CARDIOLOGIA
TEORIA E PRÁTICA
EDIÇÃO XXVIII

Capítulo 7

MINOCA ALÉM DA CORONARIOGRAFIA: PAPEL DA RESSONÂNCIA E DA IMAGEM INTRACORONÁRIA NA ETIOLOGIA

ISABELLA CARVALHO TRONCONI[1]
GABRIELLE ARAUJO DEBASTIANI[1]
JULLIANA MARIA CARVALHO TRONCONI[1]
TEODORA FERNANDES ARANTES DE CASTRO LINO[1]
EMANUELY CAMARGO[2]
BEATRIZ ROCHA RIZZO[1]
AMANDA ESTÉPHANE DA COSTA PINTO[1]
NATHALIA DA MATA CARDOSO[1]
LAILA LUIZA DA SILVA[1]
ANNA VICTORIA MACEDO DE LIMA[3]
LAURA RODRIGUES PARREIRA BRAGA[3]
SAMARA GOMES DIAS[1]
CAROLINA ARANTES CAMARGO[1]
LÍGIA RAQUEL DE SOUSA SILVA[1]
EMMILY GOMES SOUZA[3]

1. Discente – Medicina da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA.
2. Discente – Medicina da Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais – FCM-MG.
3. Discente – Medicina da Faculdade Morgana Potrich – FAMP.

Palavras-chave:
MINOCA; Doenças Cardíacas; Infarto do Miocárdio.

DOI 10.59290/5125928031

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O infarto do miocárdio com artérias coronárias não obstrutivas (*myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries* - MINOCA) representa um importante desafio diagnóstico e terapêutico no contexto das síndromes coronarianas agudas. Caracteriza-se pela presença de critérios clínicos de infarto agudo do miocárdio, associados à ausência de estenoses coronarianas iguais ou superiores a 50% à angiografia, sem identificação de uma causa alternativa evidente para a apresentação clínica. Estima-se que essa condição esteja presente em aproximadamente 5% a 6% dos pacientes com infarto submetidos à coronariografia, constituindo uma população heterogênea quanto aos mecanismos fisiopatológicos, às manifestações clínicas e à evolução prognóstica. Nesse contexto, o MINOCA deve ser compreendido inicialmente como um diagnóstico de trabalho, cuja confirmação depende de investigação complementar direcionada à identificação da etiologia subjacente (TAMIS-HOLLAND *et al*., 2019; COLLET *et al*., 2021).

A complexidade dessa condição decorre da diversidade de mecanismos capazes de produzir lesão miocárdica isquêmica na ausência de obstrução coronariana significativa, incluindo ruptura ou erosão de placa aterosclerótica, vasoespasmo coronariano, disfunção microvascular, embolia coronariana e dissecção coronariana espontânea. Paralelamente, condições não isquêmicas, como miocardite, síndrome de Takotsubo e determinadas cardiomiopatias, podem apresentar manifestações clínicas e alterações de biomarcadores semelhantes às do infarto, exigindo diferenciação criteriosa. A identificação do mecanismo responsável pelo evento é fundamental, uma vez que essas condições apresentam abordagens terapêuticas distintas, e a ausência de definição etiológica pode resultar em tratamentos inadequados ou na subestimação do risco cardiovascular (TAMIS-HOLLAND *et al*., 2019; FOÀ *et al*., 2023).

Embora a angiografia coronariana constitua um método fundamental na avaliação inicial das síndromes coronarianas agudas, sua capacidade diagnóstica concentra-se predominantemente na análise da anatomia luminal, apresentando limitações na caracterização da parede vascular e na identificação de determinados mecanismos de instabilidade aterosclerótica. Dessa forma, a ausência de estenoses significativas não exclui alterações coronarianas clinicamente relevantes. Nesse cenário, os métodos de imagem intracoronária, especialmente a tomografia de coerência óptica (OCT) e a ultrassonografia intravascular (IVUS), ampliam a avaliação anatômica ao permitir a identificação de alterações estruturais não evidenciadas pela angiografia convencional. A OCT, em particular, possibilita a caracterização detalhada da morfologia das placas e de alterações associadas a eventos aterotrombóticos, contribuindo para o reconhecimento de mecanismos coronarianos potencialmente responsáveis pelo infarto (USUI *et al*., 2022; TSABAN *et al*., 2023).

De maneira complementar, a ressonância magnética cardíaca (RMC) destaca-se como ferramenta fundamental na investigação etiológica de pacientes com diagnóstico inicial de MINOCA, em razão de sua capacidade de caracterização tecidual e avaliação funcional do miocárdio. Por meio de técnicas como o realce tardio pelo gadolínio, o mapeamento paramétrico e a análise da função ventricular, o método permite reconhecer padrões de lesão isquêmica e diferenciá-los de processos inflamatórios e outras condições não isquêmicas. Além disso, a realização precoce da RMC favorece a identificação de alterações transitórias, particularmente o edema miocárdico, aumentando seu rendimento diagnóstico e contribuindo para a

reclassificação de pacientes inicialmente agrupados sob uma mesma hipótese clínica (ANANTHAKRISHNA *et al*., 2022; YU *et al*., 2023; JUNCÀ *et al*., 2024).

