

MÉTODOS DE IMAGEM NA ÁREA CARDIOVASCULAR

ARANTES, Layra Magalhães ¹;
RODRIGUES, Carlos Vítor Braga ².

¹Discente do curso de Biomedicina da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS - VARGINHA - MG). Orcid: 0000-0002-6422-2783

²Docente do Curso de Biomedicina da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS - VARGINHA - MG). Orcid: 0000-0003-2188-504X

RESUMO

As doenças cardiovasculares são a maior causa de morte no mundo, onde o maior percentual está relacionado com a doença isquêmica do coração. A ocorrência no número de casos de doenças cardiovasculares comprova a importância que possui as técnicas de diagnóstico por imagem. Com propósito de descrever esses métodos envolvidos na investigação de doenças cardiovasculares e diferenciar as diversas técnicas disponíveis. O presente estudo consistiu em elaborar uma revisão da literatura. A pesquisa foi efetuada com base em revisões bibliográficas, utilizando as plataformas, Google Acadêmico, PubMed e SciELO, usando artigos científicos da língua Portuguesa e língua Inglesa. Foram levantados 42 artigos científicos, dos quais 12% abordaram sobre taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares, 14% doença arterial coronariana, 7% relataram sobre a isquemia do miocárdio, 7% infarto do miocárdio, 12% viabilidade cardíaca e a descrição dos métodos de imagem não invasivos sendo, 24% angiotomografia, 33% cintilografia do miocárdio e 24% ressonância magnética cardíaca. De acordo com o presente estudo, dentre os métodos mais utilizados, podemos ressaltar a angiotomografia coronariana para verificação da anatomia das artérias coronárias, a cintilografia miocárdica, para o mapeamento da perfusão do miocárdio, e a ressonância magnética cardíaca, sendo a técnica de realce tardio uma referência para o estudo da viabilidade de miócitos. Desta forma, notável a importância dos métodos de imagem não invasivos, para um melhor diagnóstico e prognóstico, podendo ser minimizado ao paciente exposições a exames desnecessários, deste que seja considerado a característica de cada método, para uma melhor decisão de qual estudo deve ser realizado.

PALAVRAS-CHAVE

Doença arterial coronariana; Infarto do miocárdio; Miocárdio hibernante; Angiotomografia de coronárias; Cintilografia miocárdica; Ressonância magnética cardíaca.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases are the leading cause of death in the world, where the highest percentage is related to ischemic heart disease. The occurrence in

the number of cases of cardiovascular diseases proves the importance of diagnostic imaging techniques. With the purpose of describing these methods involved in the investigation of cardiovascular diseases and differentiating the different techniques available. The present study consisted of preparing a literature review. The research was carried out based on bibliographic reviews, using the platforms, Google Scholar, PubMed and SciELO, using scientific articles in Portuguese and English. A total of 42 scientific articles were collected, of which 12% addressed mortality rates from cardiovascular diseases, 14% coronary artery disease, 7% reported myocardial ischemia, 7% myocardial infarction, 12% cardiac viability and the description of methods of non-invasive imaging, 24% angiotomography, 33% myocardial scintigraphy and 24% cardiac magnetic resonance. According to the present study, among the most used methods, we can highlight coronary tomography angiography to verify the anatomy of the coronary arteries, myocardial scintigraphy, for mapping myocardial perfusion, and cardiac magnetic resonance, which is the late enhancement technique a reference for the study of myocyte viability. In this way, the importance of non-invasive imaging methods is remarkable, for a better diagnosis and prognosis, and exposure to unnecessary exams can be minimized to the patient, as long as the characteristic of each method is considered, for a better decision on which study should be performed.

KEYWORDS

Coronary artery disease; Myocardial infarction; Hibernating myocardium; Coronary angiotomography; Myocardial scintigraphy; Cardiac magnetic resonance.

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são um dos principais problemas de saúde no mundo, liderando os índices de mortalidade. O maior percentual está relacionado com a doença isquêmica do coração, e no Brasil a situação não é diferente [1]. Visto que, as DCV são responsáveis por pelo menos 20% das mortes na população brasileira, com idade superior a 30 anos. Nas regiões Sul e Sudeste do país a taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares registram as maiores proporções em comparação com outras regiões [2].

