

# Medida do fluxo intraoperatório com fluxômetro TTFM nos enxertos coronários: resultados de amostra nacional

*Intraoperative coronary grafts flow measurement using the TTFM flowmeter: results from a domestic sample*

José Ernesto Succi<sup>1</sup>, Luis Roberto Gerola<sup>2\*</sup>, Guilherme de Menezes Succi<sup>3</sup>, Hyong Chun Kim<sup>4</sup>, Jorge Edwin Morocho Paredes<sup>5</sup>, Enio Bufollo<sup>6</sup>

\* *in memoriam*

DOI: 10.5935/1678-9741.20120068

RBCCV 44205-1399

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a perviedade dos enxertos no intraoperatório e identificar enxertos com risco de oclusão precoce.

**Métodos:** Cinquenta e quatro pacientes foram submetidos à revascularização do miocárdio e foi utilizado o fluxômetro (Medtronic Medi-Stim) que utiliza o método de tempo de trânsito (TTFM) para avaliação do fluxo nos enxertos. Três pacientes tinham lesão de tronco de artéria coronária esquerda e 48 apresentavam função ventricular normal ou pouco comprometida.

**Resultados:** A mortalidade hospitalar foi de dois (3,7%) pacientes, um por trombose mesentérica e outro por choque cardiogênico. Dezesete (31,4%) pacientes foram operados sem circulação extracorpórea (CEC). O fluxo no enxerto arterial variou de 8 a 106 ml/min, com média de 31,14 ml/min, e nos enxertos venosos de 9 a 149 ml/min, com média de 50,42 ml/min.

**Conclusão:** O fluxômetro representa maior segurança para o cirurgião e para o paciente. Até mesmo sob o aspecto

legal essa documentação dos enxertos prévios evitará questionamentos futuros.

**Descritores:** Fluxômetros. Revascularização miocárdica. Ponte de artéria coronária. Angina pectoris.

## Abstract

**Objective:** To evaluate intraoperative graft patency and identify grafts under risk of early occlusion.

**Methods:** Fifty four patients were submitted to coronary artery bypass surgery and the graft flow was assessed by the Flowmeter (Medtronic Medistim), which utilizes the TTFM method. Three patients had left main disease and 48 had normal or mildly reduced left ventricular function.

**Results:** In hospital mortality was 3.7% (two patients), one for mesenteric thrombosis and one due to cardiogenic chock. Seventeen patients (34%) were submitted to off pump CABG. Arterial Graft flow measures ranged from 8 to 106

1. Hospital Bandeirantes – Unifesp (São Paulo, SP, Brasil); Chefe da disciplina de Cirurgia Torácica Unifesp, São Paulo, SP, Brasil.
2. Hospital Bandeirantes – Unifesp; Doutor em Ciências pela Unifesp, São Paulo, SP, Brasil.
3. Hospital Bandeirantes; Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
4. Unifesp; Mestre em ciências pela Unifesp, São Paulo, SP, Brasil.
5. Hospital Bandeirantes; Residência em cirurgia cardiovascular no Instituto de Cardiologia Dante Pazzanese, São Paulo, SP, Brasil.
6. Professor Titular da Unifesp; São Paulo, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Hospital Bandeirantes – Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência:  
Guilherme de Menezes Succi  
Rua Pedro de Toledo, 980, cj 75– Vila Clementino – São Paulo-SP,  
Brasil – CEP 04039-002  
E-mail: guilherme@succi.com.br

Artigo recebido em 9 de maio de 2012  
Artigo aprovado em 5 de setembro de 2012

Abreviaturas, acrônimos e símbolos	
CEC	Circulação extracorpórea
CF	Classe funcional
DF%	Enchimento diastólico
PI	Índice de pulsatilidade
TTFM	Transient time flowmeter
VE	Ventrículo esquerdo

## INTRODUÇÃO

O baixo fluxo nos enxertos arterial e venoso na cirurgia de revascularização do miocárdio pode representar elevado risco de oclusão precoce com aumento de infarto perioperatório e maior mortalidade imediata. Alguns autores relatam falhas precoces no enxerto da artéria torácica interna esquerda de 5% e da veia safena até 25% [1-5].

