

Cirurgia de Revascularização Miocárdica: técnica convencional versus minimamente invasiva

Myocardial Revascularization Surgery: conventional versus minimally invasive technique

Cirugía de Revascularización Miocárdica: técnica convencional versus mínimamente invasiva

DOI: 10.5281/zenodo.17161170

Recebido: 16 set 2025

Aprovado: 19 set 2025

Jamile Carvalho Rodrigues

Graduanda em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: jamilerodriguesca@gmail.com

Josiane Simplicio de Abreu

Graduanda em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: josi.flor.abreu@gmail.com

Laís Moura Moreira

Graduanda em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: laism.m.viana@gmail.com

João Victor Honorato de Carvalho

Graduando em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: jhonoratodecarvalho@gmail.com

Thiago de Queiroz Fernandes

Graduando em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: thiagoqueirozfernandes12@hotmail.com

Daniel Milleno do Vale de Jesus

Graduando em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: danielmilleno13@gmail.com

Madja Iana Ferreira dos Santos

Graduanda em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: madjaianaph@hotmail.com

Rodrigo Cardoso Santana Tonhá

Graduando em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: rodrigocs2077@gmail.com

Marillia Bastos dos Santos

Graduanda em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: marilliabastosdsantos@hotmail.com

Matheus de Souza Bezerra

Graduando em Medicina no Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau) - Avenida São Desidério, 2440, Bairro Ribeirão, CEP: 47.808-180 Barreiras-BA

E-mail: bezerraemateus@gmail.com

Edson Gonçalves dos Santos

Graduando em Medicina na FAPI- Centro Universitário de Pinhais - Av. Camilo di Lellis, 1065 - Centro, Pinhais - PR, 83323-000

E-mail: edson.goncalves0807@gmail.com

RESUMO

A cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) é considerada um dos principais procedimentos para o tratamento da doença arterial coronariana, especialmente em pacientes com lesões extensas ou refratárias à terapia clínica e percutânea. Tradicionalmente, a técnica convencional, realizada por meio de esternotomia mediana e com o auxílio da circulação extracorpórea, tem sido o padrão terapêutico, apresentando resultados consistentes em termos de sobrevida e controle de sintomas. Contudo, o avanço tecnológico e a busca por técnicas menos invasivas favoreceram o desenvolvimento de abordagens minimamente invasivas, como o MIDCAB (Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass) e o TECAB (Total Endoscopic Coronary Artery Bypass). Esses métodos oferecem benefícios relacionados a menor dor pós-operatória, redução do tempo de internação e recuperação funcional mais rápida, embora ainda apresentem limitações, como curva de aprendizado longa, maior tempo cirúrgico em determinados contextos e restrição na aplicação a múltiplos vasos. O objetivo deste artigo é comparar a técnica convencional com as abordagens minimamente invasivas, destacando suas vantagens, limitações, impacto nos desfechos clínicos e perspectivas futuras para a prática cirúrgica cardiovascular.

Palavras-chave: Cirurgia cardíaca; Revascularização miocárdica; Técnica minimamente invasiva; Circulação extracorpórea; Doença arterial coronariana.

ABSTRACT

Coronary artery bypass grafting (CABG) is considered one of the main procedures for the treatment of coronary artery disease, particularly in patients with extensive lesions or refractory to medical and percutaneous therapy. Traditionally, the conventional technique, performed through median sternotomy with the support of cardiopulmonary bypass, has been the therapeutic standard, providing consistent results in terms of survival and symptom control. However, technological advancements and the pursuit of less invasive approaches have favored the development of minimally invasive techniques, such as MIDCAB (Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass) and TECAB (Total Endoscopic Coronary Artery Bypass). These methods offer benefits related to reduced postoperative pain, shorter hospital stay, and faster functional recovery, although they still present limitations, such as a long learning curve, longer operative times in certain contexts, and restrictions in the treatment of multivessel disease. The aim of this article is to compare the conventional technique with minimally invasive approaches, highlighting their advantages, limitations, impact on clinical outcomes, and future perspectives for cardiovascular surgical practice.

