

FACULDADE DA SAÚDE E ECOLOGIA HUMANA

**AVALIAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA CARDÍACA NO DIAGNÓSTICO
DE MIOCARDITE COMO CONSEQUÊNCIA DA INFECÇÃO POR COVID-19:
REVISÃO NARRATIVA**

Vespasiano - MG

2022

ALICE FREITAS LEMOS
ANA CLARA COIMBRA AMORIM
HENRIQUE AUGUSTO FERNANDES RODRIGUES
LAYS DE ARAÚJO FERREIRA
LUANA CARVALHO OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA CARDÍACA NO DIAGNÓSTICO
DE MIOCARDITE COMO CONSEQUÊNCIA DA INFECÇÃO POR COVID-19:
REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade da Saúde e
Ecologia Humana, como requisito
para obtenção do título de Bacharel
em Medicina.

Orientadora: Prof^a. Vanessa das
Graças José Ventura

Vespasiano, 26 de maio de 2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALICE FREITAS LEMOS

ANA CLARA COIMBRA AMORIM

HENRIQUE AUGUSTO FERNANDES RODRIGUES

LAYS DE ARAÚJO FERREIRA

LUANA CARVALHO OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA CARDÍACA NO DIAGNÓSTICO DE COMO CONSEQUÊNCIA DA INFECÇÃO POR COVID-19: REVISÃO NARRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade da Saúde e Ecologia Humana como requisito para obtenção do título de Bacharel em Medicina.

FASEH 2022

Vespasiano 2022

Prof^ª. Vanessa das Graças José Ventura – FASEH (Orientador)

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Siomara Jesuína de Abreu Rodrigues - FASEH

Profa. Jacqueline de Castro Laranjo - FASEH

RESUMO:

INTRODUÇÃO: A lesão do músculo cardíaco ou miocardite caracteriza-se por uma desordem inflamatória causada predominantemente por vírus. Atualmente, existem diversos estudos a respeito da miocardite em pacientes com COVID-19, e um método disponível no auxílio diagnóstico dessa complicação é a Ressonância Magnética Cardíaca (RMC). **OBJETIVOS:** Avaliar para a utilização da ressonância magnética cardíaca, em mapa T1, para diagnóstico através de imagens, lesões no músculo cardíaco e suas consequências. Além disso, o trabalho objetiva explorar a literatura e a participação da RMC nos diagnósticos de miocardite, durante a Pandemia do coronavírus. **METODOLOGIA:** A revisão bibliográfica a respeito do diagnóstico de miocardite causada pelo vírus SARS-CoV-2 utilizando a RMC, foi realizada durante os anos de 2021 e 2022, através das bases de dados PubMed e UpToDate, tendo sido utilizados os descritores “COVID-19”, “SARS-CoV-2”, “myocarditis” e “resonance” para título/resumo, excluindo artigos que apresentassem “vaccines” em seu título/resumo. **RESULTADOS:** O uso da RMC é apresentado na literatura com diferentes precisões diagnósticas, a depender do método de análise da imagem escolhido. Apesar dessa realidade, foram evidenciadas na maioria dos estudos, alterações significativas nos exames de RMC tanto em pacientes com infecção ativa pelo COVID-19 quanto em pacientes em estado de convalescência pós infecção. Essas alterações incluíram achados que corroboram para a definição de uma inflamação de cardiomiócitos, tais como edema, hiperemia, necrose e fibrose, podendo, ainda, mostrar alterações de contratilidade ventricular. Dentre os artigos publicados a respeito do uso da RMC para o diagnóstico de miocardite como consequência da infecção pelo COVID-19, uma meta-análise publicada em 2022 apontou uma prevalência de 17,6%. Esse mesmo estudo considerou a RMC como método de imagem de boa precisão e reprodutibilidade. Segundo a *American Heart Association* (AHA) e a *European Society of Cardiology* (ESC), a biópsia endomiocárdica permanece o exame padrão-ouro para diagnóstico de miocardite. Em relação aos marcadores de miocardiocitólise, o *Egyptian Heart Journal* (EHJ), propõe a dosagem dos níveis de troponina I e troponina T como mais um critério laboratorial para diagnóstico de tal afecção. Já o *International Journal of Cardiology* publicou um estudo apontando a RMC como exame de imagem preferível, buscando diagnóstico não invasivo da miocardite aguda. Esse último jornal, ainda definiu o uso da ressonância como obrigatório em pacientes infectados pelo coronavírus com suspeita de miocardite. **CONCLUSÃO:** Apesar de ainda ser controverso, o diagnóstico da miocardite através da RMC é comprovadamente um método eficaz, precoce e preciso.

PALAVRAS-CHAVE: Miocardite; COVID-19; SARS-CoV-2; Ressonância Magnética.

ABSTRACT:

INTRODUCTION: Cardiac muscle injury or myocarditis is characterized by an inflammatory disorder caused predominantly by viruses. Currently, there are several studies regarding myocarditis in patients with COVID-19, and a method available to aid in the diagnosis of this complication is Cardiac Magnetic Resonance Imaging (CMR). **OBJECTIVES:** Bring focus to the use of cardiac magnetic resonance, in T1 map, to evaluate through images, injuries caused in the heart muscle and its consequences, through the exposure of its participation in the diagnosis of myocarditis, during the coronavirus pandemic. **METHODOLOGY:** The literature review regarding the diagnosis of myocarditis caused by SARS-CoV-2 using CMR was carried out during the years 2021 and 2022, through the PubMed and UpToDate databases, using the descriptors "COVID-19", "SARS-CoV-2", "myocarditis" and "resonance" for title/abstract, excluding articles that had "vaccines" in their title/abstract. **RESULTS:** The use of CMR is presented in the literature with different diagnostic precisions, depending on the chosen image analysis method. Despite this reality, significant changes in CMR exams were evidenced in most studies both in patients with active COVID-19 infection and in patients in a state of post-infection convalescence. These changes included findings that support the definition of cardiomyocyte inflammation, such as edema, hyperemia, necrosis and fibrosis, and may also show changes in ventricular contractility. Among the articles published regarding the use of CMR for the diagnosis of myocarditis as a consequence of COVID-19 infection, a meta-analysis published in 2022 indicated a prevalence of 17.6%. This same study considered CMR as an imaging method with good precision and reproducibility. According to the American Heart Association (AHA) and the European Society of Cardiology (ESC), endomyocardial biopsy is the gold standard test for the diagnosis of myocarditis. Regarding cardiomyocytolysis markers, the Egyptian Heart Journal (EHJ) proposes the measurement of troponin I and troponin T levels, as another laboratory criterion for diagnosing this condition.

KEYWORDS: Myocarditis; COVID-19; SARS-CoV-2; Magnetic Resonance.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Organização Mundial da Saúde (OMS)

Ressonância Magnética Cardíaca (RMC)

Síndrome Coronariana Aguda (SAC)

Realce Tardio de Gadolínio (RTG)

Enzima Conversora de Angiotensina 2 (ECA2)

Sistema Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA)

American Heart Association (AHA)

European Society of Cardiology (ESC)

Egyptian Heart Journal (EHJ)

Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR)

European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO.....	9
3. METODOLOGIA.....	9
4. DISCUSSÃO.....	10
4.1. Fisiopatologia da infecção do Covid19 e o acometimento cardíaco.....	10
4.2. Exames complementares de miocardite.....	12
4.3. Diagnóstico por imagem de miocardite (com ênfase em RNM e miocardite).....	14
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, a COVID-19, doença causada pelo coronavírus, denominado SARS-CoV-2, foi identificada pela primeira vez na China. Em janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que a epidemia do coronavírus constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional, e, em 11 de março de 2020, foi declarada uma Pandemia (MARTINS *et al.*, 2020; GUAN *et al.*, 2020). Um estudo realizado em Wuhan, na China, analisou um total de 416 pacientes internados com COVID-19, e concluiu que cerca de 19,7% possuíam lesão miocárdica, condição essa que em outro estudo, se mostrou como sendo fator agravante na evolução clínica do paciente infectado pelo vírus, principalmente naqueles que possuem fatores de riscos cardíacos prévios (SHI. *et al.*, 2020; MARTINS *et al.*, 2020).

O termo “lesão miocárdica”, descrito pela “Quarta Definição Universal de Infarto do Miocárdio”, publicada em 2018, define um quadro em que há evidência de elevação da troponina acima do percentil 99, ou seja, ainda que não haja outras alterações clínicas, valores elevados de troponina já são suficientes para considerarmos uma injúria do músculo cardíaco. O estudo pontua que outros quadros, além do infarto, podem cursar com acometimento da musculatura cardíaca e aumento de troponina, como infecções, sepse e cirurgia cardíaca. A análise também ressaltou que pacientes com tal quadro de lesão cardíaca devem ser mais bem acompanhados, pois tais indivíduos possuem maior chance de um desfecho desfavorável, como maior número de reinternações e óbito (THYGESEN *et al.*, 2018; CEDIEL *et al.*, 2017).

A miocardite caracteriza-se por uma desordem inflamatória e pode ser definida clínica e patologicamente como uma inflamação do músculo cardíaco, com formas e apresentações diversas, desde sintomas sistêmicos inespecíficos como febre e dispneia, podendo evoluir para morte súbita por um colapso hemodinâmico. Além disso, manifestações prodrômicas como sintomas gastrointestinais e gripais podem estar presentes em cerca de 80% das casos (GARCIA-ZAMORA *et al.*, 2021; MOMTAZMANESH *et al.*, 2020). Em relação às etiologias, elas podem ocorrer tanto

por causas infecciosas (ex.: vírus, bactérias, fungos) quanto por causas não infecciosas (ex.: doenças autoimunes, fármacos, IAM), sendo a mais comum a miocardite de etiologia viral (ALMEIDA *et al.*, 2018).

Sobre o novo coronavírus, muito se discute sobre o comprometimento causado ao sistema respiratório, havendo evidências de prejuízos sistêmicos, incluindo o aparelho cardiovascular. Um estudo realizado na Itália, e publicado em 2020, concluiu que cerca de 16% da população infectada pelo vírus da COVID-19, apresentou lesão miocárdica. Em tal porcentagem não incluiu-se pacientes com quadro agudo de síndrome coronariana no momento da admissão, ou seja, esses pacientes foram internados por consequências causadas pela COVID-19, e posteriormente, receberam o diagnóstico de envolvimento cardíaco (ADEBOYE *et al.*, 2022). Um outro estudo, de coorte retrospectivo, realizado nos Estados Unidos, pela Universidade do Texas, a incidência de miocardite foi 2-3 vezes maior em pacientes infectados pela COVID-19, do que em pacientes não infectados, com um valor de 12,5 a cada 10.000 indivíduos avaliados (PRIYADARSHNI *et al.*, 2022).

Atualmente, existem diversos estudos a respeito da miocardite em pacientes com a COVID-19, envolvendo, por exemplo, métodos diagnósticos, medicamentos para o tratamento e abordagem dessa afecção. Um método disponível no auxílio diagnóstico dessa complicação é a Ressonância Magnética Cardíaca (RMC), que se tornou ferramenta fundamental para diagnóstico diferencial de lesão miocárdica durante a pandemia (CECCHETTO *et al.*, 2022).