A doença arterial coronariana (DAC) tem como característica a insuficiência do aporte sanguíneo ao tecido cardíaco, por meio das artérias coronárias. A obstrução do fluxo sanguíneo, decorrente de placas ateroscleróticas, levam ao estreitamento dos vasos e, conseqüentemente, a redução do fluxo sanguíneo e progressiva diminuição da chegada de oxigênio ao músculo cardíaco [3].

O desenvolvimento da DAC está relacionado com diversos fatores de risco conhecidos, alguns de origem genética e vários comportamentais. O estilo de vida é crucial na prevenção ou surgimento da DAC, as alterações desencadeadas estão diretamente relacionadas à disfunção endotelial [4].

O diagnóstico da DAC é baseado na presença dos fatores de risco, na história clínica do paciente e utilizando alguns métodos investigativos como, o eletrocardiograma, teste de esforço, métodos de imagem e a cineangiocoronariografia, que é o exame padrão-ouro para o diagnóstico da DAC [5].

A imagem cardíaca não-invasiva tem sido essencial para o diagnóstico e manejo destes pacientes com presença da DAC. Os exames mais usados frequentemente no diagnóstico da doença isquêmica do coração são, a tomografia computadorizada cardíaca, a ressonância magnética cardíaca e a cintilografia de perfusão miocárdica [6].

A ocorrência de casos relacionados às DCV reforça a importância que as técnicas de diagnóstico por imagem possuem neste cenário, bem como, dos profissionais envolvidos com a realização das mesmas, onde podemos destacar os biomédicos. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo descrever os métodos de diagnóstico por imagem envolvidos na investigação de doenças cardiovasculares e diferenciar as diversas técnicas disponíveis para investigar algumas doenças que acometem o tecido cardíaco [6].

2 METODOLOGIA

Com propósito de descrever os métodos de diagnóstico por imagem envolvidos na investigação de doenças cardiovasculares e diferenciar as diversas técnicas disponíveis, esse estudo aplicou os meios de revisão da literatura. A pesquisa foi efetuada com base em revisões bibliográficas, usando as plataformas, Google Acadêmico, PubMed e SciELO.

Foram utilizados artigos científicos da língua Portuguesa e língua Inglesa. Foram levantados 42 artigos científicos. O critério de inclusão foram artigos com temas dos métodos de diagnóstico por imagem na área cardiovascular. O critério de exclusão foram artigos de assuntos já mencionados no texto. E para realizar as buscas foram usados os seguintes descritores: Coração, doenças cardiovasculares, doença arterial coronariana, isquemia, infarto, miocárdio hibernante, métodos de imagem, angiogramografia, cintilografia cardíaca e ressonância magnética cardíaca.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente revisão bibliográfica foram levantados 42 artigos científicos, da língua portuguesa e língua inglesa, dos quais 12% abordaram sobre taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares, 14% doença arterial coronariana, 7% relataram sobre a isquemia do miocárdio, 7% infarto do miocárdio, 12% viabilidade cardíaca e a descrição dos métodos de imagem não invasivos sendo, 24% angiogramografia, 33% cintilografia do miocárdio e 24% ressonância magnética cardíaca, que são essenciais para o diagnóstico e condução dos pacientes que apresentam doenças que acometem o tecido cardíaco.

De acordo com o levantamento bibliográfico realizado, foi notado que a maior parte dos artigos publicados, descrevem sobre as doenças cardiovasculares e sua alta incidência nos índices de mortalidade, mostrando então a grande relevância de pesquisas sobre o assunto. Dessa forma, o presente estudo relatou o uso de diferentes métodos de diagnóstico por imagem, afim de investigar as doenças cardiovasculares, como, angiogramografia, cintilografia cardíaca e ressonância magnética cardíaca.

As doenças cardiovasculares (DCV) possuem a maior prevalência nas taxas de mortalidade. Segundo a OMS (2018), a doença isquêmica do coração e o acidente vascular cerebral são as maiores causas de morte no mundo, responsáveis por um total de 15,2 milhões de mortes em 2016. Sendo essas doenças permanecidas como as principais causas de morte nos últimos 15 anos [7].

Conforme o estudo de Pagan e colaboradores (2017), foi demonstrado que as tendências de mortalidade por doenças cardiovasculares estiveram notavelmente mais altas na América Latina do que na América do Norte. Os menores índices de DCV em mulheres foi no Canadá (12,9/ 100.000) e as maiores taxas de DCV em homens nas Américas foi justamente no Brasil (51,6/ 100.000). A prevalência destes dados é um fato significativo, que comprova a importância de estudos sobre a doença arterial coronariana (DAC) no nosso país [8].

