

# Revascularização miocárdica no século XXI

## *Myocardial revascularization in the XXI century*

Luís Alberto Oliveira Dallan<sup>1</sup>, Fabio Biscegli Jatene<sup>2</sup>

*Sempre preocupada com o resgate histórico da cirurgia cardiovascular, a Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular (RBCCV) publica o artigo a seguir, escrito pelos Drs. Luis Dallan e Fábio Jatene, respectivamente, Editor Associado e Ex-Editor-Chefe da RBCCV. Em um texto rico em detalhes, eles discorrem sobre a história da revascularização miocárdica, desde os seus primórdios até as perspectivas desta hoje consagrada técnica e que deve ser de conhecimento de todos os cirurgões cardiovasculares.*

DOI: 10.5935/1678-9741.20130017

RBCCV 44205-1450

**Descritores:** Revascularização miocárdica. Ponte de artéria coronária. Procedimentos Cirúrgicos cardíacos/História. História.

**Descriptors:** Myocardial revascularization. Coronary artery bypass. Cardiac Surgical Procedures/History. History.

### CORAÇÃO: ESSE ÓRGÃO INTOCÁVEL

A despeito da aceitação e emprego rotineiro da cirurgia cardíaca nos dias atuais, nem sempre foi assim. No final do século 19 e início do século 20, o tratamento cirúrgico do coração era considerado fora de qualquer questão. Um dos exemplos mais claros dessa opinião foi a declaração de Theodor Billroth no encontro da Sociedade Médica de Vienna de 1881, em que declarou: "*No surgeon who wished to preserve the respect of his colleagues would ever attempt to suture a wound of the heart*" [1].

Nem mesmo nas primeiras décadas do século 20 a cirurgia cardíaca ganhou grande expressão. Prova disso é a ausência de qualquer menção da mesma no clássico livro "The Century of the Surgeon", publicado em 1957 por Jurgen Thorwald [2]. Entretanto, a partir dos anos 1950, a circulação extracorpórea ganhou grande desenvolvimento

e passou a ser empregada progressivamente na prática clínica. Isso possibilitou o real princípio da cirurgia cardíaca e gerou seu impulso fantástico, que não cessou até os dias de hoje.

### O PRESTÍGIO DA CIRURGIA CARDÍACA

Apesar de um início tímido até a segunda metade do século 20, a partir dos anos 1960 a cirurgia cardíaca ganhou enorme visibilidade. A figura do cirurgião cardiovascular passou a ser celebrada publicamente, com tanto prestígio quanto astronautas. Nomes como Drs. Christiaan Barnard, Denton Cooley, Michael DeBakey e Norman Shumway passaram a ser conhecidos pelo enorme público, especialmente após o advento do transplante cardíaco. No Brasil não foi diferente. Coube a professores como Euryclides Zerbini e Adib Jatene assumir essa liderança [3].

1. Professor Associado da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Diretor da Unidade Cirúrgica de Coronariopatias do Instituto do Coração (InCor) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

2. Professor Titular da Disciplina de Cirurgia Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência:  
Luís Alberto Oliveira Dallan  
Av. Enéas Carvalho Aguiar, 44 – Cerqueira César  
São Paulo, SP, Brasil – CEP: 05403-000  
E-mail: dcidallan@incor.usp.br

Artigo recebido em 24 de setembro de 2012  
Artigo aprovado em 1 de outubro de 2012

## REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO: AVANÇOS ESTABELECIDOS

O tratamento cirúrgico da doença arterial coronária provavelmente hoje se constitui no assunto mais estudado dentre todas as especialidades médicas. Esse fato com certeza torna o método mais atrativo e prestigia sobremaneira quem o procede. Por outro lado, também mantém o cirurgião sob questionamento e estresse constantes.

Historicamente, a revascularização do miocárdio está envolta numa enorme visibilidade. Além da possibilidade de morte iminente frente aos procedimentos que manipulam as artérias coronárias, as alternativas hoje disponíveis, como a angioplastia, contribuem para a polêmica sobre qual é o melhor procedimento frente à doença coronária.

## PRIMÓRDIOS DA REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

A noção de doença arterial coronária foi trazida ao Royal College of Physicians, em 1768, por William Heberden e publicada, em 1772, no Medical Transactions of the College. Porém, a relação entre essa doença e a angina do peito não estava completamente elucidada e, apenas em 1876 Adam Hammer [4] sugeriu que a angina do peito e o infarto do miocárdio poderiam ser atribuídos à diminuição ou à interrupção do fluxo sanguíneo coronário, quando pelo menos uma das artérias do coração estivesse comprometida. Isso permitiu melhor compreensão da doença arterial coronária, possibilitando a programação de seu tratamento.