A presença de pulsatilidade nos enxertos não garante a perviabilidade dos mesmos e pode representar apenas alta resistência ao escoamento.

Vários métodos foram descritos para avaliação precoce de patência dos enxertos, como tomografia de coronárias e cinecoronariografia no pós-operatório precoce e uso de sistemas de medida de fluxo intraoperatório dos enxertos.

O emprego do ultrassom TTFM (R) (*transient time flowmeter*) diretamente sobre o enxerto fornece dados sobre o fluxo (ml/min), índice de pulsatilidade (PI) e porcentagem de fluxo diastólico nos enxertos que, analisados em conjunto, permitem avaliar a patência nos mesmos. Há grande número de publicações na literatura internacional padronizando esses dados [6-10] e sugerindo valores de *cutoff* para se indicar revisão de anastomose. No entanto, a literatura carece de resultados obtidos em pacientes brasileiros.

## MÉTODOS

### População estudada

Em grupo consecutivo de 54 pacientes com indicação para revascularização do miocárdio, foi utilizada a técnica de análise do fluxo intraoperatório com o uso do Flowmeter (Medtronic Medi-Stim AS Inc).

Trinta e nove pacientes eram do sexo masculino e 15 do feminino, com idades variando de 27 a 83 anos, com média de  $61,26 \pm 11,0$  anos e mediana de 60 anos.

Entre as comorbidades presentes, identificamos: hipertensão arterial em 42 pacientes, diabetes em 16, dislipidemia em 24, tabagismo em 15, infarto prévio em 24,

ml/min (average 31.14 ml/min), and venous grafts flow ranged from 9 to 149 ml/min (average 50.42 ml/min).

**Conclusion:** Flowmeter use represents higher safety both for patients and surgeons. Even under legal aspects, the documentation provided by the device can avoid future questionings.

**Descriptors:** Flowmeters. Myocardial revascularization. Coronary artery bypass. Angina pectoris.

obesidade em três, doença pulmonar obstrutiva crônica em três, insuficiência renal não-dialítica em três.

Com relação às características referentes à doença coronária, observamos três pacientes com lesão de tronco de artéria coronária esquerda, 15 pacientes em classe funcional (CF) I ou II para angina e 39 com CF III ou IV (*Canadian Cardiovascular Society*), cinco pacientes tinha stent previamente colocados.

A função ventricular normal ou moderadamente comprometida foi avaliada em 48 pacientes por meio da ventriculografia no estudo hemodinâmico e seis tinham disfunção grave de ventrículo esquerdo (VE), sendo que dois chegaram à sala de operações com balão intra-aórtico. Trinta e sete (68,5%) pacientes foram operados com auxílio de circulação extracorpórea (CEC) e 17 sem CEC (31,5%).

### Técnica operatória

Após esternotomia e exposição do coração, foi realizada heparinização com 4 mg/kg nos pacientes operados com CEC. Realizada canulação da aorta ascendente e cânula venosa única. Iniciada CEC em normotermia e realizado pinçamento aórtico com cardioplegia sanguínea hipotérmica anterógrada. Os pacientes operados sem CEC foram heparinizados com 2 mg/kg e empregou-se, em todos, a técnica de condicionamento isquêmico descrita anteriormente por nós [12]. A artéria torácica interna esquerda foi utilizada em 48 (88,8%) pacientes. O tempo de CEC variou de 40 a 160 minutos, com média de 80,18 minutos, o tempo de anoxia variou de 18 a 90 minutos, com média de 58,16 minutos.

Ao final da operação, com o paciente fora de perfusão e antes da protamina, foram realizadas as medidas com o *flowmeter* (Medtronic Medi-Stim AS Inc), sendo o mesmo procedimento adotado para os pacientes operados sem CEC. Após constatação de que os enxertos estavam normofuncionantes, foi administrada protamina e novas medidas com o *flowmeter* antes do fechamento do paciente.