Keywords: Cardiac surgery; Coronary artery bypass grafting; Minimally invasive technique; Cardiopulmonary bypass; Coronary artery disease.

RESUMEN

La cirugía de revascularización miocárdica (CRM) se considera uno de los principales procedimientos para el tratamiento de la enfermedad arterial coronaria, especialmente en pacientes con lesiones extensas o refractarios a la terapia médica y percutánea. Tradicionalmente, la técnica convencional, realizada mediante esternotomía media y con el apoyo de circulación extracorpórea, ha sido el estándar terapéutico, mostrando resultados consistentes en términos de supervivencia y control de síntomas. No obstante, los avances tecnológicos y la búsqueda de técnicas menos invasivas han favorecido el desarrollo de enfoques mínimamente invasivos, como MIDCAB (Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass) y TECAB (Total Endoscopic Coronary Artery Bypass). Estos métodos ofrecen beneficios relacionados con menor dolor postoperatorio, reducción del tiempo de hospitalización y recuperación funcional más rápida, aunque aún presentan limitaciones, como curva de aprendizaje prolongada, mayor tiempo quirúrgico en determinados contextos y restricción en la aplicación a enfermedad multivaso. El objetivo de este artículo es comparar la técnica convencional con los enfoques mínimamente invasivos, destacando sus ventajas, limitaciones, impacto en los resultados clínicos y perspectivas futuras para la práctica quirúrgica cardiovascular.

Palabras clave: Cirugía cardíaca; Revascularización miocárdica; Técnica mínimamente invasiva; Circulación extracorpórea; Enfermedad arterial coronaria.

1. INTRODUÇÃO

A doença arterial coronariana (DAC) é responsável por parcela expressiva da morbimortalidade cardiovascular global, sendo considerada um dos maiores problemas de saúde pública contemporâneos. Estima-se que milhões de pessoas sejam diagnosticadas anualmente, com impacto direto na qualidade de vida, nos custos hospitalares e na produtividade econômica.¹ Projeções da Organização Mundial da Saúde indicam que, até 2030, as doenças cardiovasculares permanecerão como a principal causa de óbito no planeta, ultrapassando inclusive algumas neoplasias em determinados países. Esse cenário se deve, em parte, ao envelhecimento populacional, ao aumento da prevalência de fatores de risco, como hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, dislipidemia, tabagismo e obesidade, e às mudanças no estilo de vida moderno, marcado pelo sedentarismo e alimentação inadequada.²

Do ponto de vista fisiopatológico, a DAC é caracterizada pela formação de placas ateroscleróticas nas artérias coronárias, processo que envolve disfunção endotelial, inflamação crônica e deposição lipídica na parede arterial. À medida que a obstrução se torna significativa, há comprometimento da perfusão miocárdica, ocasionando isquemia e sintomas anginosos.³ Nos casos mais graves, ocorre instabilidade da placa, trombose coronariana aguda e infarto do miocárdio, eventos que podem levar à morte súbita ou à insuficiência cardíaca crônica. A evolução natural da DAC, portanto, exige intervenções terapêuticas eficazes e duradouras, capazes de restaurar a perfusão coronariana, aliviar sintomas e melhorar a sobrevida.⁴

Nesse contexto, a cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) despontou como um dos procedimentos mais importantes da história da medicina cardiovascular. Introduzida na prática clínica a partir da década de 1960, com avanços técnicos significativos nas décadas subsequentes, a CRM modificou de forma definitiva o prognóstico dos pacientes com DAC avançada.⁵ O uso de enxertos arteriais, especialmente a artéria torácica interna, consolidou-se como estratégia fundamental devido à sua alta taxa de patência a longo prazo, contribuindo para a melhora da sobrevida em diferentes subgrupos de pacientes.⁶

