	87±24	93±14	92±15	0,688
Tempo de anóxia(min)	58±17	58±9	62±12	0,656
Vasos da CE Revasc.arterial(n)	2,7±0,5	2,7±0,5	2,5±0,6	0,494
Vasos revasc. total(n)	3,7±0,9	3,6±0,6	3,8±0,7	0,746
ATID(n)	3	3	3	1,0
Safena(n)	8	6	10	0,311

A AR foi dissecada, com tecido e veias adjacentes, do braço não dominante e preparada de modo esqueletizado. A artéria torácica interna esquerda foi dissecada com pedículo e ambos enxertos foram embebidos com papaverina (50 mg/20 ml de solução salina).

De acordo com a técnica operatória empregada, os pacientes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos. Grupo A ou ATIE e AR composta em Y. Grupo B ou ATIE e AR composta modificada. Grupo C ou ATIE pediculada para DA e AR em posição aorto-coronariana (convencional ou controle). A diferença nos grupos compostos consistia em: grupo Y - após anastomose com os outros ramos da CE, a AR foi anastomosada proximalmente à porção média da ATIE; grupo modificado - foi realizado enxerto intercoronariano de AR e anastomose sobreposta da ATIE na AR ao nível da artéria DA.

Todos pacientes foram operados em circulação extracorpórea (CEC), com hipotermia sistêmica leve (32-34°C) e pinçamentos intermitentes da aorta. Logo após a saída de CEC, foi utilizada nitroglicerina venosa por 48 horas, substituída por antagonista do canal de cálcio oral após esse período.

Cateterismo cardíaco e fluxometria

O estudo cinecoronariográfico e de fluxometria foi realizado no pós-operatório imediato (em torno do sétimo dia de pós-operatório), por via femoral com utilização de bainha 6F.

A média no tempo da velocidade de pico (APV) e a reserva de fluxo coronariano (RFC) foram registradas na porção inicial da ATIE (3 cm de sua origem) de todos os grupos e, na porção inicial da AR, nos quais esse enxerto estava em posição aorto-coronariana.

Para tanto, foi utilizado guia-doppler de 12-MHz de 0,014 polegada (0,035 cm) de diâmetro e 175 cm de comprimento(Flowire;Cardiometrics Inc) [14].O registro das medidas foi realizado em repouso e em hiperemia, a qual foi induzida com adenosina 30µg no enxerto. A RFC consistia

na razão das velocidades de pico em hiperemia e repouso.

O volume do fluxo sanguíneo na porção proximal dos enxertos foi calculado pelo método de Doucette, utilizando a velocidade média e a área de secção transversa do enxerto. Essa área foi obtida após determinação do diâmetro por angiografia quantitativa pela análise do programa QCA – CMS v5.1 de análise de contorno das margens. As dimensões absolutas foram calculadas, tendo como referência o diâmetro do cateter diagnóstico.

Análise estatística

Os dados foram analisados com a auxílio dos programas SPSS versão 10.0 e GraphPad Prism 4.0. Os valores foram expressos em média ± desvio padrão. Para variáveis qualitativas foi utilizado teste exato de Fisher. Para variáveis quantitativas de distribuição normal utilizamos análise de variância, sendo o teste de Bartlett para igualdade de variância e teste de Bonferroni para comparação múltipla. Para as variáveis quantitativas de distribuição não normal utilizamos o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Um valor de *p* menor que 0,05 foi esperado como sendo estatisticamente significativo.

RESULTADOS

Clínico-cirúrgicos

Cada grupo foi composto por 14 pacientes. Não houve mortalidade hospitalar. Uma média de 2,7±0,5 ramos da CE foram revascularizados no grupo A, 2,7±0,5 ramos no B e 2,5±0,6 no C (*p*=0,494 A,B x C). As variáveis operatórias estão demonstradas na Tabela 1. As complicações no pós-operatório foram: infecção de sítio cirúrgico (quatro casos), infarto do miocárdio perioperatório (dois casos), ataque isquêmico transitório (um caso) - logo após o reestudo angiográfico, hipoperfusão transitória antebraço/mão esquerda (um caso), parestesia transitória do polegar (um caso) e fibrilação atrial (quatro casos).