O aparelho utilizado constitui-se de console permanente e probes descartáveis com possibilidade de até 50

utilizações cada. A medida foi utilizada posicionando-se o probe de maneira a envolver o enxerto, obtendo-se medidas em tempo real na tela do aparelho.

A medida com *flowmeter* foi realizada com probes de 3 mm para a artéria torácica interna esquerda e de 4 mm para os enxertos de veia safena. O enxerto foi considerado pérvio se os três parâmetros estavam adequados: o fluxo no enxerto, o PI e o enchimento diastólico (DF%).

**Curva de Fluxo** – Representa o escoamento (*run-off*) pela artéria coronária, vem sempre acoplado ao eletrocardiograma e mostra o fluxo sistólico, diastólico e fluxo médio. O fluxo médio pode ser alterado por vários fatores: pressão artéria média, qualidade do leito coronário, tamanho da artéria coronária nativa, espasmos no enxerto e/ou eventualmente até na artéria coronária. Um baixo fluxo não necessariamente representa comprometimento da anastomose.

**Percentual de Enchimento Diastólico (%DF)** – Recentes estudos [8,9] sugerem que o enchimento diastólico representa o mais importante indicador da perviabilidade do enxerto. É obtido através do fluxo diastólico total dividido pelo fluxo sistólico + o fluxo diastólico:  $DF\% = S \text{ Fluxo total Diastólico} / \text{Fluxo Sistólico} + \text{Diastólico}$

Em resumo, é o percentual de enchimento diastólico da artéria coronária e deve ser maior que 60% na maioria dos enxertos. A quantificação desse enchimento diastólico é importante em situações de baixo fluxo, com média menor que 10 ml/min.

**O Índice de Pulsatilidade (PI)** – é um número absoluto obtido pela diferença entre o fluxo máximo e o fluxo mínimo dividido pelo fluxo médio:  $PI = \text{Fluxo máximo} - \text{Fluxo mínimo} / \text{Fluxo médio}$ . Deve variar entre 1 a 5, valores acima de 5 representam problemas com a anastomose enxerto-coronária.

#### Método estatístico

A comparação do fluxo entre os enxertos arterial e venoso foi realizada com teste não-paramétrico e Mann-Whitney. A comparação entre os três enxertos venosos utilizados em territórios diferentes foi realizada com o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

#### RESULTADOS

Inicialmente, comparamos o fluxo nos enxertos arteriais e venosos e constatamos que, nos enxertos arteriais, variou de 8 ml/min a 106 ml/min, com média de  $31,14 \pm 18,13$  ml/min, e mediana de 27,5 ml/min; enquanto que, nos enxertos venosos, o fluxo variou de 9 a 149 ml/min, com média de  $50,42 \pm 28,42$  ml/min e mediana de 44 ml/min ( $P < 0,0001$ ).

Comparamos os fluxos das pontes de veia safena em três territórios diferentes: diagonal, interventricular

posterior da artéria coronária direita e artéria marginal esquerda. O fluxo médio para a diagonal foi de  $49,38 \pm 23,11$  ml/min, para a artéria interventricular posterior,  $46,11 \pm 12$  ml/min e para artéria marginal esquerda,  $51,84 \pm 28,21$  ml/min ( $P = 0,789$ ).

#### DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento da cirurgia de revascularização do miocárdio sem CEC [12] e/ou minimamente invasiva, a preocupação com a qualidade das anastomoses tornou-se sempre presente.

O *flowmeter* é um método simples, fácil e rápido, fornecendo informações imediatas sobre as condições da anastomose coronária.

A avaliação do fluxo dos enxertos coronários no intraoperatório ou pós-operatório imediato pode ser feito de vários métodos: eletromagnético, Doppler ou angiografia [6-8,13].

No presente estudo, o fluxo da artéria torácica interna foi significativamente menor que o fluxo dos enxertos de veia safena.

O fluxo dos enxertos venosos não sofreu influência dos diferentes territórios coronários: artéria diagonal, artéria interventricular posterior e artéria marginal esquerda.