A técnica convencional da CRM, realizada por meio de esternotomia mediana e com suporte da circulação extracorpórea (CEC), tornou-se o padrão-ouro pela segurança e previsibilidade. A CEC permite interromper temporariamente a função cardíaca e manter perfusão sistêmica adequada durante o procedimento, enquanto a esternotomia garante amplo acesso às estruturas cardíacas, possibilitando a realização de múltiplas anastomoses com qualidade técnica elevada.⁵ Estudos clássicos comprovaram que essa abordagem está associada a redução significativa de eventos cardiovasculares maiores, sobretudo em pacientes com doença multivascular complexa, lesão do tronco de coronária esquerda e disfunção ventricular.⁷

Contudo, as desvantagens inerentes à abordagem convencional se tornaram progressivamente evidentes. A esternotomia, embora segura, representa uma agressão importante à integridade torácica, podendo resultar em dor intensa no pós-operatório, risco de deiscência esternal e mediastinite, especialmente em pacientes diabéticos e obesos. O uso da CEC, por sua vez, está relacionado à ativação de resposta inflamatória sistêmica, podendo precipitar complicações renais, neurológicas e respiratórias, além de aumentar o risco de sangramento e necessidade transfusional. Esse conjunto de fatores estimulou o desenvolvimento de técnicas alternativas que buscassem reduzir a invasividade cirúrgica e melhorar a recuperação do paciente.⁸

Foi nesse cenário que emergiram as técnicas minimamente invasivas de revascularização miocárdica. Inicialmente aplicadas de forma restrita a casos selecionados, evoluíram gradativamente com o auxílio de novas tecnologias e do avanço da cirurgia robótica. O MIDCAB (Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass) representou uma das primeiras modalidades, permitindo a realização de enxertos por meio de pequenas incisões torácicas, sem a necessidade de esternotomia completa e, em muitos casos, dispensando o uso da CEC.⁹ Posteriormente, o TECAB (Total Endoscopic Coronary Artery Bypass) surgiu como alternativa ainda mais inovadora, com realização totalmente endoscópica, frequentemente assistida por sistemas robóticos de alta precisão.¹⁰

As vantagens propostas por essas abordagens incluem menor trauma cirúrgico, redução da dor pós-operatória, diminuição do tempo de ventilação mecânica, menor tempo de internação hospitalar,

recuperação mais rápida, retorno precoce às atividades cotidianas e melhores resultados estéticos. Tais benefícios são especialmente valorizados em um contexto em que os pacientes buscam não apenas sobrevida, mas também qualidade de vida após a cirurgia.¹¹ Além disso, os custos indiretos associados a menor tempo de afastamento laboral e a menor necessidade de reabilitação prolongada constituem um argumento adicional em favor da adoção dessas técnicas.¹⁰

Apesar disso, diversos obstáculos limitam a difusão ampla da CRM minimamente invasiva. A complexidade técnica e a longa curva de aprendizado exigem centros especializados e equipes altamente treinadas, o que restringe sua implementação em muitos hospitais. O custo elevado das plataformas robóticas também representa barreira significativa, sobretudo em países em desenvolvimento.⁹ Além disso, a aplicabilidade dessas técnicas ainda é mais favorável em casos de doença coronariana restrita a poucos vasos, sendo menos indicada em pacientes com lesões multivasculares complexas, nos quais a técnica convencional ainda mantém superioridade.¹²

Nesse contexto de avanços e limitações, torna-se evidente que a discussão não deve se basear em uma substituição absoluta da CRM convencional pela minimamente invasiva, mas sim em uma abordagem complementar e personalizada. A escolha da técnica ideal deve considerar as características clínicas do paciente, a extensão da doença, a experiência da equipe cirúrgica e a disponibilidade de recursos tecnológicos. O futuro da cirurgia de revascularização miocárdica, portanto, parece apontar para uma integração progressiva entre as técnicas, com tendência de ampliação do papel da minimamente invasiva conforme a tecnologia se torne mais acessível e a expertise das equipes cirúrgicas se difunda.¹¹

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo revisar e comparar a técnica convencional de CRM e as abordagens minimamente invasivas, discutindo seus princípios, resultados clínicos, vantagens, limitações e perspectivas futuras no manejo da doença arterial coronariana.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, conduzida entre julho e setembro de 2025, com o objetivo de comparar e analisar criticamente as evidências disponíveis acerca da cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) pela técnica convencional e pelas abordagens minimamente invasivas.

