

RÔMULO CÉSAR ARNAL BONINI

**Revascularização cirúrgica do miocárdio com utilização de  
enxerto de artéria radial esqueletizada ou com tecidos  
adjacentes: análise comparativa randomizada**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Cirurgia Torácica e  
Cardiovascular

Orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Pinho Moreira

São Paulo  
2007

RÔMULO CÉSAR ARNAL BONINI

**Revascularização cirúrgica do miocárdio com utilização de enxerto de artéria radial esqueletizada ou com tecidos adjacentes: análise comparativa randomizada**

Tese apresentada ao Departamento de Cirurgia Torácica e Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Cirurgia Torácica e Cardiovascular

Orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Pinho Moreira

São Paulo  
2007

*Para minha esposa Daniela  
e minhas filhas  
Manuela e Gabriela*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Soledade Arnal Bonini e Alidino Valter Bonini, pelos exemplos de vida, pelo carinho e pelo irrestrito apoio.

Aos meus irmãos Walter Luís Bonini e Paulo R. Arnal Bonini, pelos conselhos e pela amizade.

À minha esposa Daniela C. Z. S. Sousa Bonini, pela dedicação, incentivo, paciência e ajuda.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Felipe Pinho Moreira, pelos ensinamentos, pelo apoio incondicional e pela confiança.

Ao Prof. Dr. Jarbas Jackson Dinkhuysen, pela dedicação, apoio, incentivo e sugestões valiosas.

Ao Dr. Paulo Paredes Paulista, exemplo de cirurgião, pela compreensão e confiança.

Ao Dr. Rodolfo Staico, pelo empenho e pela cooperação.

Ao Dr. Fausto Feres, pelo apoio.

Aos Profs. Drs. José Eduardo M. R. Sousa e Leopoldo Soares Piegas, pelo suporte tanto estrutural como material.

Aos Drs. Renato T. Arnoni, Flávio A. S. de Almeida, Mário Issa, Paulo Chacur, Antoninho S. Arnoni, Camilo Abdulmassih Neto e Luiz Carlos B. de Souza, cirurgiões cardiovasculares do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, pelo suporte técnico.

Aos Drs. Carlos A. M. Contreras, Josué V. de Castro Neto, Teresa Lola Soria Peña, Hernani de P. Gadelha Júnior, Daladié R. Parreira, Paulo Henrique D. Paulista, Marco Antonio Ferreira Travessa, Leonardo Moraes de Albuquerque, Arlindo Fiel, Victória Eugenia Martinez Gonzáles, Gilberto Chacur, Pedro Guilherme C. Passos, Dirley Barreto Cerqueira, Eduardo Carvalho Ferreira, e Edwin Ivan V. Mendoza, ex-residentes de Cirurgia Cardiovascular do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, pelo apoio e pela amizade.

Aos funcionários do Centro Cirúrgico e da Central de Materiais do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia.

Esta tese está de acordo com:

Referências: adaptado de "International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journal" (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria Fazanelli Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2004.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com "List of Journals Indexed in Index Medicus".

## SUMÁRIO

Lista de figuras	
Lista de tabelas	
Resumo	
Summary	
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 OBJETIVOS .....	06
3 MÉTODOS .....	08
3.1 Casuística.....	09
3.1.1 Seleção dos pacientes .....	10
3.1.1.1 Critérios de inclusão.....	10
3.1.1.2 Critérios de exclusão.....	10
3.2 Delineamento da pesquisa.....	11
3.3 Dados do pré-operatório .....	13
3.4 Dados do procedimento cirúrgico.....	13
3.4.1 Técnica operatória.....	13
3.4.1.1 Método de dissecação e preparo da artéria radial .....	15
3.4.1.2 Método de dissecação e preparo da artéria torácica interna esquerda, da artéria torácica interna direita e da veia safena magna.....	19
3.4.1.3 Confecção das anastomoses .....	20
3.4.2 Variáveis intra-operatórias.....	21
3.4.2.1 Variáveis dos enxertos .....	21
3.4.2.2 Variáveis do leito coronário .....	22
3.5 Dados do pós-operatório.....	22
3.6 Reestudo angiográfico .....	23
3.6.1 Variáveis do reestudo angiográfico .....	24
3.6.1.1 Perviedade dos enxertos de artéria radial.....	24
3.6.1.2 Diâmetro interno dos enxertos de artéria radial .....	24
3.6.1.3 Fluxometria dos enxertos de artéria radial.....	25
3.6.1.3.1 Variáveis da fluxometria .....	29
3.6.1.3.2 Cálculo do fluxo sanguíneo .....	29
3.7 Análise estatística .....	30
4 RESULTADOS .....	32
4.1 Dados pré-operatórios.....	33
4.2 Dados operatórios .....	34
4.3 Dados do pós-operatório.....	36
4.4 Variáveis da angiografia pós-operatória.....	37
4.4.1 Perviedade do enxerto coronário de artéria radial .....	38
4.4.2 Angiografia quantitativa.....	41
4.4.3 Variáveis da fluxometria .....	42
4.4.3.1 Média do tempo da velocidade de pico .....	42
4.4.3.2 Reserva de fluxo .....	44
4.4.3.3 Fluxo sanguíneo.....	44
5 DISCUSSÃO .....	46
5.1 Aspectos técnicos do emprego do enxerto de artéria radial .....	47
5.2 Análise das características morfoanatômicas e histológicas do enxerto de artéria radial .....	49
5.3 Complicações do emprego do enxerto de artéria radial.....	51
5.4 Análise da perviedade precoce e tardia do enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes.....	53

5.5 Comparação da perviedade do enxerto de artéria radial esqueletizado versus com tecidos adjacentes .....	56
5.6 Análise dos parâmetros angiográficos quantitativos e fluxométricos do enxerto de artéria radial.....	58
6 CONCLUSÕES .....	63
7 ANEXOS .....	65
REFERÊNCIAS .....	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Desenho do ensaio clínico	12
Figura 2a	Angiografia do ramo circunflexo do tipo I	13
Figura 2b	Angiografia do ramo circunflexo do tipo II	13
Figura 3	Dissecção do tecido subcutâneo, fáscia cutaneomuscular e aponeurose bicipital do antebraço esquerdo	16
Figura 4	Aspecto da artéria radial esquerda com tecidos adjacentes	16
Figura 5	Preparo da artéria radial esqueletizada – retirada dos tecidos adjacentes	18
Figura 6	Artéria radial esquerda esqueletizada – aspecto final	18
Figura 7	Artéria radial esquerda com tecidos adjacentes – aspecto final	19
Figura 8	Anastomose distal do enxerto de artéria radial esqueletizada	20
Figura 9	Anastomose proximal aortocoronária do enxerto de artéria radial (retroaórtica)	21
Figura 10	Angiografia quantitativa pós-operatória da porção inicial da artéria radial, por programa específico, por meio do qual foi obtido o diâmetro interno do enxerto	25
Figura 11a	Foto ilustrativa do cateter-guia Doppler	26
Figura 11b	Transdutor Doppler – Angiografia	26
Figura 12	Foto ilustrativa do registro da média da velocidade de pico em repouso e hiperemia e da reserva de fluxo coronário durante a fluxometria	27
Figura 13	Angiografia de enxerto de artéria radial do grupo II (diâmetro interno proximal = 2,67 mm)	38
Figura 14a	Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)	39
Figura 14b	Aferição do grau de lesão (27,97%) do enxerto da Figura 14a	39
Figura 15a	Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo I)	40
Figura 15b	Aferição do grau de lesão (33,50%) do enxerto da Figura 15a	40



Figura 16	Angiografia de enxerto de artéria radial (grupo II) ocluído proximalmente	40
Figura 17	Diâmetros angiográficos proximais pré-operatórios das coronárias revascularizadas com enxertos de artéria radial	41
Figura 18	Diâmetros angiográficos proximais dos enxertos de artéria radial no pós-operatório	42
Figura 19	Velocidade de pico na porção inicial dos enxertos de artéria radial em repouso	43
Figura 20	Velocidade de pico na porção inicial dos enxertos de artéria radial em hiperemia	43
Figura 21	Reserva de fluxo dos enxertos de artéria radial	44
Figura 22	Fluxo sanguíneo dos enxertos de artéria radial em repouso	45
Figura 23	Fluxo sanguíneo dos enxertos de artéria radial em hiperemia	45
Figura 24a	Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)	66
Figura 24b	Aferição do grau de lesão (41,85%) do enxerto da Figura 24a	66
Figura 25a	Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)	66
Figura 25b	Aferição do grau de lesão (35,91%) do enxerto da Figura 25a	66
Figura 26a	Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)	67
Figura 26b	Aferição do grau de lesão (40,71%) do enxerto da Figura 26a	67
Figura 27a	Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)	67
Figura 27b	Aferição do grau de lesão (25,25%) do enxerto da Figura 27a	67

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Variáveis clínicas de 40 pacientes submetidos a revascularização miocárdica	11
TABELA 2	Especificações do sistema da fluxometria	28
TABELA 3	Variáveis clínicas conforme o grupo de estudo	33
TABELA 4	Tipos anatômicos do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda	34
TABELA 5	Variáveis operatórias	35
TABELA 6	Variáveis cirúrgicas da artéria radial	35
TABELA 7	Variáveis das artérias coronárias revascularizadas	36
TABELA 8	Perviedade perfeita dos enxertos de artéria radial	39

## RESUMO

Bonini, RCA. *Revascularização cirúrgica do miocárdio com utilização de enxerto de artéria radial esqueletizada ou com tecidos adjacentes: análise comparativa randomizada* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007. 79p.

**INTRODUÇÃO:** A utilização de enxertos arteriais na revascularização cirúrgica do miocárdio já está bem estabelecida atualmente pelos cirurgiões cardiovasculares, e sua esqueletização tem apresentado algumas vantagens, a princípio com a artéria torácica interna esquerda. **OBJETIVO:** Com o objetivo de analisar esse método de dissecação na artéria radial, foram avaliados os desempenhos funcional e hemodinâmico bem como as características morfoanatômicas e histológicas dos enxertos aortocoronários de artéria radial, esqueletizados ou com tecidos adjacentes, na revascularização cirúrgica do miocárdio. **MÉTODOS:** Foram comparados 40 pacientes, distribuídos randomicamente em dois grupos. No grupo I foi utilizada artéria radial esqueletizada (20 pacientes) e no grupo II, artéria radial com tecidos adjacentes (20 pacientes), para os ramos marginais da artéria coronária esquerda. No total, 39 pacientes foram submetidos a cinecoronariografia e fluxometria com cateter-guia Doppler de 12 MHz (0,014 polegada, Flowire, Jometrics Inc.), no pós-operatório imediato. **RESULTADOS:** Os dois grupos apresentaram características demográficas semelhantes. As variáveis intra-operatórias principais da artéria radial também foram semelhantes, com comprimento de 17,1 cm no grupo I e de 16,3 cm no grupo II, e débito livre de 80,3 ml/min no grupo I e de 95,5 ml/min no grupo II. Não foram observadas diferenças morfoanatômicas e histológicas nos grupos comparados. Os diâmetros dos enxertos de artéria radial, calculados por meio de angiografia quantitativa no pós-operatório, foram semelhantes (2,66 mm no grupo I e 2,53 mm no grupo II), assim como as variáveis fluxométricas (fluxo sanguíneo de 54,9 ml/min no grupo I e de 44,28 ml/min no grupo II, e reserva de fluxo de 2,12 no grupo I e de 2 no grupo II). Por outro lado, a cinecoronariografia revelou presença de oclusão em um enxerto e estenose em cinco enxertos no grupo II, enquanto o grupo I apresentou estenose em apenas um enxerto de artéria radial ( $p = 0,091$ ). **CONCLUSÕES:** Os enxertos aortocoronários de artéria radial tiveram bom desempenho funcional e hemodinâmico precoce. Não houve diferença entre os grupos quanto ao desempenho funcional e hemodinâmico precoce, e quanto às características morfoanatômicas e histológicas.

**Descritores:** 1.Arteria radial/cirurgia 2.Arteria radial/anatomia & histologia 3.Revascularização miocárdica/métodos 4.Ponte de artéria coronária 5.Angiografia coronária 6.Velocidade de fluxo sanguíneo 7.Ensaio clínico 8.Estudos prospectivos

## SUMMARY

Bonini, RCA. *Surgical revascularization of the myocardium with the use of grafts of the skeletonized radial artery or with surrounding tissues: random comparative analysis* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2007. 79p.

**BACKGROUND:** The use of artery grafts in the surgical revascularization of the myocardium is currently a well-established procedure by cardiovascular surgeons, and its skeletonization has posed some advantages, in principle, with the left internal thoracic artery. **OBJECTIVE:** With the purpose of analyzing this radial artery harvest method, the study evaluated the functional and hemodynamic early performance, as well as the morphological anatomic and histological features of the aortic coronary grafts of the radial artery, skeletonized or with surrounding tissues, in the surgical revascularization of the myocardium. **METHODS:** The study compared 40 patients, randomly distributed in two groups. In Group I, we employed a skeletonized radial artery (20 patients), and in Group II, the radial artery with surrounding tissues (20 patients), for the marginal branches of the left coronary artery. In total, 39 patients underwent cinecoronariography and fluxometry with a 12-MHz Doppler guide catheter (0.014 in., Flowire, Jometrics Inc.), in the immediate postoperative period. **RESULTS:** Both groups presented similar demographic features. The main intra-surgical variables of the radial artery were also similar, with an extension of 17.1 cm in Group I, and 16.3 cm in Group II, and the free flow was of 80.3 ml/min in Group I, and of 95.5 ml/min in Group II. No morphological anatomic and histological differences were observed in the compared groups. The diameters of the radial artery grafts, which were calculated by quantitative angiography in the postoperative period, were similar (2.66 mm in Group I, and 2.53 mm in Group II), as well as the flow variables (blood flow of 54.9 ml/min in Group I, and of 44.28 ml/min in Group II, and a flow reserve of 2.12 in Group I, and of 2 in Group II). On the other hand, the cinecoronariography revealed the presence of an occlusion in one graft, and of stenosis in five grafts of Group II, while Group I presented stenosis in only one radial artery graft ( $p = 0.091$ ). **CONCLUSIONS:** The aortic coronary grafts of the radial artery displayed good functional and hemodynamic early performance. There was no difference between the groups regarding functional and hemodynamic early performance, and the morphological anatomical and histological features.

**Key words:** 1.Radial artery/surgery 2.Radial artery/anatomic & histologic 3.Myocardium revascularization/methods 4.Bypass coronary artery 5.Coronary angiography 6.Blood flow velocity 7.Clinical trials 8.Prospective studies

## **1 INTRODUÇÃO**

## 1 INTRODUÇÃO

Os cirurgiões cardiovasculares vivem hoje um momento de transformação na especialidade. As inovações e modificações técnicas necessitam, progressivamente, ser incorporadas à prática clínica de modo a tornar os procedimentos mais eficazes e seguros<sup>70</sup>.

Apesar dos bons resultados iniciais com enxertos venosos, a veia safena magna, utilizada de maneira reversa, apresenta crescente incidência de eventos coronários, com taxa de oclusão ao redor de 50% em 10 anos<sup>25,34,47,81</sup>. As complicações, que levam à degeneração do enxerto, resultam de hiperplasia fibroproliferativa intimal, trombose e aterosclerose progressiva, e decorrem, principalmente, de alterações moleculares e celulares reativas, e de exposição da veia ao estresse pulsátil da pressão arterial<sup>14,78</sup>.

Por outro lado, os bons resultados da revascularização miocárdica com a utilização da artéria torácica interna esquerda para o ramo interventricular anterior, como aumento significativo da sobrevida, diminuição dos eventos cardíacos e melhora da taxa de perviabilidade<sup>23,55,69,73,114</sup>, induziram a aplicação de enxertos arteriais alternativos apropriados, respeitando, obviamente, suas indicações e as características de cada paciente. Incluem-se como exemplos de enxertos: artéria radial<sup>3,20,43</sup>, artéria gastroepiplóica direita<sup>82,92,103</sup>, e artéria epigástrica inferior<sup>16,91</sup>. A utilização das duas artérias torácicas internas tem demonstrado

vantagens<sup>22,46,50,71,72,88</sup>, mas pode estar associada a maior morbidade em obesos e diabéticos<sup>1,35,68,98</sup>. Essa estratégia cirúrgica, priorizando a utilização de enxertos arteriais pela sua maior perviedade, tem importância relevante para aumento da expectativa de vida.

A artéria radial foi o segundo enxerto arterial coronário, introduzido na prática clínica<sup>12</sup> por Carpentier et al.<sup>28</sup>, em 1971. Entretanto, dois anos após, foi recomendado o abandono da técnica, em virtude da alta incidência de estenose e oclusão, observadas nas arteriografias de controle. Foi sugerido que a falência do enxerto decorria de espasmo da artéria denervada<sup>53</sup>. Curtis et al.<sup>38</sup> sugeriram que a falência era decorrente de hiperplasia intimal. Contudo, Carpentier, citado por Acar et al.<sup>3</sup>, ao avaliar um reestudo hemodinâmico, no qual o enxerto de artéria radial examinado imediatamente após a operação havia sido dado como ocluído, observou após 15 anos que o mesmo estava totalmente pérvio, sem qualquer lesão aterosclerótica visível. Do mesmo modo, dois outros pacientes pertencentes àquela primeira fase, que apresentavam algum grau de obstrução no primeiro exame, no reestudo os enxertos estavam totalmente pérvios<sup>3</sup>.

Em 1992, Acar et al.<sup>3</sup> propuseram novamente a utilização dos enxertos de artéria radial baseados nesses resultados. Foi recomendando o emprego de melhores técnicas de dissecação e bloqueadores de canais de cálcio ou outros vasodilatadores para prevenção de espasmo, revitalizando sua aplicação na revascularização miocárdica. A partir de então, em série de 104 pacientes iniciada em 1989, constataram perviedade precoce de 100% e tardia de 93,5%<sup>3</sup>.

A artéria radial representa conduto apropriado para a revascularização miocárdica, uma vez que é um enxerto utilizado em regime de pressão arterial sistêmica, seu diâmetro e sua espessura oferecem boas condições à manipulação cirúrgica, tanto nas anastomoses proximais como nas distais, e seu comprimento permite atingir toda a circulação coronária<sup>3</sup>. Contudo, trata-se de uma artéria que apresenta espessa camada média pelo elevado número de leiomiócitos (células musculares), sendo essa característica responsável pela maior força contrátil do enxerto, resultando, ocasionalmente, em vasoespasmo<sup>3,19,59,109</sup>.

Assim, foram sendo sucessivamente publicados artigos demonstrando os bons resultados do enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes, inclusive com reestudos cinecoronariográficos com até 12 meses de pós-operatório<sup>15,19,20,21,32,39,40,75,87,102,107,111</sup> e em seguimentos mais tardios<sup>4,90</sup>. Sua utilização tem demonstrado resultados semelhantes aos da artéria torácica interna direita<sup>13,26,66,74</sup>.