A DAC é uma doença que tem como característica a privação de aporte sanguíneo ao coração, por meio das artérias coronárias. É a causa de um grande número de mortes e também de internações hospitalares. Sendo diretamente relacionada à obstrução do fluxo sanguíneo, decorrente de placas ateroscleróticas, resultando então na diminuição da chegada de oxigênio ao tecido cardíaco [9].

A redução da demanda de oxigênio às células, por diminuição da perfusão sanguínea, leva então a uma isquemia e conseqüentemente pode conduzir a um infarto do miocárdio [10]. E não só a constatação do infarto é fundamental, mas também é significativo analisar a extensão do infarto, que pode levar conseqüentemente a uma pesquisa de viabilidade do miocárdio, ou seja, a detecção do miocárdio hibernante [11].

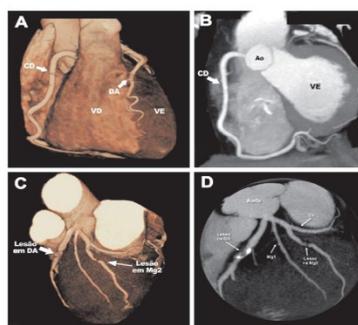
O miocárdio hibernante, é o músculo cardíaco vivo, mas que manifesta uma baixa funcionalidade. Podendo ser parcial ou completamente corrigido se a disposição de oxigênio do miocárdio for normalizada. Portanto, são áreas com a presença de células viáveis um grande potencial para uma reversibilidade do caso [12].

Os métodos de imagem são essenciais, para o diagnóstico e condução de pacientes com a doença arterial coronariana. A análise da anatomia e da aterosclerose, era antes apenas praticado através de exames invasivos, como a cineangiocoronariografia, que é o exame padrão-ouro para o diagnóstico da DAC. No entanto, hoje em dia pode ser obtida de forma não-invasiva e com ótima acurácia, sendo capaz de avaliar a presença de obstrução, se há isquemia do miocárdio e se existe miocárdio hibernante, por meio dos métodos como, a angiotomografia, cintilografia cardíaca e ressonância magnética cardíaca [13].

Mediante a isso, é aconselhado que se faça uma análise prévia do paciente, afim de identificar o grau de probabilidade de DAC, isso com base no histórico clínico, exames e testes básicos como o eletrocardiograma (ECG), para que em seguida seja tomada a decisão do método de investigação. Em pacientes com grande possibilidade de DAC, não é necessária a utilização de métodos não invasivos, sendo realizada então a cineangiocoronariografia, para decisão da conduta e/ou tratamento do paciente. De outra forma, aqueles que apresentam baixo risco ou risco intermediário para DAC, os métodos de imagem não invasivos são de grande importância, sendo o papel da imagem essencial na estratificação de risco e manejo do paciente, descartando e ou elegendo aqueles que eventualmente se beneficiarão do cateterismo e/ou revascularização do miocárdio [14].

A angiotomografia coronariana proporciona uma verificação aprofundada da anatomia das artérias coronárias, facilitando visualizar não apenas o lúmen, mas também as paredes arteriais coronarianas. Apresenta excelente precisão para detectar e, principalmente, excluir a presença de lesões obstrutivas significativas de DAC. Dessa forma, permite não apenas identificar as lesões que estejam causando obstrução do lúmen dos vasos, mas também caracterizar as placas ateroscleróticas de uma forma geral, sendo obstrutivas ou não-obstrutivas. Portanto, esse método possui a capacidade de proporcionar informações prognósticas que são incrementais aos fatores de risco comuns da doença arterial coronariana (Figura 1) [15].

Figura 1 - Angiotomografia coronariana



Fonte: scielo.br

No estudo SCOT-HEART foi demonstrado que a angiotomografia coronariana é um método diagnóstico fundamental, utilizado em pacientes com sintomas de angina pectoris correspondente a doença arterial coronariana, pois conduz a maior entendimento da doença, a tratamentos mais pertinentes, levando então a melhores desfechos da doença cardíaca coronariana [16].