A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS, utilizando descritores em português e inglês relacionados a “cirurgia de revascularização miocárdica”, “técnica convencional”, “cirurgia minimamente invasiva”, “MIDCAB” e “TECAB”. Foram incluídos estudos observacionais,

ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas e metanálises que abordassem, de forma direta ou indireta, as indicações, técnicas, resultados clínicos e desfechos de ambas as modalidades cirúrgicas.

Foram considerados artigos publicados nos últimos 15 anos, em inglês, português e espanhol, com acesso ao texto completo. Foram excluídos relatos de caso isolados, séries de casos com pequeno número de participantes e publicações sem rigor metodológico.

A análise crítica dos estudos priorizou evidências recentes e de relevância clínica, com ênfase em parâmetros como mortalidade, complicações intra e pós-operatórias, tempo de internação hospitalar, recuperação funcional, qualidade de vida, custos hospitalares e patência dos enxertos. Os dados foram organizados em dois eixos principais: características, vantagens e desvantagens da técnica convencional e das abordagens minimamente invasivas, possibilitando uma comparação estruturada entre elas.

Essa estratégia metodológica permitiu traçar um panorama abrangente das indicações, limitações e perspectivas futuras da CRM, considerando o impacto das técnicas cirúrgicas na prática clínica e no prognóstico dos pacientes com doença arterial coronariana.

3. RESULTADOS

A análise da literatura revisada evidencia que a cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) convencional, realizada por esternotomia mediana com circulação extracorpórea (CEC), mantém-se como padrão-ouro para o tratamento de pacientes com doença arterial coronariana (DAC) avançada.¹³ Estudos de coorte e ensaios clínicos demonstram que essa abordagem apresenta taxas elevadas de sobrevida a longo prazo, especialmente em indivíduos com lesão do tronco da coronária esquerda, doença multivascular complexa ou disfunção ventricular significativa. A confiabilidade na realização de múltiplas anastomoses e a estabilidade hemodinâmica proporcionada pela CEC contribuem para o baixo índice de eventos cardiovasculares maiores em seguimento de médio e longo prazo.¹⁴

Apesar da eficácia comprovada, a CRM convencional está associada a morbidade significativa relacionada à invasividade do procedimento. A esternotomia provoca trauma torácico considerável, frequentemente resultando em dor intensa no pós-operatório, limitação funcional temporária e risco de complicações externas, como deiscência e mediastinite, particularmente em pacientes diabéticos e obesos.⁵ Além disso, a utilização da CEC ativa uma resposta inflamatória sistêmica, que pode levar a disfunção renal aguda, complicações neurológicas, alterações respiratórias e aumento do risco de sangramento, demandando transfusões e prolongando a internação hospitalar. Esses fatores têm motivado o

desenvolvimento de alternativas cirúrgicas menos invasivas, buscando reduzir o impacto fisiológico e melhorar a recuperação funcional do paciente.⁸

As técnicas minimamente invasivas, incluindo MIDCAB e TECAB, surgiram nesse contexto como estratégias promissoras. O MIDCAB permite revascularização de artérias coronárias selecionadas por pequenas incisões torácicas, muitas vezes sem necessidade de CEC, reduzindo significativamente o trauma cirúrgico.⁹ O TECAB, por sua vez, realiza a revascularização de forma totalmente endoscópica, geralmente assistida por sistemas robóticos, oferecendo precisão técnica elevada e potencial de menor tempo cirúrgico em mãos experientes. Estudos recentes indicam que pacientes submetidos a essas abordagens apresentam menor dor pós-operatória, redução do tempo de ventilação mecânica e de internação hospitalar, além de retorno mais rápido às atividades cotidianas, refletindo ganhos importantes em termos de qualidade de vida.¹⁰