De acordo com as últimas publicações, a RMC se comporta como um dos principais métodos não invasivos de imagem na detecção de afecção do músculo do coração, em casos de suspeita clínica de miocardite e com infecção ativa por COVID-19, nos quais o paciente apresenta sintomatologia cardíaca mas não contempla fatores de risco para DAC. Essa suspeita clínica pode se dar também através do aumento de níveis séricos de troponina mesmo sem sintomas cardíacos, como na miocardite subclínica, no qual o uso da RMC foi majoritariamente descrito. O exame se mostrou relevante para estes pacientes uma vez que permite identificar aqueles que poderiam se beneficiar de um acompanhamento da função cardíaca a longo prazo (GEORGIOPOULOS *et al.*, 2021; CECCHETTO *et al.*, 2022).

A RMC é um exame que possibilita evidenciar características inflamatórias importantes como hiperemia inflamatória, edema, alterações sugestivas de necrose e cicatrização. Além disso, a RMC permite definir alterações de dimensões ventriculares e identificação de derrame pericárdico concomitante. Do ponto de vista clínico, o exame possui vantagens por ser não invasivo, por ser capaz de caracterizar regiões do músculo cardíaco inacessíveis à biópsia, e ainda por conseguir descartar Síndrome Coronariana Aguda (SAC) em pacientes com sintomatologia típica. Em pacientes com sintomas agudos de miocardite o exame pode ser utilizado também para rejeitar ou confirmar o diagnóstico de miocardite. (FERREIRA *et al.*, 2018; LURZ *et al.*, 2016)

No entanto, existem divergências a respeito da aplicabilidade da RMC. Isso ocorre, pois fatores como presença de sintomas cardíacos em pacientes com acometimento exclusivamente pulmonar, podem induzir, erroneamente, à uma suspeita de miocardite. Ademais, a realização do exame de imagem, em fase tardia da doença pode gerar um resultado normal na ressonância magnética (CECCHETTO *et al.*, 2022).

2. OBJETIVOS

Elucidar que a ressonância magnética tem sido utilizada para o diagnóstico de miocardite nos quadros causados pela COVID-19. Mostrar que esse exame é um método diagnóstico não invasivo, que apesar de ser de alto custo é uma técnica que tem muita precisão, grande definição de detalhes e resultado rápido. (MOMTAZMANESH *et al.*, 2020).

3. METODOLOGIA

A revisão narrativa a respeito do diagnóstico de miocardite causada pelo SARS-CoV-2 utilizando a RMC foi feita a partir de relatos de caso, revisões e metanálises. Esta pesquisa foi realizada durante os anos de 2021 e 2022, sendo utilizadas bases de dados PubMed e UpToDate, buscando artigos, principalmente, no período de 2020-2022, e relacionados aos temas miocardite e COVID-19.

Na base de dados PubMed foram utilizados os descritores “COVID-19”,

“SARS-CoV-2” “myocarditis” e “resonance” para título/resumo, e excluindo artigos que apresentassem “vaccines” em seu título/resumo por não se enquadrarem no tema proposto. Excluído artigos que se referiam a pacientes pediátricos, com endotelite, flutter atrial e infarto agudo do miocárdio, por isso, foi utilizado um total de 38 artigos.

Na base de dados UpToDate, foram utilizados os termos “COVID-19”, “Myocardial injury”, “resonance”, excluindo os artigos que se tratavam de condutas pediátricas, de efeitos pós vacinação e de outros eventos cardiovasculares que não miocardite, restando assim 6 artigos contendo recomendações clínicas. Ao utilizar tais periódicos, foram ainda resgatados artigos referenciados nestes estudos, publicados em plataformas como *National Center for Biotechnology Information*, PubMed, *Oxford Academic*, *Journals of the American College of Cardiology* e *Science Direct*.

Foram ainda buscadas recomendações por parte de algumas sociedades ao redor do mundo, como a *American Heart Association*, *Society of Cardiovascular Magnetic Resonance*, *European Association of Cardiovascular Imaging*.

Foram buscados, ainda, nas plataformas acima citadas, critérios diagnósticos aplicados a exames de RMC para confirmar os diagnósticos. Ainda foram utilizados materiais que revisem os fundamentos da ressonância magnética e suas ponderações T1 e T2 em associação com a utilização de contrastes, com objetivo de aprofundar teoricamente no assunto.

Finalmente, foi realizada uma leitura crítica levando em consideração todos os critérios de inclusão e exclusão descritos anteriormente.

4. DISCUSSÃO:

- Fisiopatologia da infecção do COVID-19 e o acometimento cardíaco

Uma meta-análise, realizada no ano de 2020, concluiu que pacientes com infecções mais graves pela COVID-19, principalmente indivíduos com histórico de hipertensão arterial sistêmica (HAS), teriam mais chances de desenvolverem lesões cardíacas, associada à maior mortalidade (LI *et al.*,2020).

Pacientes que se infectam pelo coronavírus podem manifestar tosse seca

persistente, dor de garganta, congestão nasal, rinorreia, hiposmia ou anosmia, ageusia, febre, diarreia, dispneia e dor torácica (FERREIRA *et al.*, 2021). A doença ocorre quando o vírus se instala no organismo do indivíduo, quando é iniciada a replicação viral e o paciente evolui com comprometimento do sistema respiratório. Há, também, comprometimento de órgãos secundários, devido à uma hiperinflamação, podendo envolver o sistema cardiovascular. Nesse caso, o paciente infectado poderá desenvolver condições como arritmias, insuficiência cardíaca congestiva, síndrome coronariana aguda, choque cardiogênico, insuficiência cardíaca congestiva e miocardite (FERREIRA *et al.*, 2021).