É demonstrado em alguns estudos [17], que a angiotomografia coronariana conseguiu eliminar parte da quantidade de pacientes para serem submetidos a uma etapa invasiva e também mostra ser uma ferramenta importante para realizar a triagem de pacientes que não apresentam doença aterosclerótica, mas possuem fatores de risco para DAC [17].

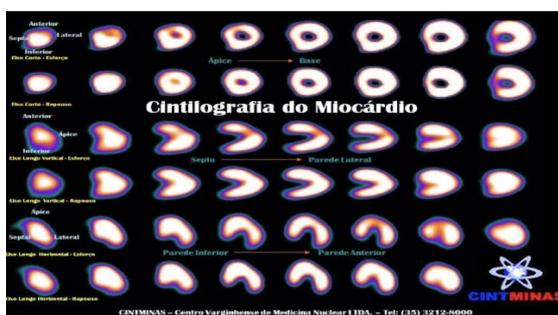
A aterosclerose é um dos motivos mais comuns para doença isquêmica do coração, no entanto existem outras causas de isquemias recorrentes como, a ponte miocárdica, que é uma anomalia congênita de grande predominância, envolvendo a circulação coronariana. Na maior parte dos pacientes, as pontes miocárdicas não contêm sintomas, quando apresentam, pode provocar angina de peito, e conseqüentemente um infarto agudo do miocárdio [18].

A angiotomografia das artérias coronárias é um método de diagnóstico usado na análise da ponte miocárdica, sendo uma técnica útil na localização e definição da morfologia, possuindo também alta resolução [19]. A imagem não invasiva realizada pela angiotomografia coronariana (ATC), teve grandes avanços nos últimos tempos, e segue progredindo em relação as modalidades de imagem, além do diagnóstico adequado da aterosclerose coronariana, o avanço da ATC facilitou a caracterização não invasiva da morfologia da placa, a capacidade de visualização da parede do vaso, fornecendo a identificação de características de risco. O que simboliza um compromisso para o futuro da tecnologia em relação a estratificação de risco, orientação e seleção de tratamentos mais adequados para o paciente, tendo em vista diminuir ocorrências cardíacas consecutivas [20].

A cintilografia de perfusão miocárdica (CPM) é uma técnica de imagem que faz parte do manejo da DAC e está incluída em diversas diretrizes profissionais. É utilizada no diagnóstico da doença coronariana, prognóstico, seleção para outras intervenções, como

a revascularização e avaliação de síndromes coronarianas agudas (Figura 2) [21].

Figura 2 - Cintilografia do miocárdio



Fonte: Arquivo pessoal Prof. Ms. Carlos Vitor Braga Rodrigues

As imagens cardíacas feitas através da cintilografia podem ser obtidas de forma paralela com eletrocardiograma do paciente, permitindo a análise da função ventricular de forma adicional e em conjunto à análise da perfusão miocárdica. Os principais radionuclídeos disponíveis para realizar as imagens do miocárdio incluem, o Tálcio-201 e também os radiofármacos marcados com tecnécio, entre eles, especialmente o 99mTc-sestamibi, o 99mTc-Tetrofosmin e o Flúor-18 marcado com o FDG. Assim, tálcio-201, tecnécio-99m e Flúor-18 são os radionuclídeos utilizados para realização do exame de perfusão de cintilografia do miocárdio [22].

A cintilografia cardíaca possui um papel muito bem estabelecido na avaliação funcional, para realizar diagnóstico e o prognóstico dos pacientes com suspeita ou com DAC estabelecida. Possui a capacidade de avaliar a funcionalidade das artérias coronárias, a avaliação de pacientes com angina estável, o auxílio de decisão terapêutica, a avaliação da eficácia de intervenções terapêuticas, o risco após o infarto e também a avaliação da repercussão isquêmica do miocárdio [23].

Os pacientes que apresentam sintomas sugestivos de uma síndrome coronariana aguda (SCA), passam por um processo de triagem, com protocolos de avaliação laboratorial e clínica, como o ECG. No entanto, existem pacientes que não apresentam variações eletrocardiográficas no momento da admissão, e de início pode não ser identificado uma possível lesão

coronariana. Portanto, associados a essa estratégia, são empregados métodos para auxiliar o diagnóstico e estabelecer o prognóstico desses pacientes, como o método da cintilografia de perfusão miocárdica [24].