A análise comparativa dos desfechos clínicos entre as técnicas mostra que a mortalidade perioperatória não difere significativamente em pacientes cuidadosamente selecionados. No entanto, a incidência de complicações pós-operatórias, como infecção de sítio cirúrgico, sangramento e disfunção respiratória, tende a ser menor nas abordagens minimamente invasivas.¹¹ Ademais, a preservação da integridade da parede torácica contribui para menor dor crônica e menor necessidade de analgesia prolongada. A qualidade estética do procedimento, destacada em diversos estudos, também se traduz em maior satisfação do paciente, especialmente em indivíduos jovens ou em contexto social ativo.¹⁵

A patência dos enxertos arteriais permanece elevada em ambas as modalidades, com a artéria torácica interna mostrando resultados consistentes ao longo de anos de seguimento.⁶ Contudo, alguns trabalhos sugerem que a durabilidade dos enxertos realizados por TECAB pode apresentar ligeira redução em comparação com a CRM convencional, principalmente quando a equipe possui menor experiência ou nos casos de múltiplas anastomoses complexas. Essa observação reforça a necessidade de treinamento intensivo e seleção criteriosa de pacientes para técnicas totalmente endoscópicas.¹⁶

Outro aspecto relevante é o impacto funcional e econômico das abordagens minimamente invasivas. O retorno precoce às atividades laborais e cotidianas reduz os custos indiretos relacionados à perda de produtividade e à reabilitação prolongada. Ensaios clínicos demonstraram que pacientes submetidos a MIDCAB ou TECAB necessitam de menor tempo de reabilitação física e apresentam recuperação mais rápida da capacidade funcional, medida por testes de tolerância ao esforço e questionários de qualidade de vida.¹² Esses fatores assumem relevância crescente, considerando a expectativa dos pacientes contemporâneos de não apenas sobreviver, mas preservar autonomia e qualidade de vida após o procedimento.¹⁰

Apesar dos benefícios, a difusão das técnicas minimamente invasivas ainda encontra obstáculos consideráveis. A curva de aprendizado é longa, exigindo equipes altamente treinadas, infraestrutura especializada e acesso a equipamentos tecnológicos de alto custo, como plataformas robóticas.¹⁷ Consequentemente, a disponibilidade dessas abordagens é limitada, especialmente em países em desenvolvimento, e a aplicação em casos de doença multivasculares complexa permanece restrita. Nessas situações, a CRM convencional continua sendo a opção mais segura e eficaz.⁵

Os resultados desta revisão indicam que a escolha da técnica cirúrgica deve ser individualizada, considerando extensão da doença coronariana, comorbidades, expectativa funcional, experiência da equipe e recursos disponíveis. Uma estratégia integrada, que combine a CRM convencional em casos complexos e as abordagens minimamente invasivas em situações selecionadas, surge como alternativa racional, promovendo equilíbrio entre eficácia, segurança e qualidade de vida do paciente.¹¹

Em síntese, a CRM convencional e as técnicas minimamente invasivas apresentam perfis complementares, com eficácia comprovada, porém diferentes implicações para recuperação, complicações e qualidade de vida. A tendência futura é a ampliação progressiva da cirurgia minimamente invasiva à medida que a experiência técnica se difunda e os recursos tecnológicos se tornem mais acessíveis, consolidando uma abordagem personalizada e centrada no paciente no manejo da doença arterial coronariana.¹⁵

4. DISCUSSÃO

A cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) representa um marco histórico no tratamento da doença arterial coronariana (DAC), transformando prognósticos que antes eram desfavoráveis em cenários de sobrevida prolongada.⁵ Desde a introdução da esternotomia mediana e da circulação extracorpórea (CEC) na década de 1960, a CRM convencional evoluiu para maximizar segurança, durabilidade dos enxertos e previsibilidade técnica.¹⁸ Estudos longitudinais demonstram que pacientes com doença multivascular complexa, lesão do tronco da coronária esquerda ou disfunção ventricular significativa apresentam melhora substancial na sobrevida quando submetidos a essa abordagem, consolidando seu status como padrão-ouro.¹⁹