Os métodos de revascularização do miocárdio não foram estabelecidos do dia para a noite, nem de maneira linear. Procedimentos utilizados num momento inicial foram, em sequência, abandonados, para serem retomados posteriormente e, algumas vezes, considerados ideais.

Nas primeiras décadas do século 20 foram utilizados inúmeros procedimentos sobre o coração, visando ao alívio dos sintomas anginosos. Esses métodos foram todos indiretos e ineficazes. Dentre eles, destacamos o proposto por Beck et al. [5] na Cleveland Clinic, em 1935, que buscou a obtenção de circulação colateral com o envolvimento de estruturas como gordura pericárdica, músculo peitoral ou epiclone sobre o epicárdio escarificado.

Apenas em 1951 Vineberg et al. [6], após extenso estudo experimental envolvendo o desenvolvimento de circulação colateral, propuseram o implante da artéria torácica interna na musculatura do ventrículo esquerdo. Para tanto, realizavam um túnel em meio à parede ventricular, em cujo interior posicionavam a artéria torácica interna. Os ramos dessa artéria eram mantidos sangrantes, com finalidade de estabelecerem futuras conexões com

as arteríolas miocárdicas isquêmicas. Essa técnica obteve bons resultados e foi um importante tratamento da angina por vários anos.

## REVASCULARIZAÇÃO DIRETA DO MIOCÁRDIO: UM INÍCIO POLÊMICO

Certamente o grande impulso ao desenvolvimento da revascularização do miocárdio foi o advento da cineangiocoronariografia em 1958, atribuído a Sones et al. [7], na Cleveland Clinic. Entretanto, a ideia de revascularizar diretamente o miocárdio encontrou resistência até meados dos anos 1960. Em 2 de maio de 1960, Goetz et al. [8] realizaram a primeira revascularização do miocárdio com sucesso. Anastomosaram a artéria torácica interna direita, empregando sutura mecânica com anel de tantalum, com a artéria coronária direita. A despeito da perviedade ser mantida por 1 ano, foram veementemente criticados por seus colegas clínicos e cirurgiões e o procedimento foi considerado inseguro e de cunho experimental. Goetz nunca mais realizou qualquer revascularização miocárdica [9].

Em 1962, David Sabiston realizou um enxerto com veia safena num paciente que faleceu após três dias de complicações neurológicas. O caso somente foi reportado em 1974. Em 1964, Garrett et al. [10] realizaram no Methodist Hospital, em Houston, a primeira revascularização miocárdica bem sucedida com veia safena, após insucesso na endarterectomia dessa artéria coronária. Uma angiografia realizada após sete anos demonstrou a patência do enxerto e o caso foi relatado em 1973.

## REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO: TÉCNICAS DE EXCELÊNCIA QUE SE PERPETUARAM

### Artérias torácicas internas

Em Leningrado, Rússia, Kolessov [11] realizou, em 25 de fevereiro de 1964, a primeira anastomose da artéria torácica interna esquerda para o ramo interventricular anterior da artéria coronária esquerda. A técnica contou com a toracotomia esquerda, sem o uso da circulação extracorpórea. Na época, o método não teve boa aceitação nos meios internacionais. Um dos motivos era a constatação de que o fluxo imediato da artéria torácica interna esquerda seria inferior ao das pontes de veia safena.

A partir de 1967, René Favalaro, trabalhando em consonância com Mason Sones na Cleveland Clinic, popularizou e deu cunho científico às pontes de veia safena no tratamento da insuficiência coronária [12]. Decorrido apenas um ano, em 1968, esse procedimento para a revascularização do miocárdio foi também realizado no Brasil, pelos Drs. Zerbini e Adib Jatene, sendo rapidamente

reproduzido por inúmeros grupos em todo o país [13,14].

Mais uma vez coube a um estudo realizado na Cleveland Clinic em 1986, por Loop et al. [15], promover forte impacto na história da cirurgia de revascularização do miocárdio. Nele, os autores constataram a superioridade a longo prazo da artéria torácica interna esquerda sobre a veia safena, quando anastomosada ao ramo interventricular anterior da artéria coronária esquerda. Após 10 anos de seguimento, a observação de perviedade superior a 90% elegeu a artéria torácica interna esquerda como o procedimento padrão para revascularizar esse ramo da artéria coronária esquerda. Mais recentemente, Lytle et al. [16] estenderam estudos semelhantes para um período maior. A observação de 90% de enxertos prévios em 20 anos após a cirurgia conferiu à artéria torácica interna esquerda a condição de terapêutica mais confiável que se conhece no tratamento da doença arterial coronária.