A técnica de dissecação esquelizada da artéria radial foi introduzida na prática cirúrgica por Taggart et al.<sup>104</sup>, em 2001, a partir dos bons resultados obtidos com a esquelização da artéria torácica interna esquerda, técnica iniciada por Cunningham et al.<sup>36</sup>, em 1992. Embora não haja dúvidas quanto ao impacto da artéria torácica interna esquerda pediculada na revascularização miocárdica, e a despeito desses bons resultados, a técnica de esquelização da artéria torácica interna esquerda pode efetivamente mudar a capacidade de fluxo do enxerto, com potenciais vantagens<sup>36</sup>. Algumas publicações constataram aumento significativo do



fluxo livre da artéria torácica interna esquerda esqueletizada sobre a pediculada<sup>33,37,63,83,112</sup>. Takami e Ina<sup>105</sup>, em 2002, por meio de fluxometria intra-operatória, observaram aumento do fluxo, com significância estatística, quando compararam as duas formas de dissecação<sup>105</sup>, além de aumento do diâmetro interno proximal, analisado pela angiografia quantitativa<sup>52,105</sup>.

Em 2001, Taggart et al.<sup>104</sup> constataram vantagens da esqueletização da artéria radial, como: auxiliar na avaliação do comprimento do enxerto; permitir a identificação de espasmos ou áreas lesadas, que podem ficar não-visíveis no enxerto com tecidos adjacentes; facilitar anastomoses seqüenciais e confecção de enxertos compostos; e minimizar riscos de “kink” ou torção dos condutos. Por outro lado, exige dissecação mais cuidadosa, requer mais tempo e pode induzir espasmo, embora isso possa ser tratado com vasodilatadores<sup>104</sup>. Em 2002, foi publicada a primeira série comparativa não-randomizada de 112 pacientes que utilizaram artéria radial com tecidos adjacentes e de 131 pacientes que utilizaram artéria radial esqueletizada. A perviedade foi de 84,9% e 96,5%, respectivamente<sup>8</sup>. Esses resultados mantiveram-se com 12 meses de pós-operatório<sup>62</sup>, evidenciando taxa de perviedade global satisfatória para os enxertos de artéria radial esqueletizados<sup>61</sup>. Por outro lado, tendo em vista a não existência de estudos comparativos randomizados na literatura internacional a respeito dos enxertos de artéria radial esqueletizados e com tecidos adjacentes, observa-se uma lacuna do conhecimento em relação às hipóteses sugeridas por Taggart et al.<sup>104</sup>.

## **2 OBJETIVOS**

## **2 OBJETIVOS**

Este estudo tem como objetivo comparar randomicamente o comportamento precoce dos enxertos aortocoronários de artéria radial, preparados de maneira esqueletizada e com tecidos adjacentes, na cirurgia de revascularização do miocárdio. Nesta comparação, serão analisados o desempenho funcional e hemodinâmico desses enxertos e suas características morfoanatômicas e histológicas.



### **3 MÉTODOS**

#### **3.1 Casuística**

Este trabalho foi realizado no Departamento de Cirurgia Cardiovascular da Divisão de Cirurgia do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia de São Paulo. Os portadores de doença arterial coronária encaminhados para realização de revascularização miocárdica foram entrevistados e examinados pelo investigador principal. Depois da avaliação da angiografia pré-operatória por dois investigadores, o paciente era convidado a participar do estudo caso os critérios clínicos e angiográficos de inclusão fossem preenchidos e não se aplicasse nenhum dos critérios de exclusão. O paciente era, então, selecionado, mediante consentimento livre e esclarecido. Todos os pacientes foram operados pela equipe cirúrgica do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia.

O Protocolo de Pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (nº 3193/2003) e pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (nº 367/04). O estudo teve início no primeiro dia de janeiro de 2004 e foi encerrado no dia 24 de outubro de 2005, com a alta hospitalar do último paciente.

### **3.1.1 Seleção dos pacientes**

#### **3.1.1.1 Critérios de inclusão**

- Pacientes de ambos os sexos com diagnóstico clínico de angina estável, angina instável ou história pregressa de infarto do miocárdio (com ou sem supradesnivelamento do segmento ST), apresentando, à cinecoronariografia, lesões passíveis de tratamento cirúrgico.
- Idade  $\leq 65$  anos.
- Pacientes com obstrução coronária  $> 70\%$  em ramo circunflexo da artéria coronária esquerda e/ou ramos marginais, e com boa anatomia distal<sup>78</sup>.
- Pacientes sem disfunção ventricular grave.

#### **3.1.1.2 Critérios de exclusão**

- Teste de Allen (clássico e modificado) positivo no antebraço em que se pretende dissecar a artéria radial<sup>7,45,65,101</sup>.
- Pacientes submetidos a canulação prévia da artéria radial, portadores de fístula arteriovenosa para hemodiálise, vasculite ou doença de Raynaud.
- Artéria radial apresentando focos de calcificações e/ou doença aterosclerótica difusa, visíveis macroscopicamente.
- Infarto agudo do miocárdio, com ou sem supradesnivelamento do segmento ST.
- Complicações mecânicas do infarto agudo do miocárdio.
- Aneurisma do ventrículo esquerdo, cardiopatia valvar ou congênita associada.

- Pacientes submetidos a cirurgia cardíaca prévia e portadores de insuficiência renal ou arteriopatia periférica.

### 3.2 Delineamento da pesquisa

Respeitando os critérios apresentados, foram selecionados 40 pacientes, dos quais 33 eram do sexo masculino (82,5%) e sete eram do sexo feminino (17,5%), com média de idade de  $53,4 \pm 6,04$  anos. A incidência dos principais fatores de risco e as variáveis clínicas dos pacientes estão demonstradas na Tabela 1.

**Tabela 1 - Variáveis clínicas de 40 pacientes submetidos a revascularização miocárdica**

Variável clínica	Pacientes (n = 40)	%
Idade (a)	$53,4 \pm 6,04$	-
Peso (kg)	$77,5 \pm 12,7$	-
Altura (cm)	$1,73 \pm 0,09$	-
Sexo (M/F)	33/7	82,5/17,5
Hipertensão (n)	36	90
Dislipidemia (n)	17	42,5
Tabagismo (n)	21	52,5
Diabetes (n)	11	27,5
Angina estável (n)	34	85
Angina instável (n)	6	15

NOTA: a = anos; kg = quilogramas; cm = centímetros; M = masculino; F = feminino; n = número de pacientes.

Este estudo teve delineamento do tipo ensaio clínico, com distribuição de 20 pacientes por grupo, por meio de randomização computadorizada, de acordo com a técnica de dissecação e preparo da artéria radial: grupo I, enxerto de artéria radial esqueletizado e grupo II, enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes (Figura 1).

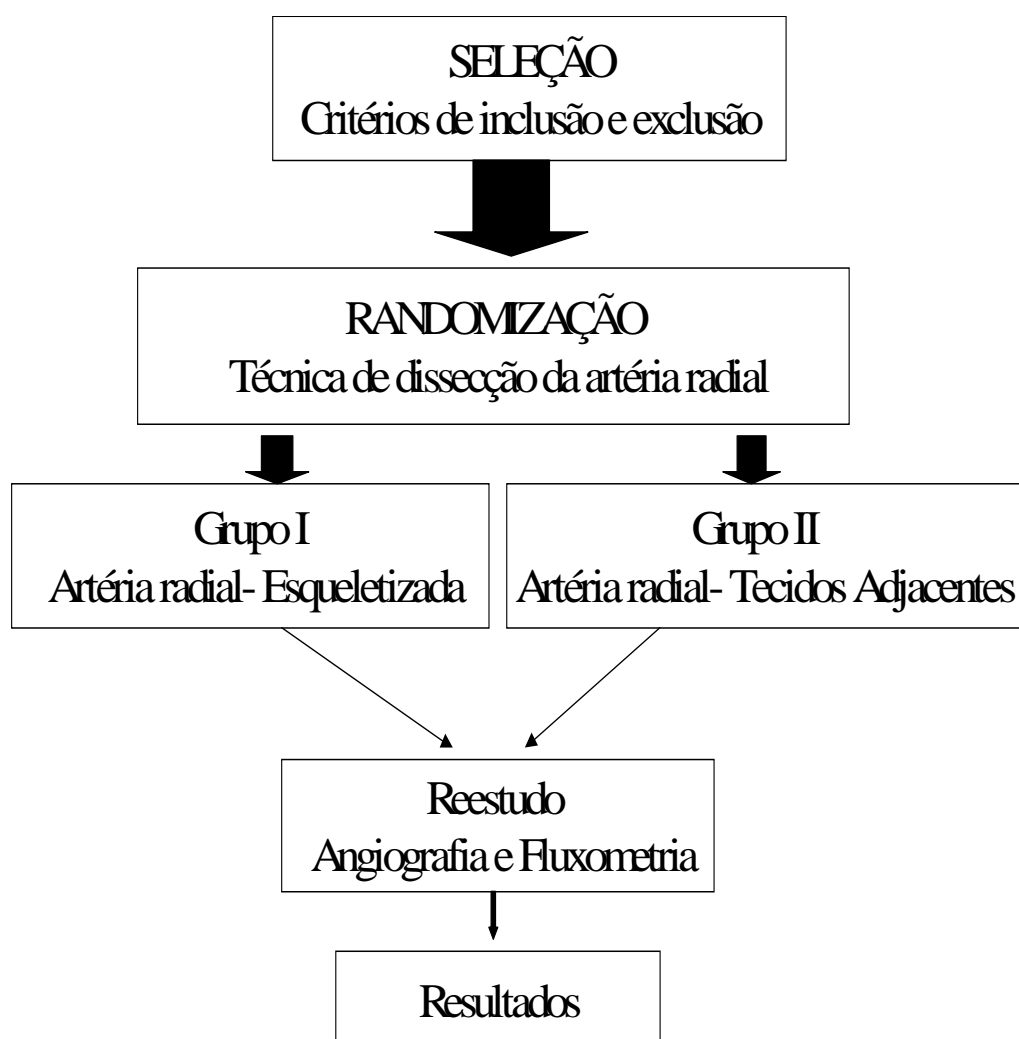


Figura 1. Desenho do ensaio clínico



### 3.3 Dados do pré-operatório

A partir da seleção do paciente para o estudo, os dados clínicos do pré-operatório foram registrados em ficha. Um dos critérios angiográficos pré-operatórios analisados foi o tipo anatômico do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda. A classificação utilizada foi a de Gensini, com modificações propostas por Ariê e Galiano, citados por Oliveira<sup>85</sup>. Os tipos 1 e 2 foram agrupados em tipo I e os tipos 3 e 4, em tipo II. Assim:

- tipo I: ramo circunflexo emite um ou dois ramos (Figura 2a);
- tipo II: ramo circunflexo emite três ou quatro ramos (Figura 2b).

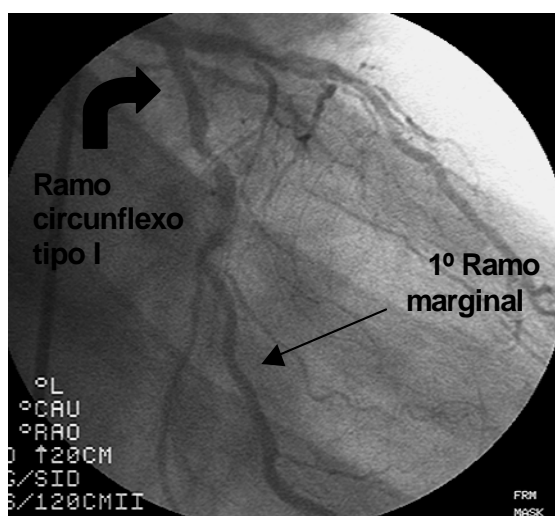


Figura 2a. Angiografia do ramo circunflexo do tipo I

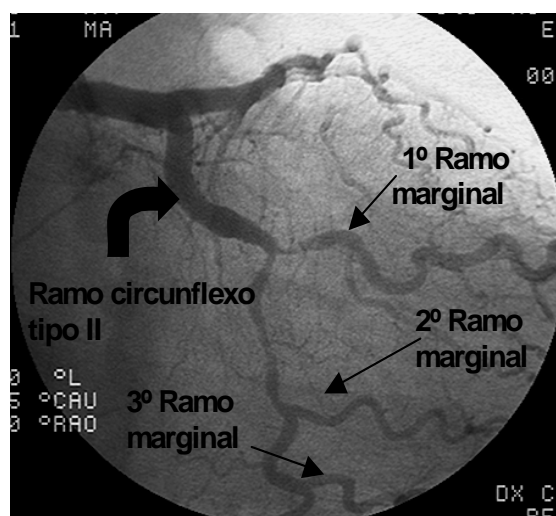


Figura 2b. Angiografia do ramo circunflexo do tipo II

### 3.4 Dados do procedimento cirúrgico

#### 3.4.1 Técnica operatória

A monitorização dos pacientes na sala cirúrgica consistia em: colocação de cinco eletrodos na região dorsal, programados em D2, V5 e

V4, para monitorização eletrocardiográfica; acesso venoso periférico com jelco nº 16 ou nº 14; punção da artéria radial direita com jelco nº 18 para monitorização contínua da pressão arterial média invasiva; acesso venoso profundo, por meio de punção da veia subclávia direita; sondagem vesical com Foley nº 16; oximetria de pulso; e capnografia. Para anestesia endovenosa foram utilizados benzodiazepínicos (midazolam – 0,1 mg/kg na indução e na entrada de circulação extracorpórea), hipnóticos (etomidato – 0,3 mg/kg na indução anestésica), relaxantes musculares (pancurônio – 0,09 mg/kg na indução e na entrada de circulação extracorpórea), e opióides (fentanil – doses em bolo intermitentes de 5 µg/kg durante toda a cirurgia, até o máximo de 50 µg/kg). O suporte ventilatório foi realizado com ventilador Kion–Siemens, em modo controlado, com volume corrente de 8 ml/kg a 10 ml/kg, frequência respiratória de 10 ipm, pressão expiratória positiva de 0, e fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) de 40%-60%.

Após esternotomia mediana, foi realizada dissecação simultânea das artérias torácica interna esquerda e radial esquerda, e, conforme necessário, da veia safena magna direita. A dissecação da artéria torácica interna direita, quando realizada, ocorreu sempre após a dissecação da artéria torácica interna esquerda.

Após obtenção dos enxertos, foram realizadas suturas em bolsa na aorta ascendente e no átrio direito, heparinização sistêmica de 3,5 mg/kg a 5 mg/kg, e canulação dos mesmos, seguidas pela instituição de circulação extracorpórea com oxigenador de membranas (Vital - Macchi Edwards), com fluxo sanguíneo de 2,5 l/min/m<sup>2</sup>, pressão arterial média mantida em torno de

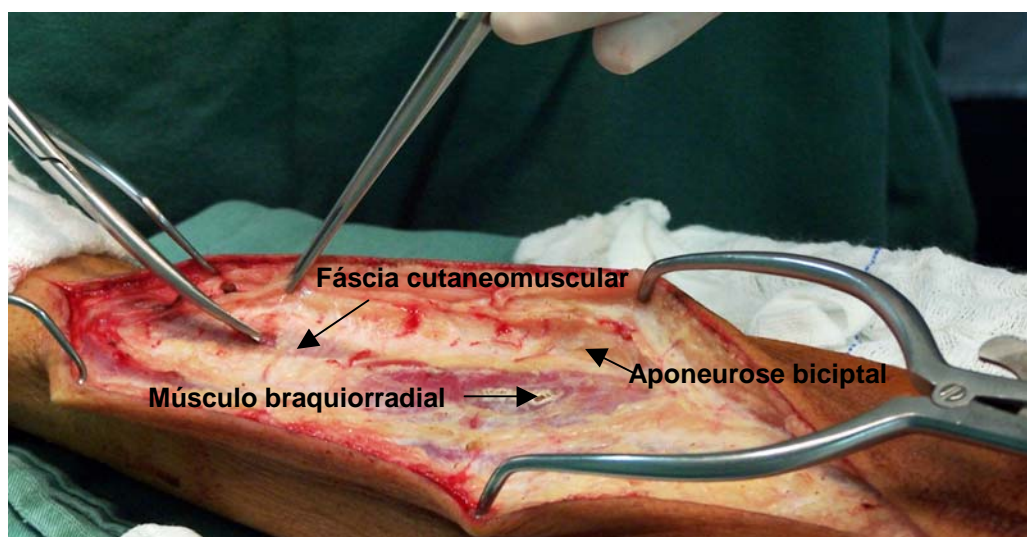
60 mmHg, e temperatura esofágica de 32°C a 33°C. Mediante pinçamentos intermitentes da aorta, com 15 minutos de duração máxima e 2 minutos para recuperação, foram confeccionadas uma a uma as pontes, iniciando-se sempre pela anastomose distal com o ramo coronário e após, quando necessário, anastomose proximal na aorta.

#### **3.4.1.1 Método de dissecação e preparo da artéria radial**

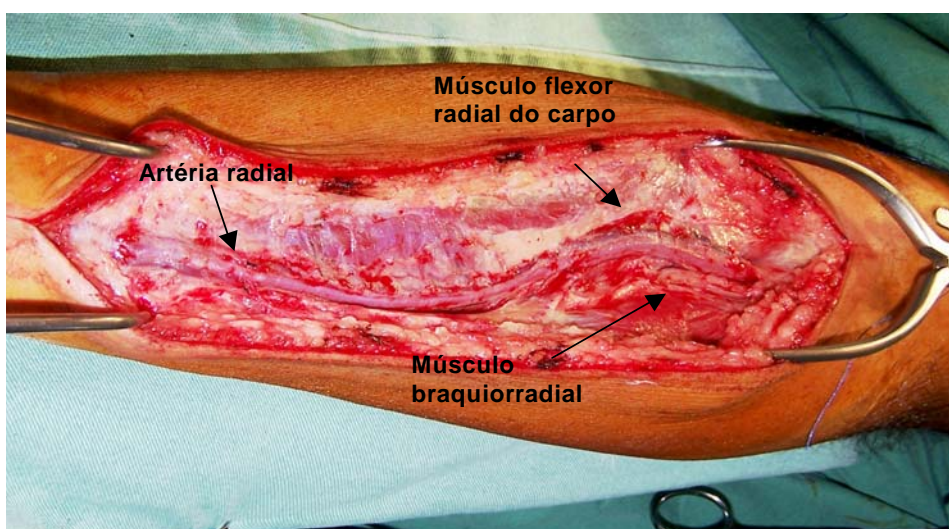
A artéria radial é o menor ramo terminal da artéria braquial. Tem origem na fossa cubital, na altura do colo do rádio. Na porção distal do antebraço, é superficial e se encontra na face lateral do tendão do flexor radial do carpo, o qual serve de guia<sup>84</sup>. A técnica de dissecação utilizada foi a proposta por Reyes et al.<sup>93</sup>. Com o braço esquerdo em abdução, apoiado sobre braçadeira com coxins, foi realizada incisão a 2 cm da prega antecubital até próximo do processo estilóide do rádio, acompanhando a borda medial do músculo braquiorradial (levemente curvilínea).

A dissecação do tecido subcutâneo foi realizada com eletrocautério Electro Surgical Generator Force 2 - ValleyLab em baixa corrente. A seguir, procedeu-se à liberação da fáscia cutaneomuscular distalmente em direção ao plano de referência, situada entre o músculo braquiorradial e o flexor radial do carpo, acobertado pela aponeurose do bíceps do braço (aponeurose bicipital) (Figura 3). Foram utilizados, para esse procedimento, tesoura de Metzembaun e afastador autostático, tomando-se os devidos cuidados para evitar avulsão de vasos perfurantes, e lembrando sempre da

presença do nervo cutâneo lateral do antebraço, que segue sobre o músculo braquiorradial<sup>93</sup>. A Figura 4 ilustra o aspecto final dessa fase da dissecação.



