

Estudo comparativo randomizado da evolução imediata dos pacientes com artéria radial anastomosada proximalmente na aorta ou como enxerto composto

Comparative randomized study of the immediate outcomes of patients with radial arteries proximally anastomosed to the aorta or as a composite graft

Marcelo Luiz Peixoto SOBRAL¹, Gilmar Geraldo dos SANTOS², Luis Alberto Saraiva SANTOS³, Victor Luiz Santos HADDAD⁴, Silas Fernandes de AVELAR JÚNIOR¹, Noedir Antonio Groppo STOLF⁵

RBCCV 44205-792

Resumo

Objetivo: A artéria radial (AR) tem sido largamente empregada na revascularização do miocárdio (RM), porém a diferença da anastomose proximal na aorta ou em enxerto composto com a artéria torácica interna esquerda (ATIE) ainda é controversa. Avaliamos os resultados clínicos imediatos do uso da artéria radial (AR) anastomosada proximalmente na aorta ou como enxerto composto em "Y" com a ATIE.

Método: Cem pacientes foram randomizados e submetidos à RM no Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo, no

período de novembro de 1999 a março de 2001. Nos pacientes do Grupo I (GI), a AR foi anastomosada proximalmente na aorta e, nos pacientes do Grupo II (GII), a AR foi anastomosada na ATIE. A veia safena (VS) autóloga foi usada quando necessário.

Resultados: Os grupos I e II mostraram-se homogêneos quanto às características pré-operatórias. A mortalidade imediata total foi de 1,0% (GI 2,0% e GII 0,0%) - $p=1,00$. O número de artérias coronárias anastomosadas por paciente foi de $3,0\pm 0,12$, no GI e de $2,82\pm 0,12$, no GII ($p=0,29$). Os

1- Cirurgião Cardiovascular da Unidade de Doenças Torácicas Stolf (UDT-Stolf) e Membro Especialista em Cirurgia Cardiovascular pela SBCCV.

2 - Cirurgião Cardiovascular da UDT-Stolf, Membro Especialista em Cirurgia Cardiovascular pela SBCCV e Doutorado em Cirurgia Cardiovascular pelo INCOR.

3- Residente de Cirurgia Cardiovascular da UDT-Stolf

4- Cardiologista da UDT-Stolf e Especialista em Cardiologia pela SBC.

5 - Professor Associado da Disciplina de Cirurgia Torácica e Cardiovascular da Faculdade de Medicina da USP, Chefe do Serviço da UDT-Stolf e Membro Titular da SBCCV

Trabalho realizado na Real e Benemerita Associação Portuguesa de Beneficência de São Paulo Rua Maestro Cardim, 769 Paraíso. São Paulo-SP

Trabalho utilizado para obtenção do Título de Especialista em Cirurgia Cardiovascular pela SBCCV do autor Marcelo Luiz Peixoto Sobral

Endereço para correspondência:

Marcelo Luiz Peixoto Sobral - Rua Albina Barbosa, 210, apto 41A, Aclimação. São Paulo-, SP. CEP: 01530-020. Tel: (11) 3341-6496. E-mail: mlpsobral@uol.com.br

Artigo recebido em janeiro de 2006
Artigo aprovado em fevereiro de 2006

pacientes do GII apresentaram tempo de circulação extracorpórea (CEC) menor do que do GI ($p=0,0001$). Não houve diferença significativa entre as outras variáveis peri-operatórias estudadas.

Conclusão: Os pacientes apresentaram resultados clínicos semelhantes quando a AR foi anastomosada proximalmente na aorta ou como enxerto composto em "Y" na ATIE, e a anastomose proximal na ATIE não aumenta os riscos de complicações imediatas.

Descritores: Revascularização miocárdica. Artéria radial. Anastomose cirúrgica, métodos.

Abstract

Objective: The clinical results of the radial artery when proximally anastomosed to the aorta or to the left internal thoracic artery (LITA) as a composite Y-graft were comparatively evaluated.

Methods: From November 1999 to March 2001, 100 patients who underwent coronary artery bypass grafting using the RA, the LITA and, when required, the saphenous vein, were divided in two groups with 50 patients each in a prospective randomized study. Group I (GI) with radial artery proximally anastomosed to the aorta and Group II (GII) as a composite graft (Y-graft) with the LITA.