Os acometimentos cardíacos em consequência da COVID-19 podem ser justificados pela existência de uma aminopeptidase do organismo humano, chamada enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2), de extrema importância na função cardíaca. Tal enzima tem ação no desenvolvimento de hipertensão arterial sistêmica e de diabetes. A ECA2 está presente em diversos locais do corpo humano como células epiteliais do intestino, endotélio vascular, células musculares, macrófagos, endotélio das artérias coronárias, cardiomiócitos, fibroblastos e adipócitos epicárdicos (FERREIRA *et al.*, 2021). Além disso, estudos mostraram que essa enzima é um receptor funcional para a COVID-19, incluindo SARS-CoV e SARS-CoV-2 (ZHENG *et al.*, 2020). Desse modo, a ECA2 se liga à proteína spike, presente no vírus, levando à infecção por SARS-CoV-2 (FERREIRA *et al.*, 2021). Após infectar o hospedeiro, o vírus invade principalmente as células epiteliais alveolares, resultando em sintomas respiratórios (ZHENG *et al.*, 2020). Além disso, devido à presença da ECA2 em diversos órgãos, existe a possibilidade de comprometimento de órgãos secundários.

Dessa maneira, a ação do coronavírus se dá a partir da ligação da proteína spike à ECA2, agindo sobre o Sistema Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA), levando a um aumento dos níveis de angiotensina II, devido à falta de feedback negativo da angiotensina 1-7. Com isso, ocorre um déficit na atividade vasodilatadora, antiinflamatória, antifibrótica e uma falha na redução da pressão arterial, por ausência de conversão da angiotensina I e II em angiotensina 1-7. A função da angiotensina II é reabsorver sódio nos rins, excretar potássio e fazer

vasoconstrição, sendo assim, o excesso dessa substância pode causar reações como a disfunção e hipertrofia do miocárdio, inflamação aumentada, distúrbios de coagulação, fibrose intersticial e estresse oxidativo (FERREIRA *et al.*, 2021).

A angiotensina II se liga a um receptor chamado AT1 causando inflamação, oxidação, apoptose, fibrose e vasoconstrição, podendo ocasionar edema pulmonar pelo aumento da permeabilidade vascular. Já, a angiotensina I é convertida em angiotensina IV, que promove um estado trombótico, por meio do receptor AT4. Esse estado trombótico, por sua vez, está relacionado com o desenvolvimento de quadros cardíacos e respiratórios graves (FERREIRA *et al.*, 2021).

Considerando a ampla presença da ECA2 no sistema cardiovascular, as vias de sinalização relacionadas à essa aminopeptidase também podem ter um papel na lesão desse sistema. Além disso, outros mecanismos propostos de lesão miocárdica incluem uma tempestade de citocinas desencadeada por uma resposta desequilibrada por células T auxiliares, disfunção respiratória e hipoxemia causadas por COVID-19, resultando em danos às células miocárdicas (ZHENG *et al.*, 2020).

Assim, compreendendo a fisiopatologia podemos concluir tratar-se do resultado da interação entre o sistema imunológico do indivíduo infectado e o SARS-CoV-2. A partir do momento em que o vírus tem acesso ao sistema imune do hospedeiro, ele invade os cardiomiócitos, podendo causar inflamação do músculo cardíaco e gerar remodelação do coração, tendo como consequência, o desenvolvimento de cardiomiopatia (FERREIRA *et al.*, 2021).

- Exames complementares de miocardite

Segundo a *American Heart Association* (AHA) e a *European Society of Cardiology* (ESC), a biópsia endomiocárdica é o exame padrão-ouro para diagnóstico de miocardite, mas ambas reconhecem também a dificuldade de realizá-la, principalmente por se tratar de um recurso pouco disponível, com falta de estrutura e de profissionais devidamente qualificados. Sendo assim, a fim de facilitar o diagnóstico e não postergar o tratamento, outros tipos de exames podem ser usados para reconhecimento dessa afecção na prática médica, sendo apontados

como testes de primeira linha para pacientes com clínica de miocardite, são propostos o eletrocardiograma (ECG), ecocardiograma (ECO), técnicas de medicina nuclear, ressonância magnética cardíaca (RMC) e os biomarcadores (CAFORIO *et al.*, 2013; KINDERMANN *et al.*, 2012; SIRIPANTHONG *et al.*, 2020).

A AHA propõe algumas alterações eletrocardiográficas mais comumente encontradas, como baixa voltagem de complexo QRS (consequência do edema), elevações do segmento ST, ectopias, arritmias ventriculares e anormalidades de condução (KOCIOL *et al.*, 2020). Um estudo realizado na Alemanha apontou uma incidência de arritmias de 24%, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI) por COVID-19 (KOEPPEN *et al.*, 2021). Uma revisão sistemática abordando pacientes infectados por SARS-CoV-2, afirma que a mais comum das apresentações arrítmicas seria a taquiarritmia supraventricular, seguida das taquiarritmias ventriculares. Tal estudo relata ainda, uma prevalência geral de QTc > 500 ms, de 12,3%, e uma estimativa combinada de 8,7% de desvio de segmento ST (GARCIA-ZAMORA *et al.*, 2021).