**Figura 3.** Dissecção do tecido subcutâneo, fáscia cutaneomuscular e aponeurose bicipital do antebraço esquerdo



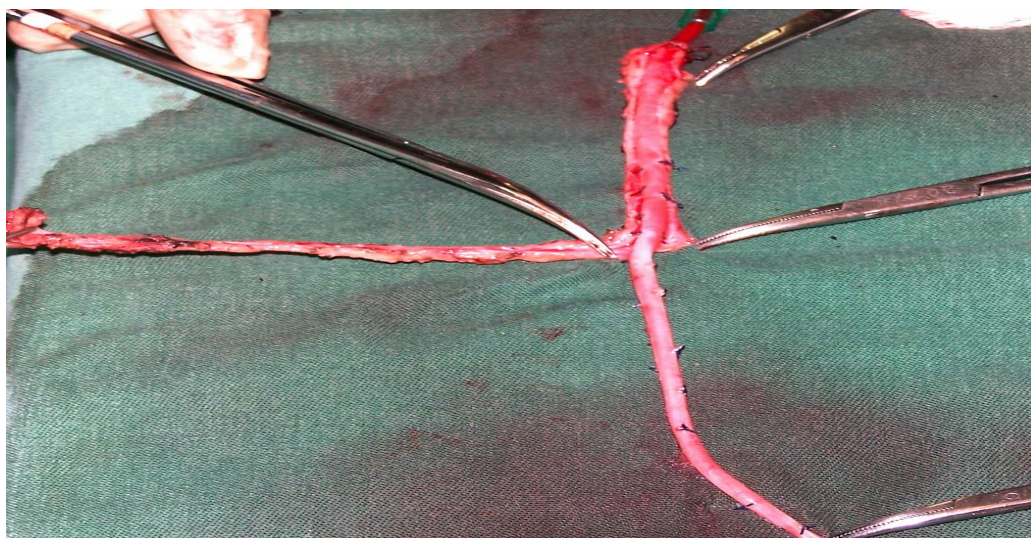
**Figura 4.** Aspecto da artéria radial esquerda com tecidos adjacentes

Na seqüência, a artéria radial era liberada de seu leito, em que repousa, sucessivamente, em sua porção distal, sobre o tendão dos músculos bíceps braquial, supinador, pronador redondo, flexor superficial dos dedos, flexor longo do polegar, pronador quadrado e extremidade inferior do rádio. No terço médio do antebraço, o ramo superficial do nervo radial situa-se ao lado da artéria, sendo o mesmo rebatido lateralmente. Em sua porção proximal, abandona o antebraço, dirigindo-se dorsalmente através do carpo<sup>84</sup>. Essa dissecação foi realizada com tesoura de Metzembaun, a ligadura dos ramos foi feita com algodão 4.0, e, quando necessário, foi utilizado bisturi elétrico em baixa corrente. Após isolamento da artéria radial, em conjunto com os tecidos perivasculares (tecido adiposo e veias satélites), foi utilizada solução tópica de papaverina e solução fisiológica a 0,9%, na diluição de 60 mg para 60 ml, respectivamente, visando ações vasodilatadora e antiespasmódica<sup>93</sup>.

A revisão detalhada da artéria radial foi feita fora do antebraço, utilizando-se solução de sangue heparinizado e papaverina (diluição de 60 ml para 60 mg, respectivamente)<sup>93</sup> para preenchimento intraluminal do enxerto, realizado de maneira suave, sem ocorrência de pressão.

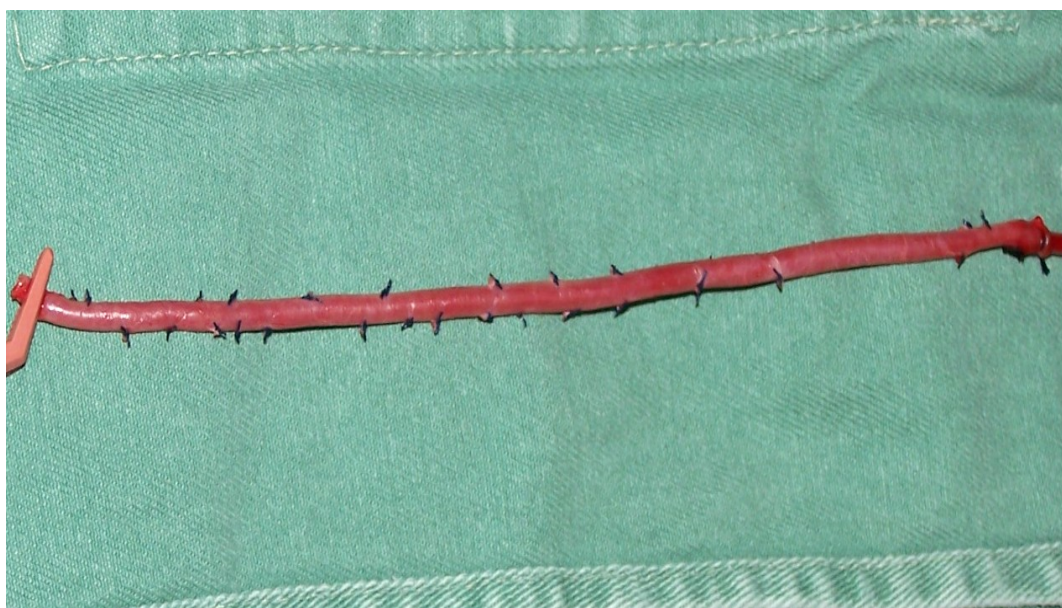
Para realização da esqueletização, seus ramos foram ligados com fio de algodão 4.0 e todas as estruturas adjacentes à artéria foram cuidadosamente removidas (Figura 5).



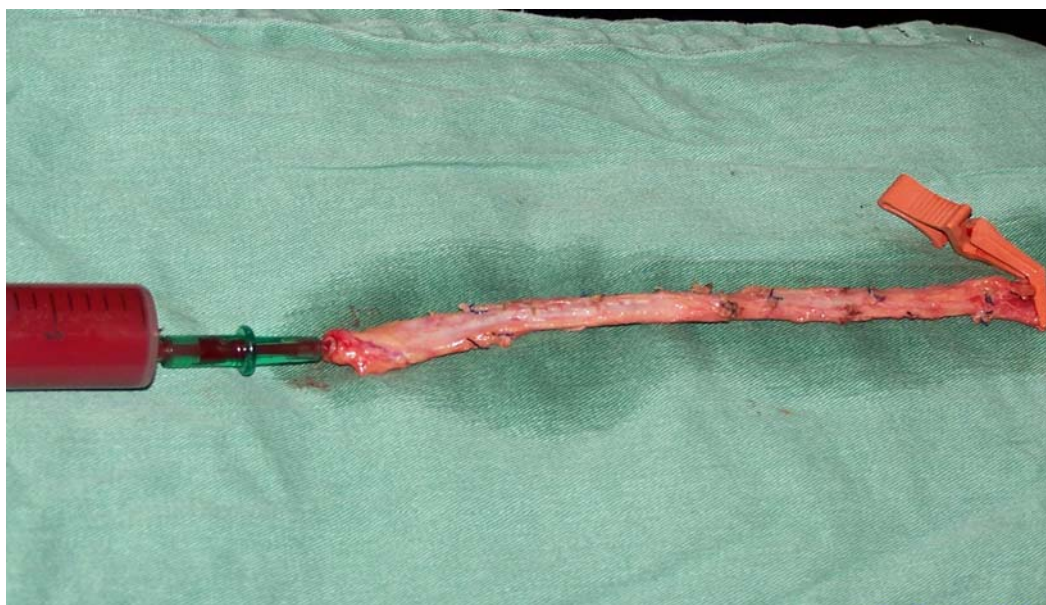


**Figura 5. Preparo da artéria radial esquerda esqueletizada – retirada dos tecidos adjacentes**

Pode-se observar, nas Figuras 6 e 7, o aspecto final dos dois tipos de dissecação da artéria radial, esqueletizada e com tecidos adjacentes, respectivamente.



**Figura 6. Artéria radial esquerda esqueletizada – aspecto final**



**Figura 7. Artéria radial esquerda com tecidos adjacentes – aspecto final**

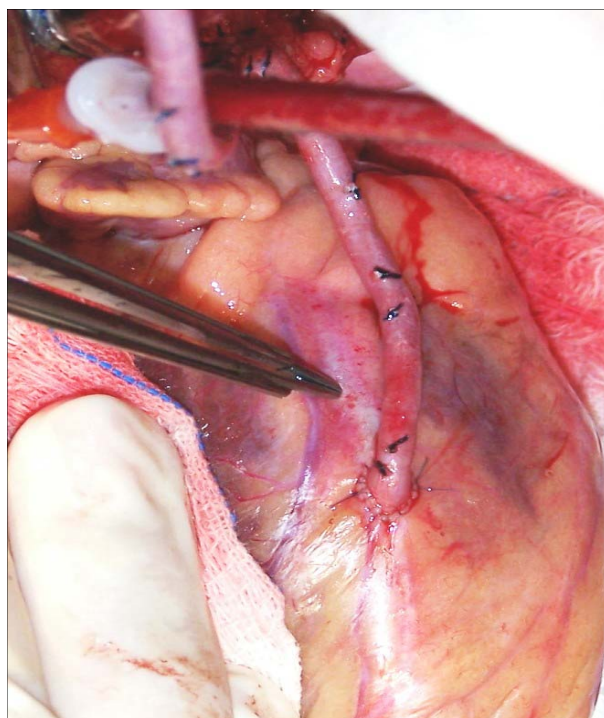
#### **3.4.1.2 Método de dissecação e preparo da artéria torácica interna esquerda, da artéria torácica interna direita e da veia safena magna**

Após pericardiotomia em T invertido, foi iniciada dissecação da artéria torácica interna esquerda, com eletrocautério Electro Surgical Generator Force 2 - ValleyLab em baixa corrente, sendo a mesma isolada de forma pediculada desde sua origem, próximo à veia subclávia esquerda, até sua bifurcação, junto do diafragma, com seus ramos cauterizados. Antes de sua extremidade distal ser seccionada, foi aplicada solução tópica contendo papaverina e solução fisiológica a 0,9% (diluição de 1 mg para 1 ml, respectivamente)<sup>93</sup>. Após administração sistêmica de heparina, na dose de 3,5 mg/kg a 5,0 mg/kg, sua porção distal foi seccionada e a extremidade distal foi ligada, sendo, a seguir, liberada a fáscia endotorácica posterior em

sua extensão distal. A utilização da artéria torácica interna esquerda foi sempre para o ramo interventricular anterior e, em alguns casos, a artéria torácica interna direita foi dissecada e preparada da mesma maneira, sendo anastomosada na artéria coronária direita. A técnica de dissecação da veia safena magna foi escalonada com mínimo de contato direto com o enxerto. Foi utilizado sangue heparinizado para preenchimento intraluminal sem pressão.

#### **3.4.1.3 Confecção das anastomoses**

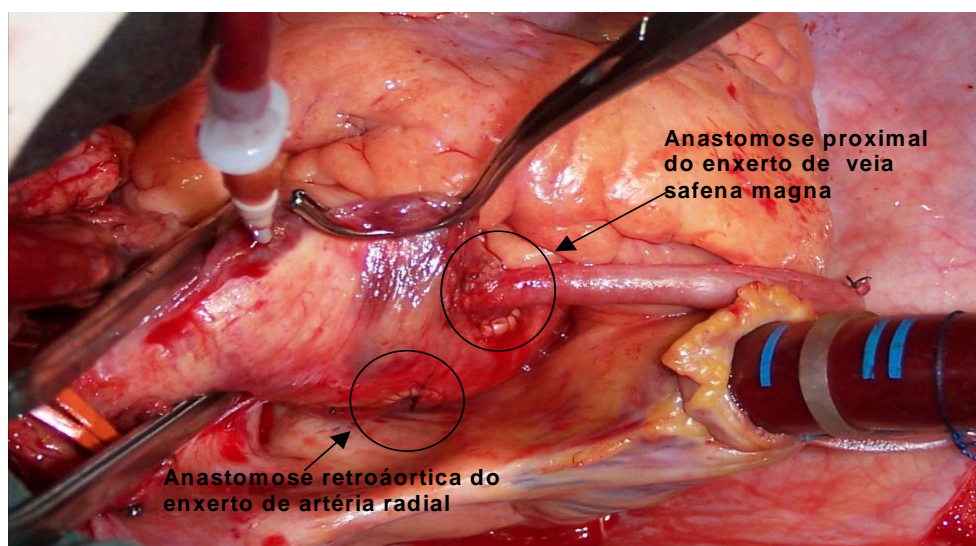
A anastomose distal nos dois grupos foi realizada terminolateral, sempre primeiramente à proximal, com sutura contínua de polipropileno 7.0 para enxertos de artéria radial (Figura 8), artéria torácica interna esquerda e veia safena magna.



**Figura 8. Anastomose distal do enxerto de artéria radial esqueletizada**



A confecção das anastomoses proximais dos enxertos de artéria radial e veia safena magna nos dois grupos aconteceu diretamente na aorta, por meio de orifício realizado com bisturi, com sutura contínua de polipropileno 6.0 ou 7.0, sendo a maioria dos enxertos de artéria radial na posição retroaórtica (Figura 9).



**Figura 9.** Anastomose proximal aortocoronária do enxerto de artéria radial (retroaórtica)

### **3.4.2 Variáveis intra-operatórias**

#### **3.4.2.1 Variáveis dos enxertos**

As variáveis dos enxertos de artéria radial compreenderam:

- comprimento final, avaliado com régua metálica (escala milimétrica);

- débito livre, avaliado pela aferição do volume sanguíneo em mililitros durante um minuto, por meio da secção da porção distal da artéria radial no antebraço;
- análise histológica, realizada em porção distal de dois cm da artéria radial, com a utilização de microscópio tradicional, micrótomo de três micra, corante hematoxilina-eosina, e fixação com formol.

#### **3.4.2.2 Variáveis do leito coronário**

As variáveis do leito coronário compreenderam:

- diâmetro interno da coronária a ser revascularizada, aferido por modeladores metálicos de 1 a 3 mm;
- tipo de lesão, localizada (em um só local na porção proximal à anastomose) ou difusa (em mais de um local na coronária).

### **3.5 Dados do pós-operatório**

Logo após a saída de circulação extracorpórea e assim que o paciente apresentasse estabilidade hemodinâmica, foi iniciada a administração de Tridil® em bomba de infusão na dose de 10 µg/kg/min, buscando-se ação vasodilatadora, mantida até o segundo dia de pós-operatório, quando era iniciada anlodipina por via oral na dose de 5 mg/dia<sup>18</sup>.

Após a cirurgia, os pacientes foram encaminhados à Unidade de Terapia Intensiva, onde permaneceram sob monitorização cardíaca, pressão

arterial invasiva contínua, oximetria de pulso e ventilação mecânica controlada com Bird 8400 volumétrico, em volume corrente de 8 ml/kg a 10 ml/kg, frequência respiratória de 10 ipm, pressão expiratória positiva de 5, e FiO<sub>2</sub> de 40%-60%. Os pacientes foram extubados em torno de seis horas após a chegada na Unidade de Terapia Intensiva, respeitando critérios clínicos e gasométricos. Na manhã do segundo dia de pós-operatório, depois de retirados a linha arterial e os drenos mediastinal e pleural, os pacientes foram encaminhados para a enfermaria, local em que permaneceram até total recuperação e, na maioria dos casos, até a realização do estudo angiográfico, podendo ter alta hospitalar no mesmo dia da angiografia.

### **3.6 Reestudo angiográfico**

O estudo angiográfico foi realizado no quinto dia de pós-operatório, podendo ser realizado até o primeiro mês após a cirurgia. Os pacientes permaneceram em jejum na manhã do exame e as medicações não foram suspensas. Na sala de hemodinâmica, após monitorização cardíaca, punção de acesso venoso periférico e aferição da pressão arterial não-invasiva, foi realizada punção da artéria femoral direita com introdutor de sete French, seguida da administração de heparina na dose de 2.500 UI, sendo então iniciado o exame.

Inicialmente, foi contrastada a circulação coronária nativa com cateter de Judkins “Left/Right”. Posteriormente, com cateter de estudo de enxertos (MI, EBU, XB, Multipurpose), foi cautelosamente injetado contraste na artéria torácica interna esquerda, na artéria radial e nos outros enxertos, sendo, por fim, realizada ventriculografia por meio de Pig Tail.

### **3.6.1 Variáveis do reestudo angiográfico**

As variáveis angiográficas avaliadas, dos enxertos de artéria radial, compreenderam:

- perviedade;
- diâmetro interno;
- fluxometria.

#### **3.6.1.1 Perviedade dos enxertos de artéria radial**

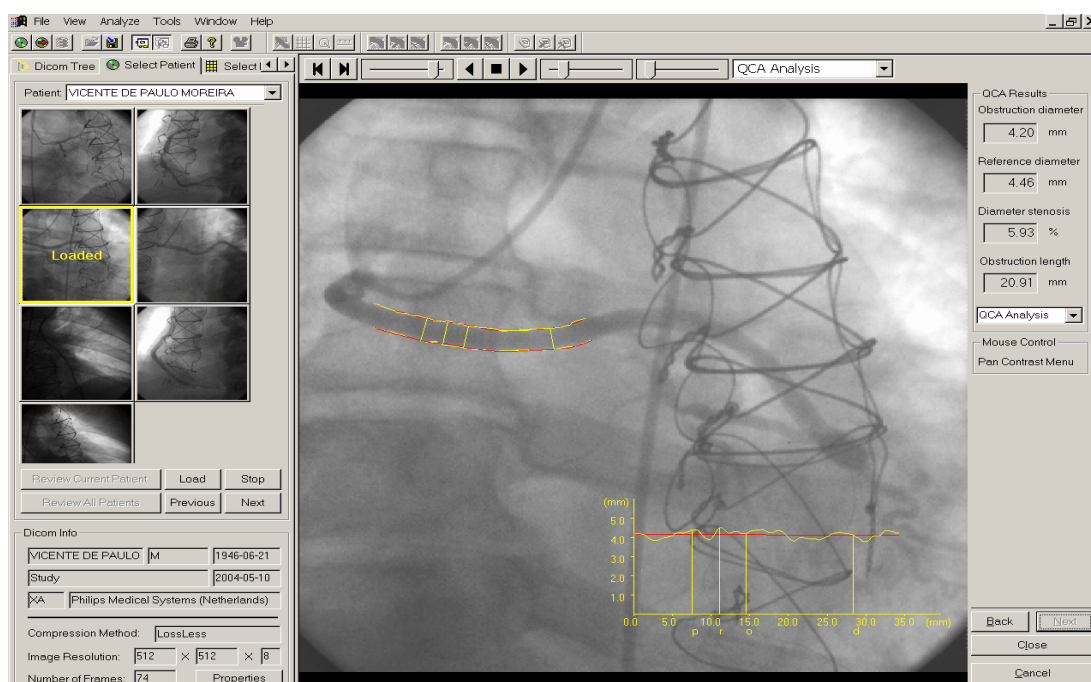
A perviedade dos enxertos foi avaliada quanto aos seguintes critérios:

- tipo A, ausência de estenose e oclusão;
- tipo B, estenose < 50% no enxerto;
- tipo C, estenose > 50% no enxerto;
- tipo O, oclusão do enxerto.