Results: Early mortality was 1.0 % (GI 2.0% and GII 0.0%) ($p=1.00$). A mean of 3.0 ± 0.12 (GI) versus 2.82 ± 0.12 (GII) ($p=0.29$) coronary vessels were grafted per patient. Patients in composite Y-graft group had shorter bypass time ($p=0.0001$). There were no differences in terms of perioperative outcomes.

Conclusions: The RA provides similar clinical results as aorto-coronary grafts and as composite Y-grafts with the LITA, except in respect to the bypass time.

Descriptors: Myocardial revascularization. Radial artery. Anastomosis, surgical, methods.

INTRODUÇÃO

A superioridade da Artéria Torácica Interna Esquerda (ATIE) sobre a Veia Safena (VS) levou à busca de outros enxertos arteriais que pudessem substituir a VS, visando melhores resultados na evolução tardia. Entre os enxertos arteriais, a artéria radial (AR) tem sido frequentemente utilizada, principalmente após os relatos de Acar et al. [1] e de outros autores [2], que mostraram bons resultados a médio prazo. Vários inconvenientes foram citados para a anastomose proximal da AR na aorta ascendente e, visando contorná-los, Calafiore et al. [3] propuseram a utilização dos enxertos arteriais alternativos com anastomose proximal em "Y" na ATIE, seguindo o conceito introduzido por Mills [4] e empregado por Sauvage et al. [5] com a Artéria Torácica Interna Direita (ATID), em 1986. Os resultados relatados na literatura são de casuísticas independentes, sem a comparação dos dois métodos citados.

O objetivo deste estudo é comparar os resultados clínicos imediatos entre dois grupos de pacientes que foram submetidos à operação de RM usando-se a Artéria Radial Esquerda (ARE) anastomosada proximalmente na aorta ou em enxerto composto com a ATIE, em estudo prospectivo e randomizado.

MÉTODO

No período de novembro de 1999 a março de 2001, 100 pacientes foram randomizados prospectivamente e divididos em dois grupos de 50 pacientes e operados no Hospital São

Joaquim da Real e Benemerita Associação Portuguesa de Beneficência de São Paulo. Os pacientes do grupo I (GI) foram submetidos à revascularização do miocárdio usando-se a ARE anastomosada proximalmente na aorta e, nos pacientes do grupo II (GII), a ARE foi usada como enxerto composto em "Y", com anastomose proximal na face anterior da ATIE. Todos os pacientes foram tratados segundo protocolo cirúrgico uniforme e operados pelo mesmo cirurgião. O estudo foi projetado para identificarem-se diferenças na evolução clínica dos pacientes com grau de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). A pesquisa foi aprovada pela comissão de ética da instituição.

Seleção dos pacientes

Todos os pacientes tinham lesões obstrutivas maiores que 75% na artéria interventricular anterior (IVA) e em pelo menos mais uma artéria da região lateral do ventrículo esquerdo, segundo avaliação cinecoronariográfica pré-operatória.

Antes da randomização, o seguinte protocolo de exclusão foi aplicado: idade acima de 70 anos, teste de Allen positivo, reoperação, necessidade de procedimento cirúrgico associado, contra-indicações para uso de bloqueadores de canal de cálcio, instabilidade hemodinâmica no pré-operatório e os casos de aterosclerose palpável e/ou visível na ARE ou na ATIE. A incidência de infarto prévio do miocárdio, número de artérias obstruídas, idade, sexo, hipertensão, diabetes melitus e outras características pré-operatórias foram semelhantes entre os dois grupos (Tabelas 1 e 2). Os pacientes apresentavam angina classe funcional I

a IV, segundo classificação da *Canadian Cardiovascular Society* (CCS) ou estavam assintomáticos com lesões coronárias importantes e infarto agudo do miocárdio (IAM) prévio. Todos os pacientes foram operados eletivamente.

Tabela 1. Características pré-operatórias I.