Em dois (3,7%) pacientes (um enxerto arterial e um venoso), foi constatado que fluxos abaixo de 8 ml/min com PI acima de 5. As anastomoses foram revistas e a fluxometria normalizada.

Di Gianmarco [9] estudou 157 pacientes utilizando *flowmeter*, com identificação de até 3% de anastomoses em risco, e concluiu ser um método fácil e efetivo para a avaliação dos enxertos utilizados.

Louagie et al. [7] relataram 900 enxertos analisados com *flowmeter* e identificaram sete (2%) pacientes com curva de fluxo alterada, com baixo enchimento diastólico e PI elevado, necessitando que a anastomose fosse refeita.

#### CONCLUSÃO

O *flowmeter* representa maior segurança para o cirurgião e para o paciente, garantindo que a operação foi tecnicamente bem realizada. Até sob o aspecto legal, essa documentação dos enxertos pérvios evitará questionamentos futuros.

#### REFERÊNCIAS

1. Mustafa RM, Verazain JVHQ, Cavalcante MA, Pacheco FC, Ebaid HIA, Jorge PH, et al. Análise da resistência vascular coronariana e do fluxo sanguíneo dos enxertos venosos em revascularização do miocárdio. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009;24(2):200-4.

2. Cerqueira Neto FM, Guedes MAV, Soares LEF, Almeida GS, Guimarães ARF, Barreto MA, et al. Fluxometria da artéria torácica interna esquerda na revascularização da artéria descendente anterior com e sem circulação extracorpórea. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2012;27(2):283-9.
3. Goldman S, Copeland J, Moritz T, Henderson W, Zadina K, Ovitt T, et al. Improvement in early saphenous vein grafts patency after coronary artery bypass surgery with antiplatelet therapy: results of a Veterans Administration Cooperative Study. Circulation. 1988;77(6):1324-32.
4. Rasmussen C, Thiis JJ, Clemmensen P, Efsen F, Arendrup HC, Saunamäki K, et al. Significance and management of early graft failure after coronary bypass grafting: feasibility and results of acute angiography and re-re-vascularization. Eur J Cardiothoracic Surg. 1997;12(6):847-52.
5. Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G, Vitolla G, Maddestra N, Paloscia L, et al. Multiple arterial conduits without cardiopulmonary bypass: early angiographic results. Ann Thorac Surg. 1999;67(2):450-6.
6. Canver CC, Dame NA. Ultrasonic assessment of internal thoracic artery graft flow in the revascularized heart. Ann Thorac Surg. 1990;58(1):135-8.
7. Louagie YA, Haxhe JP, Jamart J, Buche M, Schoevaerdt JC. Intraoperative assessment of coronary artery bypass grafts using a pulsed Doppler flowmeter. Ann Thorac Surg. 1994;58(3):742-9.
8. Morota T, Duhaylongsod FG, Burfeind WR, Huang CT. Intraoperative evaluation of coronary anastomosis by transit-time ultrasonic flow measurement. Ann Thorac Surg. 2002;73(5):1446-50.
9. Di Giammarco G. Formal flow in coronary surgery. In: D'Ancona G, Karamanoukian HL, Ricci M, Salerno T, Bergsland J, eds. Intraoperative graft patency verification in cardiac and vascular surgery. Armonk: Futura Publishing; 2001. p.121-42.
10. Kieser TM, Rose S, Kowalewski R, Belenkie I. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass graft patients: a series of 1000 consecutive arterial grafts. Eur J Cardiothorac Surg. 2010;38(2):155-62.
11. Tokuda Y, Song MH, Oshima H, Usui A, Ueda Y. Predicting midterm coronary artery bypass graft failure by intraoperative transit time flow measurement. Ann Thorac Surg. 2008;86(2):532-6.
12. Succi JE, Gerola LR, Succi GM, Almeida RA, Novais LS, Rocha B. Ischemic preconditioning influence ventricular function in off-pump revascularization surgery. Arq Bras Cardiol. 2010;94(3):319-24.
13. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, et al. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg. 1996;61(6):1658-63.