#### **3.6.1.2 Diâmetro interno dos enxertos de artéria radial**

Por meio da injeção de contraste no interior do enxerto, com programa específico de análise de contorno de imagens, foram obtidos o

diâmetro e a área de secção transversa da porção inicial do enxerto de artéria radial (angiografia quantitativa). Tendo como referência a silhueta do cateter angiográfico, foi obtido o diâmetro interno da artéria radial a 30 mm da anastomose proximal, local em que habitualmente foi posicionado o guia de fluxo Doppler (Figura 10). Foi utilizado o programa “Quantitative Coronary and Left Ventricular Angiography – Cardiovascular Measurement System” versão 5.1, elaborado pela Medis-Medical Imaging Systems e baseado na pesquisa da Universidade de Leiden.

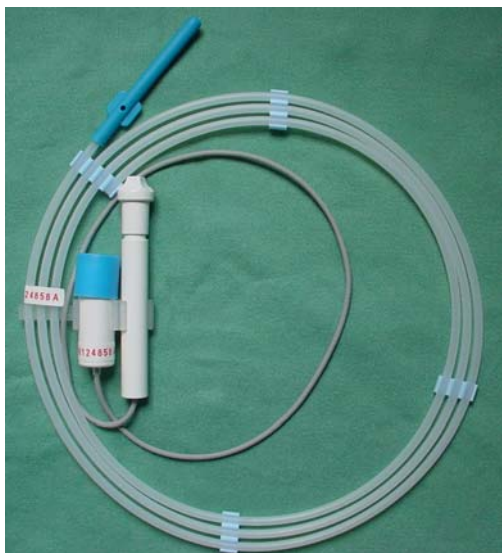


**Figura 10. Angiografia quantitativa pós-operatória da porção inicial do enxerto de artéria radial, por programa específico, por meio do qual foi obtido o diâmetro interno**

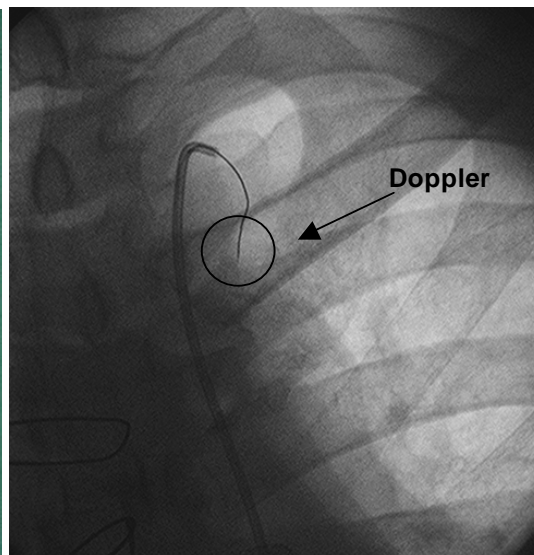
### 3.6.1.3 Fluxometria dos enxertos de artéria radial

O cateter-guia Doppler utilizado neste estudo, validado por Doucette et al.<sup>44</sup>, compreendia um fio-guia maleável e flexível de 175 cm de comprimento e 0,014 polegada (0,35 mm) de diâmetro (Figura 11a), cuja

extremidade distal é composta por um transdutor ultra-sônico de 12 MHz (FloWire®; Cardiometrics, Inc., Mountain View, EUA) (Figura 11b). Esse transdutor emite ondas ultra-sônicas com ângulo de 10 graus.

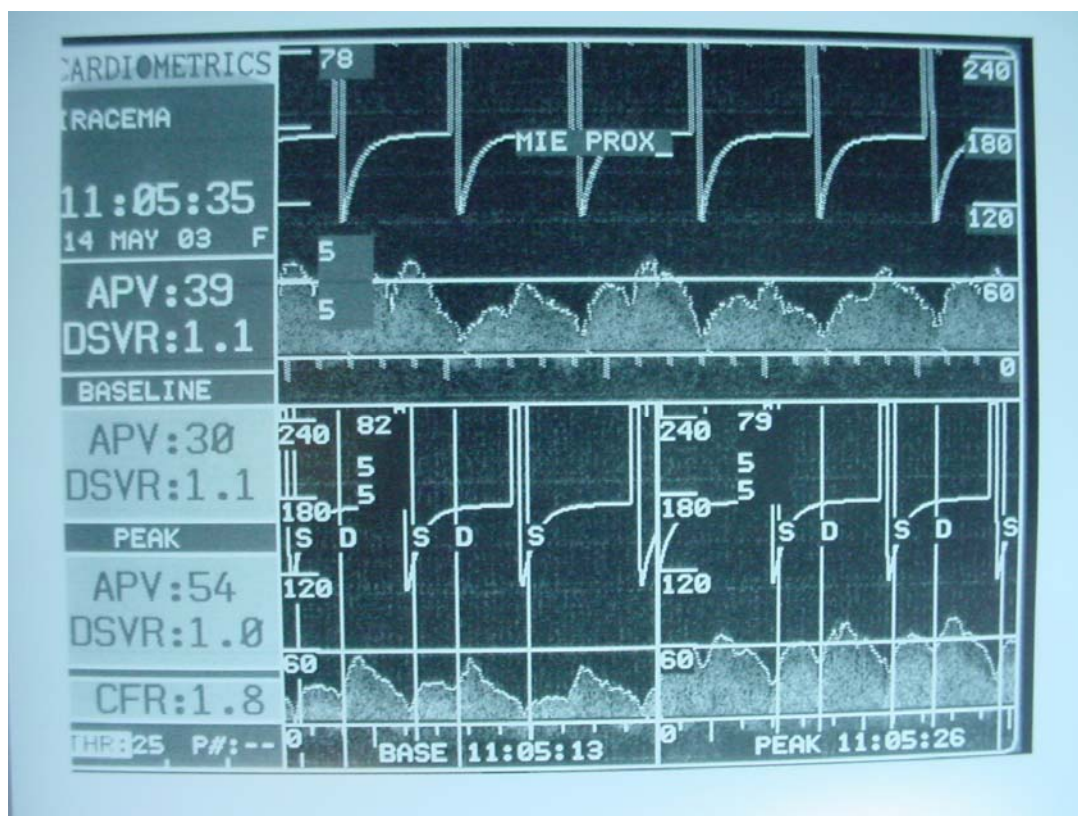


**Figura 11a. Foto ilustrativa do cateter-guia Doppler**



**Figura 11b. Transdutor Doppler – Angiografia**

Essas ondas excitam cristais piezoelétricos, que geram um sinal de eco de retorno, e esse sinal é processado e transformado em sinal de áudio Doppler por um sistema analisador (FloMap II®; Cardiometrics, Inc., Mountain View, EUA) em tempo real, ao qual o cateter-guia é acoplado. A frequência do sistema é determinada pelo analisador de espectro, que calcula aproximadamente 90 espectros por segundo. Esses dados são transmitidos a um monitor e podem ser impressos (Figura 12).



**Figura 12.** Foto ilustrativa do registro da média da velocidade de pico em repouso e hiperemia e da reserva de fluxo do enxerto coronário durante a fluxometria

As especificações de todo o sistema utilizado na fluxometria estão apresentadas na Tabela 2. O cateter-guia possui uma área de secção transversa de  $0,1 \text{ mm}^2$ . Essa área reduz em 9% a circunferência de uma artéria de diâmetro interno de 1,2 mm. A medida da média da velocidade foi possível com o posicionamento adequado do cateter-guia Doppler na luz do enxerto, de maneira que o “jato” ultra-sônico estivesse bem alinhado paralelamente à linha central do fluxo sanguíneo. Acredita-se que a presença do guia Doppler na luz do enxerto não modifique o padrão da velocidade no local aferido.



**Tabela 2 - Especificações do sistema da fluxometria**

<b>Característica</b>	<b>Sistema utilizado</b>
Tipo de Doppler	Pulsátil
Frequência do Doppler	12 MHz
Frequência de repetição da onda de pulso	12-96 kHz
Comprimento de sinal transmitido	1,0 $\mu$ s
Entrada do analisador de espectro	72 dB
Taxa de transformação do analisador	90-100 espectros/segundo
Escala da velocidade	45-500 cm/s
Direção do Doppler	Selecionável
Cálculos	Computadorizado da média da velocidade de pico
Informações geradas	Média da velocidade de pico em repouso e hiperemia, razão entre as velocidades diastólica e sistólica e reserva de fluxo coronário absoluto
Descrição geral	Cardiometrics FloWire <sup>®</sup> , Cardiometrics FloMapII <sup>®</sup> , tela de vídeo e impressora

A fluxometria tinha início com as medidas de velocidade da artéria referencial. Os possíveis sítios eram o início da artéria coronária esquerda (tronco da artéria coronária esquerda), a 30 mm da origem da artéria torácica interna esquerda, aferindo-se, posteriormente, a velocidade no enxerto de artéria radial aortocoronário, a 30 mm da anastomose proximal. A posição final do Doppler foi sempre confirmada com injeção de contraste.



### 3.6.1.3.1 Variáveis da fluxometria

As variáveis da fluxometria analisadas compreenderam: velocidade de pico em repouso e hiperemia, reserva da velocidade de fluxo sanguíneo coronário absoluto (ou reserva de fluxo do enxerto coronário) e fluxo sanguíneo. O registro das medidas foi realizado em repouso e em hiperemia, induzida com a administração de adenosina na dose de 30 µg no enxerto. A reserva de fluxo do enxerto coronário consistia na razão das velocidades de pico em hiperemia e repouso.

### 3.6.1.3.2 Cálculo do fluxo sanguíneo

O fluxo sanguíneo volumétrico quantitativo – fluxo absoluto (volume) foi calculado a partir da velocidade média de fluxo e da área de secção transversa do enxerto, de acordo com a seguinte fórmula<sup>44</sup>:

$$Q = V_m \times A,$$

em que Q = fluxo derivado do Doppler, V<sub>m</sub> = velocidade média e A = área de secção transversa.

O perfil da velocidade foi considerado parabólico, sendo então a velocidade média calculada como a metade da velocidade de pico. Assim:

$$V_m = APV \times 0,5,$$

em que V<sub>m</sub> = velocidade média e APV = média da velocidade de pico.

A área de secção transversa foi calculada pressupondo-se que o enxerto tinha lúmen circular. A área do círculo foi calculada com a seguinte fórmula:

$$A = \pi D^2/4,$$

em que  $A$  = área de secção transversa,  $\pi = 3,1415$ , e  $D$  = diâmetro do enxerto.

### 3.7 Análise estatística

Os dados são apresentados em forma de tabelas ou gráficos, e em frequências relativas (porcentuais) e absolutas ( $n$ ) das classes de cada variável qualitativa. Para as variáveis quantitativas, foram utilizadas médias e medianas para resumir as informações, e desvios padrão mínimo e máximo para indicar a variabilidade dos dados. Para comparar as distribuições de frequência das variáveis qualitativas entre os grupos, foi utilizado o teste do qui-quadrado de Pearson<sup>110</sup>. O teste exato de Fisher foi utilizado nas situações em que os valores esperados foram inferiores a cinco. Com relação às variáveis quantitativas, o objetivo foi verificar se as médias eram semelhantes entre os grupos. Antes dos testes de comparações de médias, foi realizada uma análise para testar a hipótese de que os dados seguiam distribuição normal. Esse tipo de teste ajuda a optar entre testes paramétricos e não-paramétricos. Isso foi feito por intermédio do teste de Kolmogorov-Smirnov<sup>100</sup>. Assim, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney<sup>9</sup>. Para valores de  $p < 0,05$ , as médias foram consideradas estatisticamente diferentes entre os grupos.

Foram considerados estatisticamente significantes os resultados com níveis descritivos inferiores a 0,05 ( $p < 0,05$ ). Foram usados na elaboração deste relatório técnico os “softwares”: MSOffice Excel versão 2000 para o

gerenciamento do banco de dados; SPSS for Windows (“Statistical Package for the Social Science”) versão 10.0, para a execução dos cálculos estatísticos e para a elaboração e a edição de gráficos; e para a elaboração das tabelas e para a redação foi utilizado o MSOffice Word versão 2000.

## **4 RESULTADOS**

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Dados pré-operatórios

Os dois grupos apresentaram características demográficas semelhantes, sem diferença estatística, assim como foi semelhante a incidência de fatores de risco pré-operatório (Tabela 3).

**Tabela 3 - Variáveis clínicas conforme o grupo de estudo**

	<b>Grupo I (n = 20)</b>	<b>Grupo II (n = 20)</b>	<b>Valor de p</b>
Idade (a)	52 ± 6,8	54 ± 5	0,221*
Sexo (M/F)	17/3	16/4	ns**
HAS (n)	17 (85%)	19 (95%)	0,605**
DLP (n)	8 (40%)	9 (45%)	ns***
DM (n)	6 (30%)	5 (25%)	ns***
Tab. (n)	11 (55%)	10 (50%)	ns***
AE (n)	17 (85%)	17 (85%)	ns**
AI (n)	3 (15%)	3 (15%)	ns**

NOTA: n = número de pacientes; Grupo I = enxerto de artéria radial esqueletizado; Grupo II = enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes; M = masculino; F = feminino; HAS = hipertensão arterial sistêmica; DLP = dislipidemia; DM = diabetes melito; Tab. = tabagismo; AE = angina estável; AI = angina instável; ns = não-significante.

\*Teste de Mann-Whitney/\*\* Teste exato de Fisher/\*\* Teste do qui-quadrado.

Não houve diferença estatística entre os tipos anatômicos pré-operatórios do ramo circunflexo, nos grupos estudados. O leito coronário revascularizado com a artéria radial, classificado por Gensini<sup>85</sup>, está caracterizado na Tabela 4. Os diâmetros pré-operatórios dos ramos marginais, revascularizados com artéria radial, também foram semelhantes.

**Tabela 4 - Tipos anatômicos do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda**

<b>Cx</b>	<b>Grupo I (n = 20)</b>	<b>Grupo II (n = 20)</b>	<b>Valor de p</b>
Tipo I (n)	11 (55%)	8 (40%)	
Tipo II (n)	9 (45%)	12 (60%)	0,526*

NOTA: Cx = ramo circunflexo da coronária esquerda, segundo a classificação de Gensini modificada citada por Oliveira<sup>85</sup>; n = número de pacientes; Tipo I = emite até dois ramos; Tipo II = emite três ou quatro ramos.

\*Teste exato de Fisher.

## 4.2 Dados operatórios

O tempo de circulação extracorpórea e de anoxia bem como o número total de artérias revascularizadas foram semelhantes entre os grupos. A média de artérias revascularizadas com enxertos arteriais foi de  $2,20 \pm 0,41$  nos dois grupos. A artéria torácica interna direita foi utilizada em seis pacientes (15%) e a veia safena magna em 32 pacientes (80%), também sem diferença estatística (Tabela 5).

**Tabela 5 - Variáveis operatórias**

	Grupo I (n = 20)	Grupo II (n = 20)	Valor de p
TP (min)	86 ± 23,76	89,1 ± 21,3	ns*
TA (min)	60,5 ± 13,6	64,7 ± 16,9	0,429*
HT (CEC)	29 ± 0,73	29,1 ± 0,78	ns*
NAR (n)	3,25 ± 0,8	3,15 ± 0,8	0,602*
NARA (n)	2,2 ± 0,44	2,2 ± 0,4	ns*
ATID (n)	2	4	ns*
Safena (n)	17	15	ns*

NOTA: n = número de pacientes; TP = tempo de perfusão; min = minutos; TA = tempo de anoxia; HT = hematócrito; CEC = circulação extracorpórea; NAR = número de artérias coronárias revascularizadas; NARA = número de artérias coronárias revascularizadas com enxertos arteriais; ATID = artéria torácica interna direita; ns = não-significante.

\* Teste de Mann-Whitney.

As principais variáveis cirúrgicas da artéria radial, ou seja, comprimento e débito livre, foram semelhantes nos dois grupos (Tabela 6). As variáveis operatórias das artérias coronárias revascularizadas, ou seja, o diâmetro interno intra-operatório e a presença de placa coronária, estão apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 6 - Variáveis cirúrgicas da artéria radial**

	Grupo I (n = 20)	Grupo II (n = 20)	Valor de p
AR			
COMPR (cm)	17,1 ± 2,25	16,3 ± 2,44	0,414*
DL (ml/min)	84,6 ± 53,1	95,5 ± 63,3	0,627*
PAM (mmhg)	64,1 ± 8,27	66,7 ± 13	0,445*

NOTA: AR = artéria radial; COMPR = comprimento; DL = débito livre; PAM = pressão arterial média.

\* Teste de Mann-Whitney.

**Tabela 7 - Variáveis das artérias coronárias revascularizadas**

	RIVA	Mglis	Mg1	Mg2	Mg3	CD
<b>Grupo I</b>						
DI (mm)	1,5 ± 0,3	1,7	1,8 ± 0,3	1,6 ± 0,1	1,2	1,6 ± 0,2
Pp (%)	25	66,6	16,6	100	--	41,6
<b>Grupo II</b>						
DI (mm)	1,6 ± 0,2	1,8 ± 0,3	1,7 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,5	1,6 ± 0,2
Pp (%)	25	--	21,4	33,3	--	41,6
Valor de p	0,659*/ns**	ns*/ns**	ns*/ns**	0,368*/0,26**	ns*/0,605**	ns*/ns**

NOTA: DI = diâmetro interno; Pp = placa parietal; Mglis = ramo "marginalis"; Mg1/Mg2/Mg3 = primeiro/segundo/terceiro ramo marginal obtuso do ramo circunflexo; CD = artéria coronária direita.

\* Teste de Mann-Whitney/\*\* Teste exato de Fisher.

Não houve diferenças histológicas entre os grupos, a presença de espessamento intimal ocorreu em quatro pacientes (20%) do grupo I e em cinco (25%) do grupo II ( $p = 0,834$ ). Lesão endotelial nas artérias radiais analisadas não ocorreu. Foi registrada a ocorrência de espasmos reversíveis em dois enxertos de artéria radial no grupo II e de um enxerto no grupo I, todos no momento do preparo dos enxertos.