A relevância desses métodos ultrapassa a confirmação diagnóstica, estendendo-se à estratificação prognóstica e à individualização terapêutica. Evidências recentes demonstram que a presença e a extensão do realce tardio, as alterações do mapeamento miocárdico e os parâmetros quantitativos de função cardíaca obtidos pela RMC estão associados a diferentes riscos de eventos cardiovasculares. Da mesma forma, a identificação de aterosclerose não obstrutiva e de alterações morfológicas da parede coronariana pode acrescentar informações relevantes à avaliação clínica. Assim, a integração entre a caracterização do tecido miocárdico e a investigação do substrato coronariano representa uma estratégia promissora para superar as limitações da angiografia isolada e orientar decisões terapêuticas mais adequadas à fisiopatologia de cada paciente (KONST *et al*., 2023; BERGAMASCHI *et al*., 2024; LI *et al*., 2025; CHEN *et al*., 2025).

Diante da heterogeneidade etiológica do MINOCA e da necessidade de aprimorar sua investigação diagnóstica, torna-se relevante sintetizar as evidências contemporâneas acerca da utilização de métodos avançados de imagem cardiovascular. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a contribuição da ressonância magnética cardíaca e dos métodos de imagem intracoronária na definição etiológica do MINOCA, com ênfase na diferenciação entre mecanismos isquêmicos e não isquêmicos e nas implicações diagnósticas, terapêuticas e prognósticas dessas modalidades.

MÉTODO

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, utilizando como referencial os conceitos teóricos propostos por Souza *et al.* (2010). Esse método foi escolhido por possibilitar a síntese e a análise crítica das evidências científicas disponíveis sobre determinada temática, contribuindo para a compreensão abrangente do fenômeno investigado. A revisão integrativa compreende seis etapas: definição da questão norteadora; estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; identificação das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; avaliação dos estudos incluídos; interpretação e análise dos resultados; e apresentação da síntese do conhecimento produzido.

Nesse contexto, definiu-se como questão norteadora da pesquisa: Qual é a contribuição da ressonância magnética cardíaca e dos métodos de imagem intracoronária para a definição etiológica do MINOCA, considerando a diferenciação entre mecanismos isquêmicos e não isquêmicos e suas implicações diagnósticas, terapêuticas e prognósticas?

Para a realização do estudo, foi conduzida uma busca bibliográfica na base de dados National Library of Medicine (MEDLINE/PubMed), abrangendo publicações entre janeiro de 2022 e setembro de 2026. Foram utilizados os seguintes termos de busca, em inglês: "*myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries*", "*MINOCA*", "*cardiac magnetic resonance*", "*heart diseases*" e "*intravascular ultrasound*". Os descritores e termos livres foram combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, conforme a estratégia de busca adotada.

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos originais realizados em seres humanos, publicados no período estabelecido, com DOI verificável e que abordassem a investigação do MINOCA por meio de métodos avançados de imagem cardíaca, especialmente a RMC, a OCT e a IVUS, ou que investigassem

a definição etiológica da condição e suas implicações clínicas e prognósticas. Foram excluídos artigos de revisão, metanálises, editoriais, cartas ao editor, relatos de caso, estudos experimentais, publicações duplicadas e estudos sem relação direta com o objetivo da pesquisa. A seleção dos artigos ocorreu mediante triagem dos títulos e resumos, seguida da leitura dos textos completos para verificar sua elegibilidade e pertinência temática.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 15 artigos compuseram a amostra final da revisão integrativa, constituindo a base para a análise e a síntese das evidências sobre a contribuição dos métodos de imagem na elucidação dos mecanismos etiológicos do MINOCA e na orientação da abordagem clínica desses pacientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidenciou heterogeneidade quanto ao delineamento, à população investigada e aos desfechos avaliados. Predominaram coortes observacionais retrospectivas e prospectivas, registros clínicos e estudos multicêntricos, com maior concentração de trabalhos direcionados à RMC. Em menor proporção, a OCT foi empregada para caracterização da parede coronariana e identificação de mecanismos não evidenciados pela angiografia convencional. Outros estudos concentraram-se no prognóstico, recorrência de eventos cardiovasculares e impacto da aterosclerose coronariana não obstrutiva. A distribuição dos trabalhos demonstra que a literatura recente tem valorizado principalmente a reclassificação etiológica e prognóstica por RMC, reservando à imagem intracoronária papel complementar na identificação do substrato coronariano responsável pelo evento (ANANTHAKRISHNA *et al*., 2022; USUI *et al*., 2022; KONST *et al*., 2023; BERGAMASCHI *et al*., 2024).

Para sintetizar as principais características metodológicas e os achados dos estudos incluídos, apresenta-se a **Quadro 7.1**, que reúne as informações relevantes para a compreensão das evidências analisadas nesta revisão.