Angiográficos

Trinta e cinco pacientes foram submetidos a cateterismo cardíaco no pós-operatório imediato (Figuras 1 e 2). No momento da realização do exame, não houve variação da pressão arterial, da frequência cardíaca e do hematócrito entre os grupos. Em 31 casos foi possível realizar a fluxometria.

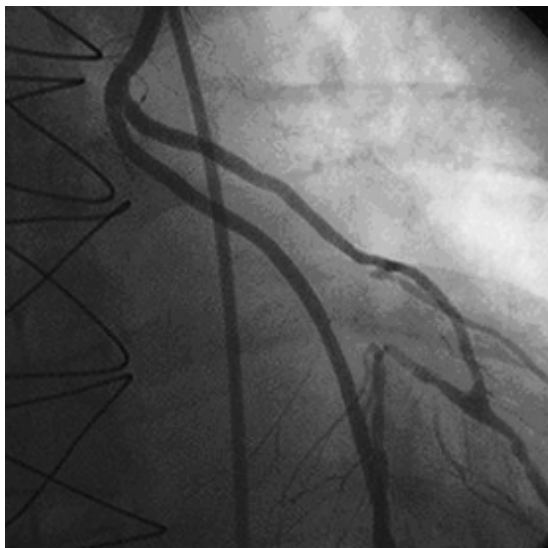


Fig. 1 - Estudo angiográfico no pós-operatório imediato de um enxerto composto de ATIE e AR – técnica Y. A AR revasculariza dois ramos (um marginal e um diagonal, seqüencialmente), sendo anastomosada proximalmente à ATIE.



Fig. 2 - Estudo angiográfico no pós-operatório imediato de um enxerto composto de ATIE e AR – técnica modificada (anastomose da ATIE sobre a AR, essa foi previamente anastomosada à descendente anterior e a dois ramos marginais, de modo seqüencial).

Todas ATIE e ATID estavam patentes. Uma AR estava ocluída e outra apresentava oclusão de sua porção distal. Ambas foram do grupo A (composto Y). Um dos pacientes do grupo composto foi submetido a endoprótese coronariana e o outro se encontra em acompanhamento clínico.

O diâmetro proximal médio da ATIE foi de $3,1 \pm 0,3$ no grupo A ($p < 0,05$ x C), $3,2 \pm 0,3$ no grupo B ($p < 0,01$ x C) e $2,7 \pm 0,3$ mm no grupo C (Figura 3).

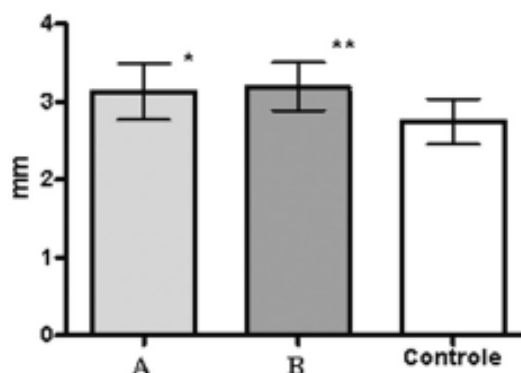


Fig. 3 - Diâmetro proximal médio da ATIE em mm nos grupos estudados. (* $p < 0,05$ x controle; ** $p < 0,01$ x controle).

Fluxometria

A média no tempo das velocidades de pico (APV), na porção inicial da ATIE em repouso, foi, no grupo A, $28,4 \pm 4,8$ cm/s; no grupo B, $34,4 \pm 7,9$ cm/s ($p = 0,0384$ x C) e, no grupo C, $25,8 \pm 8,6$ cm/s. A reserva de fluxo coronariano (RFC) foi $2,1 \pm 0,4$ no grupo A, $2,0 \pm 0,3$ no grupo B e $2,1 \pm 0,4$ no grupo C (Controle) - Figura 4.