### 4.3 Dados do pós-operatório

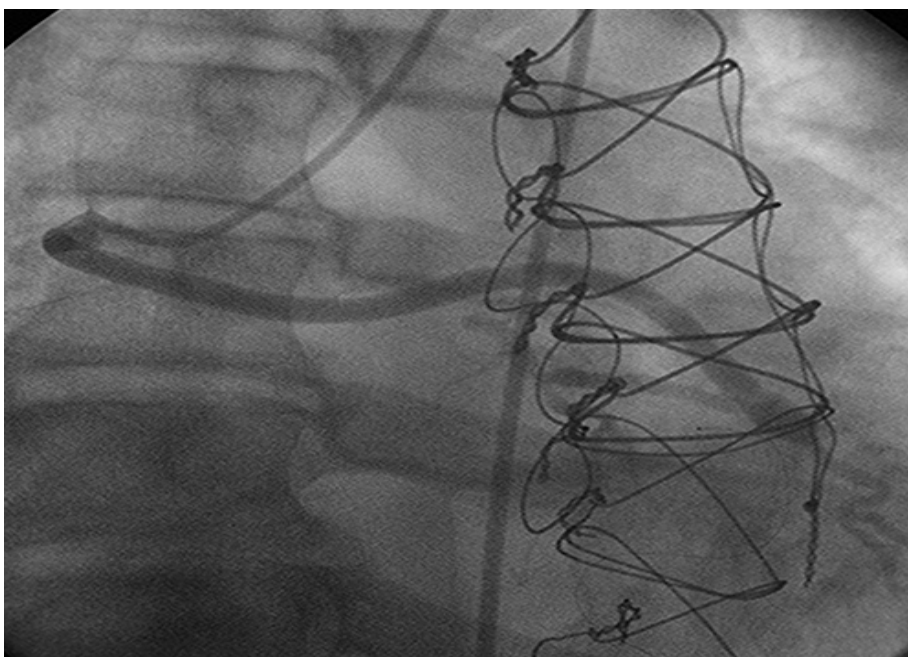
O tempo de permanência na Unidade de Terapia Intensiva foi semelhante entre os grupos, sendo de  $46,7 \pm 2,3$  horas no grupo I e de  $47,2 \pm 2,2$  horas no grupo II. O total de drenagem mediastinal também foi semelhante entre os grupos, sendo de  $920,5 \pm 59,8$  ml no grupo I e de  $952,5 \pm 128,9$  ml no grupo II. O tempo médio do reestudo angiográfico foi de 7,5 dias e o de alta hospitalar, de 7 dias de pós-operatório.



Não foi registrada mortalidade hospitalar. As principais co-morbidades ocorridas no pós-operatório imediato estavam relacionadas a eventos menores, todas com evolução satisfatória. Houve necessidade de duas reintervenções para revisão de hemostasia, no pós-operatório imediato, ambas relacionadas à coagulopatia. Constatou-se uma infecção de sítio operatório esternal (tecido subcutâneo), tratada com antibioticoterapia e curativo local, posteriormente submetido a nova sutura. Na enfermaria, três pacientes apresentaram fibrilação atrial, sem instabilidade hemodinâmica, tratados com amiodarona endovenosa.

#### **4.4 Variáveis da angiografia pós-operatória**

No pós-operatório imediato, 39 pacientes (97,5%) foram submetidos a cateterismo cardíaco (Figura 13), sendo 19 pacientes do grupo I e 20 pacientes do grupo II. Entre os que realizaram o reestudo, não houve variação significativa da pressão arterial média (grupo I =  $87,5 \pm 3$  mmHg e grupo II =  $89,5 \pm 5,3$  mmHg) e do hematócrito (grupo I =  $32 \pm 0,5$  e grupo II =  $31,9 \pm 0,5$ ). Em 38 pacientes foi possível a realização de fluxometria.



**Figura 13. Angiografia de enxerto de artéria radial do grupo II (diâmetro interno proximal = 2,67 mm)**

#### **4.4.1 Perviedade do enxerto coronário de artéria radial**

Os enxertos apresentaram perviedade precoce global de 100% no grupo I (n = 19) e de 95% no grupo II (n = 20). À análise da perviedade perfeita da artéria radial (enxertos livres de estenose e oclusão), foi observado maior número de enxertos com estenoses não-obstrutivas (cinco enxertos) e oclusão (um enxerto) no grupo II, comparativamente a apenas um enxerto com estenose não-obstrutiva no grupo I, conforme demonstrado na Tabela 8. As Figuras 14a e 14b revelam, respectivamente, lesão angiográfica e grau da lesão em enxerto de artéria radial do grupo II. As Figuras 15a e 15b evidenciam, respectivamente, lesão angiográfica e grau

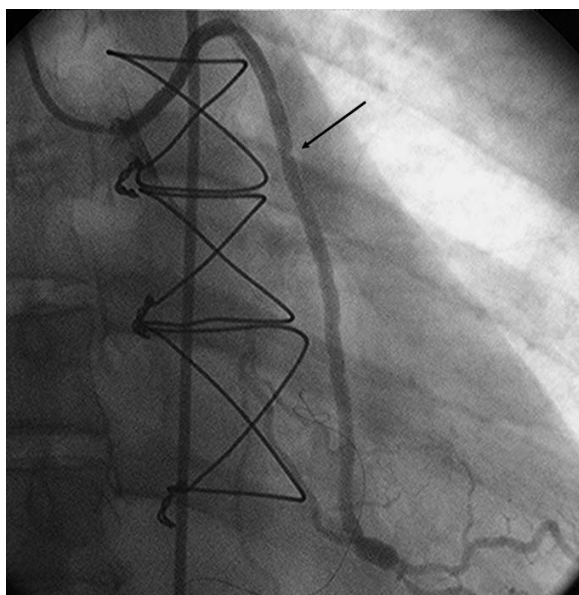
da lesão em enxerto de artéria radial do grupo I. A Figura 16 demonstra oclusão angiográfica do enxerto de artéria radial do grupo II. As imagens angiográficas dos demais enxertos de artéria radial do grupo II, que apresentaram estenoses, estão apresentadas nos Anexos.

**Tabela 8 – Perviedade perfeita dos enxertos de artéria radial**

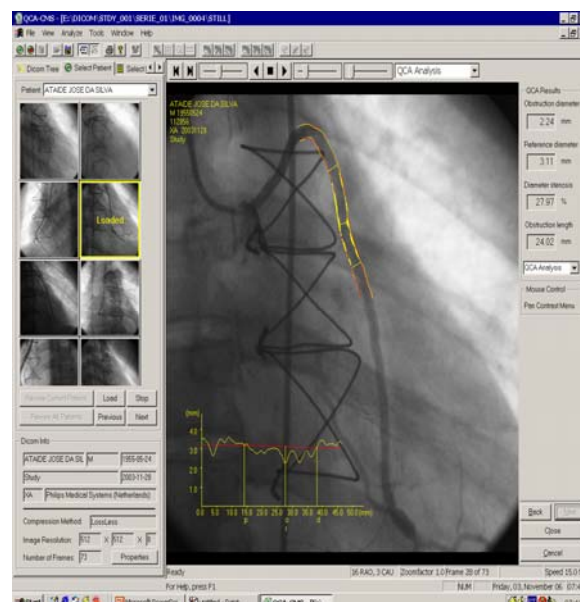
Perviedade	Grupo I (n = 19)	Grupo II (n = 20)	Valor de p
AR			
- Tipo A	18 (94,73%)	14 (70%)	
- Tipo B+O	1 (5,26%)	6 (30%)	0,091*

NOTA: n = número de pacientes; AR = enxerto de artéria radial; Tipo A = enxerto de artéria radial pérvio e sem estenose; Tipo B = enxerto de artéria radial pérvio e com estenose < 50%; Tipo O = enxerto de artéria radial ocluído.

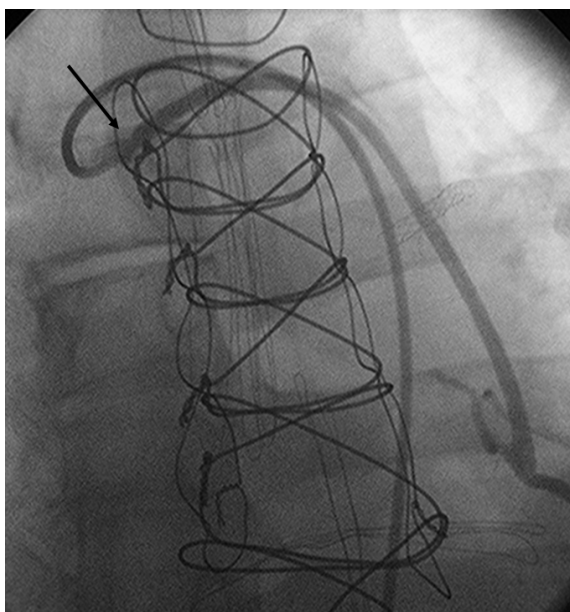
\* Teste exato de Fisher.



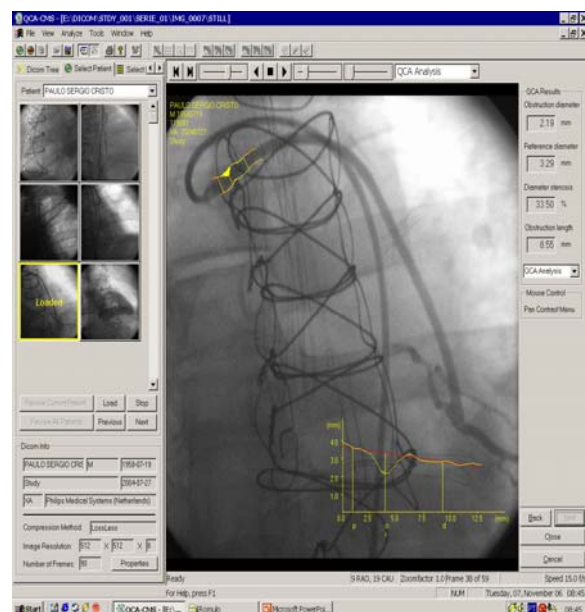
**Figura 14a. Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)**



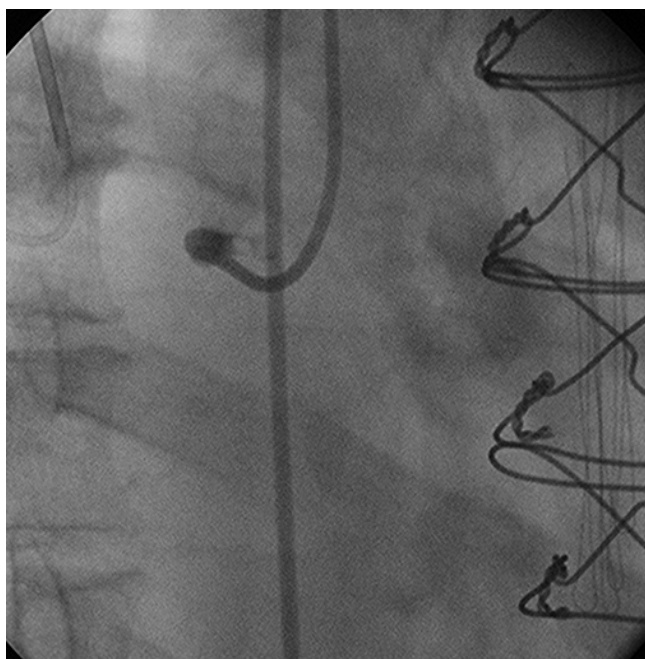
**Figura 14b. Aferição do grau de lesão (27,9%) do enxerto da Figura 14a**



**Figura 15a. Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo I)**



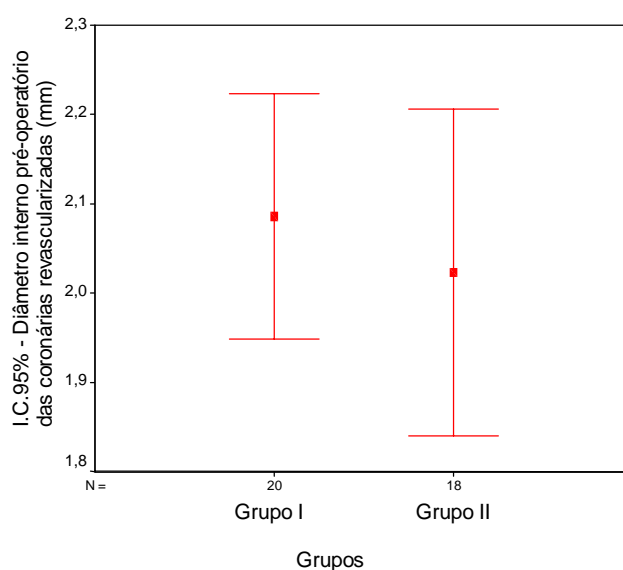
**Figura 15b. Aferição do grau de lesão (33,5%) do enxerto da Figura 15a**



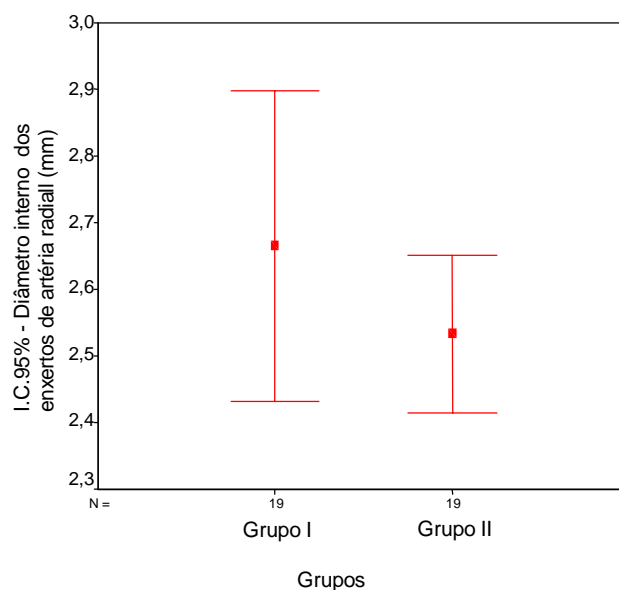
**Figura 16. Angiografia de enxerto de artéria radial (grupo II) ocluído proximalmente**

#### 4.4.2 Angiografia quantitativa

A média dos diâmetros angiográficos proximais pré-operatórios de coronárias revascularizadas com enxertos de artéria radial definidas para o estudo foram semelhantes nos grupos (grupo I =  $2,09 \pm 0,07$  mm e grupo II =  $2,02 \pm 0,09$  mm;  $p = 0,306$ ) (Figura 17). O mesmo ocorreu com a média dos diâmetros proximais dos enxertos de artéria radial no pós-operatório (grupo I =  $2,66 \pm 0,11$  mm e grupo II =  $2,53 \pm 0,05$  mm;  $p = 0,492$ ) (Figura 18).



**Figura 17. Diâmetros angiográficos proximais pré-operatórios das coronárias revascularizadas com enxertos de artéria radial**

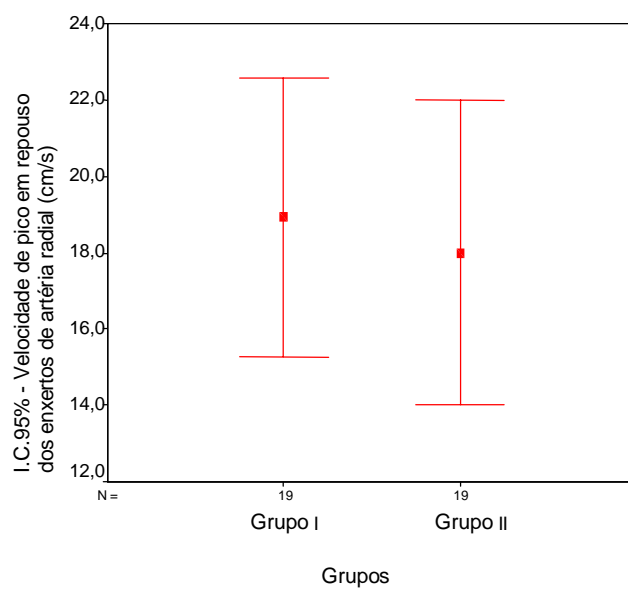


**Figura 18. Diâmetros angiográficos proximais dos enxertos de artéria radial no pós-operatório**

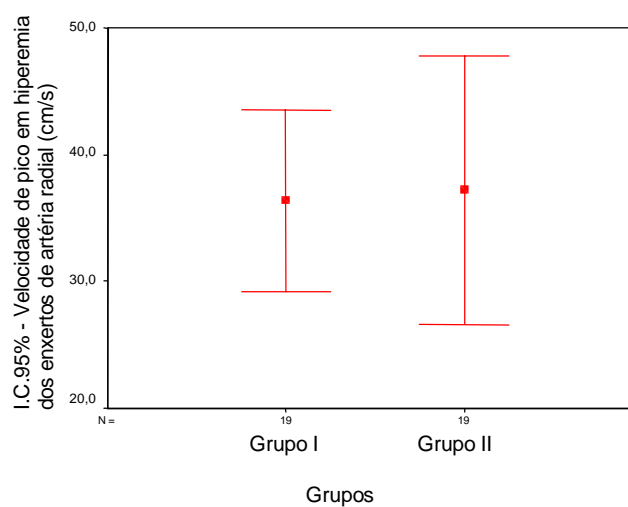
#### 4.4.3 Variáveis da fluxometria

##### 4.4.3.1 Média da velocidade de pico

A média da velocidade de pico, na porção inicial dos enxertos de artéria radial em repouso, foi de  $18,9 \pm 1,75$  cm/s no grupo I e de  $18 \pm 1,9$  cm/s no grupo II ( $p = 0,603$ ) (Figura 19). A média da velocidade de pico em hiperemia foi de  $36,3 \pm 3,39$  cm/s e de  $37,2 \pm 5,05$  cm/s nos grupos I e II, respectivamente ( $p = 0,773$ ) (Figura 20).



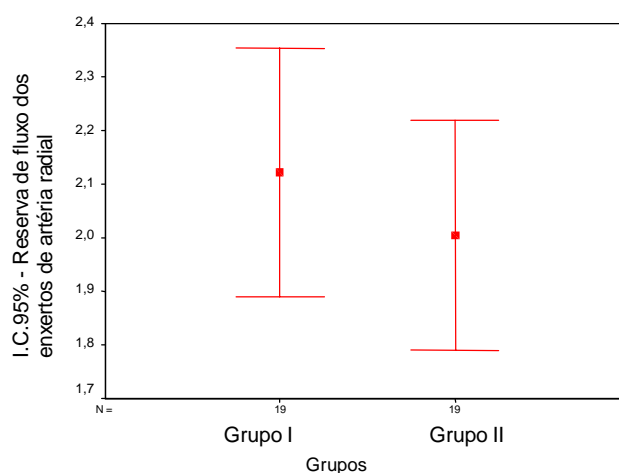
**Figura 19. Velocidade de pico na porção inicial dos enxertos de artéria radial em repouso**



**Figura 20. Velocidade de pico na porção inicial dos enxertos de artéria radial em hiperemia**

#### 4.4.3.2 Reserva de fluxo

A média da reserva de fluxo dos enxertos de artéria radial foi de  $2,12 \pm 0,11$  no grupo I e de  $2,01 \pm 0,10$  no grupo II ( $p = 0,624$ ), como pode ser observado na Figura 21.