Quadro 7.1 Síntese dos estudos incluídos na revisão

Autor/ano	Delineamento	Amostra	Método de imagem	Objetivo/ Desfecho avaliado	Principais resultados
Ananthakrishna *et al*. (2022)	Coorte prospectiva	229	RMC	Definição etiológica e prognóstico	RMC diferenciou infarto, miocardite, Takotsubo e outros fenótipos; diagnóstico por RMC apresentou valor prognóstico.
Magnani *et al*. (2022)	Coorte multicêntrica	2.000; 317 MINOCA	Angiografia	Prognóstico de longo prazo	MINOCA de início precoce apresentou risco cardiovascular relevante durante seguimento prolongado.
Usui *et al*. (2022)	Estudo comparativo	58 MINOCA e 52 MI-CAD	OCT	Morfologia coronariana	Foram observadas diferenças na composição e morfologia das placas entre MINOCA e MI-CAD.

Teng *et al*. (2023)	Retrospectivo	131	Angiografia/RMC	Perfil clínico e prognóstico	Predomínio feminino e baixa utilização de RMC na investigação etiológica.
Yu *et al*. (2023)	Observacional	70	RMC	Rendimento diagnóstico	RMC definiu etiologias específicas; troponina e momento do exame relacionaram-se à probabilidade de alterações.
Bucciarelli *et al*. (2023)	Coorte	135	RMC	LGE, tratamento e prognóstico	Padrões de LGE relacionaram-se a desfechos e a RMC modificou tratamento em parte dos pacientes.
Konst *et al*. (2023)	Registro prospectivo	252	RMC	Diagnóstico e prognóstico	RMC reclassificou diagnósticos e distinguiu grupos com prognósticos diferentes.
Tsaban *et al*. (2023)	Coorte retrospectiva	1.544	Angiografia	Aterosclerose não obstrutiva e prognóstico	Doença não obstrutiva esteve associada a maior risco que coronárias angiograficamente normais.
Ciliberti *et al*. (2023)	Coorte multicêntrica	Pacientes com reinfarto após MINOCA	Angiografia	Recorrência de IAM	Progressão da aterosclerose foi frequente entre pacientes com recorrência do evento.
Bergamaschi *et al*. (2024)	Coorte	437 inicialmente avaliados	RMC	LGE, *mapping* e eventos	Extensão do LGE e parâmetros de *mapping* apresentaram valor prognóstico.
Andishmand *et al*. (2024)	Coorte retrospectiva	679	Angiografia	MINOCA versus MI-CAD	MINOCA apresentou perfil clínico distinto, sem diferença significativa de mortalidade em um ano.
Li *et al*. (2025)	Multicêntrico	351	RMC	Volume extracelular e MACE	ECV apresentou associação independente com eventos, inclusive em MINOCA.
Samaras *et al*. (2025)	Coorte retrospectiva	1.596	RMC/CCTA/ angiografia	Diagnóstico e prognóstico	Imagem avançada diferenciou MINOCA verdadeiro de mimetizadores e demonstrou diferenças prognósticas.
Chen *et al*. (2025)	Coorte retrospectiva	386	RMC	Strain e MACE	Parâmetros de strain atrial e ventricular apresentaram valor prognóstico adicional.
Rajwani *et al*. (2026)	Coorte prospectiva multicêntrica	320	RMC	Impacto diagnóstico e terapêutico	RMC modificou diagnóstico e/ou manejo em 63%, com maior impacto quando realizada precocemente.

Ressonância magnética cardíaca na definição etiológica

A demonstração angiográfica de artérias coronárias sem obstrução significativa não encerrou a investigação etiológica na maioria das coortes avaliadas. Na análise de Ananthakrishna *et al*. (2022), composta por pacientes inicialmente classificados com diagnóstico de trabalho de MINOCA, a RMC permitiu distinguir infarto verdadeiro de miocardite, síndrome de Takotsubo e outras alterações miocárdicas. A heterogeneidade dos diagnósticos obtidos após o exame reforça que a apresentação clínica associada à elevação de troponina e à ausência de estenose coronariana significativa compreende condições fisiopatologicamente distintas, cuja diferenciação não pode ser realizada apenas pela coronariografia (ANANTHAKRISHNA *et al*., 2022).

Yu *et al*. (2023) observaram resultado semelhante ao avaliar pacientes com suspeita de MINOCA submetidos à RMC. O exame permitiu estabelecer diagnóstico específico em parcela relevante da amostra, sendo a miopericardite uma das principais etiologias encontradas. Valores mais elevados de troponina T de alta sensibilidade estiveram associados à maior probabilidade de alterações na RMC; contudo, níveis inferiores não excluíram a presença de lesão estrutural. Assim, o biomarcador isoladamente não se mostrou suficiente para selecionar quais pacientes poderiam dispensar investigação por imagem (YU *et al*., 2023).