No entanto, a CRM convencional não é isenta de limitações, sobretudo relacionadas ao impacto fisiológico do procedimento. A esternotomia completa representa trauma torácico considerável, associado a dor intensa, limitação funcional temporária e risco aumentado de complicações, como deiscência esternal e mediastinite, particularmente em pacientes com diabetes ou obesidade.²⁰ A utilização da CEC amplifica

essas preocupações, provocando resposta inflamatória sistêmica que pode precipitar disfunção renal, neurológica ou respiratória. Esses efeitos adversos ressaltam a necessidade de estratégias menos invasivas, capazes de equilibrar eficácia cardíaca com recuperação funcional e qualidade de vida.⁸

As técnicas minimamente invasivas, incluindo MIDCAB e TECAB, emergem como alternativas que respondem a essas demandas contemporâneas. O MIDCAB permite enxertos arteriais seletivos por pequenas incisões torácicas, geralmente sem CEC, enquanto o TECAB realiza a revascularização de forma totalmente endoscópica, com assistência robótica em muitos casos.⁹ Evidências recentes indicam que essas abordagens estão associadas a menor dor pós-operatória, redução do tempo de ventilação mecânica, diminuição da internação hospitalar e retorno mais rápido às atividades diárias, promovendo ganhos funcionais importantes que vão além dos tradicionais desfechos cardiovasculares.¹⁵

A escolha entre técnicas convencionais e minimamente invasivas, portanto, deve considerar múltiplos fatores. Pacientes com doença multivascular complexa continuam a se beneficiar da abordagem convencional, devido à previsibilidade técnica e à durabilidade dos enxertos, enquanto indivíduos com doença localizada podem obter vantagens significativas com técnicas minimamente invasivas, incluindo redução de complicações e melhor experiência pós-operatória.²¹ A personalização do tratamento, baseada em anatomia coronariana, perfil de risco e objetivos do paciente, torna-se, assim, um elemento central na prática clínica moderna.²²

A curva de aprendizado representa um desafio crucial para a adoção de técnicas minimamente invasivas, especialmente para TECAB assistida por robótica. Resultados clínicos e patência dos enxertos estão fortemente correlacionados à experiência da equipe e à regularidade do volume cirúrgico. Portanto, a disseminação dessas técnicas exige centros de referência com treinamento padronizado, protocolos de supervisão e acompanhamento sistemático dos resultados, de modo a garantir segurança e eficácia.¹⁷

Sob a perspectiva econômica, embora o investimento inicial em plataformas robóticas seja elevado, análises de custo-benefício sugerem que a redução do tempo de internação, menor necessidade de reabilitação intensiva e retorno precoce ao trabalho podem compensar os custos, especialmente em sistemas de saúde com alta demanda por procedimentos coronarianos. Esses benefícios indiretos, associados à diminuição de complicações, podem tornar a implementação das técnicas minimamente invasivas viável e sustentável em contextos adequados, reforçando a importância de planejamento estratégico e alocação eficiente de recursos.²³

Além dos aspectos técnicos e econômicos, o impacto na qualidade de vida do paciente representa uma dimensão cada vez mais relevante. A preservação da integridade torácica, menor dor e resultados estéticos superiores contribuem para autonomia funcional, satisfação do paciente e adesão a seguimentos

clínicos e reabilitação. Esses fatores influenciam diretamente o prognóstico a longo prazo, uma vez que pacientes mais ativos e engajados tendem a apresentar melhor controle de fatores de risco, menor incidência de eventos cardiovasculares e maior longevidade.²⁴

O desenvolvimento de estratégias híbridas e futuras tecnologias representa uma oportunidade significativa para expandir o papel das técnicas minimamente invasivas. Sistemas robóticos mais precisos, integração de imagens intraoperatórias e simulação cirúrgica avançada podem permitir a aplicação de TECAB em pacientes com múltiplas anastomoses, ampliando a população beneficiada. Protocolos híbridos, combinando enxertos arteriais convencionais e abordagens endoscópicas em vasos selecionados, também podem otimizar segurança, durabilidade e recuperação funcional, refletindo uma tendência de integração progressiva entre técnicas.¹⁷