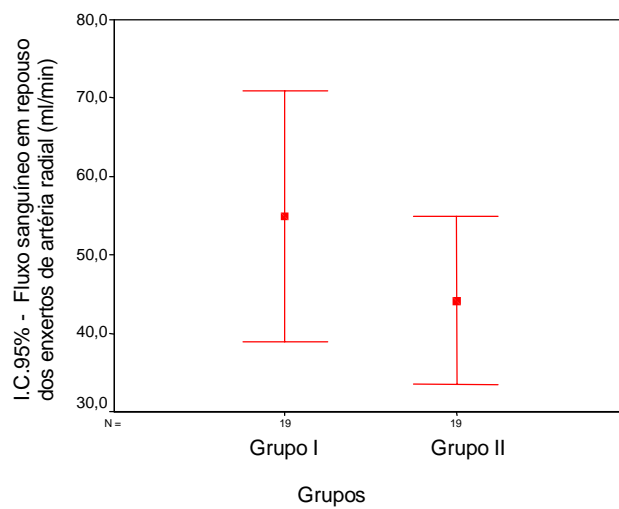


**Figura 21. Reserva de fluxo dos enxertos de artéria radial**

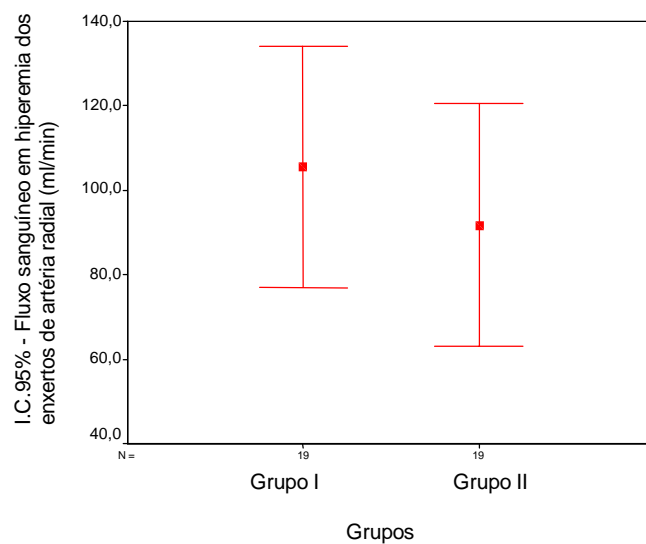
#### 4.4.3.3 Fluxo sanguíneo

A média do fluxo sanguíneo na porção inicial dos enxertos de artéria radial em repouso foi de  $54,9 \pm 7,66$  ml/min no grupo I e de  $44,1 \pm 5,13$  ml/min no grupo II ( $p = 0,435$ ) (Figura 22). A média do fluxo sanguíneo na porção inicial dos enxertos de artéria radial em hiperemia foi de  $105,6 \pm 13,5$  ml/min no grupo I e de  $91,6 \pm 13,6$  ml/min no grupo II ( $p = 0,402$ ) (Figura 23).





**Figura 22. Fluxo sanguíneo dos enxertos de artéria radial em repouso**



**Figura 23. Fluxo sanguíneo dos enxertos de artéria radial em hiperemia**



## **5 DISCUSSÃO**

Neste estudo procurou-se avaliar, de forma randomizada, a perviedade dos enxertos de artéria radial empregados na cirurgia de revascularização do miocárdio, de acordo com o método de dissecação dos mesmos (esqueletizado ou com tecidos adjacentes). Não foi evidenciada diferença significativa deste parâmetro entre os grupos estudados, embora o grupo com tecidos adjacentes tenha apresentado maior número de enxertos de artéria radial com estenoses não-obstrutivas e oclusão. Também não foram observadas diferenças significativas em relação aos outros parâmetros angiográficos e à Doppler-fluxometria realizada no período pós-operatório imediato, assim como as características morfoanatômicas e histológicas, entre os dois métodos de dissecação empregados.

### **5.1 Aspectos técnicos do emprego do enxerto de artéria radial**

A artéria radial é utilizada como enxerto coronário, geralmente em complemento à artéria torácica interna esquerda, na revascularização miocárdica. Por essa razão, tem como vasos coronários-alvo, na maioria dos casos, a artéria coronária direita e os ramos marginais do ramo circunflexo<sup>15</sup>. No entanto, também pode ser utilizado para o ramo interventricular anterior, quando há impossibilidade de utilização da artéria torácica interna esquerda<sup>4,15,90,107</sup>. Parolari et al.<sup>87</sup> identificaram como principais coronárias

revascularizadas com enxerto de artéria radial os ramos marginais do ramo circunflexo, e Tatoulis et al.<sup>108</sup> observaram que a perviedade do enxerto de artéria radial foi menor para a artéria coronária direita, quando comparada ao ramo interventricular anterior e aos ramos marginais do ramo circunflexo<sup>108</sup>. No presente estudo, optou-se por revascularizar os ramos marginais do ramo circunflexo com o enxerto de artéria radial. Os quatro tipos anatômicos do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda<sup>85</sup> foram agrupados em dois, com o objetivo de se obter um grupo com maior leito arterial distal e outro com menor.

Procurou-se uniformizar o método de confecção das anastomoses proximais dos enxertos de artéria radial no presente trabalho, sendo todos aortocoronários e retroaórticos. Embora ainda não tenha sido estabelecido um local de anastomose proximal do enxerto de artéria radial, a maioria dos grupos cirúrgicos prefere a anastomose proximal na aorta ascendente<sup>3,41,43,75,107</sup>. Alguns cirurgiões, porém, sugerem a anastomose da artéria radial em enxerto composto com a artéria torácica interna esquerda<sup>11,19,20,21,111</sup>, em decorrência da desproporção entre a espessura do enxerto de artéria radial e a espessura da parede da aorta<sup>20</sup>. Gaudino et al.<sup>51</sup>, em período médio de 6,5 anos após a cirurgia, verificaram que a perviedade perfeita dos enxertos de artéria radial anastomosados na aorta (n= 128) foi de 89,8%. Já nos pacientes nos quais eles foram anastomosados na artéria torácica interna esquerda (n = 95) essa perviedade foi de 84,2%. A gravidade da lesão da artéria revascularizada influenciou a perviedade em ambos os grupos, principalmente nos casos em

que os enxertos de artéria radial estavam anastomosados na artéria torácica interna esquerda<sup>51</sup>. Iaco et al.<sup>64</sup> reestudaram 72 pacientes com  $48 \pm 27$  meses após a cirurgia, e verificaram que, pela classificação de Fitzgibbon<sup>48</sup>, a taxa de perviedade das anastomoses distais foi de 95,6%, sendo de 93,8% para enxertos aortocoronários e de 100% para o grupo de enxerto composto<sup>64</sup>. Na comparação entre as anastomoses proximais aortocoronárias e os enxertos compostos, os relatos de perviedade do enxerto de artéria radial são similares, sugerindo a realização das anastomoses proximais na aorta ascendente como método preferido, principalmente por causa da facilidade técnica para confecção da anastomose<sup>87</sup>. Em casos selecionados, o enxerto de artéria radial também pode ser anastomosado proximalmente sobre a veia safena magna<sup>19,20,21,49</sup>, a artéria torácica interna direita<sup>11,19,20,21</sup>, e até outra artéria radial<sup>107</sup>.

## **5.2 Análise das características morfoanatômicas e histológicas do enxerto de artéria radial**

Neste estudo, não foi registrada diferença entre os grupos no que se refere às variáveis operatórias analisadas da artéria radial (comprimento e débito sangüíneo livre da artéria radial). Taggart et al.<sup>104</sup> identificaram algumas vantagens do enxerto de artéria radial esqueletizado, em que se prevê de forma clara seu comprimento, dando ao cirurgião a opção de escolher o tipo de anastomose a ser realizada, às vezes servindo também de extensão para outros condutos<sup>104</sup>. Contudo, neste estudo, apesar de não

terem sido constatadas diferenças estatísticas entre os grupos quanto ao comprimento da artéria radial, a esqueletização também proporcionou melhor noção da extensão do enxerto, corroborando com Taggart et al.<sup>104</sup>. Rukosujew et al.<sup>95</sup> observaram maior comprimento dos enxertos de artéria radial esqueletizados ( $20,8 \pm 1,5$  cm) quando comparados com enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes ( $19,1 \pm 0,9$  cm), dissecados com a utilização de tesoura e clipes. Nos casos nos quais utilizaram bisturi ultra-sônico, não houve diferença<sup>95</sup>. Na análise comparativa da artéria torácica interna esquerda quanto à forma de dissecação, esqueletizada ou pediculada, Deja et al.<sup>41</sup> observaram que a extensão descartada da artéria torácica interna esquerda pediculada foi mais curta ( $0,8 \pm 0,28$  cm), em relação à artéria torácica interna esquerda esqueletizada ( $2,6 \pm 0,49$  cm)<sup>41</sup>. O mesmo estudo<sup>41</sup>, à semelhança de outros autores<sup>33,112</sup>, também observou aumento significativo do fluxo livre da artéria torácica interna esquerda esqueletizada, quando comparada com a pediculada. Onorati et al.<sup>86</sup> observaram média do fluxo livre das artérias radiais dissecadas com bisturi ultra-sônico, maior que as dissecadas com tesoura e clipes, e com eletrocautério.

A presença de lesão endotelial em artéria radial esqueletizada parece estar relacionada à utilização de bisturi ultra-sônico, como observado por Rukosujew et al.<sup>95</sup>. Wilthirt et al.<sup>113</sup> encontraram alterações ateroscleróticas em todos os enxertos de artéria radial de pacientes acima de 70 anos, em análise histológica e morfométrica, entretanto sem comprometimento da função dos enxertos. No estudo atual não foram registradas lesões endoteliais nas artérias radiais analisadas, e presença de espessamento

intimal, ocorreu em 20% dos enxertos de artéria radial esqueletizados e em 25% dos com tecidos adjacentes, também não comprometendo a função dos enxertos.

Em relação ao tempo de dissecação da artéria radial esqueletizada, Taggart et al.<sup>104</sup> previram acréscimo de 15 minutos, utilizando tesoura e clipes para ligaduras de ramos, sendo a mesma realizada no leito nativo da artéria radial. Outros autores<sup>8,62</sup> realizaram a dissecação também no próprio antebraço, com utilização de bisturi ultra-sônico (Ethicon Endo-Surgery, Cincinnati, EUA). Rukosujew et al.<sup>95</sup> demonstraram aumento de 12,7 minutos no tempo de preparo da artéria radial esqueletizada com a utilização de tesoura e clipes; com a utilização de bisturi ultra-sônico, o aumento foi de 5,5 minutos<sup>95</sup>. Onorati et al.<sup>86</sup> e Marzban et al.<sup>76</sup>, também apresentaram menor tempo de dissecação da artéria radial com emprego de bisturi ultra-sônico, quando comparado com eletrocautério, e com tesoura e clipes.

### **5.3 Complicações do emprego do enxerto de artéria radial**

No presente estudo, não ocorreram óbitos hospitalares, assim como comorbidades graves (infarto agudo do miocárdio, síndrome de baixo débito cardíaco e acidente vascular cerebral). Paralelamente, não foram registradas complicações pós-operatórias relacionadas à dissecação da artéria radial nos 40 pacientes estudados. Parolari et al.<sup>87</sup> relataram baixo índice de complicações clínicas ou relacionadas com a técnica de dissecação, em extensa revisão da literatura<sup>2,17,56,99</sup>. Royse et al.<sup>94</sup> demonstraram parestesia

no território inervado pelo nervo radial em 11,3% dos pacientes, e apenas 0,3% apresentaram alterações ao exame clínico específico. Greene e Malias<sup>54</sup> relataram incidência de parestesia em 10,7% dos pacientes. Meharwal e Trehan<sup>77</sup> demonstraram que, em 3.977 casos de dissecação da artéria radial, 8,4% dos pacientes apresentaram parestesia com mais de 4 semanas de pós-operatório, e após 3 meses apenas 3% persistiram com o sintoma. Amano et al.<sup>8</sup>, comparando grupos de artéria radial esqueletizada e com tecidos adjacentes, não encontraram diferença estatística quanto à morbidade e à mortalidade entre os grupos. Knobloch et al.<sup>67</sup> demonstraram que a dissecação da artéria radial não acarreta alteração da microcirculação palmar.

Relatos recentes enfatizam a propensão da artéria radial por espasmos<sup>53</sup>, assim como em outros enxertos arteriais<sup>30,31</sup>. Existem diferentes hipóteses para o mecanismo de espasmo: trauma endotelial pela dissecação da artéria radial<sup>10</sup>, alteração da função vasomotora por doenças sistêmicas<sup>97</sup>, e alterações da função endotelial<sup>58</sup>. Com técnica de dissecação menos traumática, tem-se conseguido reduzir significativamente o número de traumas endoteliais do enxerto, com a utilização de menor tração, menos contato direto, e mínima transferência de calor. Deve-se evitar dilatação hidrostática do enxerto, realizando apenas preenchimento intraluminal do enxerto com sangue heparinizado e papaverina<sup>15,54,93</sup>. A propensão de espasmos da artéria radial tem sido reduzida com a associação de vasodilatadores tópicos a diferentes categorias de vasodilatadores sistêmicos, incluindo bloqueador do canal de cálcio<sup>3,13,93</sup>, papaverina<sup>43</sup>,



milrinona<sup>56</sup>, e medicamentos associados, como verapamil e nitroglicerina<sup>93</sup> ou verapamil e papaverina<sup>49</sup>. Estudo recente sugere que o verapamil e o diltiazem parecem ter efeito menor na reversão de espasmos, quando comparados a nifedipina e nitratos<sup>18</sup>. Na presente investigação, foi registrada a ocorrência de dois espasmos reversíveis no grupo de enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes, e de um no grupo de enxertos esqueletizados, todos no momento do preparo.

#### **5.4 Análise da perviedade precoce e tardia do enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes**

Após os resultados frustrantes iniciais de Carpentier et al.<sup>28</sup>, com a utilização da artéria radial como enxerto coronário, Acar et al.<sup>3</sup> obtiveram taxa de perviedade precoce de 93,5%. Esses resultados foram atribuídos ao uso apropriado de agentes farmacológicos e a modificações da técnica de dissecação. Acar et al.<sup>3</sup> recomendavam a dissecação da artéria radial em bloco com suas duas veias satélites, e tecido adiposo adjacente. Para reversão do vasoespasma, a papaverina foi utilizada intraluminalmente, após canulação da artéria radial<sup>3</sup>. Foram publicados, consecutivamente, artigos demonstrando os bons resultados dos enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes, inclusive com controle angiográfico com até 12 meses de pós-operatório, evidenciando perviedade satisfatória. Os primeiros estudos da perviedade do enxerto de artéria radial depois de seu ressurgimento ocorreram a partir de 1995. Calafiore et al.<sup>21</sup> reestudaram angiograficamente

no pós-operatório imediato 41 pacientes com 100% dos enxertos radiais pérvios; aos 14 meses de pós-operatório, 30 pacientes apresentaram perviedade de 94%<sup>21</sup>. Manasse et al.<sup>75</sup> realizaram angiografia em 56 pacientes, com intervalo médio de  $334 \pm 83$  dias, verificando aspecto angiográfico normal do enxerto de artéria radial em posição aortocoronária em 76,7% dos casos e em 80% dos enxertos ditos compostos<sup>75</sup>.

Em nosso meio, Dallan et al.<sup>40</sup> reestudaram precocemente sete pacientes que receberam enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes, observando que todos estavam pérvios e sem espasmos. Ainda no Brasil, da Costa et al.<sup>39</sup> reestudaram 61 pacientes, nos quais 96,7% dos enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes apresentavam-se pérvios, sendo 86,8% perfeitos angiograficamente, antes da alta hospitalar. Entre seis e 19 meses (média de 8,7 meses), 12 pacientes foram submetidos à angiografia e nenhum apresentava oclusão<sup>39</sup>. Santos et al.<sup>96</sup> demonstraram, randomicamente, perviedade precoce de 89,6% para enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes, e de 68,9% para enxertos de artéria gastroepiplóica direita.

Acar et al.<sup>4</sup> demonstraram que, no pós-operatório imediato entre 75 enxertos estudados angiograficamente, 70 tinham apresentação excelente. Após 12 meses, 61 enxertos foram estudados, dos quais 55 apresentavam esse resultado. Já no pós-operatório tardio, entre quatro e sete anos da cirurgia, 83% dos 64 enxertos estudados estavam patentes e com excelente resultado. Esse estudo, apesar de observacional, teve importante repercussão e a artéria radial passou a ser utilizada com mais segurança<sup>4</sup>.

Possati et al.<sup>90</sup> demonstraram que a perviedade perfeita de 62 enxertos, estudados com  $59 \pm 6,5$  meses, foi de 87%. Interessante foi demonstrar que, desses casos, 48 já haviam sido estudados com  $11 \pm 2$  meses de cirurgia e, comparativamente, a perviedade perfeita inicial tinha sido de 67,3%. De oito enxertos que apresentavam irregularidades inicialmente, só um manteve essas alterações parietais no pós-operatório em médio prazo<sup>90</sup>. Tatoulis et al.<sup>106</sup> conseguiram reestudar 65 enxertos em um ano, com perviedade de 91%. Parolari et al.<sup>87</sup> publicaram uma revisão literária, apresentando perviedade média precoce de 98,1% em 627 enxertos analisados, e perviedade perfeita de 90,8% em 474 enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes<sup>111</sup>. Relataram, ainda, o controle angiográfico do enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes de autores que reestudaram seus pacientes entre seis e 36 meses de pós-operatório, estando prévios 93,3%. A perviedade perfeita foi de 78,8%<sup>87</sup>. Com 5 anos de pós-operatório, Parolari et al.<sup>87</sup> descreveram dois autores que apresentaram perviedades global e perfeita, respectivamente, de 84,4% e 82,8%<sup>4</sup>, e de 91,9% e 87,1%<sup>90</sup>.

Novamente, Tatoulis et al.<sup>108</sup> realizaram angiografia no pós-operatório, com média de  $14,4 \pm 10,4$  meses, evidenciando perviedade do enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes de 90,2%<sup>108</sup>. Cameron et al.<sup>24</sup> demonstraram, por meio de angiografia  $5,2 \pm 0,4$  anos após a cirurgia, perviedade do enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes de 89%. Esse valor não diferiu da perviedade dos outros enxertos (artéria torácica interna esquerda, artéria torácica interna direita, e safena)<sup>24</sup>. O estudo de maior tempo de acompanhamento foi o de Possati et al.<sup>89</sup>, em que 84

enxertos de artéria radial foram contrastados angiograficamente após  $105 \pm 9$  meses da cirurgia. A perviedade perfeita foi de 88%, superior à da veia safena (53,4%)<sup>89</sup>. Desai et al.<sup>42</sup> realizaram o mais bem elaborado estudo da perviedade do enxerto de artéria radial. Em ensaio clínico multicêntrico, foram operados 561 pacientes e realizado estudo angiográfico em 78,4%, com média de  $10,9 \pm 4,3$  meses. O “end point” primário do estudo, que foi o de oclusão completa dos enxertos, foi de 8,2% para a artéria radial. Esse valor foi menor estatisticamente, quando comparado com o percentual de oclusão da veia safena magna, que foi de 13,6%, com diferença absoluta de 5,4%, correspondendo à redução do risco relativo de oclusão do enxerto de 40%. Quando se avaliaram subgrupos de grau de estenose da artéria revascularizada pela artéria radial, verificou-se queda do percentual de enxertos ocluídos de 11,8 no subgrupo de lesão entre 70% e 89% para 5,9 nos pacientes com lesão  $\geq 90\%$ . Entretanto, quando se avaliou a incidência de estreitamento difuso do enxerto (“string sign”), este foi de 7% na artéria radial e de 0,9% na veia safena magna<sup>42</sup>.