Konst *et al*. (2023) também demonstraram ampla heterogeneidade etiológica em pacientes encaminhados à RMC com diagnóstico de trabalho de MINOCA. Apenas parte dos indivíduos apresentou padrão compatível com infarto agudo do miocárdio, enquanto outros foram reclassificados como miocardite, cardiomiopatias não isquêmicas ou apresentaram exame sem alterações relevantes. A identificação de uma causa não isquêmica permitiu excluir o diagnóstico definitivo de MINOCA em parcela expressiva da população, reforçando a necessidade de distinguir o conceito de MINOCA como diagnóstico inicial de trabalho do infarto verdadeiro confirmado após investigação complementar (KONST *et al*., 2023).

Essa diferenciação é compatível com os documentos de consenso utilizados na literatura atual. MINOCA deve ser interpretado inicialmente como uma síndrome que exige investigação adicional, uma vez que miocardite, síndrome de Takotsubo e cardiomiopatias podem mimetizar infarto agudo do miocárdio, apesar de possuírem mecanismos e tratamentos distintos. A persistência dessas condições dentro de uma única categoria diagnóstica reduz a precisão da interpretação clínica e pode levar à utilização de tratamentos que não correspondem à etiologia real do evento (TAMIS-HOLLAND *et al*., 2019; COLLET *et al*., 2021).

Na coorte de Samaras *et al*. (2025), a utilização de métodos avançados de imagem contribuiu para diferenciar MINOCA verdadeiro de condições mimetizadoras. Essa distinção também apresentou implicação prognóstica, uma vez que pacientes com MINOCA confirmado não apresentaram necessariamente evolução benigna quando comparados aos indivíduos com doença coronariana obstrutiva. Dessa forma, a caracterização etiológica não atua apenas na definição diagnóstica, mas também modifica a interpretação do risco associado ao evento índice (SAMARAS *et al*., 2025).

Momento da RMC e rendimento diagnóstico

O intervalo entre o evento agudo e a realização da RMC mostrou-se um dos elementos capazes de influenciar seu rendimento diagnóstico. Em Yu *et al*. (2023), maior intervalo até o exame esteve associado à maior probabilidade

de RMC normal. Esse achado pode estar relacionado ao caráter transitório de algumas alterações detectadas na fase aguda, sobretudo o edema miocárdico, cuja regressão progressiva reduz a capacidade de identificação de determinados padrões quando a aquisição das imagens é postergada (YU *et al*., 2023).

A influência do momento da avaliação também foi observada em estudos complementares realizados especificamente para comparar RMC precoce e tardia. Nesses trabalhos, a realização do exame durante os primeiros dias após a apresentação clínica resultou em maior proporção de diagnósticos definidos, particularmente de miocardite. A diferença entre protocolos de realização da RMC pode, portanto, explicar parte da variação no rendimento diagnóstico encontrada entre as coortes publicadas (JUNCÀ *et al*., 2024).

Rajwani *et al*. (2026) acrescentaram relevância clínica a essa observação. Em uma coorte prospectiva multicêntrica com 320 pacientes, a RMC esteve associada à mudança do diagnóstico e/ou da estratégia de manejo em 63% dos casos. A realização do exame em até 14 dias, a ausência de ateroma evidente na angiografia e a maior incerteza diagnóstica antes da RMC estiveram associadas a maior impacto clínico. Nos pacientes que apresentavam simultaneamente esses três fatores, diagnóstico ou tratamento foram modificados em 80%, contra 40% naqueles sem esses critérios (RAJWANI *et al*., 2026).

A utilização ainda limitada da RMC na prática clínica foi observada por Teng *et al*. (2023). Em uma coorte australiana, apesar da necessidade de investigação etiológica adicional, apenas uma fração dos pacientes inicialmente classificados como MINOCA foi encaminhada para RMC. Esse resultado evidencia uma diferença entre a importância atribuída ao método pelas evidências disponíveis e sua incorporação rotineira nos fluxos assistenciais (TENG *et al*., 2023).

Padrões de RMC e valor prognóstico

Além da definição etiológica, os estudos incluídos demonstraram que a RMC possui capacidade de estratificação prognóstica. Na coorte de Ananthakrishna *et al*. (2022), pacientes em que a RMC demonstrou infarto verdadeiro apresentaram maior risco de eventos cardiovasculares durante o seguimento, indicando que o prognóstico de indivíduos inicialmente agrupados sob o diagnóstico de MINOCA depende substancialmente do substrato identificado após a investigação por imagem (ANANTHAKRISHNA *et al*., 2022).

Konst *et al*. (2023) encontraram comportamento semelhante em seguimento prolongado. Pacientes com padrão de infarto, miocardite ou cardiomiopatia apresentaram taxas de eventos diferentes daqueles cuja RMC foi normal. A incorporação do diagnóstico estabelecido pela RMC acrescentou informação prognóstica além de fatores clínicos tradicionais, sugerindo que a caracterização miocárdica permite distinguir grupos de risco que não poderiam ser adequadamente separados apenas pela angiografia ou pela magnitude da elevação de troponina (KONST *et al*., 2023).