O eletrocardiograma é utilizado, principalmente, para descartar doenças cardíacas não inflamatórias e para avaliar as condições das câmaras cardíacas, como função ventricular, espessura da parede e tamanho da câmara. No caso da miocardite, os danos podem se apresentar como uma disfunção de movimentação das paredes dos ventrículos, com prejuízo da função diastólica com fração de ejeção preservada (CAFORIO *et al.*, 2013).

Em relação às abordagens da medicina nuclear, por sua baixa disponibilidade, alta complexidade e pelo risco de exposição à radiação, tornam-se recursos pouco recomendados à rotina médica. Técnicas mais recentes como a cintilografia com gálio-67 e a tomografia por emissão de pósitrons com 18-fluorodesoxiglicose, são evidenciadas por suas sensibilidades em detectar lesões cardíacas por sarcoidose em sua fase aguda e para monitorar a evolução da doença (CAFORIO *et al.*, 2013).

Em relação aos marcadores de miocardiocitolise, o *Egyptian Heart Journal* (EHJ), propõe a dosagem dos níveis de troponina I e troponina T, como mais um

critério laboratorial para diagnóstico de miocardite. Já a AHA ressalta que, embora a elevação da troponina seja comumente vista nos casos de miocardite, quando encontrada em valores normais, ela não é capaz de excluir o diagnóstico (CAFORIO *et al.*, 2013; KOCIOL *et al.*, 2020). No que se refere à miocardite por COVID-19 e tais achados laboratoriais, uma revisão sistemática que avaliou o resultado de 54 estudos afirma cerca de 25% dos pacientes avaliados apresentaram elevação nos níveis de troponina, e valores mais altos foram encontrados nos pacientes, posteriormente, falecidos (MOMTAZMANESH *et al.*, 2020).

- Diagnóstico por imagem de miocardite (com ênfase em RNM e miocardite)

O uso da RMC para o diagnóstico de miocardite após infecção pelo COVID-19 vem sendo amplamente discutido no meio médico. De forma geral, esse exame permite caracterização detalhada do músculo cardíaco, e apresenta sua sensibilidade variável, dependente do tempo de evolução da doença. Um dos protocolos existentes para seu uso é a aplicação dos critérios de *Lake Louise* que propõem identificar edema e hiperemia além de necrose e fibrose, apresentando acurácia diagnóstica de miocardite aguda de 78%, sensibilidade de 67% e especificidade de 91% (ADEBOYE *et al.*, 2022). As últimas atualizações deste método propostas no ano de 2018, apresentaram precisão diagnóstica superior, com valores de sensibilidade de 87,5% e especificidade de 96,2% (LEWIS, *et al.*, 2020).

A literatura aponta ainda o uso de realce tardio pelo gadolínio (RTG) para a detecção de fibrose e de lesões irreversíveis ao miocárdio, sendo recentemente associado também ao prognóstico do paciente com miocardite de acordo com uma meta-análise publicada no ano de 2021 (GEORGIOPOULOS *et al.*, 2021). Para diagnóstico de miocardite, o hipersinal do RTG é visualizado de forma heterogênea com distribuições irregulares, o que permite diferenciar a miocardite de causa isquêmica e não isquêmica (ADEBOYE *et al.*, 2022).

Uma meta-análise de achados de RMC publicada em 2022 utilizou-se dos critérios de *Lake Louise* aplicados em pacientes com infecção ativa por COVID-19 para apontar uma prevalência de 17,6% de diagnósticos de miocardite em pacientes

não atletas infectados pelo coronavírus, sendo que este valor é de 0,9% em pacientes atletas. Esse estudo apontou, ainda, que a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) e direito (FEVD) se mostraram significativamente reduzidas em pacientes infectados pelo vírus SARS-CoV-2 quando comparados com grupo controle. Isso indica que o acometimento cardíaco nos pacientes com COVID-19 é significativo, sendo, portanto, um preditor significativo de morbi/mortalidade por doenças cardiovasculares. Por fim, o estudo aponta a RMC como um exame de boa precisão e reprodutibilidade para diagnóstico e acompanhamento de pacientes com miocardite após infecção pelo coronavírus (KATO *et al.*, 2022).

Um trabalho realizado na Suíça, definiu a RMC como método diagnóstico não invasivo padrão-ouro para suspeita de miocardite. Esse estudo demonstrou os principais achados de miocardite em pacientes com COVID-19 como edema miocárdico, necrose e disfunção do ventrículo direito, que se apresentam de forma mais difusa quando comparado à miocardite por outras etiologias. Ademais, o trabalho suíço apresentou dados que corroboram com o uso da RMC na detecção da miocardite em indivíduos com sintomas subclínicos- não apresentam sintomatologia cardíaca, mas apresentam outros achados indicativos de miocardite, como alterações eletrocardiográficas e aumento de níveis séricos de troponina (DANIELS *et al.*, 2021). Do ponto de vista clínico, o diagnóstico de miocardite subclínica corrobora com a prevenção de outras complicações cardiovasculares, além de ser importante fator de risco para morte súbita cardíaca, como foi demonstrado em um estudo que envolveu pacientes atletas. (RAJPAL *et al.*, 2021).

Já uma análise publicada no ano de 2022, menciona a ecocardiografia como principal método de imagem para pacientes com suspeita de miocardite, na vigência de infecção por coronavírus, mesmo indicando associação com a RMC. Esse trabalho também evidencia a relevância da ressonância magnética na caracterização do tecido cardíaco, na identificação de eventos isquêmicos ou na identificação da cardiomiopatia de takotsubo, patologia que comumente é associada ao COVID-19. O estudo relata, ainda a relação entre a elevação de troponinas e o surgimento de imagens sugestivas de miocardite em RMC, além da aplicação desse exame para pacientes com sintomas subclínicos de miocardite, importante para

rastreio de pacientes que se beneficiam de acompanhamento cardiológico à longo prazo (CECCHETTO *et al.*, 2022).