## **5.5 Comparação da perviedade do enxerto de artéria radial esqueletizado versus com tecidos adjacentes**

O primeiro artigo comparando de forma consecutiva não-randomizada, os dois métodos de dissecação da artéria radial (esqueletizado ou com tecidos adjacentes) com bisturi ultra-sônico, foi apresentado por Amano et al.<sup>8</sup>. Foi obtido o controle angiográfico precoce de 96 pacientes

que receberam enxertos de artéria radial esqueletizados e de 76 que receberam enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes, sendo a taxa de perviedade global, respectivamente, de 98,6% e 98,8% e a taxa de perviedade perfeita, de 96,5% e 84,9%, respectivamente<sup>8</sup>. Hirose e Amano<sup>62</sup> demonstraram resultados angiográficos precoces de enxertos de artéria radial esqueletizados com bisturi ultra-sônico em 291 pacientes, com 96% de perviedade perfeita (livre de estenoses e oclusão), não apresentando diferença se comparada à perviedade dos outros enxertos (artéria torácica interna esquerda, 95,1%; artéria torácica interna direita, 93,8%; artéria gastroepiplóica direita, 93,1%; e veia safena magna, 98,2%). Em 2004, Hirose et al.<sup>61</sup> publicaram resultados angiográficos com 12 meses de pós-operatório de 20 pacientes que receberam enxertos de artéria radial esqueletizados, com taxa de perviedade perfeita de 95,2%<sup>61</sup>. Miyagi et al.<sup>79</sup> compararam angiograficamente a perviedade global e perfeita precoce e após um ano de enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes e esqueletizados. A perviedade perfeita dos enxertos esqueletizados foi melhor nos dois períodos estudados.

No estudo atual, a angiografia pós-operatória precoce evidenciou taxa global de perviedade de 100% para os enxertos de artéria radial esqueletizados (n = 19), e de 95% para os enxertos com tecidos adjacentes (n = 20). Ao se analisar a perviedade perfeita (enxertos livres de estenoses e oclusão), a taxa foi de 95% e 70%, respectivamente, para os enxertos de artéria radial esqueletizados e com tecidos adjacentes. O grupo de enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes apresentou maior número de

estenoses não-obstrutivas e oclusão, porém sem diferença estatística. Esses dados levam a pensar que o enxerto de artéria radial esqueletizado apresenta resultados satisfatórios em relação à perviedade precoce global e perfeita, enquanto o enxerto de artéria radial com tecidos adjacentes apresenta perviedade global semelhante ao esqueletizado, mas com taxa de perviedade perfeita inferior. Pode-se atribuir esse maior número de estenoses não-obstrutivas nos enxertos de artéria radial com tecidos adjacentes à presença das veias satélites, do tecido adiposo, e da fáscia. Esses tecidos impedem a inspeção macroscópica fidedigna da artéria. Assim sendo, possíveis ligaduras inadvertidas de ramos e pontos de aterosclerose focal ou até mesmo placas com calcificação (5% dos enxertos de artéria radial apresentam calcificação ou aterosclerose focal)<sup>56</sup> podem passar despercebidas, afetando, desta forma, a qualidade do enxerto de artéria radial.

## **5.6 Análise dos parâmetros angiográficos quantitativos e fluxométricos do enxerto de artéria radial**

No presente estudo, os diâmetros internos proximais dos enxertos da artéria radial, calculados por meio do método de angiografia quantitativa no pós-operatório, foram semelhantes. Não há, na literatura, comparação do diâmetro interno proximal da artéria radial; entretanto, ao se analisar as artérias torácicas internas esquerdas esqueletizada e pediculada, por meio

de angiografia quantitativa no pós-operatório, observa-se aumento significativo do diâmetro interno proximal com a esquelização<sup>105</sup>.

Na análise das variáveis fluxométricas (velocidade de pico, reserva de fluxo do enxerto coronário, e fluxo sanguíneo intravascular) por meio de Dopplerfluxometria intravascular no pós-operatório, não foi observada diferença estatística entre os grupos deste estudo. O método empregado para coleta da amostra (velocidade do fluxo sanguíneo) foi um dos mais fidedignos: o Doppler intravascular. Apesar disso, existem algumas limitações inerentes a esse método, entre as quais destacam-se: a qualidade do sinal obtido pelo dispositivo e o valor da média do tempo da velocidade de pico obtido são criticamente dependentes do posicionamento correto e cuidadoso do guia Doppler no lúmen do vaso; para o cálculo do fluxo sanguíneo, supõe-se que a velocidade de pico tenha distribuição parabólica, pois a velocidade é física e o valor obtido é a média do tempo em que a velocidade de pico permanece inalterada durante o ciclo cardíaco; e a variabilidade do cálculo do fluxo sanguíneo pode ser atribuída a imprecisões do programa de determinação da área de secção transversa do enxerto<sup>44</sup>. Na tentativa de suplantar essas limitações, algumas precauções foram tomadas: os observadores foram sempre os mesmos nos vários momentos do estudo, foi realizada sempre mais de uma coleta de amostra durante a fluxometria, e o hemodinamicista participante era muito bem adaptado ao método.

O comportamento do fluxo sanguíneo do enxerto de artéria torácica interna esquerda para o ramo interventricular anterior já foi estudado por

meio de Dopplerfluxometria por Akasaka et al.<sup>5</sup>. Esses autores demonstraram, em 16 casos de enxerto de artéria torácica interna esquerda para o ramo interventricular anterior, que o fluxo sanguíneo em repouso era de  $62 \pm 17$  ml/min e a reserva de fluxo coronário, de  $1,8 \pm 0,3$ . Já Gurné et al.<sup>57</sup>, em 28 pacientes, demonstraram que o fluxo era de  $38 \pm 22$  ml/min e que a velocidade de fluxo aumentava significativamente menos na hiperemia quando comparados o pós-operatório imediato e o pós-operatório tardio. Takami et al.<sup>105</sup>, comparando duas estratégias de dissecação da artéria torácica interna esquerda, esqueletizada e pediculada, constataram, por meio de fluxometria intra-operatória, fluxo médio de  $42,6 \pm 29,1$  ml/min para o enxerto de artéria torácica interna esquerda esqueletizado e de  $26,4 \pm 16,1$  ml/min para o pediculado<sup>62</sup>. Rukosujew et al.<sup>95</sup> calcularam o fluxo sanguíneo livre (Doppler perivascular bidirecional HQ2 MB e fluxômetro HT311-Transonic Systems Inc., Ithaca, NY, EUA), em 40 pacientes que receberam enxertos de artéria radial esqueletizados e com tecidos adjacentes, sem diferença estatística entre os grupos. No presente estudo, também não foram observadas diferenças no fluxo sanguíneo intravascular entre os grupos.

Castro Neto et al.<sup>29</sup> observaram randomicamente, um aumento significativo na média da velocidade de pico, na porção proximal de enxertos de artéria torácica interna esquerda composto com enxertos de artéria radial, quando comparados à enxertos de artéria torácica interna esquerda anastomosados diretamente no ramo interventricular anterior. Carlier et al.<sup>27</sup>, observaram, em artérias coronárias livres de obstruções, apesar de grandes



variações, a média da velocidade de pico na artéria torácica interna esquerda foi de  $23 \pm 11$  cm/s<sup>27</sup>. Já no estudo atual, a média da velocidade de pico nos enxertos de artéria radial foi semelhante entre os grupos.

A reserva de fluxo coronário tem sido uma variável cada vez mais empregada para julgamento de lesões coronárias e dos resultados das intervenções percutâneas. Consiste na razão entre a média da velocidade de pico em hiperemia e em repouso. À semelhança da média da velocidade de pico, a reserva de fluxo coronário em pacientes com artérias angiograficamente normais pode apresentar grandes variações, mas mantém-se, em média, próximo a 2,6. Quando a reserva de fluxo coronário é  $< 2$ , podem estar acontecendo alterações da perfusão miocárdica em situações de estresse hemodinâmico ou disfunção da microvasculatura. Por outro lado, os pacientes portadores de lesões obstrutivas moderadas e reserva de fluxo coronário  $> 2$  não devem ter suas lesões abordadas por angioplastia percutânea com balão<sup>6</sup>, o que sugere que esse seja o valor limite, na interpretação dos resultados dos enxertos arteriais. Não só o grau da obstrução da artéria coronária pode afetar a reserva de fluxo coronário, mas também a integridade da microcirculação, que pode ser ou não dependente de endotélio. Além disso, elevações da média da velocidade de pico em repouso podem ser responsáveis por diminuição da reserva de fluxo coronário<sup>6,60</sup>.

Neste estudo, a reserva de fluxo dos enxertos de artéria radial foi semelhante entre os grupos. Baseando-se em experiência com a análise da reserva de fluxo em enxertos de artéria torácica interna esquerda, em virtude

de não haver na literatura cálculo da reserva de fluxo coronário de enxertos de artéria radial esqueletizados e com tecidos adjacentes, pode-se concluir que foi satisfatório.



## **6 CONCLUSÕES**

Com base nos dados obtidos neste estudo, pode-se afirmar que:

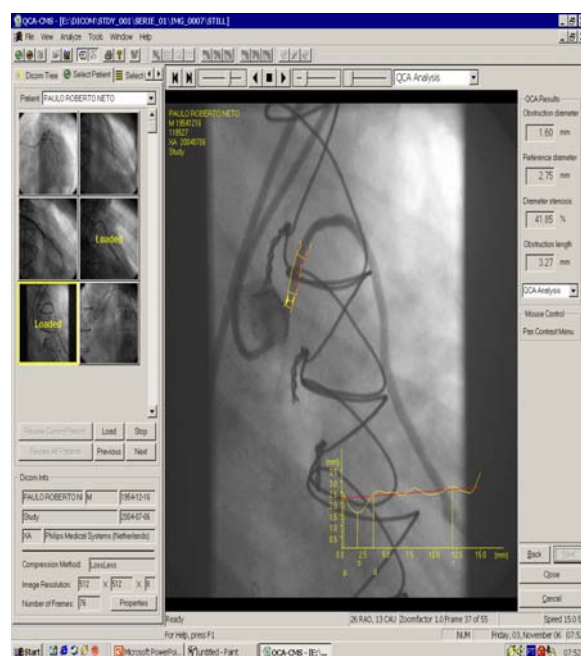
- Houve bom desempenho funcional e hemodinâmico precoce dos enxertos de artéria radial preparados de maneira esqueletizada e com tecidos adjacentes;
- Não ocorreram diferenças entre os grupos quanto ao desempenho funcional e hemodinâmico precoce dos enxertos de artéria radial;
- Não foram observadas diferenças entre os grupos quanto às características morfoanatômicas e histológicas analisadas nos enxertos de artéria radial.



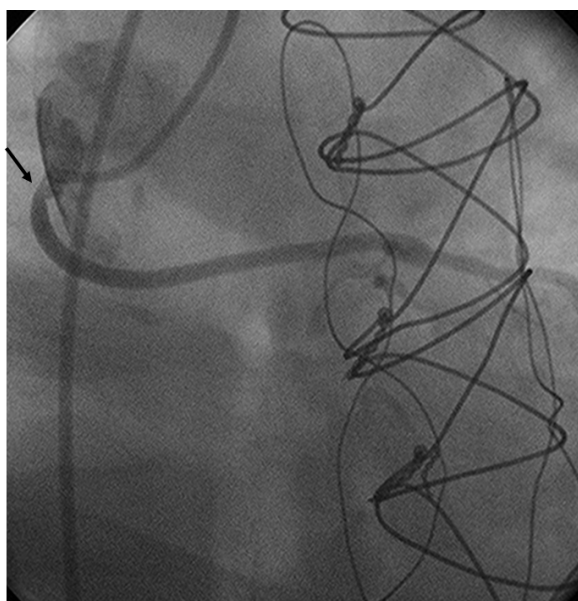
## 7 ANEXOS



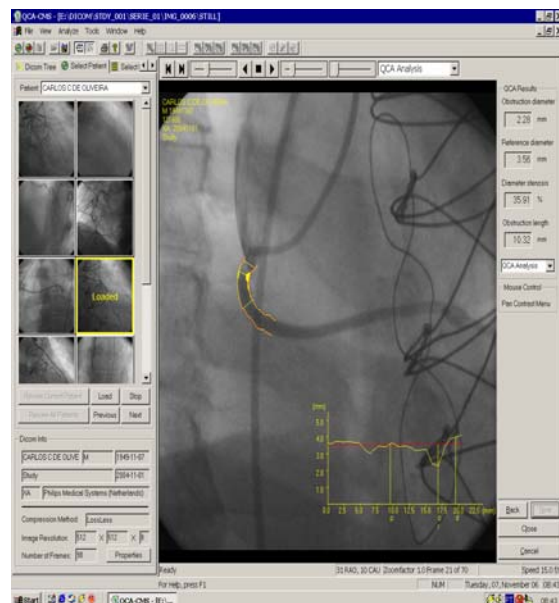
**Figura 24a. Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)**



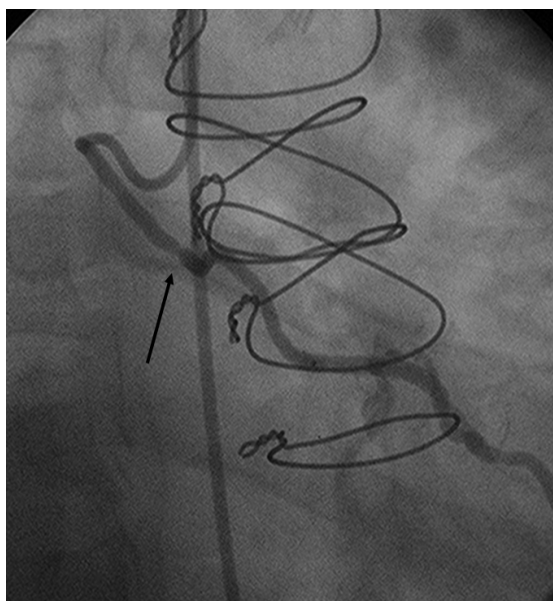
**Figura 24b. Aferição do grau de lesão (41,85%) do enxerto da Figura 24a**



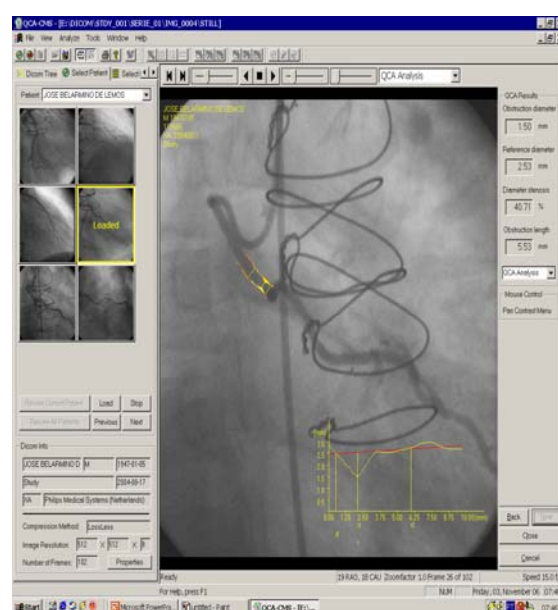
**Figura 25a. Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)**



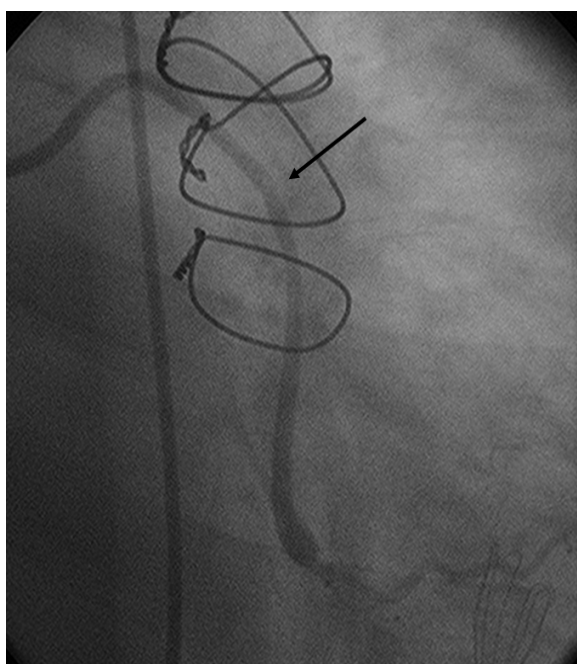
**Figura 25b. Aferição do grau de lesão (35,91%) do enxerto da Figura 25a**



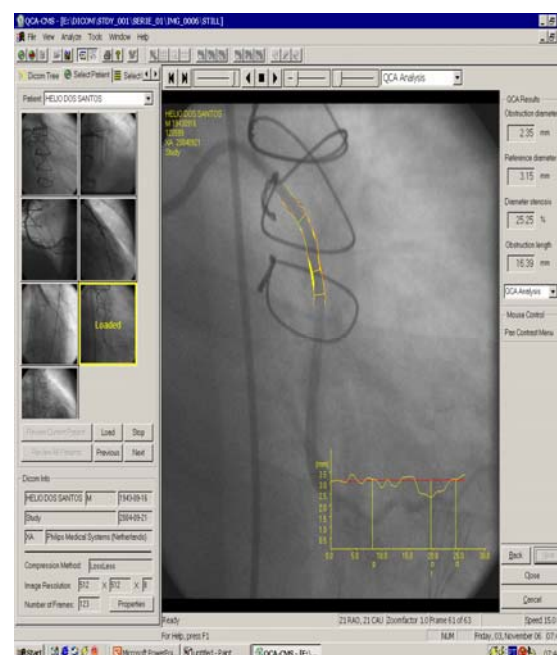
**Figura 26a. Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)**



**Figura 26b. Aferição do grau de lesão (40,71%) do enxerto da Figura 26a**



**Figura 27a. Angiografia com estenose do enxerto de artéria radial (grupo II)**



**Figura 27b. Aferição do grau de lesão (25,25%) do enxerto da Figura 27a**





## 8 REFERÊNCIAS

1. Aarnio P, Kettunen S, Harjula A. Pleural and pulmonary complications after bilateral internal mammary artery grafting. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;25:175-8.
2. Acar C, Farge A, Chardigny C, Pagny JY, Grare P, Fabiani JN, Deloche A, Guermonprez JL, Carpentier A. Use of radial artery for coronary artery bypass. A new experience after 20 years. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 1993;86:1683-9.
3. Acar C, Jebara VA, Portoghesi M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P, Chachques JC, Fabiani JN, Deloche A, Guermonprez JL, Carpentier AF. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 1992;54:652-60.
4. Acar C, Ramsheyi A, Pagny JY, Jebara V, Barrier P, Fabiani JN, Deloche A, Guermonpez JL, Carpentier A. The radial artery for coronary artery bypass grafting: clinical and angiographic results at five years. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;116:981-9.
5. Akasaka T, Yoshikawa J, Yoshida K, Maeda K, Hozumi T, Nasu M, Shomura T. Flow capacity of internal mammary artery grafts: early restriction and late improvement assessed by Doppler guide wire. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25:640-7.
6. Albertal M. *Value of intracoronary Doppler for guiding percutaneous interventions* [thesis]. Rotterdam: Erasmus University; 2001.
7. Allen EV. Thromboangiitis obliterans: methods of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. *Am J Med Sci.* 1929;178:237.
8. Amano A, Takahashi AS, Hirose H. Skeletonized radial artery grafting: improved angiographic results. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:1880-7.
9. Armitage P, Berry G. *Statistical methods in research.* 3<sup>rd</sup> ed. Oxford: Blackwell Science; 1994.
10. Baduini G, Marra S, Angelino PF. Sudden occlusion of a saphenous vein bypass graft relieved by direct injection of nitroglycerin. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1981;7:87-95.