Bucciarelli *et al*. (2023) demonstraram que os padrões de realce tardio pelo gadolínio também apresentam relevância clínica. Pacientes com padrão isquêmico de realce apresentaram maior frequência de reinternações por eventos cardíacos, e a caracterização pela RMC modificou a terapia em parte da população estudada. Um aspecto relevante foi a identificação de pacientes inicialmente conduzidos como portadores de miocardite que posteriormente apresentaram padrão isquêmico, evidenciando que a

distinção baseada apenas na apresentação clínica pode ser insuficiente (BUCCIARELLI *et al*., 2023).

A avaliação quantitativa por RMC ampliou ainda mais essa capacidade de estratificação. Bergamaschi *et al*. (2024) observaram que a combinação de realce tardio e alterações de mapping identificava indivíduos com maior ocorrência de eventos cardiovasculares. A extensão do realce e parâmetros derivados do T2 mapping apresentaram associação independente com desfechos, sugerindo que não apenas a presença da lesão, mas também sua extensão e características teciduais, influenciam o prognóstico (BERGAMASCHI *et al*., 2024).

Li *et al*. (2025) analisaram a fração de volume extracelular em estudo multicêntrico e identificaram associação independente entre esse parâmetro e eventos cardiovasculares, inclusive no subgrupo com MINOCA. A incorporação do volume extracelular melhorou a capacidade prognóstica dos modelos clínicos, sugerindo que alterações difusas do interstício miocárdico podem acrescentar informação não captada exclusivamente pela presença de áreas focais de realce tardio (LI *et al*., 2025).

Chen *et al*. (2025) avaliaram parâmetros de *strain* obtidos por *tissue tracking* da RMC e encontraram associação independente entre alterações funcionais ventriculares e atriais e ocorrência de eventos cardiovasculares. Esses achados indicam que alterações subclínicas da função miocárdica podem ter significado prognóstico mesmo quando parâmetros convencionais, como a fração de ejeção, não demonstram comprometimento acentuado (CHEN *et al*., 2025).

A associação entre os fenótipos definidos pela RMC e o prognóstico também foi observada em metanálise específica sobre o tema. A síntese de estudos com seguimento superior a seis meses identificou diferenças de desfechos conforme o diagnóstico estabelecido pela RMC, reforçando que a heterogeneidade etiológica do MINOCA se traduz em heterogeneidade prognóstica (FAN *et al*., 2023).

Imagem intracoronária e limitações da angiografia convencional

A angiografia coronariana permanece fundamental para reconhecer a ausência de obstrução significativa, mas sua capacidade de avaliar a parede arterial é limitada. Alterações como erosão ou ruptura de placa, trombos residuais, cavidades intraplaca e outras alterações estruturais podem estar presentes mesmo quando a redução luminal é inferior ao limite utilizado para classificar doença coronariana obstrutiva. Nesse cenário, a OCT permite caracterização estrutural em resolução superior à angiografia convencional (USUI *et al*., 2022).

Usui *et al*. (2022) compararam mulheres com NSTE-MINOCA de etiologia aterosclerótica e pacientes com infarto associado à doença coronariana obstrutiva. Foram identificadas diferenças morfológicas entre os grupos, com menor frequência de ruptura de placa e menor carga trombótica no MINOCA, além de diferenças na prevalência de hemorragia intraplaca e placas em camadas. Os resultados indicam que o mecanismo aterosclerótico do MINOCA não deve ser interpretado apenas como uma forma menos intensa do infarto obstrutivo, uma vez que características qualitativas distintas da placa também podem estar envolvidas (USUI *et al*., 2022).

A relevância da aterosclerose não obstrutiva foi igualmente evidenciada por Tsaban *et al*. (2023). Pacientes com aterosclerose coronariana sem lesão obstrutiva apresentaram prognóstico menos favorável que aqueles com artérias angiograficamente normais. A presença de doença não obstrutiva esteve associada independentemente a maior risco de eventos adversos, demonstrando que ausência de estenose ≥50%

não equivale à ausência de doença aterosclerótica clinicamente significativa (TSABAN *et al*., 2023).

Ciliberti *et al*. (2023) chegaram à conclusão semelhante ao investigar pacientes que sofreram novo infarto após episódio inicial de MINOCA. Entre os indivíduos submetidos a nova angiografia após recorrência do evento, foi observada progressão da aterosclerose em parcela relevante dos casos, e parte dos pacientes necessitou de revascularização. Além disso, maior extensão de doença aterosclerótica no episódio inicial esteve relacionada ao grupo com recorrência, reforçando a importância de não interpretar a doença coronariana não obstrutiva como um achado necessariamente benigno (CILIBERTI *et al*., 2023).

Integração entre RMC e imagem intracoronária

A RMC e a OCT respondem a perguntas diferentes dentro da investigação do MINOCA. Enquanto a RMC caracteriza a natureza e a distribuição da lesão miocárdica, a OCT permite avaliar diretamente a parede coronariana e identificar alterações que podem permanecer ocultas à angiografia. A complementaridade entre esses métodos torna-se especialmente importante quando existe suspeita de mecanismo coronariano, mas a angiografia não demonstra uma lesão culpada evidente (USUI *et al*., 2022; BALAKRISHNA *et al*., 2023).