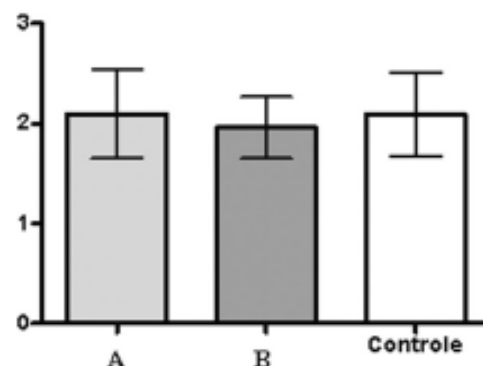


Fig. 4 - Reserva de fluxo coronariano (RFC) na porção inicial da ATIE nos grupos estudados ($p = 0,7208$ A, B x Controle).

O fluxo sanguíneo na porção inicial da mamária foi, em repouso, de 110 ± 30 ml/min no grupo A, 145 ± 59 ml/min no grupo B ($p < 0,01$ x C) e de 78 ± 34 ml/min no grupo C.

O fluxo proximal da AR no grupo convencional foi de $56,1 \pm 35,6$ ml/min, em repouso. Portanto, o fluxo sanguíneo total distribuído aos ramos da CE no grupo C (Controle) foi de 133 ± 58 ml/min. Sem diferença estatística quando comparado com os outros dois grupos ($p = 0,3232$) - Figura 5.

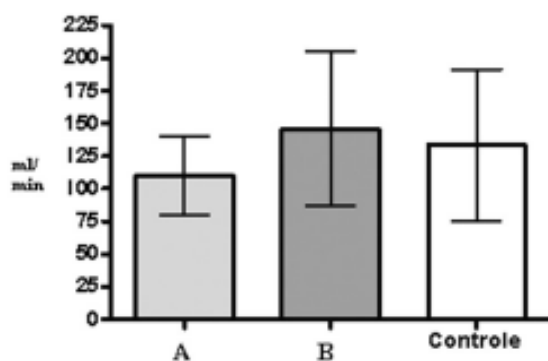


Fig. 5 - Fluxo sanguíneo total (ml/min) distribuído aos ramos da CE revascularizados em cada técnica. No grupo controle (técnica convencional), o fluxo total consistiu na soma dos fluxos da ATIE e da AR ($p = 0,3232$ A, B x Controle).

COMENTÁRIOS

O emprego do EC de ATIE e AR surgiu no contexto da utilização mais ampla de enxertos arteriais na RM [12,15]. Dessa maneira, desviava-se a anastomose proximal da radial da aorta para a ATIE. Acabando com a desproporção parede do enxerto e da aorta; e reduzindo a segunda derivada de pressão (dP/dT) aplicada na AR.

Entretanto, ainda assim permanecia a preocupação da anastomose, tecnicamente mais difícil, entre os dois enxertos arteriais. Foi nesse sentido que CHACCUR et al. [16] propuseram uma modificação técnica. A anastomose proximal da AR foi feita na DA, ou seja, um enxerto intercoronariano foi realizado com a AR. Posteriormente, ao nível da DA, foi anastomosada a ATIE na AR (anastomose sobreposta). Dessa maneira, a ATIE prioriza a DA com seu fluxo sanguíneo. Além disso, não há manuseio (arteriotomia com anastomose de outro enxerto) da ATIE.

Uma desvantagem do emprego do EC consiste na dependência da ATIE de todo fluxo sanguíneo para as artérias revascularizadas. Sendo assim, pode ser questionada a capacidade/reserva da ATIE de suprir quantidade de sangue suficiente para o território revascularizado [17].

O comportamento funcional do enxerto de ATIE para artéria DA já está bem definido [18,19]. Entretanto, poucos autores exploraram a velocidade e o fluxo sanguíneo no EC.

ROYSE et al. [20], avaliando o fluxo do EC de ATIE e AR em Y, com fluxômetro no intra-operatório, verificaram que o fluxo, após a CEC foi de 82 ± 13 ml/min, em média; mas que o EC teria uma reserva de fluxo de 2,3 quando se avaliava o débito livre potencial máximo do enxerto. SPEZIALE et al. [21], também avaliando fluxo no intra-operatório, verificaram média de 93 ± 9 ml/min com EC de ATIE e outro enxerto que não a AR. Em nosso trabalho, os fluxos nos enxertos compostos no pós-operatório imediato foram em média de 110 ± 30 ml/min na técnica em Y e 145 ± 59 ml/min na modificada, em repouso. Apresentando reserva satisfatória em hiperemia.