Do ponto de vista da saúde populacional, a redução do trauma cirúrgico e do tempo de internação associada às técnicas minimamente invasivas pode impactar significativamente indicadores hospitalares, mortalidade perioperatória e custos do sistema de saúde. Simultaneamente, a valorização da experiência do paciente e da autonomia funcional está alinhada com princípios contemporâneos de cuidado centrado no paciente, que priorizam resultados clínicos robustos, segurança e bem-estar.²⁵

Em síntese, a discussão sobre CRM evidencia que não há uma abordagem universalmente superior; cada técnica apresenta vantagens específicas que devem ser ponderadas à luz do perfil clínico, extensão da doença e objetivos do paciente. A tendência futura aponta para estratégias personalizadas e integradas, combinando CRM convencional em casos complexos e técnicas minimamente invasivas em pacientes selecionados, com potencial de ampliar benefícios clínicos, funcionais e psicossociais.¹⁸ A consolidação de protocolos de treinamento, investimentos tecnológicos e desenvolvimento de plataformas híbridas deve orientar a prática cirúrgica contemporânea, promovendo avanços significativos na qualidade e eficácia do tratamento da DAC.²⁶

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) convencional e as técnicas minimamente invasivas apresentam perfis complementares, com eficácia comprovada, porém diferentes implicações para recuperação, complicações e qualidade de vida. A CRM convencional mantém-se como padrão-ouro para pacientes com doença multivascular complexa, lesão do tronco da coronária esquerda ou disfunção ventricular significativa, assegurando durabilidade dos enxertos e estabilidade hemodinâmica.¹⁸

Paralelamente, as abordagens minimamente invasivas, incluindo MIDCAB e TECAB, oferecem benefícios relevantes, como menor trauma cirúrgico, redução da dor pós-operatória, diminuição do tempo de ventilação mecânica e internação hospitalar, além de retorno mais rápido às atividades cotidianas e melhores resultados estéticos.¹⁵ A escolha da técnica deve ser individualizada, considerando a complexidade anatômica, perfil clínico do paciente, experiência da equipe cirúrgica e disponibilidade tecnológica. Pacientes com doença localizada podem se beneficiar de técnicas minimamente invasivas, enquanto casos mais complexos permanecem sob indicação da CRM convencional.²¹

A curva de aprendizado e a experiência da equipe são fatores cruciais para a segurança e eficácia das técnicas endoscópicas e robóticas. Estudos destacam que a patência dos enxertos e os desfechos clínicos estão intimamente associados à prática regular e à padronização de protocolos de treinamento.²⁶ Além disso, a adoção de plataformas híbridas e investimentos tecnológicos são fundamentais para expandir a aplicabilidade das técnicas minimamente invasivas a pacientes com múltiplas anastomoses, promovendo resultados clínicos robustos, segurança e recuperação funcional otimizada.¹⁷

Do ponto de vista econômico e de saúde populacional, a redução do tempo de internação, menor necessidade de reabilitação e retorno precoce ao trabalho pode compensar o investimento em tecnologia, tornando a implementação das técnicas minimamente invasivas viável e sustentável, especialmente em centros de referência.²³ Em síntese, o modelo integrado de revascularização miocárdica, combinando CRM convencional para casos complexos e técnicas minimamente invasivas para pacientes selecionados, representa a abordagem mais racional, equilibrando eficácia terapêutica, segurança, benefícios funcionais e qualidade de vida do paciente.²⁶ A consolidação de protocolos de treinamento, pesquisa contínua e investimentos tecnológicos deve guiar a prática cirúrgica contemporânea, promovendo avanços duradouros na qualidade e eficácia do tratamento da doença arterial coronariana.

REFERÊNCIAS

1. Stevens B, et al. Os custos das doenças cardíacas no Brasil. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111:29–36.
2. Yang H, et al. A global prediction of cardiovascular disease from 2020 to 2030. *Front Cardiovasc Med.* 2025;12:1462705.
3. Rodrigues BA, et al. Doença Arterial Coronariana: epidemiologia, fisiopatologia, diagnóstico e abordagens terapêuticas. *Braz J Health Biol Sci.* 2024;1(1):e31–e31.
4. Comitê Coordenador da Diretriz de Insuficiência Cardíaca, colaboradores, Rohde LEP. Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111(3):436–539.
5. Writing Committee Members, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(2):e21–e129.