O *International Journal of Cardiology* publicou um estudo que apontou a RMC como exame de imagem preferível, buscando diagnóstico não invasivo da miocardite aguda, e definiu seu uso como obrigatório em pacientes infectados pelo coronavírus com suspeita de miocardite. O artigo apontou ainda que o uso da RMC não se limita à determinação do diagnóstico, pois permite também, classificar a gravidade do acometimento cardíaco (ELSEIDY *et al.*, 2022).

No contexto do uso da RMC na detecção do envolvimento cardíaco como complicação da infecção pelo vírus da COVID-19, foram publicados alguns guidelines e recomendações. Estudos utilizados para elaboração do guideline na base de dados *UpToDate*, apontam que anormalidades foram evidenciadas na RMC tanto em pacientes com infecção ativa por COVID-19 quanto em pacientes em recuperação após infecção recente. Os achados na RMC majoritariamente identificados incluem elevações de T1 nativo, T2 e realce tardio pelo gadolínio. No entanto, os estudos considerados para a elaboração desse guideline apresentam significado clínico incerto, uma vez que nenhum dos pacientes estudados realizou exame de ressonância antes da infecção pelo SARS-CoV-2, impossibilitando determinar se os achados anormais já estavam presentes (CLARK *et al.*, 2021; RAJPAL *et al.*, 2021; MAŁEK *et al.*, 2019).

Existem estudos que apontam relação entre a elevação de marcadores laboratoriais de lesão miocárdica e as anormalidades apontadas na RMC. Em um estudo coorte, mencionado na base de dados *UpToDate*, foi evidenciado que 5% dos pacientes apresentaram elevação de troponinas no momento do exame. Foi constatado também que anormalidades na RMC podem ser encontradas nos pacientes que se recuperam do COVID-19 como alterações de fração de ejeção ventricular (PUNTMANN *et al.*, 2020).

A *Society for Cardiovascular Magnetic Resonance* (SCMR), publicou no ano de 2020, orientações específicas sobre o uso da RMC durante a pandemia do coronavírus. De acordo com o guideline, a ressonância magnética é mais apropriada

em pacientes que apresentam critérios clínicos e eletrocardiográficos que aumentem a suspeita clínica de dano ao cardiomiócito, com a elevação de troponina. Diante desse contexto, a RMC deve, preferencialmente, diferenciar causas isquêmicas e não isquêmicas de lesão miocárdica e demonstrar, ainda, a extensão e gravidade do acometimento. Ademais, é possível também estabelecer avaliação quantitativa de débito cardíaco, podendo ser apontada insuficiência de alto débito ou baixo débito (HAN *et al.*, 2020).

Diante dessas orientações, a SCMR publicou um protocolo de recomendações para uso da RMC em pacientes com infecção por SARS-CoV-2 ativa ou em fase de recuperação. De acordo com o protocolo, o exame é o método de imagem não invasivo de escolha para avaliação estrutural e funcional do músculo cardíaco. Foi destacada a necessidade desses protocolos serem curtos e adaptados à capacidade de apneia dos pacientes, sendo recomendadas principalmente as sequências ponderadas em T2 e os mapeamentos paramétricos (KELLE *et al.*, 2020).

A *European Association of Cardiovascular Imaging* (EACVI) publicou, em 2020, uma diretriz de recomendações sobre o uso apropriado de exames de imagem durante a pandemia do COVID-19 para diagnóstico de complicações cardiovasculares. Os autores recomendam que a RMC seja utilizada nos casos em que informações esperadas no exame sejam substancialmente relevantes para o manejo clínico do paciente, e alterem a condução do caso. O exame é indicado, ainda, quando os níveis de troponina forem elevados, quando houver disfunção miocárdica ou arritmia grave não explicadas através de outros métodos que apresentam menos riscos de contaminação da equipe, dos equipamentos, das instalações e de outros pacientes (SKULSTAD *et al.*, 2020).

A EACVI também publicou orientações sobre o diagnóstico de doenças cardiovasculares associadas ao COVID-19. Nesse estudo foi considerado o risco de contaminação durante a realização desse exame, e por isso, ela orienta que a RMC seja feita somente se houver urgência clínica, utilizando protocolos abreviados focados no tratamento do paciente. A sociedade também orienta utilizar a RMC para pacientes com COVID-19 apenas na suspeita de miocardite, apontada

principalmente pela elevação de troponinas, disfunção ventricular e/ou arritmias graves não explicadas por outros exames de imagem (SKULSTAD *et al.*, 2020).

Assim, há discordâncias a respeito do melhor método de utilização do exame na detecção da miocardite em pacientes acometidos pelo COVID-19. Um estudo de 2021 apontou importante relação entre a elevação de troponina e o RTG, além de evidenciar o papel da RMC na monitorização da progressão da miocardite (WANG *et al.*, 2021). Outro estudo publicado em 2021, evidenciou o valor das técnicas de mapeamento para a detecção de acometimento miocárdico precoce em pacientes com COVID-19 (AUGUSTO *et al.*, 2020). Já a publicação do *Journal of the American College of Cardiology* (JACC), no ano de 2020, evidenciou diagnóstico de miocardite em 100% dos pacientes com suspeita clínica da doença, mediante o uso da RMC com os marcadores miocárdicos T1 e T2 (SALAMANCA *et al.*, 2020). No entanto, de maneira antagônica a outros estudos, este trabalho questiona a presença de necrose no tecido miocárdico inflamado, contestando assim a eficiência do uso do RTG para o diagnóstico (WANG *et al.*, 2021).