Características	GI	GII	P
Idade (anos)			0,85 (ns)*
Min-Max	38 - 67	34 - 70	
Média ± DP	56,30 ± 1,09	56,60 ± 1,16	
Sexo masculino	35 (70,0%)	40 (80,0%)	0,25 (ns) **
Diabetes	20 (40,0%)	18 (36,0%)	0,68 (ns) **
Hipertensão	37 (74,0%)	30 (60,0%)	0,14 (ns)**
Dislipidemia	19 (38,0%)	23 (46,0%)	0,42 (ns)**
Tabagismo	32 (64,0%)	35 (70,0 %)	0,52 (ns)**
Infarto do miocárdio	20 (40,0%)	20 (40,0%)	1,00 (ns)**
Etilismo	14 (28,0%)	23 (46,0%)	0,062(ns)**
AVC	1 (2,0%)	1 (2,0%)	1,00 (ns)***

*nível de probabilidade para o teste t de Student, **nível de probabilidade para o teste do Qui quadrado. ***nível de probabilidade para o teste exato de Fisher. ns - não significante DP - desvio padrão

Tabela 2. Características pré-operatórias II.

Características	GI	GII	p
Assintomáticos	16(32%)	11(22%)	0,72(ns)**
Classe Funcional (CCS)			
I	2(4%)	4(8%)	
II	19(38%)	23(46%)	
III	8(16%)	8(16%)	
IV	5(10%)	4(8%)	
Artérias Coronárias Obstruídas >50%	2,60±0,09	2,44±0,09	0,21 (ns)*
Fração Ejeção do VE >50%	29(58,0%)	30(60,0%)	0,67(ns)**
40-49%	18(36,0%)	15(30,0%)	
30-39%	3(6,0%)	5(10%)	

CCS - Canadian Cardiovascular Society. VE - ventrículo esquerdo. *nível de probabilidade para o teste t de Student. ** nível de probabilidade para o teste do Qui quadrado. ns - não significante

Técnica Operatória e Protocolo Farmacológico

A ATIE foi dissecada sem esqueletização. Após a dissecação, a ATIE foi banhada com solução tópica de papaverina e mantida envolta em gaze umedecida com a mesma solução e seu fluxo foi examinado previamente às

anastomoses. A ARE foi dissecada segundo técnica habitual já descrita [6] e deu-se preferência à porção proximal da ARE, onde esta é mais calibrosa e há menor incidência de processo aterosclerótico. Após a dissecação, o enxerto foi irrigado com solução contendo verapamil, papaverina e cloridrato de isossorbida e mantido nesta solução até o momento da anastomose. A VS, quando necessário, foi dissecada ao mesmo tempo em que ATIE e ARE, geralmente do membro inferior esquerdo.

No GII, antes do estabelecimento da CEC, realizava-se a construção do enxerto composto em "Y", entre a ARE e ATIE, com anastomose proximal na face anterior da ATIE em sua porção média, após sua entrada no saco pericárdico. A anastomose foi término-lateral, usando-se o coto proximal do enxerto, e feita com sutura contínua de polipropilene 8-0. Após completar-se a anastomose proximal, o fluxo de sangue pela ATIE e pelo enxerto arterial foi examinado. Todos os pacientes foram operados com auxílio de CEC, hipotermia moderada a 28°C e cardioplegia sangüínea gelada com reperfusão quente. A ATIE foi anastomosada na IVA e a ARE foi anastomosada nas artérias da face lateral do coração, diagonais ou marginais esquerdas. Visando a uniformidade dos procedimentos, a artéria coronária direita (CD) ou seus ramos também receberam enxertos venosos quando necessário.

Os pacientes receberam solução de cloridrato de isossorbida (8mg/kg/min) e diltiazem (2ug/kg/min) em infusão intravenosa desde o início da operação até 24 horas seu término. Essas drogas passavam a ser administradas por via oral assim que possível e mantidas pelo período mínimo de seis meses.

Os grupos foram analisados em relação aos dados operatórios e de evolução pós-operatória imediata.

Os dados são expressos em valores mínimos e máximos, médias e desvios padrões ou como porcentagens. Foram empregados os seguintes testes estatísticos: teste "t" de Student não pareado para as variáveis quantitativas, e teste do Qui-quadrado ou teste exato de Fisher, quando foi conveniente, para as variáveis qualitativas.

RESULTADOS

Foram realizadas 291 anastomoses distais nos dois grupos, 150 (51,5%) no GI e 141 (48,5%) no GII. Cento e três anastomoses distais foram realizadas com a ATIE, 52 no GI e 51 no GII. Foram realizadas 113 anastomoses distais com a ARE, sendo 56 no GI e 57 no GII. Foram realizadas 74 anastomoses distais com enxertos de VS, sendo 41 no GI e 33 no GII. A ATID foi utilizada em um paciente do GII. Os dados operatórios são mostrados nas Tabelas 3 a 5. Não houve diferença significativa entre os dados operatórios analisados, exceto para o tempo de CEC (p=0,0001).