Essa estratégia multimodal foi demonstrada de forma marcante por Reynolds *et al*. (2021) em estudo prospectivo com mulheres portadoras de MINOCA. Entre as pacientes submetidas simultaneamente à OCT e à RMC, uma causa para a apresentação clínica foi identificada em 84,5%. A OCT identificou lesão culpada definida ou possível em 46,2%, enquanto a RMC apresentou alterações em 74,1%. A combinação dos métodos apresentou maior rendimento etiológico do que qualquer modalidade isoladamente, sustentando a utilização complementar das técnicas quando o diagnóstico permanece incerto após angiografia (REYNOLDS *et al*., 2021).

Esse resultado foi posteriormente reforçado por metanálise de 18 estudos envolvendo 2.697 pacientes. A RMC estabeleceu diagnóstico em aproximadamente três quartos dos indivíduos avaliados, enquanto a combinação entre RMC e OCT ampliou a capacidade de identificar a etiologia do evento. Embora a heterogeneidade metodológica entre os estudos impeça considerar essas proporções como medidas fixas de desempenho, os dados sustentam a investigação multimodal em pacientes selecionados (BALAKRISHNA *et al*., 2023).

Impacto da definição etiológica sobre a conduta

A utilidade da investigação avançada torna-se mais relevante quando a informação obtida modifica a condução clínica. Rajwani *et al*. (2026) demonstraram que a RMC esteve associada à alteração do diagnóstico e/ou do tratamento em 63% dos pacientes. Além disso, nos indivíduos em que os médicos haviam optado inicialmente por dupla antiagregação plaquetária apesar da ausência de lesão culpada obstrutiva, o número necessário de RMC para resultar em uma desprescrição de DAPT foi três. Esse resultado demonstra que a definição etiológica pode reduzir a manutenção de tratamentos empíricos quando a investigação identifica um mecanismo diferente do inicialmente presumido (RAJWANI *et al*., 2026).

Bucciarelli *et al*. (2023) também observaram modificação do esquema terapêutico após a RMC, embora em proporção inferior. A diferença entre os estudos pode estar relacionada ao delineamento e, principalmente, ao momento

da realização do exame. Enquanto Rajwani *et al*. (2026) avaliaram prospectivamente decisões clínicas antes e depois da RMC e demonstraram maior impacto com realização precoce, Bucciarelli *et al*. analisaram uma coorte em que o intervalo até a RMC foi maior. Esse contraste reforça que o valor clínico da RMC depende não apenas de sua capacidade diagnóstica, mas também de sua integração oportuna à tomada de decisão (BUCCIARELLI *et al*., 2023; RAJWANI *et al*., 2026).

A individualização do tratamento é particularmente relevante porque MINOCA não corresponde a um único mecanismo fisiopatológico. Ruptura ou erosão de placa, vasoespasmo, disfunção microvascular e dissecção coronariana espontânea exigem abordagens distintas; da mesma forma, a identificação de miocardite ou síndrome de Takotsubo modifica completamente a interpretação do episódio inicialmente considerado infarto. A utilização indiscriminada da mesma estratégia farmacológica para todos os pacientes não corresponde à diversidade etiológica demonstrada pelos estudos de imagem (TAMIS-HOLLAND *et al*., 2019; FOÀ *et al*., 2023).

Heterogeneidade prognóstica do MINOCA

A ausência de doença coronariana obstrutiva não implicou necessariamente prognóstico benigno. Magnani *et al*. (2022) avaliaram pacientes com primeiro infarto em idade jovem e demonstraram que, apesar de algumas diferenças entre MINOCA e infarto associado à doença coronariana obstrutiva, o risco acumulado de eventos cardiovasculares no seguimento prolongado permaneceu clinicamente relevante. Esses resultados contribuem para afastar a interpretação de MINOCA como forma de infarto de baixo risco apenas pela ausência de uma lesão obstrutiva (MAGNANI *et al*., 2022).

Os resultados variaram entre diferentes populações. Teng *et al*. (2023) observaram taxas relativamente reduzidas de eventos durante seguimento mais curto, enquanto Andishmand *et al*. (2024) identificaram pacientes com MINOCA mais jovens e com melhor função ventricular que indivíduos com MI-CAD, sem demonstrar diferença significativa em mortalidade de um ano. Em contraste, Samaras *et al*. (2025) encontraram mortalidade de longo prazo semelhante entre pacientes com MINOCA verdadeiro e aqueles com infarto obstrutivo. Diferenças no período de seguimento, seleção da população e intensidade da investigação utilizada para excluir mimetizadores provavelmente contribuíram para a heterogeneidade entre os resultados (TENG *et al*., 2023; ANDISHMAND *et al*., 2024; SAMARAS *et al*., 2025).