6. Nunes RMCM, Cardoso BB, Silva CF. Revascularização cirúrgica do miocárdio com uso de enxerto autólogo de artéria torácica interna. *Rev Med Minas Gerais*. 2016;26(Supl 4):S24–S26.
7. Mota GA, et al. Circulação extracorpórea e sua importância na alta complexidade. 2024.
8. Lungareze TT, Nunes JC. Rotinas em cirurgia torácica: manual multidisciplinar do Hospital Adventista de Manaus. CRV; 2023.
9. Savoldi AAM, et al. Cirurgia robótica cardíaca: inovação e precisão na era da cardiologia minimamente invasiva. *Epitaya E-books*. 2025;1(104):217–228.
10. Da Silva VT, et al. Evolução das técnicas minimamente invasivas em cirurgia cardíaca: comparação entre abordagens tradicionais e minimamente invasivas. *Braz J Implantol Health Sci*. 2024;6(10):1696–1706.
11. Aguiar CC, et al. Cirurgia cardíaca minimamente invasiva: inovações e desenvolvimentos recentes. *Braz J Implantol Health Sci*. 2023;5(5):3479–3491.
12. Farhat EGCC, et al. Cirurgia de revascularização do miocárdio. *Braz J Implantol Health Sci*. 2025;7(2):258–270.
13. Gonçalves MECF, et al. Assessment of hemodynamic stability in patients undergoing off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: a systematic review of clinical results. *Cad Pedag*. 2025;22(1):e13114.
14. Sheikhy A, et al. Mid-term outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery; statistical challenges in comparison. *BMC Cardiovasc Disord*. 2021;21(1):412.
15. Fenelon MPM, et al. Cirurgia cardíaca convencional X minimamente invasiva: uma análise comparativa em hospitais terciários do distrito federal. *Braz J Dev*. 2022;8(6):48442–48451.
16. Claessens J, et al. Totally endoscopic coronary artery bypass grafting: experience in 1500 patients. *Interdiscip CardioVasc Thorac Surg*. 2024;39(3):ivae159.
17. Rojao IK, et al. Perspectivas na cirurgia minimamente invasiva: uma abordagem promissora. *Rev Corpus Hippocraticum*. 2024;1(1).
18. Lawton JS, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022;145(3):e4–e17.
19. Bond MMK. O impacto da angioplastia coronariana prévia na cirurgia de revascularização do miocárdio: na morbimortalidade hospitalar, na qualidade de vida e sobrevivência em um ano. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo; 2019.
20. Coutinho HMR, et al. Esternotomia parcial como uma alternativa na abordagem cirúrgica das valvas atrioventriculares e doenças do septo interatrial. 2023.
21. De Farias AAL, et al. Quando optar pela abordagem híbrida na doença coronariana multivascular? *Epitaya E-books*. 2025;1(104):169–184.
22. Maia MRR, et al. Avanços na cirurgia de revascularização miocárdica: técnicas, resultados e comparação com a intervenção coronária percutânea. *Braz J Health Rev*. 2024;7(5):e73520.
23. Zucolotto TE, et al. Técnicas minimamente invasivas em cirurgia: benefícios e desafios. *Braz J Health Rev*. 2023;6(6):31294–31301.
24. De Lima Zbierski M, et al. Abordagens cirúrgicas minimamente invasivas em cirurgia cardíaca: resultados e complicações. *Rev Ibero-Am Hum Ciênc Educ*. 2023;9(7):1804–1813.
25. Da Silva LF, et al. Impacto das técnicas minimamente invasivas na revascularização miocárdica: uma comparação com métodos tradicionais. *Braz J Implantol Health Sci*. 2024;6(9):2192–2202.
26. Torregrossa G, et al. Establishing a robotic coronary artery bypass surgery program: a narrative review. *J Vis Surg*. 2023;9.