Tabela 3. Anastomoses distais por paciente.

Anastomoses distais	GI	GII	p
2	15	21	
3	22	18	
4	12	10	
5	0	1	
6	1	0	
Total	150(51,5%)	141(48,5%)	0,29 (ns)
Média - DP	3,00±0,12	2,820±0,12	

*nível de probabilidade para o teste t de Student. ns - não significante. DP - desvio padrão

Tabela 4. Artérias revascularizadas.

Artéria Revascularizada	GI	GII	p
Interventricular Anterior	51	51	
Diagonal	26	22	
Diagonalis	7	8	
Circunflexa (ramos)	35	34	
Coronária Direita	20	18	
Interventricular Posterior	7	7	
Ventricular Posterior Direita	4	1	
Total	150	141	0,29 (ns)
Anastomose Sequencial	9	7	

ns - não significante

Tabela 5. Tempos operatórios.

Variável (min)	Grupo	Mínimo	Máximo	Média	DP	p
Tempo de Operação	GI	180	490	250,7	6,66	0,96(ns)*
	GII	180	360	250,3	6,09	
Tempo de CEC	GI	53	152	89,62	3,05	0,0001(s)*
	GII	32	128	70,52	3,26	
Tempo de Anóxia	GI	30	88	47,60	1,68	0,22 (ns)*
	GII	22	85	44,42	1,93	

*nível de probabilidade para o teste t de Student. s-significante. ns - não significante. CEC-circulação extracorpórea. DP - desvio padrão

Houve apenas um (1%) óbito em todo o estudo. O paciente pertencia ao GI e não houve diferença significativa na mortalidade imediata entre os grupos (p=1,00). Este paciente apresentou espasmo dos enxertos arteriais logo após o término da CEC, recebeu vasodilatadores e drogas vasoativas com bom resultado no intra-operatório, porém evoluiu com síndrome de baixo débito na UTI, sendo necessário uso de doses elevadas de drogas vasoativas e introdução de balão intra-aórtico (BIA), apresentou insuficiência renal aguda e morreu no quarto dia de pós-operatório. Os níveis médios de CKMB (pico) pós-operatório foram de 75,02 ± 22,48, no GI e 53,52 ± 5,77, no GII (p=0,36)

Em relação à evolução imediata, seis pacientes apresentaram síndrome de baixo débito no período peri-operatório, necessitando da infusão de drogas vasoativas, três (6,0%) no GI e três (6,0%) no GII (p=1,0). Destes, um (2,0%) paciente necessitou uso de BIA no GI e foi a óbito.

Houve dois (4,0%) pacientes com evidências eletrocardiográficas e elevação enzimática (CKMB) sugestivos de IAM, um no GI e um no GII. O paciente do GI apresentou IAM em parede anterior e no GII, na parede posterior. A incidência de arritmias foi: bloqueio atrioventricular total transitório em três (6,0%) pacientes do GI e três (6,0%) no GII, e fibrilação atrial em um (2,0%) paciente do GII, sem diferença significativa. Outras alterações transitórias neurológicas e pulmonares foram observadas e são mostradas na Tabela 6. A perda sanguínea média nas primeiras 36 horas foi de 881,3 ± 56,16, no GI e 858,9 ± 46,67, no GII (p=0,76). O tempo de permanência na UTI é mostrado na Tabela 7 e não houve diferença entre os grupos. Um (2,0%) paciente do GI necessitou reoperação por sangramento (p=1,00) e nenhum paciente teve deiscência de esterno. Não houve evidências de isquemia da mão ou complicações relacionadas à retirada da ARE.

Tabela 6. Evolução imediata.

Eventos	GI	GII	p
Baixo Débito	3 (6,0%)	3 (6,0%)	1,00 (ns)*
(Balão Intra-Aaórtico)	1	0	1,00 (ns)*
IAM ECG + Enzimas	1	1	1,00 (ns)*
Arritmias:			
BAVT (transitório)	3	3	1,00 (ns)*
Fibrilação atrial	0	1	1,00 (ns)*
Neurológicas (transitórias)	1	1	1,00 (ns)*
Pulmonares (Broncoespasmo)	1	0	1,00 (ns)*

*nível de probabilidade para o teste exato de Fisher. ns - não significante

Tabela 7. Permanência na UTI (dias).