A imagem de perfusão do miocárdio possui grande sensibilidade para a identificação de infarto agudo do miocárdio (IAM). Estratégias de diagnóstico que usam a imagem de perfusão do miocárdio para avaliar sintomas sugestivos de IAM, como, dor aguda do peito, apresentam melhoras significativas na triagem desses pacientes, possibilitando uma estratificação de risco, reduzindo o número de altas indevidas e diminuindo internações desnecessárias [25].

A cintilografia cardíaca também é capaz de detectar o miocárdio hibernante, que é identificado em pacientes que apresentam estenose das coronárias de forma severa, e também após o infarto agudo do miocárdio. A resposta clínica é necessária para a cirurgia de revascularização do miocárdio, permitida devido à melhora funcional do miocárdio viável, assim sendo considerável o seu reconhecimento em pacientes infartados [26].

Na cintilografia cardíaca, o Tálcio-201 é no instante o radiofármaco mais usado para a avaliação do miocárdio hibernante, tem disposição similar com a do potássio e acumula-se nas células do miocárdio de modo proporcional ao fluxo coronariano, diferentemente do ^{99m}Tc -sestamibi que necessita do miócito estar gerando energia para fixar-se nas mitocôndrias dos mesmos. As imagens devem ser obtidas nas fases de estresse, redistribuição convencional e redistribuição convencional tardia. A disposição é determinada pela perfusão regional cardíaca e a captação é dependente da viabilidade celular [27].

As imprecisões de obtenção nas imagens imediatas de estresse apontam áreas de miocárdio inapropriadamente perfundido. Se na redistribuição convencional as áreas mostrarem uma elevação na captação, revelam que existe perfusão na condição basal e que o miocárdio é viável. Nas imagens de redistribuição as áreas sem alta de captação, são consideradas fibroses ou situações irreversíveis. E se após a redistribuição convencional não tiver uma melhora na perfusão, existe a possibilidade de estar acontecendo uma subestimação das áreas de células viáveis, portanto é feita a segunda redistribuição

tardia, podendo então aumentar a identificação da isquemia do miocárdio e das células viáveis [28].

A Ressonância Magnética Cardíaca (RMC) além de detectar o infarto do miocárdio, com ótima qualidade nas imagens e grande resolução espacial, possui diversas técnicas para identificar a viabilidade do miocárdio como a técnica do realce tardio, que é hoje em dia, um padrão de referência para este propósito. Sendo a definição do músculo cardíaco com ou sem viabilidade de grande importância na condução de um paciente com disfunção no coração (Figura 3) [29].

Figura 3 - Ressonância magnética cardíaca



Fonte: sciencedirect.com

Apesar da existência das diferentes técnicas empregadas para a avaliação da viabilidade miocárdica, a mais frequentemente usada é o estudo do realce tardio miocárdico. Sendo um método de alta acurácia e que confere grande capacidade diagnóstica e prognóstica para os pacientes [30].

Os estudos do realce tardio do miocárdio empregando técnicas de ressonância magnética ponderadas em T1 têm sido descritas na literatura já na metade dos anos 80. A técnica se fundamenta no fato de que os tecidos infartados ou com acréscimo de espaço extracelular acumulam o contraste gadolínio, eles apresentam hipersinal, por conta do acúmulo da substância, ocorrendo especialmente nas imagens obtidas após 10 minutos da administração do meio de contraste. Já o músculo normal, é representado pelos tons de cinza com branco, sendo anulado e realçando o músculo infartado que se sobrepõem a essas cores [31].

A aquisição das imagens de realce tardio é simples e não necessita de fase de estresse. É feita a punção venosa periférica para administrar o meio de contraste gadolínio. Após a realização das imagens localizadoras, é realizado o estudo funcional de todo miocárdio e de forma segmentar do ventrículo direito e esquerdo. É feita a infusão do gadolínio, em torno

de 10 minutos, e inicia-se a aquisição das imagens da viabilidade, ou seja, realce tardio, nos planos de acordo com a técnica empregada. Cada aquisição do realce tardio requer cerca de 10 segundos e uma apneia e o exame total demora em média 30 minutos [32].

Esta técnica é atualmente muito empregada e envolvida em todos os protocolos de exames cardíacos por ressonância magnética. Desse modo, é proporcionado a realização de imagens com grande qualidade, de infartos crônicos ou agudos, constatando um aumento na correlação com estudos histopatológicos e excelente capacidade na detecção da viabilidade do miocárdio hibernante [33].