A fluxometria proximal do EC no pós-operatório foi demonstrada pelo mesmo grupo em duas publicações. WENDLER et al. [22] mostraram que, independente do segundo enxerto utilizado para compor o EC (ATID ou AR), a RFC aumentava significativamente quando comparada no pós-operatório imediato e aos seis meses da operação. Não reestudamos os pacientes aos seis meses, mas comparamos o EC com a técnica convencional. Os fluxos foram superiores e a RFC adequada. Já MARKWIRTH et al. [23] verificaram que quanto maior o grau da lesão, maior o fluxo oferecido pelo EC. Um caso, da nossa série, no qual a AR estava ocluída se tratava de um paciente portador de lesão de tronco da CE, onde o reestudo demonstrou redução da lesão no leito nativo. Isso pode ter contribuído para o fechamento da AR. Outros autores identificaram o grau da lesão no leito nativo como preditor de patência do enxerto de AR [24].

LOBO FILHO et al. [25], avaliando o EC de ATIE e veia safena magna (em Y) pela ecocardiografia com doppler, demonstraram que a ATIE tem condições de aumentar o fluxo sanguíneo proximal, quando utilizada para revascularizar mais de uma artéria da CE. Nossos resultados estão de acordo com esse autor, além disso, demonstramos que não há diferença significativa entre o fluxo sanguíneo total oferecido aos ramos da CE revascularizados pelas técnicas empregadas de enxerto composto e convencional.

Por outro lado, GAUDINO et al. [26] demonstraram resultados sub-ótimos com EC de ATIE e veia safena. Acreditamos que isso ocorra em virtude da desproporção de calibre entre a porção distal da ATIE em comparação com a veia; inclusive, sendo esse enxerto bem mais calibroso que a AR. O fluxo sanguíneo é uma variável que, conforme descreveu o físico francês Poiseuille, depende do gradiente pressórico, do comprimento e raio do conduto e da viscosidade do fluido. Na prática, essa fórmula não poderia ser aplicada ao sistema cardiovascular; pois os vasos apresentam distensibilidade e o sangue não é fluido adequado [27]. Apesar disso, pode se verificar que o fluxo é diretamente proporcional à quarta potência do raio do conduto. Dessa maneira, quando a composição do enxerto

é em Y, teoricamente a distribuição do fluxo sanguíneo poderia priorizar o território irrigado pelo segundo enxerto (caso esse seja de maior calibre). A fluxometria distal poderá revelar a distribuição nesses casos.

Os resultados apresentados nesse estudo, com um grupo selecionado de pacientes, nos permitem afirmar que:

- O diâmetro proximal da ATIE foi maior nos grupos compostos;
- A média da velocidade de pico (APV) foi maior no grupo modificado;
- A reserva de fluxo da ATIE foi satisfatória nos três grupos;
- Não houve diferença do fluxo sanguíneo total oferecido aos ramos da CE revascularizados pelas técnicas empregadas.

Limitações

Esse estudo pode ter limitações atribuídas ao método de avaliação das variáveis da fluxometria. A qualidade do sinal e o valor da média no tempo da velocidade de pico (APV) são extremamente dependentes do posicionamento correto e cuidadoso do guia-doppler. As medidas da APV e da RFC são reprodutíveis desde que não haja variações importantes da frequência cardíaca e do hematócrito no pós-operatório. Para o cálculo do fluxo é assumido que a APV tem distribuição parabólica, pois a velocidade é fásica e o valor obtido é a média no tempo. Consideramos a velocidade média como sendo a metade da APV. Além disso, a variabilidade do cálculo do fluxo sanguíneo pode ser atribuída a imprecisões do programa de determinação da área de secção transversa do enxerto.