A artéria torácica interna direita, quando utilizada para a artéria coronária direita e seus ramos, não mostrou resultados de perviedade semelhantes aos obtidos quando utilizada para o sistema da artéria coronária esquerda. Um grande avanço na revascularização do miocárdio foi seu emprego “*in situ*”, por via retroaórtica, para ramos da artéria coronária esquerda. Essa técnica foi descrita em nosso meio por Puig et al. [17], em 1984. Essa artéria torácica também passou a ser utilizada para ramos da artéria circunflexa como enxerto arterial composto com a artéria torácica interna esquerda, ou como enxerto livre. Recentemente, diferentes estudos demonstraram a possibilidade do emprego da artéria torácica interna direita “*in situ*” por via anterógrada para o ramo interventricular anterior da artéria coronária esquerda, com excelentes resultados imediatos [18-21].

## ENXERTOS ARTERIAIS ALTERNATIVOS

### **Artérias radial, gastroepiploica, epigástrica inferior e circunflexa lateral femoral**

Em 1971, Carpentier já havia introduzido a artéria radial como enxerto alternativo para a revascularização coronária, porém, os resultados iniciais foram desapontadores. Atualmente, sua utilização foi restaurada, especialmente após o advento de drogas antiespasmódicas [22]. Isso também motivou o desenvolvimento de propostas alternativas para evitar o seu espasmo [23]. Com sua dissecação, obtém-se um enxerto de 15 a 20 cm, que pode ser utilizado por meio de anastomose proximal na aorta, ou em “Y” com a artéria torácica interna. Sua dissecação pode ser simultânea com a abertura do tórax e, com frequência, está preparada antes do término da dissecação da artéria torácica interna. Essa foi uma das razões que levou ao abandono temporário de sua utilização, pois sua estrutura tecidual sofria danos importantes, quando submetida

à isquemia prolongada. Hoje é consenso que, após sua dissecação, deve-se mantê-la em seu leito, recoberta com gaze embebida em papaverina para reversão de eventuais espasmos, até o momento de seu emprego.

Como alternativa, pode-se retirá-la somente após a administração de heparina sistêmica, imediatamente antes da confecção de sua anastomose proximal. Dessa forma, ela receberá expansão com a pressão sistêmica, sem manipulação e, conseqüentemente, com menor risco de lesão de suas camadas (principalmente o endotélio), diminuindo a chance de espasmo perioperatório. Hoje se sabe também que, dada sua característica de espasticidade, sua utilização deve ser evitada em artérias coronárias com lesões menores do que 70%, devido ao risco de competição de fluxo, o que poderia eventualmente levar a ocorrência de “*string sign*” (afilamento difuso de todo enxerto) [24]. A hipótese de que o local da anastomose proximal pudesse interferir no fluxo do enxerto não foi comprovada [25].

Em 1987, Pym et al. [26] descreveram o uso de segmentos de artéria gastroepiploica. Ela origina-se, respectivamente, das artérias hepática, gastroduodenal e pancreatoduodenal. Localiza-se na face anterior da grande curvatura gástrica, sendo responsável pela irrigação dos dois terços inferiores dessa curvatura. Seu emprego em cirurgia cardíaca reserva-se principalmente aos casos em que se busca o uso exclusivo de enxertos arteriais na revascularização do miocárdio. Habitualmente, é utilizada “*in situ*” para ramos coronários da face inferior do coração, ou em associação com outras artérias, como as torácicas internas e a radial.

Nos anos 1990, Puig et al. [27] introduziram a artéria epigástrica inferior. Anatomicamente, origina-se da artéria ilíaca externa, estando situada no terço inferior da parede abdominal, entre o músculo reto abdominal e sua aponeurose posterior. Nessa região, ela penetra no músculo reto abdominal, dividindo-se em vários ramos, que irão se anastomosar com os ramos da artéria epigástrica superior. Está indicada em pacientes jovens, ou pela indisponibilidade dos enxertos habituais, como pacientes safenectomizados ou portadores de varizes em membros inferiores.

O ramo descendente da artéria circunflexa lateral femoral também vem sendo estudado nessa linha alternativa. Já em 2003, Fabrocini et al. [28] estudaram por cineangiografia 81 dentre 147 pacientes em que esse enxerto foi empregado. O índice de perviabilidade ao final de 1 e 3 anos foi de, respectivamente, 97% e 93%. Estudo semelhante em nosso meio também revelou elevada patência a curto prazo (92% em 90 dias) e remodelamento positivo do diâmetro luminal [29]. Os autores concluíram que o ramo descendente da artéria circunflexa lateral femoral constitui uma opção promissora de enxerto arterial.

## ENXERTOS COM VEIA SAFENA MAGNA

O emprego da veia safena magna consagrou a cirurgia de revascularização do miocárdio e até hoje é utilizado em inúmeros centros para complementação na revascularização de determinadas artérias coronárias.

Sabe-se que a patência da veia safena humana é inferior à das artérias torácicas internas. Isso se deve, em parte, ao fato que a estrutura da veia safena pode ser afetada por elevadas pressões de distensão, seja no seu preparo ou quando posicionada como enxerto aortocoronário [30,31].