A presença de aterosclerose não obstrutiva constitui outro elemento capaz de modificar esse prognóstico. Tsaban *et al*. (2023) demonstraram maior risco de eventos entre pacientes com doença coronariana não obstrutiva quando comparados àqueles com artérias normais, enquanto Ciliberti *et al*. (2023) identificaram progressão aterosclerótica entre indivíduos que apresentaram novo infarto após MINOCA. Assim, o critério angiográfico de estenose inferior a 50% é útil para classificação, mas não representa adequadamente toda a carga de doença aterosclerótica ou o risco cardiovascular individual (TSABAN *et al*., 2023; CILIBERTI *et al*., 2023).

A RMC acrescenta um segundo nível de estratificação. A presença de infarto verdadeiro, padrões específicos de realce tardio, alterações de mapping, aumento do volume extracelular e comprometimento do strain foram associados a maior ocorrência de eventos em diferentes coortes. A convergência desses resultados indica que o risco de pacientes com MINOCA deve ser

interpretado a partir da combinação entre etiologia do evento, substrato coronariano e extensão da lesão miocárdica, e não apenas pela aparência angiográfica das artérias coronárias (KONST *et al*., 2023; BERGAMASCHI *et al*., 2024; LI *et al*., 2025; CHEN *et al*., 2025).

Em conjunto, os achados sustentam uma abordagem do MINOCA baseada na investigação etiológica sistemática. A RMC apresentou maior volume de evidências recentes para caracterização do dano miocárdico, exclusão de diagnósticos alternativos e estratificação prognóstica. A OCT acrescentou informações sobre mecanismos coronarianos ocultos à angiografia, particularmente alterações aterotrombóticas da parede vascular. A integração dessas modalidades permite compreender melhor uma síndrome fisiopatologicamente heterogênea e direcionar a conduta de maneira mais compatível com o mecanismo responsável pelo evento, em vez de manter o tratamento baseado exclusivamente na ausência de obstrução coronariana significativa (RAJWANI *et al*., 2026; BALAKRISHNA *et al*., 2023).

CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa evidenciou que a investigação do MINOCA deve ultrapassar os achados da angiografia coronariana, considerando a diversidade de mecanismos fisiopatológicos envolvidos. A RMC destacou-se como ferramenta fundamental para caracterizar a lesão miocárdica, diferenciar o infarto verdadeiro de condições não isquêmicas, como miocardite e síndrome de Takotsubo, e identificar parâmetros associados ao prognóstico. A imagem intracoronária, especialmente a OCT, complementou essa avaliação ao detectar alterações da parede vascular e mecanismos aterotrombóticos não identificados pela angiografia convencional.

Do ponto de vista prático, os achados reforçam a necessidade de incorporar a investigação etiológica à linha de cuidado dos pacientes com suspeita de MINOCA, priorizando a realização precoce da RMC e considerando o emprego de métodos de imagem intracoronária quando persistir suspeita de mecanismo coronariano não esclarecido. Essa abordagem pode contribuir para reduzir a incerteza diagnóstica, reconhecer precocemente condições que exigem tratamentos distintos, orientar a manutenção ou revisão das terapias farmacológicas e identificar pacientes que necessitam de acompanhamento cardiovascular mais direcionado. Dessa forma, a definição do mecanismo responsável pelo evento favorece a substituição de condutas empíricas por decisões individualizadas, fundamentadas no substrato miocárdico e coronariano identificado.

Adicionalmente, a associação entre os achados de imagem e os desfechos cardiovasculares reforça que a ausência de obstrução coronariana significativa não deve ser interpretada como sinônimo de baixo risco, tornando indispensáveis a estratificação prognóstica e a continuidade do seguimento clínico. Apesar das limitações relacionadas à heterogeneidade metodológica dos estudos incluídos, as evidências analisadas sustentam a integração da RMC e da imagem intracoronária, conforme a indicação clínica e a disponibilidade dos recursos, como estratégia para aprimorar a precisão diagnóstica e a qualidade da assistência. Conclui-se que a principal contribuição prática dessa abordagem consiste em transformar o MINOCA de um diagnóstico angiográfico provisório em uma condição etiologicamente investigada, permitindo direcionar o tratamento e o acompanhamento de acordo com o mecanismo efetivamente identificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANTHAKRISHNA, R. *et al*. Long-term clinical outcomes in patients with a working diagnosis of myocardial infarction with non-obstructed coronary arteries (MINOCA) assessed by cardiovascular magnetic resonance imaging. International Journal of Cardiology, v. 349, p. 12, 2022. doi: 10.1016/j.ijcard.2021.11.088.

ANDISHMAND, A. *et al.* Comparison between myocardial infarction with non-obstructive coronaries (MINOCA) and myocardial infarct patients with coronary artery disease (MI-CAD): a single-center retrospective cohort study. Caspian Journal of Internal Medicine, v. 15, p. 109, 2024. doi: 10.22088/cjim.15.1.12.