Em resumo, corroborando com os estudos relatados podemos atestar que a RMC foi considerada, por vários autores, como o método de escolha para o diagnóstico de miocardite em pacientes com COVID-19 durante a pandemia, sendo aplicada não só na fase ativa do acometimento cardíaco, como durante a convalescência após a infecção pelo coronavírus. Até então, esse exame se provou útil não só para o diagnóstico, mas também para diferenciação da etiologia da agressão ao cardiomiócito - entre causas isquêmicas e não isquêmicas - além de permitir a monitorização da progressão do acometimento cardíaco. No entanto, há muito a ser definido, e a ausência de consenso entre a comunidade científica a respeito de qual protocolo é mais benéfico ainda é o maior obstáculo para a tomada de decisão clínica. Assim, o trabalho em questão contém uma revisão bibliográfica acerca da aplicabilidade de tal método diagnóstico frente à infecção ocasionada pelo COVID-19 (ADEBOYE *et al.*, 2022).

5. CONCLUSÃO:

O seguinte trabalho propõe um melhor entendimento da aplicabilidade da ressonância magnética cardíaca para o diagnóstico da miocardite em pacientes com COVID-19, com o intuito de agregar a abordagem clínica ao infectado. A RMC é um método diagnóstico não invasivo, já sendo proposto pelos principais guidelines de sociedades internacionais como o exame de imagem de escolha para avaliação de dano miocárdico, e seu uso na avaliação da miocardite causada pelo vírus da COVID-19 foi amplamente recomendado em diversos estudos realizados durante a pandemia do vírus.

Em contrapartida, existem estudos questionando o uso da RMC como principal método de imagem para o diagnóstico de miocardite. Ainda não há um consenso a esse respeito do tema dentro da comunidade médica, na qual alguns defendem o uso desse exame de imagem como principal adjuvante no diagnóstico da doença, enquanto outros defendem o uso da biópsia endomiocárdica, o ecocardiograma e outros métodos de diagnóstico clínico/laboratorial. Estudos observacionais e intervencionistas são necessários para concluir a real eficácia da RMC comparando-a com a biópsia endomiocárdica, que é o padrão-ouro no diagnóstico de lesão miocárdica.

Apesar de ainda ser controverso, o diagnóstico da miocardite através da RMC é comprovadamente um método eficaz, precoce e preciso, capaz de colaborar para melhores cenários de prognóstico e tratamento em relação aos quadros de miocardite causada pelo vírus da COVID-19. Ademais, é um exame não-invasivo, sendo uma ferramenta segura para auxílio da definição da propedêutica dos casos clínicos que envolvam a miocardite por SARS-CoV-2.

6. REFERÊNCIAS:

ADEBOYE, Adedayo et al. A Review of the Role of Imaging Modalities in the Evaluation of Viral Myocarditis with a Special Focus on COVID-19-Related Myocarditis. **Diagnostics**, v. 12, n. 2, p. 549, 2022.

ALMEIDA, Murillo Isaac et al. O papel da Ressonância Magnética Cardíaca

no Diagnóstico da Miocardite Aguda. **Brasília Med**, v. 56, p. 29-33, 2018

AUGUSTO, João B. et al. The myocardial phenotype of Fabry disease pre-hypertrophy and pre-detectable storage. **European Heart Journal-Cardiovascular Imaging**, v. 22, n. 7, p. 790-799, 2021.

CAFORIO, Alida LP et al. Current state of knowledge on a etiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. **European heart journal**, v. 34, n. 33, p. 2636-2648, 2013.

CAI, Changjing et al. A comprehensive analysis of the efficacy and safety of COVID-19 vaccines. **Molecular Therapy**, v. 29, n. 9, p. 2794-2805, 2021.

CECCHETTO, Antonella et al. Role of Cardiac Imaging Modalities in the Evaluation of COVID-19-Related Cardiomyopathy. **Diagnostics**, v. 12, n. 4, p. 896, 2022.

CEDIEL, German et al. Outcomes with type 2 myocardial infarction compared with non-ischaemic myocardial injury. **Heart**, v. 103, n. 8, p. 616-622, 2017.

CLARK, Daniel E. et al. Avaliação da patologia miocárdica COVID-19 em atletas com ressonância magnética cardíaca (COMPETE CMR). **Circulação**, v. 143, n. 6, pág. 609-612, 2021.

DANIELS, Curt J. et al. Prevalência de miocardite clínica e subclínica em atletas competitivos com infecção recente por SARS-CoV-2: resultados dos dez grandes registros cardíacos COVID-19. **JAMA cardiologia**, v. 6, n. 9, pág. 1078-1087, 2021.

ELSEIDY, Sheref A. et al. Cardiovascular complications in the Post-Acute COVID-19 syndrome (PACS). **IJC Heart & Vasculature**, v. 40, p. 101012, 2022.

European Society of Cardiology guidance for the diagnosis and management of cardiovascular disease during the COVID-19 pandemic: part

1—epidemiology, pathophysiology, and diagnosis. **European Heart Journal**, v. 43, n. 11, p. 1033-1058, 2022.

FERREIRA, Vanessa M. CMR mapping for myocarditis: coming soon to a center near you. **JACC: Cardiovascular Imaging**, v. 11, n. 11, p. 1591-1593, 2018.

FERREIRA, Izabella Guedes et al. COVID-19 e miocardite: uma possível consequência cardíaca após a infecção pelo SARS-CoV-2. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 9, p. e8454-e8454, 2021.