GRUPOS	Dias	N
GI	1 a 2	10
	2 a 3	30
	3 a 4	6
	5	1
	6	1
	7	1
	8	1
	GII	1 a 2
2 a 3		34
3 a 4		3
5		1
6		1
12		1

DISCUSSÃO

O sucesso da ATIE levou à busca de enxertos arteriais em substituição à VS. O uso da ATI bilateral foi também proposto e a melhor evolução clínica foi confirmada por alguns autores [7-9] e contestada por outros [10,11], sendo muitas vezes preterido devido ao aumento da morbidade e da complexidade técnica [7,12].

Dentre os enxertos arteriais alternativos usados em substituição à ATID ou concomitantemente com as ATIs, a AR obteve grande popularidade e é considerada por muitos a segunda opção como enxerto arterial, atrás apenas da ATIE [7,13].

A AR é um enxerto de fácil dissecação, bom calibre e extensão suficiente para atingir as artérias da face posterior do coração, podendo ser usada em anastomoses seqüenciais [7,13]. Seus pontos negativos são: presença de placas de ateroma em pacientes idosos e maior propensão

ao vasoespasmó devido à suas características histológicas, mesmo com uso de protocolos farmacológicos para prevenir o espasmo [13-15]. Do ponto de vista técnico, a AR pode ser usada como enxerto aorto-coronário ou como anastomose proximal em "Y" ou "T" na ATIE, configurando-se o enxerto composto.

O uso do enxerto composto busca evitar a anastomose proximal na aorta ascendente, fator de piora nos resultados da ATIE, quando usada como enxerto livre [16]. Os inconvenientes citados são: eventuais calcificações e espessamentos na parede da aorta, discrepância na espessura da parede dos vasos, regime de pressão e pressão de pulso elevada podendo levar a maior reatividade do enxerto, além do processo de aterosclerose precoce com vasoespasmó e oclusão do enxerto [3,17-19]. O uso em enxerto composto favorece também o uso de anastomoses seqüenciais, aumentando a utilização de enxertos arteriais [7,19-21]. O principal inconveniente ao seu uso é que grande área de miocárdio estaria dependente do fluxo da ATIE que, quando insuficiente por espasmo ou oclusão, levaria a uma grande área de infarto. Porém, existem trabalhos bem desenhados na literatura que demonstram que a ATIE tem boa adaptação de fluxo quando necessário [18,22].

Quanto à técnica, a anastomose na ATIE exige maior habilidade e experiência, escolha do local adequado para a anastomose, cuidado para não provocar lesão na ATIE e estabelecer a extensão exata do enxerto evitando seu acotovelamento. Existem vários relatos a respeito dos resultados de ambas as técnicas na literatura, porém poucos estudos comparativos. No presente trabalho, analisamos a aplicabilidade da técnica comparando a evolução imediata dos pacientes em grupos semelhantes.

A realização da anastomose proximal na ATIE antes do estabelecimento da CEC nos pacientes do GII possibilitou a redução do tempo total de CEC, com diferença estatística, levando a efeitos benéficos para os pacientes, porém não contribuiu para a redução do tempo de isquemia, visto que as anastomoses proximais no GI foram feitas com pinçamento parcial da aorta. Neste estudo, não houve maior número de anastomoses com a ARE por meio de anastomose seqüenciais no GII, não sendo possível comprovar este benefício neste grupo de pacientes. Esse dado mostra que anastomoses seqüenciais também são possíveis nos pacientes com anastomose proximal na aorta.

A incidência de complicações cardíacas imediatas graves, como a síndrome de baixo débito, foi semelhante em ambos os grupos, porém apenas um paciente do GI faleceu, enquanto todos os outros tiveram boa recuperação. A incidência desta complicação na literatura variou de 2,8 a 4,3 para séries do tipo GI e de 0,8 a 4,0 para o GII [15,19,23]. A ocorrência de IAM peri-operatório também foi semelhante, porém o paciente do GI teve IAM em parede anterior,

enquanto que o paciente do GII teve IAM em parede posterior, onde não havia sido empregado enxerto arterial. Na literatura, esta ocorrência variou de 0 a 3,3%, nas séries do tipo GI e de 0 a 3,6%, no GII [7,15,19,23].