A dissecação da veia safena magna deve ser realizada por pequenas incisões, com aproximadamente 4 cm de extensão, deixando-se uma “ponte” de pele íntegra entre cada incisão. Existem também dispositivos auxiliares que permitem sua retirada de maneira menos invasiva, com mini-incisões de poucos milímetros.

Técnicas mais modernas de sua dissecação demonstram que pressões de distensão reduzidas durante a preparação das veias minimizam o risco de lesões endoteliais, melhorando os resultados futuros [32]. Por outro lado, medicamentos que reduzem as taxas sistêmicas de gordura e de adesividade plaquetária têm demonstrado influência na patência a longo prazo desses enxertos.

## TÉCNICAS MINIMAMENTE INVASIVAS

### Revascularização sem circulação extracorpórea

A busca por procedimentos menos invasivos levou ao desenvolvimento de técnicas de revascularização sem circulação extracorpórea. A possibilidade de se realizar a cirurgia de revascularização do miocárdio sem seu emprego ganhou ênfase nos anos 1990. Buffolo et al. [33] e Benetti et al. [34], assim como outros grupos, passaram a despontar no mundo demonstrando o benefício dessa técnica na redução da morbidade e mortalidade, especialmente pela diminuição de problemas neurológicos. Reservada inicialmente para tratamento de lesões coronárias únicas e localizadas na parede anterior do coração, essa tática foi rapidamente estendida para pacientes com lesão em dois ou mais vasos. Foram desenvolvidos diferentes modelos de estabilizadores cardíacos, que permitiram a diminuição regional do movimento cardíaco. Passou-se também a fazer uso de “shunts” intracoronários, que possibilitaram a manutenção da irrigação do leito distal durante a anastomose, evitando isquemia e eventual deterioração hemodinâmica. Isso proporcionou um maior conforto para a confecção das anastomoses nessas cirurgias [35]. O assunto tornou-se polêmico e inúmeros estudos comparativos foram desenvolvidos, com resultados conflitantes. A maioria deles se baseou na menor reação inflamatória que envolve o procedimento. Mas, certamente, o grande benefício do método consiste

em se evitar a manipulação excessiva da aorta ascendente. Dessa maneira, embora seja desejável minimizar o uso da circulação extracorpórea na revascularização miocárdica, ainda é um grande desafio para a moderna cirurgia cardíaca evitá-la em todos os casos.

### Revascularização do miocárdio por miniacesso

Na busca de manter os benefícios do tratamento cirúrgico da insuficiência coronária, com técnicas menos invasivas e com menor trauma cirúrgico, tem-se procurado realizar a revascularização do miocárdio com a artéria torácica interna por minitoracotomia, evitando-se a circulação extracorpórea e a esternotomia. O primeiro relato de revascularização do miocárdio por esse miniacesso foi descrito por Benetti & Ballester [36], em 1995. Em dois pacientes, os autores lograram dissecar a artéria torácica interna esquerda por minitoracotomia anterior esquerda, com o auxílio do videotoracoscópio e a anastomosaram à artéria coronária interventricular anterior. Subramanian et al. [37] também relataram experiência com revascularização do miocárdio por minitoracotomia, porém com dissecação direta da artéria torácica interna esquerda, sem o uso do toracoscópio.

Uma das principais preocupações dessa nova técnica era a qualidade da anastomose da artéria torácica interna com a artéria coronária, na ausência de circulação extracorpórea e por miniacesso. No início da experiência, alguns autores relataram problemas na anastomose coronária e necessidade de reoperação precoce entre 10% e 15% dos pacientes [38,39]. Com o advento de estabilizadores regionais de coronária, a anastomose coronária com o coração batendo passou a ser realizada com maior segurança e a revascularização do miocárdio sem circulação extracorpórea com esternotomia total ou por miniacesso passou a ter maior aceitação por parte dos cirurgiões cardiovasculares [40-42].

## CIRURGIAROBÓTICANAREVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

Várias técnicas minimamente invasivas de revascularização do miocárdio têm sido facilitadas pela adequada visão endoscópica durante a dissecação da artéria torácica interna. O emprego dessas técnicas na cirurgia cardiovascular vem proporcionando uma nova alternativa, menos invasiva, para indivíduos com insuficiência coronária. A operação pode ser realizada com melhor estética, possibilitando uma recuperação mais rápida, com menor tempo de internação hospitalar [43].

No Brasil, a dissecação robótica da artéria torácica interna esquerda foi iniciada em 2001, com o emprego de videotoracoscopia guiada por braço robótico (AESOP), integrado ao sistema de movimentação da fibra óptica,

através de comunicação por voz [44]. É importante lembrar que o aprimoramento e a aplicação dessas técnicas requerem um treinamento em etapas e uma intensiva curva de aprendizado [45,46].