A identificação precoce da deficiência do aporte sanguíneo ao músculo cardíaco, do infarto agudo do miocárdio e a detecção de células viáveis pode ter grandes implicações prognósticas para o paciente. O papel das modalidades de imagem não invasivas, como a angiotomografia, cintilografia do miocárdio e ressonância magnética cardíaca, são imprescindíveis desde que seja seguido as indicações para cada caso [34].

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados é notável a importância dos métodos de imagem não invasivos, para um melhor diagnóstico e prognóstico dos pacientes na DAC. A escolha do médico na utilização correta de cada técnica pode minimizar ao paciente exposições a exames desnecessários, diminuindo o contato com a radiação e reduzindo custos. Desde que seja considerado as características de cada método e a indicação clínica do paciente, levando então a uma melhor decisão de qual estudo deve ser realizado. A angiotomografia coronariana é um exame de grande precisão na avaliação da anatomia das artérias coronárias. A cintilografia possui a capacidade de caracterizar da melhor forma a perfusão miocárdica e possíveis anormalidades do tecido cardíaco, e a ressonância magnética cardíaca, utilizando a técnica de realce tardio é um padrão de referência para o estudo da viabilidade de miócitos. Além disso, devemos destacar que é fundamental o conhecimento e capacitação dos profissionais envolvidos com a realização destes exames, pois o estudo sobre as doenças e os métodos utilizados, podem direcionar na realização do exame da melhor forma possível.

Com destaque aos biomédicos, que podem atuar nos diversos segmentos da área de imagenologia.

REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira GMM DE, Brant LCC, Polanczyk CA, et al. Estatística Cardiovascular – Brasil. Arq Bras Cardiol. 2020; (115): 308–439.
- [2] Mansur A DE P, Favarato D. Trends in mortality rate from cardiovascular disease in Brazil, 1980-2012. Arq Bras Cardiol. 2016; (107): 20–25.
- [3] De Pinho RA, De Araújo MC, De Ghisi GLM, et al. Doença arterial coronariana, exercício físico e estresse oxidativo. Arq Bras Cardiol. 2010; (94): 549–555.
- [4] Herrmann J, Lerman A. The endothelium: Dysfunction and beyond. J Nucl Cardiol. 2001; (8): 197–206.
- [5] Assunção FB, De Oliveira DCL, Souza VF, et al. Ressonância magnética cardíaca e tomografia computadorizada na cardiomiopatia isquêmica: Atualidades. Radiol Bras. 2016; (49): 26–34.
- [6] Berman DS, Hachamovitch R, Shaw LJ, et al. Roles of nuclear cardiology, cardiac computed tomography, and cardiac magnetic resonance: Assessment of patients with suspected coronary artery disease. J Nucl Med. 2006; (47): 74–82.
- [7] OMS. The top 10 causes of death. World Health Organization, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (2018, accessed 5 September 2020).
- [8] Pagan E, Chatenoud L, Rodriguez T, et al. Comparison of Trends in Mortality from Coronary Heart and Cerebrovascular Diseases in North and South America: 1980 to 2013. Am J Cardiol. 2017; (119): 862–871.
- [9] Ding L, Sun L, Wang F, et al. Clinical significance of platelet volume and other platelet parameters in acute myocardial infarction and stable coronary artery disease. Arq Bras Cardiol. 2019; (112): 715–719.
- [10] Auler Jr JO. Artigo de Revisão Isquemia Miocárdica Transoperatória. Rev Bras Anest. 1988; (38): 205–214.