FERREIRA, Vanessa M. et al. Cardiovascular magnetic resonance in nonischemic myocardial inflammation: expert recommendations. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 72, n. 24, p. 3158-3176, 2018.

FERREIRA, Vanessa M. et al. T1 mapping for the diagnosis of acute myocarditis using CMR: comparison to T2-weighted and late gadolinium enhanced imaging. **JACC: Cardiovascular Imaging**, v. 6, n. 10, p. 1048-1058, 2013.

GARCIA-ZAMORA, Sebastian et al. Arrhythmias and electrocardiographic findings in Coronavirus disease 2019: A systematic review and meta-analysis. **Pacing and Clinical Electrophysiology**, v. 44, n. 6, p. 1062-1074, 2021.

GEORGIOPOULOS, Georgios et al. Prognostic impact of late gadolinium enhancement by cardiovascular magnetic resonance in myocarditis: a systematic review and meta-analysis. **Circulation: Cardiovascular Imaging**, v. 14, n. 1, p. e011492, 2021

GUAN, Wei-jie et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. **New England journal of medicine**, v. 382, n. 18, p. 1708-1720, 2020.

HAN, Yuchi et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) guidance for the practice of cardiovascular magnetic resonance during the COVID-19 pandemic. **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, v. 22, n. 1, p. 1-7, 2020.

HOWLETT, Jonathan G. et al. Diretrizes da Conferência de Consenso da Sociedade Cardiovascular Canadense sobre insuficiência cardíaca, atualização 2009: diagnóstico e tratamento da insuficiência cardíaca do lado direito, miocardite, terapia com dispositivos e importantes ensaios clínicos recentes. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 25, n. 2, pág. 85-105, 2009.

KATO, Shingo et al. Cardiac involvement in coronavirus disease 2019 assessed by cardiac magnetic resonance imaging: a meta-analysis. **Heart and vessels**, p. 1-13, 2022.

KELLE, Sebastian et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) recommended CMR protocols for scanning patients with active or convalescent phase COVID-19 infection. **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, v. 22, n. 1, p. 1-4, 2020.

KOCIOL, Robb D. et al. Recognition and initial management of fulminant myocarditis: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 141, n. 6, p. e69-e92, 2020.

KOEPPEN, Michael; ROSENBERGER, Peter; MAGUNIA, Harry. COVID-19 related cardiovascular comorbidities and complications in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Medicine Insights: Circulatory, Respiratory and Pulmonary Medicine**, v. 15, p. 1179548421992327, 2021.

LEWIS, André JM; BURRAGE, Matthew K.; FERREIRA, Vanessa M. Ressonância magnética cardiovascular para cardiopatias inflamatórias. **Diagnóstico e Terapia Cardiovascular**, v. 10, n. 3, pág. 598, 2020.

LURZ, Philipp et al. Ressonância magnética cardíaca abrangente em pacientes com suspeita de miocardite: o MyoRacer-Trial. **Jornal do Colégio Americano de Cardiologia**, v. 67, n. 15, pág. 1800-1811, 2016.

MARTINS, Jaqueline Dantas Neres et al. As implicações da COVID-19 no sistema cardiovascular: prognóstico e intercorrências. **Journal of Health &**

Biological Sciences, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2020.

MAŁEK, Łukasz A. et al. Ressonância magnética cardiovascular com mapeamento paramétrico em corredores de ultramaratona de longa duração. **Jornal Europeu de Radiologia** , v. 117, p. 89-94, 2019.

MOMTAZMANESH, Sara et al. Cardiovascular disease in COVID-19: a systematic review and meta-analysis of 10,898 patients and proposal of a triage risk stratification tool. **The Egyptian Heart Journal**, v. 72, n. 1, p. 1-17, 2020.

PETERSEN, Steffen E et al. Ressonância Magnética Cardiovascular para Pacientes com COVID-19. **JACC. Imagens Cardiovasculares** v. 15,4., 2022.

PRIYADARSHNI, Shivani et al. COVID-19 Infection and Incidence of Myocarditis: A Multi-Site Population-Based Propensity Score-Matched Analysis. **Cureus**, v. 14, n. 2, 2022.

PUNTMANN, Valentina O. et al. Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). **JAMA cardiology**, v. 5, n. 11, p. 1265-1273, 2020.

RAJPAL, Saurabh et al. Achados de ressonância magnética cardiovascular em atletas competitivos em recuperação da infecção por COVID-19. **JAMA cardiologia** , v. 6, n. 1, pág. 116-118, 2021.

SALAMANCA, Jorge et al. COVID-19 “fulminant myocarditis” successfully treated with temporary mechanical circulatory support. **Cardiovascular Imaging**, v. 13, n. 11, p. 2457-2459, 2020.

SHI, Shaobo et al. Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China. **JAMA cardiology**, v. 5, n. 7, p. 802-810, 2020.

SKULSTAD, Helge et al. COVID-19 pandemic and cardiac imaging: EACVI recommendations on precautions, indications, prioritization, and protection for

patients and healthcare personnel. **European Heart Journal-Cardiovascular Imaging**, v. 21, n. 6, p. 592-598, 2020.

THYGESEN, Kristian et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). **Journal of the American College of Cardiology**, v. 72, n. 18, p. 2231-2264, 2018.

WANG, Hui et al. Cardiac involvement in COVID-19 patients: mid-term follow up by cardiovascular magnetic resonance. **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2021.

ZHENG, Ying-Ying et al. COVID-19 and the cardiovascular system. **Nature reviews cardiology**, v. 17, n. 5, p. 259-260, 2020.