Diversos estudos recentes vêm demonstrando as vantagens desses procedimentos minimamente invasivos. Em nosso meio, Milanez et al. [47] demonstraram a possibilidade da dissecação da artéria torácica interna esquerda por via robótica, com resultados superponíveis aos obtidos por sua dissecação tradicional. O objetivo final seria a factibilidade da revascularização completa do miocárdio, com o auxílio da videotoroscopia, sem que se realize a abertura do tórax [48-50].

Nesse sentido, o auxílio robótico vem ganhando terreno progressivo na prática clínica, auxiliando na dissecação da artéria torácica interna e na realização da anastomose coronária [51,52]. Cirurgias robóticas de revascularização do miocárdio com o tórax totalmente fechado são uma realidade em alguns centros dos Estados Unidos e Europa, sendo as anastomoses realizadas com o uso de dispositivos mecânicos, sem a utilização de circulação extracorpórea. Apesar de relatos iniciais com resultados favoráveis, o custo elevado desses equipamentos e a grande dificuldade na curva de aprendizado têm limitado esses procedimentos a poucos centros especializados no mundo.

Todas essas inovações visam otimizar os resultados já alcançados, com menor agressão ao paciente e com menor morbidade e mortalidade; algumas, porém, ainda necessitam ser incorporadas de forma rotineira na prática clínica diária, tornando os procedimentos mais eficazes, seguros e reproduzíveis.

### SALA CIRÚRGICA HÍBRIDA

O desenvolvimento e mudanças recentes da cirurgia cardíaca e da cardiologia intervencionista têm demonstrado a necessidade da instalação do laboratório de hemodinâmica integrado à sala cirúrgica. Essas salas híbridas ou “*high-tech*”, como são mais comumente conhecidas, começaram a ser idealizadas a partir do crescimento da cirurgia cardíaca minimamente invasiva e da necessidade da cardiologia intervencionista em realizar procedimentos cada vez mais invasivos e complexos. A sala híbrida, em geral, é localizada dentro do centro cirúrgico e utilizada em cirurgias menos invasivas, videoassistidas ou robóticas, que necessitem de modalidade de imagens mais sofisticadas e complexas. Elas fornecem segurança ao ato operatório e permitem ao cirurgião uma rápida avaliação do resultado cirúrgico. Procedimentos intervencionistas mais invasivos e complexos que necessitem de rápida atuação do cirurgião cardiovascular e de assistência mecânica também são realizados nessa sala.

Atualmente, a sala cirúrgica híbrida é uma realidade,

não só em instituições acadêmicas e de pesquisas, mas também em hospitais gerais. O interesse recente nessas salas tem levantado questões importantes quanto a utilização, padronização, dimensões e organização de material e pessoal nessas unidades.

### REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO: CONSIDERAÇÕES ATUAIS

Ainda nos dias de hoje, a revascularização cirúrgica do miocárdio permanece como uma excelente opção terapêutica para tratamento da doença arterial coronária obstrutiva, mesmo em pacientes diabéticos [53,54], em pacientes idosos [55,56] e em pacientes com baixa fração de ejeção de ventrículo esquerdo [57]. Procedimentos alternativos, como o uso de raios laser [58], células-tronco [59] e até variações no emprego da artéria torácica interna [60] vêm sendo descritos, mas fazem parte do tratamento de um grupo especial de pacientes, que certamente não se enquadram na rotina diária.

Está bem claro que a cirurgia de revascularização do miocárdio passa por um momento de transformação, como podemos observar: cirurgias utilizando apenas enxertos arteriais, sem o uso da circulação extracorpórea, realizadas de maneira minimamente invasiva, se possível com o auxílio da robótica.

Os objetivos dessa cirurgia são basicamente o alívio nos sintomas anginosos, com consequente melhora da qualidade de vida, bem como o aumento da sobrevivência. Busca-se, especialmente em pacientes jovens, um tipo de intervenção alternativa ao tratamento medicamentoso ou percutâneo que mantenha resultados a longo prazo, evitando a recorrência da angina ou de eventos cardíacos, minimizando assim a necessidade de reoperações ou reintervenções.

Apesar da tendência do emprego do maior número possível de enxertos arteriais na revascularização miocárdica, devido à patência superior das artérias torácicas internas e outros enxertos arteriais, a veia safena continua sendo muito usada por ser de boa extensão e fácil obtenção. Limitações como falência desse enxerto a longo prazo têm sido contornadas pelo seu preparo adequado e tratamento sistêmico do paciente, especialmente com o controle de sua pressão arterial, dos índices glicêmicos e pelo uso de estatinas.