BALAKRISHNA, A.M. *et al.* Diagnostic value of cardiac magnetic resonance imaging and intracoronary optical coherence tomography in patients with a working diagnosis of myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries: a systematic review and meta-analysis. Current Problems in Cardiology, v. 48, e101126, 2023. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2022.101126.

BERGAMASCHI, L. *et al*. Prognostic role of early cardiac magnetic resonance in myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries. JACC: Cardiovascular Imaging, v. 17, p. 149, 2024. doi: 10.1016/j.jcmg.2023.05.016.

BUCCIARELLI, V. *et al.* Characteristics and prognosis of a contemporary cohort with myocardial infarction with non-obstructed coronary arteries (MINOCA) presenting different patterns of late gadolinium enhancements in cardiac magnetic resonance imaging. Journal of Clinical Medicine, v. 12, 2023. doi: 10.3390/jcm12062266.

CHEN, L. *et al.* Prognostic value of strain by tissue tracking cardiac magnetic resonance in myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries. Journal of American Heart Association, v. 14, e039395, 2025. doi: 10.1161/JAHA.124.039395.

CILIBERTI, G. *et al.* Characteristics of patients with recurrent acute myocardial infarction after MINOCA. Progress in Cardiovascular Diseases, v. 81, p. 42, 2023. doi: 10.1016/j.pcad.2023.10.006.

COLLET, J.P. *et al*. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. European Heart Journal, v. 42, p. 1289, 2021. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa575.

FAN, H.P. *et al.* Medium-term prognostic implications of cardiac magnetic resonance imaging in patients with myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries (MINOCA): a systematic review and meta-analysis. Heart, Lung & Circulation, v. 32, p. 1334, 2023. doi: 10.1016/j.hlc.2023.09.007.

FOÀ, A. *et al.* Myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries: from pathophysiology to therapeutic strategies. Journal of Cardiovascular Medicine, v. 24, e134, 2023. doi: 10.3390/diagnostics15070942.

JUNCÀ, G. *et al.* Timing of cardiac magnetic resonance and diagnostic yield in patients with myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries. Revista Espanola de Cardiologia, v. 77, p. 515, 2024. doi: 10.1016/j.rec.2023.11.013.

KONST, R.E. *et al.* Prognostic value of cardiac magnetic resonance imaging in patients with a working diagnosis of MINOCA: an outcome study with up to 10 years of follow-up. Circulation: Cardiovascular Imaging, v. 16, e014454, 2023. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.122.014454.

LI, B. *et al.* Prognostic value of extracellular volume fraction in myocardial infarction and myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries: a multicenter study. Academic Radiology, v. 32, p. 1313, 2025. doi: 10.1016/j.acra.2024.11.015.

MAGNANI, G. *et al.* Long-term outcomes of early-onset myocardial infarction with non-obstructive coronary artery disease (MINOCA). International Journal of Cardiology, v. 354, p. 7, 2022. doi: 10.1016/j.ijcard.2022.02.015.

RAIWANI, A. *et al.* Clinical impact of cardiac magnetic resonance imaging in myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries: a prospective multicentre cohort study. Heart, v. 112, p. 95, 2025. doi: 10.1136/heartjnl-2024-325181.

REYNOLDS, H.R. *et al.* Coronary optical coherence tomography and cardiac magnetic resonance imaging to determine underlying causes of myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries in women. Circulation, v. 143, p. 624, 2021. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.052008.

SAMARAS, A. *et al*. Myocardial infarction with obstructive, non-obstructive, and mimicking conditions: clinical phenotypes, diagnostic imaging, management, and prognosis. Journal of Clinical Medicine, v. 14, 2025. doi: 10.3390/jcm14093006.

SOUZA, M.T. *et al*. Integrative review: what is it? How to do it? Einstein, v. 6, p. 102, 2010. doi: 10.1590/S1679-45082010RW1134.

TAMIS-HOLLAND, J.E. *et al.* Contemporary diagnosis and management of patients with myocardial infarction in the absence of obstructive coronary artery disease: a scientific statement from the american heart association. Circulation, v. 139, e891, 2019. doi: 10.1161/CIR.0000000000000670.

TENG, L.E. *et al*. MINOCA: under recognized and affecting predominantly female patients: an Australian experience. Irish Journal of Medical Science, v. 192, p. 1091, 2023. doi: 10.1007/s11845-022-03121-8.

TSABAN, G. *et al.* Nonobstructive coronary atherosclerosis is associated with adverse prognosis among patients diagnosed with myocardial infarction without obstructive coronary arteries. Atherosclerosis, v. 366, p. 8, 2023. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2023.01.005.

USUI, E. *et al.* Coronary morphological features in women with non-ST-segment elevation MINOCA and MI-CAD as assessed by optical coherence tomography. European Heart Journal Open, v. 2, 2022. doi: 10.1093/ehjopen/oeac058.

YU, C. *et al*. Role of cardiac magnetic resonance imaging and troponin t in definitive diagnosis of myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries (MINOCA). The Canadian Journal of Cardiology, v. 39, p. 936, 2023. doi: 10.1016/j.cjca.2023.04.009.