11. Barner HB, Johnson SH. The radial artery as a T-graft for coronary revascularization. *Oper Tech Card Thorac Surg.* 1996;1:117-36.
12. Barner HB. Defining the role of the radial artery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1996;8(1):3-9.
13. Borger MA, Cohen G, Buth KJ, Rao V, Bozinovski J, Nasser NL, Mallidi H, Elituv RF, Sever J, Christakis GT, Bhatnagar G, Goldman BS, Cohen EA, Fremes SE. Multiple arterial grafts: radial vs. right internal thoracic arteries. *Circulation.* 1998;98:II7-II14.
14. Bourassa MG. Long-term vein graft patency. *Curr Opin Cardiol.* 1994;9:685-91.
15. Brodman RF, Frame R, Camacho M, Hu E, 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.
16. Buche M, Schoevaerdts J-C, Louagie Y, Schroeder E, Marchandise B, Chenu P, Dion R, Verhelst R, Deloos M, Gonzales E, et al. Use of the inferior epigastric artery for coronary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1992;103:665-70.
17. Buxton B, Windsor M, Komeda M, Gaer J, Fuller J, Liu J. How good is the radial artery as a bypass graft? *Coron Artery Dis.* 1997;8:225-33.
18. Cable DG, Caccitolo JA, Pearson PJ, O'Brien T, Mullany CJ, Daly RC, Orszulak TA, Schaff HV. New approaches to prevention and treatment of radial artery graft vasospasm. *Circulation.* 1998;98(19 Suppl II):II15-II21.
19. Calafiore AM, Di 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.
20. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, D'Annunzio E, Vitolla G, Fino C, Maddestra N. Radial artery and inferior epigastric artery in composite grafts: improved midterm angiographic results. *Ann Thorac Surg.* 1995;60:517-24.
21. Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G, D'Annunzio E, Angelini R, Vitola G, Maddestra N. Coronary revascularization with the radial artery: new interest for an old conduit. *J Card Surg.* 1995;10:140-6.
22. Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL, Fino C, Giammarco GD, Marchesani F, Teodori G, D'Addario G, Mazzei V. Bilateral internal mammary artery grafting: midterm results of pedicle versus skeletonized conduits. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1637-42.

23. Cameron A, Davis KB, Green G, 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.
24. Cameron J, Trivedi S, Stafford G, Bett JH. Five-year angiographic patency of radial artery bypass grafts. *Circulation*. 2004;110(Suppl II):II23-II26.
25. Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J, Vaislic C, Grondin CM, Bourassa MG. 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;68:1-7.
26. Caputo M, Reeves B, Marchetto G, Mahesh B, Lim Kelvin, Angelini GD. Radial versus right internal thoracic artery as a second arterial conduit for coronary surgery: early and midterm outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(1):39-47.
27. Carlier SG, Di Mario C, Kern MJ, Serruys PW. Intracoronary Doppler and pressure monitoring. In: Topol EJ. *Textbook of interventional cardiology*. Philadelphia: W. B. Saunders; 1999. p.748-76.
28. Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, Frechette C, DuBost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft. *Ann Thorac Surg*. 1973;16(2):111-8.
29. Castro Neto JV, Chaccor P, Carvalho AR, Staico R, Albertal M, Farran J, Moreira LFP, Lisboa LA, Oliveira SA, Paulista PP. 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. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2004;19(4):365-71.
30. Chamiot-Clerc P, Copie X, Renaud JF, Safar M, Girerd X. Comparative reactivity and mechanical properties of human isolated internal mammary and radial arteries. *Cardiovasc Res*. 1998;37:811-9.
31. Chardigny C, Jebara VA, Acar C, Descombes JJ, Verbeuren TJ, Carpentier A, Fabiani JN. Vasoreactivity of the radial artery. Comparison with the internal mammary and gastroepiploic arteries with implications for coronary artery surgery. *Circulation*. 1993;88(Suppl II):II115-II127.
32. Chen AH, Nakao T, Brodman RF, Greenberg M, Charney R, Menegus M, Johnson M, Grosse R, Frame R, Hu EC, Choi HK, Safyer S. Early postoperative angiographic assessment of radial artery grafts used for coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1996;111:1208-12.

33. Choi JB, Lee SY. Skeletonized and pedicle internal thoracic artery grafts: effect on free flow during bypass. *Ann Thorac Surg.* 1996;61(3):909-13.
34. Cooper GJ, Underwood MJ, Deverall PB. The LIMA success story -- whither other arterial grafts -- are vein grafts obsolete? *Br J Clin Pract.* 1996;50:144-50.
35. Cosgrove DM, Lytle BW, Loop FD, Taylor PC, Stewart RW, Gill CC, Golding LA, Goosmastic M. Does bilateral internal mammary artery grafting increase surgical risk? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;95:850-6.
36. Cunningham JM, Gharavi MA, Fardin R, Meek RA. Considerations in the skeletonization technique of internal thoracic artery dissection. *Ann Thorac Surg.* 1992;54(5):947-50.
37. Cunningham JM. Skeletonization of internal thoracic artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996;111(2):489-90.
38. Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC, Burrus GR, Thomas CS. A cause of radial artery aortocoronary bypass graft failure. *Ann Thorac Surg.* 1975;20(6):628-35.
39. Da Costa FDA, Da Costa IA, 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;62:475-80.
40. Dallan LA, Oliveira SA, Corso RC, Pereira AN, Iglésias CR, Verginelli G, Jatene AD. Revascularização do miocárdio com a artéria radial. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1995;10(2):77-83.
41. Deja MA, Wos S, Golba KS, Zurek P, Domaradzki W, Bachowski R, Spyt TJ. Intraoperative and laboratory evaluation of skeletonized versus pedicle internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg.* 1999 Dec;68(6):2164-8.
42. Desai ND, Cohen EA, Naylor CD, Fremes SE. A randomized comparison of radial-artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *N Engl J Med.* 2004;351:2302-9.
43. Dietl CA, Benoit CH. Radial artery graft for coronary revascularization: technical considerations. *Ann Thorac Surg.* 1995;60:102-10.
44. Doucette JW, Corl D, Payne HM, Flynn AE, Goto M, Nassi M, Segal J. Validation of a Doppler guide wire for intravascular measurement of coronary artery flow velocity. *Circulation.* 1992;85:1899-911.
45. Ejrup B, Fischer B, Wright IS. Clinical evaluation of blood flow to the hand – The False-Positive Allen Test. *Circulation.* 1966;33:778-80.

46. Fiore AC, Naunhein KS, Dean P, Kaiser GC, Pennington G, Willman VL, McBride LR, Barner HB. Results of internal thoracic artery grafting over 15 years: single versus double grafts. *Ann Thorac Surg.* 1990;49:202-8.
47. Fitzgibbon GM, Kafka PH, Leach AJ, Keon WJ, Hooper D, 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.
48. Fitzgibbon GMF, Burton JR, Leach AJ. Coronary graft fate. Angiography grading of 1,400 consecutive grafts early after operation and 1,132 after one year. *Circulation.* 1978;57:1070-4.
49. Fremez SE, Christakis GT, Del Rizzo DF, Musiani A, Mallidi H, Goldman BS. The technique of radial artery bypass grafting and early clinical results. *J Card Surg.* 1995;10:537-44.
50. Galbut DL, Traad EA, Dorman MJ, DeWitt PL, Larsen PB, Kurlansky PA, Button JH, Ally JM, Gentsch TO. Seventeen-year experience with bilateral internal mammary artery grafts. *Ann Thorac Surg.* 1990;49:195-201.
51. Gaudino M, Alessandrini F, Pragliola C, Luciani N, Trani C, Burzotta F, Nasso G, Guarini G, Possati G. Composite Y internal thoracic artery-saphenous vein grafts: short-term angiographic results and vasoreactive profile. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127:1139-44.
52. Gaudino M, Trani C, Glieca F, Mazzari MA, Rigattieri S, Nasso G, Alessandrini F, Schiavoni G, Possati G. Early vasoreactive profile of skeletonized versus pedicle internal thoracic artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;125:638-41.
53. Geha AS, Krone RJ, McCormick JR, Baue AE. Selection of coronary bypass: anatomic, physiological, and angiographic considerations of vein and mammary artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1975;70(3):414-31.
54. Greene MA, Malias MA. Arm complications after radial artery procurement for coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:126-8.
55. Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa MG. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation.* 1984;70(Suppl I):I208-I212.
56. Gurevich J, Miller HI, Shapira I, Kramer A, Paz Y, Matsa M, Mohr R, Yakirevich V. High-dose isosorbide dinitrate for myocardial

- revascularization with composite arterial grafts. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:382-7.
57. Gurné O, Chenu P, Polidori C, Louagie Y, Buche M, Haxhe JP, Eucher P, Marchandise B, Schroeder E. Functional evaluation of internal mammary artery bypass grafts in the early and late postoperative periods. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25:1120-8.
  58. He GW, Yang CQ, Starr A. Overview of the nature of vasoconstriction in arterial grafts for coronary operations. *Ann Thorac Surg.* 1995;59:676-83.
  59. He GW, Yang CQ. Radial artery has higher receptor-mediated contractility but similar endothelial function compared with mammary artery. *Ann Thorac Surg.* 1997;63(5):1346-52.
  60. Higano ST. Coronary artery physiology – Intracoronary ultrasonography, Doppler and pressure techniques. In: Murphy JG. *Mayo Clinic Cardiology Review*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p.907-20.
  61. Hirose H, Amano A, Takahashi A, Takanashi S. Skeletonization of the radial artery with the ultrasonic scalpel: clinic angiographic results. *Heart Surg Forum.* 2003;6(3):E42-7.
  62. Hirose H, Amano A. Skeletonized radial artery grafting: one-year patency rate. *Heart Surg Forum.* 2004;7(4):E277-82.
  63. Huang Q, Wendler O, Langer F, Tscholl D, Schafers HJ. Effects of skeletonized versus pedicle internal thoracic artery grafts free flow capacity during bypass. *J Tongji Med Univ.* 2000;20(4):308-10.
  64. Iaco AL, Teodori G, Di Giammarco G, Di Mauro M, Storto L, Mazzei V, Vitolla G, Mostafa B, Calafiore AM. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg.* 2001;72(2):464-8.
  65. Johnson WH, Cromartie RS, Arrants JE, Wuamett JD, Holt JB. Simplified method for candidate selection for radial artery harvesting. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:1167.
  66. Kieser T. The radial artery: neither gold, nor silver, but bronze? [letter to the editor]. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127(2):607-8.
  67. Knobloch K, Lichtenberg A, Pichlmaier M, Tomaszek S, Krug A, Haverich A. Palmar microcirculation after harvesting of the radial artery in coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:1026-30.

68. Kouchoukos NT, Wareing TH, Murphy SF, Pelate C, Marshall WG. Risks of bilateral internal mammary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 1990;49:210-7.
69. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, Golding LA, Gill CC, Taylor PC, Sheldon WC, Proudrit WT. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med.* 1986;314:1-6.
70. Lytle B, Mack M. The future of cardiac surgery: the times, they are a changin'. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:1470-2.
71. Lytle BW, Arnold JH, Loop FD, Whiteman P, Stewart RW, McCarthy PM, Cosgrove DM. Two internal thoracic arteries are better than one. Presented at AATS Meeting; 1998 May 3-6; Boston, USA.
72. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R, McCarthy PM, Cosgrove DM. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117(5):855-72.
73. Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley M, Taylor PC. Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1985;89:248-58.
74. Lytle BW. Radial versus right internal thoracic artery as a second arterial conduit for coronary surgery: early and midterm outcomes [editorial]. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126:5-6.
75. Manasse E, Sperti G, Suma H, Canosa C, Kol A, Martinelli L, Schiavello R, Crea F, Maseri A, Possati GF. Use of the radial artery for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg.* 1996;62(4):1076-82.
76. Marzban M, Arya R, Mandegar MH, Karimi AA, Abbasi K, Movahed N, Abbasi SH. Sharp Dissection versus Electrocautery for Radial Artery Harvesting. *Tex Heart Inst J.* 2006;33:9-13.
77. Meharwal ZS, Trehan N. Functional status of the hand after radial artery harvesting: results in 3,977 cases. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:1557-61.
78. Mills NL, Everson CT. Vein graft failure. *Curr Opin Cardiol.* 1995;10:562-8.
79. Miyagi N, Oshima N, Shirai T, Sunamori M. Skeletonized harvesting improves the early-term and mid-term perfect patency of a radial artery graft. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;54(11):472-6.

80. Moran SV, Baeza R, Guarda E, Zalaquett R, Irarrazaval MJ, Marchant E, Deck C. Predictors of radial artery patency for coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:1552-6.
81. Motwani JG, Topol EJ. Aortocoronary saphenous vein graft disease: pathogenesis, predisposition, and prevention. *Circulation.* 1998;97(9):916-31.
82. Nakao T, Kawaue Y. Effect of coronary revascularization with the right gastroepiploic artery: comparative examination of angiographic findings in the early postoperative period. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;106:149-53.
83. Noera G, Peusa P, Lodi R, Lamana M, Biagi B, Guelfi P. Influence of different harvesting techniques on the arterial wall of the internal mammary artery graft: microscopic analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;41(1):16-20.
84. O'Rahilly GG. *Anatomia: estudo regional do corpo humano*. Tradução de Rogério Benevento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
85. Oliveira AS. *Valor prognóstico de algumas variáveis hemodinâmicas e cineangiográficas na oclusão das anastomoses aorto-coronárias com veia safena autóloga* [tese livre-docência]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1975.
86. Onorati F, De Feo M, Cristodoro L, Esposito A, Perroti A, Mastroberto P, Renzulli A, Cotrufo M. Can harvesting techniques modify postoperative results of the radial artery conduit? *Ital Heart J.* 2005;6(11):911-6.
87. Parolari A, Rubini P, Alamanni F, Cannata A, Xin W, Gherli T, Polvani G, Toscano T, Zanolini M, Biglioli P. The radial artery: which place in coronary operation? *Ann Thorac Surg.* 2000;69:1288-94.
88. 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.
89. Possati G, Gaudino M, Prati F, Alessandrini F, Trani C, Glieca F, Mazzari MA, Luciani N, Schiavoni G. Long-term results of the radial artery used for myocardial revascularization. *Circulation.* 2003;108:1350-4.
90. Possati GF, Gaudino M, Alessandrini F, Luciani N, Glieca F, Trani C, Cellini C, Canosa C, Di Sciascio G. Midterm clinical and angiographic results of radial artery grafts used for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;116:1015-21.



91. Puig LB, Ciongolli W, Cividanes GV, Dontos A, Kopel L, Bittencourt D, Assis RV, Jatene AD. Inferior epigastric artery as a free graft for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99(2):251-5.
92. Pym J, Brown PM, Charette EJ, Parker JO, West RO. Gastroepiploic-coronary anastomosis. A viable alternative bypass graft. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;94(2):256-9.
93. Reyes AT, Frame R, Brodman R. Technique for harvesting the radial artery as a coronary artery bypass graft. *Ann Thorac Surg.* 1995;59:118-26.
94. Royse AG, Royse CF, Shah P, Williams A, Kaushik S, Tatoulis J. Radial artery harvest technique, use and functional outcome. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;15:186-93.
95. Rukosujew A, Reichelt R, Fabricius AM, Drees G, Tjan TDT, Rothenburger M, Hoffmeier A, Scheld HH, Schmid C. Skeletonization versus pedicle preparation of the radial artery with and without the ultrasonic scalpel. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:120-5.
96. Santos GG, Stolf NAG, Moreira LFP, Haddad VLS, Simões RMC, Carvalho SRV, Salgado AA, Avelar SF. Randomized comparative study of radial artery and right gastroepiploic artery in composite arterial graft for CABG. *Eur J Cardiothor Surg.* 2002;21:1009-14.
97. Sellke FW, Boyle EM Jr, Verrier ED. Endothelial cell injury in cardiovascular surgery: the pathophysiology of vasomotor dysfunction. *Ann Thorac Surg.* 1996;62:1222-8.
98. Seyer AE, Shriver CD, Miller TR, Graeber GM. Sternal blood flow after median sternotomy and mobilization of the internal mammary arteries. *Surgery.* 1988;104:899-904.
99. Shapira OM, Alkon JD, Aldea GS, Madera F, Lazar HL, Shemin RJ. Clinical outcomes in patients undergoing coronary artery bypass grafting with preferred use of the radial artery. *J Card Surg.* 1997;12:381-8.
100. Siegel S, Castellan NJ. *Nonparametric statistics.* 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill; 1988.
101. Starnes SL, Wolk SW, Lampman RM, Shanley CJ, Prager RL, Kong BK, Fowler JJ, Page JM, Balcock SL, Lange LA, Erlandson EE, Whitehouse WM Jr. Noninvasive evaluation of hand circulation before radial artery harvest for coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117:261-6.

102. Sudhakar CB, Forman DL, Dewar ML, Shaw RK, Fusi S. Free radial artery grafts: surgical technique and results. *Ann Plast Surg.* 1998;40:408-11.
103. Suma H, Takeuchi A, Hirota Y. Myocardial revascularization with combined arterial grafts utilizing the internal mammary and gastroepiploic arteries. *Ann Thorac Surg.* 1989;47:7121-5.
104. Taggart DP, Mathur MN, Ahmad I. Skeletonization of the radial artery: advantages over the pedicle technique. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:298-9.
105. Takami Y, Ina H. Effects of skeletonization on intraoperative flow and anastomosis diameter of internal thoracic arteries in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(5):1441-5.
106. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA, Royse AG. Total arterial coronary revascularization: techniques and results in 3,320 patients. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:2093-9.
107. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. Bilateral radial artery grafts in coronary reconstruction: technique and early results in 261 patients. *Ann Thorac Surg.* 1998;66:714-20.
108. Tatoulis J, Royse AG, Buxton BF, Fuller JA, Skillington PD, Goldblatt JC, Brown RP, Rowland MA. The radial artery in coronary surgery: a 5-year experience – clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:143-8.
109. van Son JA, Smedts F, Vincent JG, van Lier HJ, Kubat K. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99(4):703-7.
110. Vieira S. *Introdução à bioestatística*. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Campus; 1998.
111. Weinschelbaum EE, Gabe ED, Macchia A, Smimmo R, Suárez LD. Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal thoracic arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;114:991-6.
112. Wendler O, Tscholl D, Huang Q, Schafers HJ. Free flow capacity of skeletonized versus pedicle internal thoracic artery grafts in coronary artery bypass grafts. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;15(3):247-50.
113. Wildhirt SM, Voss B, von Canal F, Benz M, Grammer JB, Bauernschmitt R, Tassani P, Lange R. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(2):333-40.

114. Zeff RH, Kongtahworn C, Iannone LA, Gordon DF, Brown TM, Phillips SJ, Skinner JR, Spector M. 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.