Por outro lado, as artérias torácicas internas raramente desenvolvem doença aterosclerótica, seus diâmetros habitualmente são compatíveis com a artéria coronária a ser revascularizada e suas limitações no comprimento podem ser superadas por meio da esqueletização ou emprego como enxerto livre [61]. Entretanto, a utilização de ambas as artérias torácicas internas requer técnica mais apurada e aumenta o tempo cirúrgico. Sendo assim, a utilização das duas artérias

torácicas internas ainda não é feita de forma rotineira em todos os serviços e nos diversos subgrupos de pacientes. Isso faz com que os índices de utilização das artérias torácicas internas variem de 4% a 30%, mesmo em países como Estados Unidos, Japão e alguns da Europa [62,63].

Atualmente se sabe que, a longo prazo, ocorre a remodelação das artérias torácicas internas, que acabam por adequar seu fluxo ao leito miocárdico receptor. Dessa maneira, a artéria torácica interna direita vem sendo preferida como segundo enxerto arterial, quando comparada à artéria radial. Portanto, o uso das artérias torácicas internas esquerda e direita, complementado ou não por enxertos arteriais ou com veia safena, constitui ainda hoje a condição terapêutica mais indicada no tratamento da doença arterial coronária obstrutiva.

Em poucas palavras, o que se considera ideal numa cirurgia de revascularização miocárdica será a sua realização a baixo custo e de forma minimamente invasiva (videoassistida ou robótica), sem o uso da circulação extracorpórea, empregando enxertos arteriais e, se necessário, associada a procedimentos híbridos (cirurgia minimamente invasiva complementada por atuação percutânea).

#### REFERÊNCIAS

- Weisse AB. Cardiac surgery: a century of progress. *Tex Heart Inst J.* 2011;38(5):486-90.
- Thorwald J. *The century of the surgeon.* New York: Pantheon Books;1957.
- Braile DM, Godoy MF. História da cirurgia cardíaca no mundo. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2012;27(1):125-36.
- Hammer A. *The history of coronary heart disease.* Leibowitz JO. Institute of the History of Medicine, New Series, vol. XVIII-United Kingdom, 1970. The nineteenth century. p.135.
- Beck CS. The development of a new blood supply to the heart by operation. *Ann Surg.* 1935;102(5):801-13.
- Vineberg A, Miller G. Internal mammary coronary anastomosis in the surgical treatment of coronary artery insufficiency. *Can Med Assoc J.* 1951;64(3):204-10.
- Sones Jr FM. Cine-coronary arteriography. *Ohio Med.* 1962;58:1018-9.
- Goetz RH, Rohman M, Haller JD, Dee R, Rosenak SS. Internal mammary-coronary artery anastomosis. A nonsuture method employing tantalum rings. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1961;41:378-86.
- Konstantinov IE, Robert H, Goetz: the surgeon who performed the first successful clinical coronary artery bypass operation. *Ann Thorac Surg.* 2000;69(6):1966-72.
- Garrett HE, Dennis EW, DeBakey ME. Aortocoronary bypass with saphenous vein graft. Seven-year follow-up. *JAMA.* 1973;223(7):792-4.
- Kolessov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1967;54(4):535-44.
- Favaloro RG. Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion: operative technique. *Ann Thorac Surg.* 1968;5(4):334-9.
- Prates PR. Pequena história da cirurgia cardíaca: e tudo aconteceu diante de nossos olhos. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1999;14(3):177-84.
- Stolf NAG, Braile DM. Euryclides de Jesus Zerbini: uma biografia. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2012; 27(1):137-47.
- 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.
- Lytle BW, Blackstone EH, Sabik JF, Houghtaling P, Loop FD, Cosgrove DM. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(6):2005-12.
- Puig LB, França Neto L, Rati M, Ramires JA, Luz PL, Pillegi F, et al. A technique of anastomosis the right internal mammary artery to the circumflex artery and its branches. *Ann Thorac Surg.* 1984;38(5):533-4.
- Deiningner MO. Análise comparativa da perviedade das artérias torácicas internas direita e esquerda na revascularização da região anterior do coração. Avaliação por angiotomografia no 6º mês de pós-operatório [Tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2012.
- Zacharias A. Protection of the right internal mammary artery in the retrosternal position with stented grafts. *Ann Thorac Surg.* 1995;60(6):1826-8.
- Lev-Ran O, Pevni D, Matsa M, Paz Y, Kramer A, Mohr R. Arterial myocardial revascularization with in situ crossover right internal thoracic artery to left anterior descending artery. *Ann Thorac Surg.* 2001;72(3):798-803.
- Vassiliades TA Jr. Alternate technique of routing the in situ right internal mammary artery to graft the left anterior descending artery and its branches. *Ann Thorac Surg.* 2003;75(3):1064-5.
- Acar C, Jebara VA, Portoghèse M, Fontaliran F, Dervanian P, Chachques J, et al. Comparative anatomy and histology of the