Em relação às complicações cardíacas, o baixo débito cardíaco e o infarto agudo do miocárdio no período peri-operatório podem estar relacionados à técnica e ao tipo de enxerto empregado, bem como à função prévia do miocárdio, às áreas de infarto e fibrose antigas, além da presença de ramos coronários finos e com lesões difusas que dificultem a revascularização adequada.

Estes dados mostram que o uso do enxerto composto não aumenta a incidência de complicações cardíacas imediatas importantes em relação à anastomose convencional na aorta. Estas complicações estão, muitas vezes, relacionadas ao fluxo insuficiente pelos enxertos quando da ocorrência de vaso-espasmo. Em condições normais, a ATIE possui um bom fluxo de reserva e pode suprir adequadamente o território da IVA e da região irrigada pela ARE, mesmo quando usada em anastomoses sequenciais, aumentando esse fluxo quando necessário [18,22,24].

A ocorrência de espasmo na ATIE é rara, porém deve ser substituída prontamente quando observada, devido à alta morbidade e mortalidade que acarreta. O vasoespasmo é uma importante complicação da artéria radial e é descrita por alguns autores [13,15,25] e foi apontada como a principal causa de falha do enxerto [23]. Lesões coronárias menores que 75% foram relacionadas à presença de competição de fluxo na AR, levando a espasmo e oclusão do enxerto [7,13,19]. Neste estudo, as drogas usadas para a prevenção do espasmo foram a papaverina, o verapamil e o nitrato de isossorbida em uso tópico, além de nitroglicerina e diltiazem intravenoso. Vários protocolos têm sido propostos, porém não há consenso sobre sua efetividade [13]. O espasmo dos enxertos arteriais foi responsável pelo único óbito ocorrido nesta série de pacientes.

Outras complicações não cardíacas, pulmonares e neurológicas, também tiveram incidência semelhante. O uso do enxerto composto evita a manipulação da aorta ascendente e pode prevenir complicações neurológicas. No presente estudo, houve o mesmo número de intercorrências neurológicas transitórias em ambos os grupos, porém sem significância estatística e nenhum paciente apresentou acidente vascular cerebral ou sequelas pós-operatórias.

Em nosso estudo, evitamos o uso da AR em pacientes com idade acima de 70 anos, porém estudos recentes mostram melhores resultados da AR em relação à VS neste grupo de pacientes, com menor incidência de eventos cardiológicos, melhor perviabilidade do enxerto, menor incidência de complicações neurológicas e mortalidade semelhante [25].

A perviabilidade imediata dos enxertos de AR quando anastomosada na aorta variou de 91,5 a 98,9%, e de 76,7 a 93,8% após período de 12 a 60 meses [15,19,23]. O enxerto composto de AR mostrou perviabilidade precoce de 89,65 a 100% e tardia, de 88,5 a 100% [7,15,23]. Iacó et al. [15] encontraram perviabilidade tardia de 93,8% para o enxerto composto e de 100% para a anastomose proximal na aorta, após 48 meses em média. Estudo recente comparando ambas as técnicas mostrou perviabilidade precoce de 100% para a ATIE e AR em ambos os grupos, e apenas os pacientes sintomáticos foram submetidos à angiografia na evolução tardia, mostrando perviabilidade de 53,5% para o grupo GI e 60% para GII, sem diferença significativa [7].

CONCLUSÃO

AAR é um enxerto seguro que não aumenta a morbidade cirúrgica, é de fácil manuseio, tem bom calibre e comprimento e apresenta resultados clínicos iniciais semelhantes quando anastomosada proximalmente na aorta ou em "Y" na ATIE. Estudo da perviabilidade a longo prazo será necessário para a definição da superioridade de uma das técnicas.

REFERÊNCIAS

1. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, Beyssen B, Pagny JY, Glare P et al. Revival of the radial artery for coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 1992;54(4):652-60.
2. Bhan A, Gupta V, Choudhary SK, Sharma R, Singh B, Aggarwal R et al. Radial artery in CABG: could the early results be comparable to internal mammary artery graft. *Ann Thorac Surg.* 1999;67(6):1631-6.
3. 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(1):185-90.
4. Mills NL. Physiologic and technical aspects of internal mammary artery coronary artery bypass grafts. In: Cohn LH, ed. *Modern techniques in surgery. Cardio-thoracic Surgery.* Mt. Kisco NY: Futura;1982. p.1-19.
5. Sauvage LR, Wu HD, Kowalsky TE, Davis CC, Smith JC, Rittenhouse EA et al. Healing basis and surgical techniques for complete revascularization of the left ventricle using only the internal mammary arteries. *Ann Thorac Surg.* 1986;42(4):449-65.