Finalmente, o fluxo proximal de um enxerto pode sofrer modificações conforme variáveis do leito coronariano (tipos arteriais e ramificação) e do miocárdio revascularizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW 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. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:855-72.
3. Kouchoukos NT, Wareing TH, Murphy SF, Pelate C, Marshall Jr. WG. Risks of bilateral internal mammary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1990;49:210-9.
4. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P et al. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992;54:652-60.
5. Tatoulis J, Royse AG, Buxton BF, Fuller JA, Skillington PD, Goldblatt JC et al. The radial artery in coronary surgery: a 5-year experience: clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2002;73:143-8.
6. Costa FDA, Costa IA, Poffo R, Abuchaim D, Gaspar R, Garcia L et al. Myocardial revascularization with the radial artery: a clinical and angiographic study. *Ann Thorac Surg* 1996;62:475-80.
7. Iaco AL, Teodori G, Di Giammarco G, Di Mauro M, Storto L, Mazzei V et al. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001;72:464-9.
8. Sauvage LR, Wu HD, Kowalsky TE, Davis CC, Smith JC, Rittenhouse EA et al. Healing basis and surgical techniques for complete revascularization of the left ventricle using only the internal mammary arteries. *Ann Thorac Surg* 1986;42:449-65.
9. Barra JA, Bezon E, Mansourati J, Rukbi I, Mondine P, Youssef Y. Reimplantation of the right internal thoracic artery as a free graft into the left in situ internal thoracic artery (Y procedure): one-year angiographic results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:1042-8.
10. Tector AJ, Amundsen S, Schmahl TM, Kress DC, Peter M. Total revascularization with T grafts. *Ann Thorac Surg* 1994;57:33-9.
11. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, D'Annunzio E, Vittola G, Fino C et al. Radial artery and inferior epigastric artery in composite grafts: improved midterm angiographic results. *Ann Thorac Surg* 1995;60:517-24.
12. Calafiore AM, Di Mauro M, D'Alessandro S, Teodori G, Vittola G, Contini M et al. Revascularization of the lateral wall: long term angiographic and clinical results of radial artery versus right internal mammary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:225-31.
13. Berger MA, Cohen G, Buth KJ, Rao V, Bozinovski J, Liaghathi-Nasseri N et al. Multiple arterial grafts: radial versus right internal thoracic arteries. *Circulation* 1998;98(19 suppl):II-7-14.
14. Doucette JW, Corl PD, Payne HM, Flynn AE, Goto M, Nassi M et al. Validation of a Doppler guide wire for intravascular measurement of coronary artery flow velocity. *Circulation* 1992;85:1899-911.
15. Muneretto C, Negri A, Manfredi J, Terrini A, Rodella G, Elquarra S et al. Safety and usefulness of composite grafts for total arterial myocardial revascularization: a prospective randomized evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:826-35.

16. Chacur P, Castro NJV, Escóssio EMO, Portugal LF, Mussi JC. Modificação técnica para enxertos combinados em operação de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2002;17:307-11.
17. Sakagushi G, Tadamura E, Ohnaka M, Tambara K, Nishimura K, Komeda M. Composite arterial Y graft has less coronary flow reserve than independent grafts. *Ann Thorac Surg* 2002;74:493-6.
18. Gurné O, Chenu P, Polidori C, Louagie Y, Buche M, Haxhe JP 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. Akasaka T, Yoshikawa J, Yoshida K, Maeda K, Hozumi T, Nasu M et al. 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.
20. Royse AG, 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.
21. Speziale G, Ruvolo G, Coppola R, Marino B. Intraoperative flow measurement in composite Y arterial grafts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:505-8.
22. Wendler O, Hennen B, Markwirth T, König J, Tscholl D, Huang Q 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.
23. 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;71:788-93.
24. Royse AG, Royse CF, Tatoulis J, Grigg LE, Shah P, Hunt D et al. Postoperative radial artery angiography for coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:294-304.
25. Lobo Filho JG, Leitão MCA, Lobo Filho HG, Silva AA, Machado JJA, Forte AJV, et al. Revascularização miocárdica com enxerto composto de artéria torácica interna esquerda em Y: análise de fluxo sanguíneo. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2004;19:1-8.
26. Gaudino M, Alessandrini F, Pragliola C, Luciani N, Trani C, Burzotta F et al. Composite Y internal thoracic artery-saphenous vein grafts: short-term angiographic results and vasoreactive profile. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127:1139-44.
27. Klabunde RE. Determinants of resistance to flow. Disponível em: <http://www.cvphysiology.com/hemodynamics>.