- radial artery and the internal thoracic artery. Implication for coronary artery bypass. *Surg Radiol Anat.* 1991;13(4):283-8.
23. Dallan LA, Oliveira SA, Poli de Figueiredo LP, Lisboa LA, Platania F, Jatene AD. Externally supported radial artery graft for myocardial revascularization: A new technique to avoid vasospasm. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118(3):563-5.
24. Dallan LAO, Oliveira SA, Lisboa LA, Platania F, Jatene FB, Iglézias JCR, et al. Revascularização completa do miocárdio com uso exclusivo de enxertos arteriais. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1998;13(3):187-93.
25. Carneiro LJ, Platania F, Dallan LAP, Dallan LAO, Stolf NAG. Revascularização miocárdica com artéria radial: influência da anastomose proximal na oclusão a médio e longo prazo. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(1):38-43.
26. Pym J, Brown PM, Charrette EJ, Parker JO, West RO. Gastroepiploic-coronary anastomosis. A viable alternative bypass graft. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;94(2):256-9.
27. Puig LB, Ciongolli W, Cividanes GV, Dontos A, Kopel L, Bittencourt D, et al. Inferior epigastric artery as a free graft for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99(2):251-5.
28. Fabbrocini M, Fattouch K, Camporini G, DeMicheli G, Bertucci C, Cioffi P, et al. The descending branch of lateral femoral circumflex artery in arterial CABG: early and midterm results. *Ann Thorac Surg.* 2003;75(6):1836-41.
29. Gaiotto FA, Vianna CB, Dallan LAO, Senra T, Cesar LAM, Stolf NAG, et al. Ramo descendente da circunflexa lateral femoral na revascularização do miocárdio: avaliação angiográfica de curto prazo. 33º Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. 2012 jun 7-9. São Paulo, SP.
30. Dallan LAO, Miyakawa AA, Lisboa LA, Abreu Filho CA, Campos L, Borin T, et al. Alterações estruturais e moleculares (cDNA) precoces em veias safenas humanas cultivadas sob regime pressórico arterial. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2004;19(2):126-35.
31. Dallan LAO, Miyakawa AA, Lisboa LA, Borin TF, Abreu Filho CAC, Campos LC, et al. Ação inibitória da interleucina - I $\beta$  sobre a proliferação de células musculares lisas cultivadas a partir de veias safenas humanas. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2005;20(2):111-6.
32. Souza DS, Dashwood MR, Tsui JC, Filbey D, Bodin L, Johansson B, et al. Improved patency in vein grafts harvested with surrounding tissue: results of a randomized study using three harvesting techniques. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(4):1189-95.
33. Buffolo E, Andrade JC, Branco JN, Aguiar LF, Ribeiro EE, Jatene AD. Myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Seven-year experience in 593 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1990;4(9):504-7.
34. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, Geffner L. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients. *Chest.* 1991;100(2):312-6.
35. Jatene FB, Pego-Fernandes PM, Hueb AC, Oliveira PM, Hervoso CM, Dallan LA, et al. Revascularização do miocárdio por técnica minimamente invasiva: o que aprendemos após 3 anos com seu emprego. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1999;14(1):6-13.
36. Benetti FJ, Ballester C. Use of thoracoscopy and a minimal thoracotomy, in mammary-coronary bypass to left anterior descending artery, without extracorporeal circulation. Experience in 2 cases. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 1995;36(2):159-61.
37. Subramanian VA, McCabe JC, Geller CM. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: two-year clinical experience. *Ann Thorac Surg.* 1997;64(6):1648-53.
38. Alessandrini F, Luciani N, Marchetti C, Guadino M, Possati G. Early results with the minimally invasive thoracotomy for myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1997;11(6):1081-5.
39. Pagni S, Qaqish NK, Senior DG, Spence PA. Anastomotic complications in minimally invasive coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 1997;63(6 Suppl):S64-7.
40. Borst C, Jansen EW, Tulleken CA, Grundeman PF, Mansvelt Beck HJ, van Dongen JW, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronary flow using a novel anastomosis site restraining device ("Octopus"). *J Am Coll Cardiol.* 1996;27(6):1356-64.
41. Jansen EW, Grundeman PF, Borst C, Eefting F, Diephuis J, Nierich A, et al. Less invasive off-pump CABG using a suction device for immobilization: the 'Octopus' method. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1997;12(3):406-12.
42. Oliveira SA, Lisboa LA, Dallan LA, Rojas SO, Figueiredo LFP. Minimally invasive single-vessel coronary artery bypass with the internal thoracic artery and early postoperative angiography: midterm results of a prospective study in 120 consecutive patients. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(2):505-10.
43. Jatene FB, Fernandes PM, Stolf NA, Kalil R, Hayata AL, Assad R, et al. Minimally invasive myocardial bypass surgery using video-assisted thoracoscopy. *Arq Bras Cardiol.* 1997;68(2):107-11.
44. Dallan LAO, Lisboa LA, Abreu Filho CA, Platania F, Dallan LAP, Iglézias JC, et al. Assistência robótica para dissecação minimamente invasiva da artéria torácica interna na revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2003;18(1):110.