6. Reyes AT, Frame R, Brodman RF. Technique for harvesting the radial artery as a coronary artery bypass graft. *Ann Thorac Surg.* 1995;59(1):118-26.
7. Lemma M, Mangini A, Gelpi G, Innorta A, Spina A, Antona C. Is it better to use the radial artery as a composite graft? Clinical and angiographic results of aorto-coronary versus Y-graft. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;26(1):110-7.
8. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling MS, Arnold JH, Akhrass R et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117(5):855-72.
9. Pick AW, Orszulak TA, Anderson BJ, Schaff HV. Single versus bilateral internal mammary artery grafts: 10-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg.* 1997;64(3):599-605.
10. Sergeant PT, Blackstone EH, Meyens BP. Does arterial revascularization decrease the risk of infarction after coronary artery bypass grafting? *Ann Thorac Surg.* 1998;66(1):1-11.
11. Morris JJ, Smith LR, Glower DD, Muhlbaier LH, Reves JG, Wechsler AS et al. Clinical evaluation of single versus multiple mammary artery bypass. *Circulation.* 1990;82(5 suppl.):IV214-23.
12. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med.* 1986;314(1):1-6.
13. Possati G, Gaudino M, Prati F, Alessandrini F, Trani C, Glieca F et al. Long-term results of the radial artery used for myocardial revascularization. *Circulation.* 2003;108(11):1350-4.
14. He GW, Yang CQ. Comparison among arterial grafts and coronary artery: an attempt at functional classification. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;109(4):707-15.
15. Iacó AL, Teodori G, Di Giammarco G, Di Mauro M, Storto L, Mazzei V et al. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg.* 2001;72(2):464-9.
16. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Golding LA, Taylor PC, Stewart RW. Free (aorto-coronary) internal mammary artery graft: late results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1986;92(5):827-31.
17. Curtis JJ, Stoney WS, Alford Jr. WC, Burrus GR, Thomas Jr. CS. Intimal hyperplasia: a cause of radial artery aortocoronary bypass graft failure. *Ann Thorac Surg.* 1975;20(6):628-35.
18. Wendler O, Hennen B, Markwirth T, König J, Tscholl D, Huang Q et al. T grafts with the right internal thoracic artery to left internal thoracic artery versus the left internal thoracic artery and radial artery: flow dynamics in the internal thoracic artery main stem. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118(5):841-8.
19. Maniar HS, Barner HB, Bailey MS, Prasad SM, Moon MR, Pasque MK et al. Radial artery patency: are aortocoronary conduits superior to composite grafting? *Ann Thorac Surg.* 2003;76(5):1498-504.
20. Gatti G, Dondi M, Ferrari F, Trane R, Bentini C, Pugliese P. Non-invasive assessment of the composite radial artery and in situ left internal thoracic artery Y-graft for myocardial revascularization. *Ital Heart J.* 2003;4(11):776-81.
21. Royse AG, Royse CF, Raman JS. Exclusive Y graft operation for multivessel coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.* 1999;68(5):1612-8.
22. Lemma M, Mangini A, Gelpi G, Innorta A, Spina A, Antona C. Analysis of Y-graft blood flow and flow reserve in conditions of increased myocardial oxygen consumption. *Ital Heart J.* 2004;5(4):290-4.
23. Santos GG, Stolf NA, Moreira LF, Haddad VL, Simões RM, Carvalho SR et al. Randomized comparative study of radial artery and right gastroepiploic artery in composite arterial graft for CABG. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;21(6):1009-14.
24. Hata M, Shiono M, Inoue T, Sezai A, Negishi N, Sezai Y. Midterm results of coronary artery bypass graft surgery with internal thoracic artery under low free-flow conditions. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(2):477-80.
25. Muneretto C, Bisleri G, Negri A, Manfredi J, Carone E, Morgan JA et al. Left internal thoracic artery-radial artery composite grafts as the technique of choice for myocardial revascularization in elderly patients: a prospective randomized evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127(1):179-84.