- [11] Souto ALM, Souto RM, Teixeira ICR, et al. Myocardial viability on cardiac magnetic resonance. *Arq Bras Cardiol.* 2017; (108): 458–468.
- [12] Spósito AC, Chagas ACP, Da Luz PL. O miocárdio hibernado e o seu reconhecimento. *Rev Assoc Med Bras.* 1997; (43): 154–162.
- [13] Azevedo CF, Rochitte CE, Lima JA. Coronary artery calcium score and coronary computed tomographic angiography for cardiovascular risk stratification. *Arq Bras Cardiol.* 2012; (98): 559–568.
- [14] Mordi IR, Badae AA, John Irving R, et al. Efficacy of noninvasive cardiac imaging tests in diagnosis and management of stable coronary artery disease. *Vasc Health Risk Manag.* 2017; (13): 427–437.
- [15] Eckert J, Schmidt M, Magedanz A, et al. Coronary CT angiography in managing atherosclerosis. *Int J Mol Sci.* 2015; (16): 3740–3756.
- [16] Doris M, Newby DE. Coronary CT Angiography as a Diagnostic and Prognostic Tool: Perspectives from the SCOT-HEART Trial. *Curr Cardiol Rep.* 2016; (18): 1–8.
- [17] Pimentel Filho WA, Bocchi Ea, Neto MMS, et al. Avaliação da acurácia diagnóstica da angiotomografia coronária de múltiplos detectores. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2010; (18): 429–434.
- [18] Dos Santos Ker W, Neves DG, Damas ASAA, et al. Myocardial bridge and angiotomography of the coronary arteries: Perfusion under pharmacological stress. *Arq Bras Cardiol.* 2017; (108): 572–575.
- [19] Barros MVN, Rabelo DR, Siqueira MH, et al. Evaluation of myocardial bridging by coronary computed. *Rev Bras Ecocardiografia e Imagem Cardiovasc.* 2013; (26): 8–15.
- [20] Williams MC, Golay SK, Hunter A, et al. Observer variability in the assessment of CT coronary angiography and coronary artery calcium score: substudy of the Scottish COmputed Tomography of the HEART (SCOT-HEART) trial. *Open Hear.* 2015; 2: 000–234.
- [21] Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, et al. Myocardial perfusion scintigraphy: The evidence - A consensus conference organised by the British Cardiac Society, the British Nuclear Cardiology Society and the British Nuclear Medicine Society, endorsed by the Royal College of Physicians of London and t. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2004; (31): 261–291.
- [22] Toledo JM. Modelos, Simuladores, Dosimetria e Respostas Imunológicas Radioinduzidas em Cintilografia de Perfusão do Miocárdio. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- [23] Smanio PEP, Silva JH, Holtz JV, et al. Cintilografia miocárdica na avaliação de eventos cardíacos em pacientes sem sintomas cardíacos típicos. *Arq Bras Cardiol.* 2015; (105): 112–122.
- [24] De Azevedo JC, Félix RCM, Corrêa PL, et al. Medium term prognostic value of stress myocardial perfusion scintigraphy in a chest pain unit. *Arq Bras Cardiol.* 2007; (88): 602–610.
- [25] Abbott BG, Jain D. Impact of myocardial perfusion imaging on clinical management and the utilization of hospital resources in suspected acute coronary syndromes. *Nucl Med Commun.* 2003; (24): 1061–1069.
- [26] Fernandes H, Sousa A, Campos J, et al. Avaliação da viabilidade miocárdica. *Acta Med Port.* 2011; (24): 989–994.
- [27] Cristina S, Brandão S. Comparação de Dados Cintilográficos entre a Fixação Miocárdica do Sestamibi-Tc99m com a do Tálzio-201 no Estudo do Miocárdio Hibernante Comparação de Dados Cintilográficos entre a Fixação Miocárdica do Sestamibi-Tc99m com a do Tálzio-201 no Estudo do Miocárdio. 2004.
- [28] Chalela WA, Pimentel FF DE O, Uchida AH, et al. Estudo da viabilidade miocárdica através do SPECT-Tálzio-201: redistribuição convencional versus reinjeção. *Arq bras cardiol.* 1994; (63): 363–9.
- [29] Ker WDS, Nunes THP, Nacif MS, et al. Practical implications of myocardial viability studies. *Arq Bras Cardiol.* 2018; (110): 278–288.
- [30] Rochite CE. Ressonância magnética: a palavra final? *RevSocCardiolEstado São Paulo.* 2012; (22): 22–30.

[31] Mcnamara T. Injury Imaging and without. Radiology. 1986; 765–769.

[32] Weinsaft JW, Klem I, Judd RM. MRI for the Assessment of Myocardial Viability. Cardiol Clin. 2007; (25): 35–56.

[33] Arai AE. The cardiac magnetic resonance (CMR) approach to assessing myocardial viability. J Nucl Cardiol. 2011; (18): 1095–1102.

[34] Allahwala UK , Brilakis ES, Kiat H, et al. The indications and utility of adjunctive imaging modalities for chronic total occlusion (CTO