45. Bonatti J, Schachner T, Bernecker O, Chevtchik O, Bonaros N, Ott H, et al. Robotic totally endoscopic coronary artery bypass: program development and learning curve issues. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127(2):504-10.
46. Oehlinger A, Bonaros N, Schachner T, Ruetzler E, Friedrich G, Laufer G, et al. Robotic endoscopic left internal mammary artery harvesting: what have we learned after 100 cases? *Ann Thorac Surg.* 2007;83(3):1030-4.
47. Milanez AMM. Revascularização do miocárdio minimamente invasiva com dissecação da artéria torácica interna esquerda por videotoracoscopia robótica e anastomose ao ramo interventricular anterior via minitoracotomia anterior: estudo comparativo com a técnica convencional [Tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2011.
48. Soulez G, Gagner M, Therasse E, Basile F, Prieto I, Pibarot P, et al. Catheter-assisted totally thoracoscopic coronary artery bypass grafting: a feasibility study. *Ann Thorac Surg.* 1997;64(4):1036-40.
49. Mack MJ, Acuff TE, Casimir-Ahn H, Lönn UJ, Jansen EW. Video-assisted coronary bypass grafting on the beating heart. *Ann Thorac Surg.* 1997;63(6 Suppl):S100-3.
50. Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, Oehlinger A, Wiedemann D, Ruetzler E, et al. Effectiveness and safety of total endoscopic left internal mammary artery bypass graft to the left anterior descending artery. *Am J Cardiol.* 2009;104(12):1684-8.
51. Loulmet D, Carpentier A, d'Attellis N, Berrebi A, Cardon C, Ponzio O, et al. Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118(1):4-10.
52. Reichenspurner H, Damiano RJ, Mack M, Boehm DH, Gulbins H, Detter C, et al. Use of the voice-controlled and computer-assisted surgical system ZEUS for endoscopic coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118(1):11-6.
53. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, Hébert Y, Cartier R, Bouchard D, et al. Influence of diabetes and bilateral internal thoracic artery grafts on long-term outcome for multivessel coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;27(2):281-8.
54. Lev-Ran O, Mohr R, Aviram G, Matsa M, Neshet N, Pevni D, et al. Repeat median sternotomy after prior ante-aortic crossover right internal thoracic artery grafting. *J Card Surg.* 2004;19(2):151-4.
55. Guru V, Fremes SE, Tu JV. How many arterial grafts are enough? A population-based study of midterm outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131(5):1021-8.
56. Kieser TM, Lewin AM, Graham MM, Martin BJ, Galbraith PD, Rabi DM, et al; APPROACH Investigators. Outcomes associated with bilateral internal thoracic artery grafting: the importance of age. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(4):1269-75.
57. Galbut DL, Kurlansky PA, Traad EA, Dorman MJ, Zucker M, Ebra G. Bilateral internal thoracic artery grafting improves long-term survival in patients with reduced ejection fraction: a propensity-matched study with 30-year follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143(4):844-853.e4.
58. Dallan LAO, Gowdak LH, Lisboa LAF, Schettert I, César LAM, Oliveira SA, et al. Terapia celular associada à revascularização transmiocárdica a laser como proposta no tratamento da angina refratária. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(1):46-52.
59. Gowdak LH, Schettert IT, Rochitte CE, Lisboa LA, Dallan LA, Cesar LA, et al. Early increase in myocardial perfusion after stem cell therapy in patients undergoing incomplete coronary artery bypass surgery. *J Cardiovasc Transl Res.* 2011;4(1):106-13.
60. Dallan LAO, Gowdak LH, Lisboa LAF, Milanez AMM, Platania F, Moreira LFP, et al. Modificação de antigo método (Vineberg) na era das células tronco: nova tática? *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(5):79-81.
61. Lisboa LAF, Dallan LAO, Puig LB, Abreu Filho C, Leca RC, Dallan LAP, et al. Seguimento clínico a médio prazo com uso exclusivo de enxertos arteriais na revascularização completa do miocárdio em pacientes com doença coronária triarterial. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2004;19(1):9-16.
62. Kappetein AP. Bilateral mammary artery vs. single mammary artery grafting: promising early results: but will the match finish with enough players? *Eur Heart J.* 2010;31(20):2444-6.
63. Kinoshita T, Asai T. Bilateral internal thoracic artery grafting: current state of the art. *Innovations (Phila).* 2011;6(2):77-83.