

## USO RACIONAL DOS EXAMES DIAGNÓSTICOS EM CARDIOLOGIA

### RATIONAL USE OF DIAGNOSTIC EXAMS IN CARDIOLOGY

#### RESUMO

Ibraim Masciarelli F Pinto<sup>1</sup>

1. Serviço de Métodos Complementares do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia e Grupo Fleury, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência:  
Serviço de Métodos Complementares  
Instituto Dante Pazzanese de  
Cardiologia. Av Dante Pazzanese, 500,  
CEP 04012-909, São Paulo, SP, Brasil.  
ibraim.pinto@grupofleury.com.br

O cardiologista dispõe hoje de um amplo arsenal de exames diagnósticos, cada um baseado em diferentes princípios físicos e que tentam atender às necessidades da prática clínica. A falta de trabalhos comparativos entre eles em muitos cenários clínicos pode gerar incertezas quanto à real utilidade de cada um e pode levar à subutilização desses exames, mesmo quando eles são indicados, ou a seu emprego indiscriminado e exagerado. A ecocardiografia pode avaliar a função ventricular e a morfologia cardíaca em casos de cardiopatias congênitas, valvopatias e cardiomiopatias. A ressonância pode complementar esse exame e até ser o único método empregado em casos de coarctação da aorta, bem como pode ter grande utilidade na identificação etimológica das cardiomiopatias. Já a medicina nuclear tem seu grande uso na identificação da isquemia miocárdica e a tomografia é fundamental no planejamento do tratamento percutâneo da estenose aórtica, assim como tem sido um exame de grande utilidade em diferentes estágios de doença coronariana. Este artigo tem o objetivo de rever as principais evidências disponíveis em cada condição clínica e apresentar uma sugestão do uso racional e eficaz dos exames de imagem em cardiologia.

**Descritores:** Diagnóstico por imagem; Tomografia computadorizada; Ressonância magnética; Ecocardiografia; Medicina nuclear.

#### ABSTRACT

*The cardiologist today has an extensive arsenal of diagnostic exams, each based on different physical principles, aimed at meeting the demands of clinical practice. The lack of comparative works on these exams in many clinical scenarios may generate uncertainties as to the real usefulness of each one, and can lead to their underuse, even when they are indicated, or to their indiscriminate and exaggerated use. Echocardiography can evaluate ventricular function and cardiac morphology in cases of congenital cardiopathies, valvopathies and cardiomyopathies. Magnetic resonance imaging can complement this exam, and may even be the only method used in cases of coarctation of the aorta. It may also be very useful in the etymological identification of cardiomyopathies. Nuclear medicine, meanwhile, is useful in identifying myocardial ischemia, and tomography is fundamental in the planning of percutaneous treatment of aortic stenosis, as well as having been a very useful exam in different stages of coronary disease. The aim of this article is to review the main evidence available in each clinical condition, and to present a suggestion for rational and effective use of imaging exams in cardiology.*

**Descriptors:** Diagnostic imaging; Computed tomography; Magnetic resonance; Echocardiography; Nuclear medicine.

#### INTRODUÇÃO

A tecnologia influenciou diversas áreas do conhecimento humano e a medicina não é exceção. Graças às modernas técnicas de computação, exames diagnósticos são cada vez mais rápidos e precisos, geram pouco desconforto aos pacientes e são cada vez mais disponíveis. Contudo, a facilidade de solicitação não torna obrigatória a realização dos exames em todos os pacientes, pois isto pode gerar gastos

desnecessários e desperdício de tempo, além de provocar lotação dos serviços diagnósticos, um problema que é mais acentuado na rede pública. Além de tal atitude não ter base racional, ela pode impedir o acesso aos procedimentos diagnósticos, no momento oportuno, de pacientes que realmente se beneficiariam de tais técnicas. Finalmente, exames complementares devem ser vistos como ferramentas de auxílio à decisão clínica e ao planejamento terapêutico, não

devem ser empregados na esperança de substituir anamnese pormenorizada, nem o exame clínico cuidadoso. O objetivo deste artigo é discutir as potenciais aplicações dos diferentes exames nas diferentes cardiopatias, com a intenção de auxiliar a prática clínica do cardiologista.

## CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

Nos pacientes que apresentam defeitos congênitos há a necessidade de se aplicar exames que nos permitam realizar todo o diagnóstico anatômico das malformações, uma vez que é o conhecimento da anatomia cardíaca que ditará a melhor conduta para cada caso. A radiografia de tórax e o eletrocardiograma não podem ser desprezados, pois quando interpretados com a devida atenção eles fornecem dados importantes no esclarecimento diagnóstico, mas podem ser insuficientes necessitando com frequência da complementação por propedêutica armada. A Doppler-ecocardiografia, na prática, logra responder a maior parte das dúvidas clínicas e também fornece as informações necessárias para o planejamento do tratamento. Em especial, no que se refere aos defeitos intracardíacos e dos planos valvares, a resolução temporal deste exame possibilita a análise das diferentes estruturas e atende às necessidades médicas. A utilidade da ecocardiografia, na atualidade, vem crescendo já no período de vida intrauterino. A despeito do fato de que, nesta fase da vida, o exame apresenta sensibilidade moderada e especificidade elevada, a *performance* do exame é melhor em cardiopatias mais graves, o que tem feito deste exame um elemento fundamental para a realização de procedimentos terapêuticos intra-uterinos e na fase precoce da vida neonatal. Em etapa tão precoce da vida, a tomografia apresenta sérias limitações relacionadas à necessidade do emprego de radiação ionizante e do meio de contraste iodado. A ressonância, por sua vez, pode, em centros especializados e nas mãos de observadores experientes, auxiliar na avaliação de defeitos vasculares, particularmente quando eles comprometem a aorta.<sup>1,2</sup>

Após o nascimento, por sua vez, a ecocardiografia permanece como o exame diagnóstico de eleição para complementar o exame clínico inicial e tem indicação de nível I em elevado número de doenças cardíacas congênitas.<sup>3,4</sup> Já a maior contribuição da ressonância magnética pode ser vista em situações específicas, tais como quando há dúvidas ao ecocardiograma ou quando existem exames ecocardiográficos conflitantes, quando se deseja avaliar a aorta, sem necessidade de expor o paciente à radiação e se existe interesse na determinação de fibrose miocárdica.<sup>4</sup> Isto pode acontecer quando há disfunção contrátil de algumas das cavidades ventriculares, sem que tenha uma outra causa clara e objetiva para a queda do desempenho miocárdico. Em tais situações o uso da ressonância traz benefícios que superam os custos.<sup>4</sup>

A Tabela 1 traz um resumo das potenciais contribuições clínicas dos exames diagnósticos nos portadores de cardiopatias congênitas.

## FUNÇÃO VENTRICULAR E CARDIOMIOPATIAS

A avaliação da função ventricular esquerda é vital para estabelecer o prognóstico e definir o tratamento em numerosas condições clínicas. A radiografia de tórax tem pouca utilidade

Tabela 1. Principais usos práticos dos exames diagnósticos em pacientes com cardiopatias congênitas.<sup>3,4, 22</sup>

Tipo de Exame	Uso mais habitual
Ecocardiograma	Método inicial para avaliação anatômica e funcional
Ressonância magnética	Coartação da aorta
	Dúvidas na avaliação funcional ou anatômica pelo ecocardiograma
	Avaliação do ventrículo direito
	Avaliação pós-operatória de cardiopatias congênitas complexas
	Avaliação pós-operatória que envolvam a aorta ou a artéria pulmonar e seus ramos
Tomografia	Complementação diagnóstica em adultos
	Avaliação da circulação pulmonar
	Complementação de investigação anatômica em cardiopatias complexas com dúvidas à ecocardiografia

e sua maior contribuição se dá no sentido de determinar causas não cardíacas para sintomas de dispnéia e fadiga. O eletrocardiograma, se alterado, pode auxiliar a definir a presença e o tipo de cardiopatia associada aos sintomas do paciente, mas sua especificidade é baixa. Por outro lado, a confirmação da alteração da contratilidade ventricular, a análise da função diastólica a avaliação da presença de defeitos contráteis e da sincronia de contração, tornam a realização de exames de imagem essenciais nestes pacientes. A ecocardiografia é o exame mais amplamente disponível e o mais utilizado para este fim, por fornecer dados sobre a morfologia das cavidades cardíacas, os volumes ventriculares, espessura miocárdica, função sistólica e função diastólica de ambos os ventrículos, bem como informa sobre a circulação pulmonar e a presença de defeitos valvares.<sup>5</sup>

Habitualmente, realiza-se a ecocardiografia transtorácica, com avaliação dos itens descritos no parágrafo anterior, mas parâmetros mais recentemente introduzidos, com a medida da deformação ventricular (*strain* e *strain rate*) tem mostrado eficiência em especial na determinação de disfunção ventricular em fases precoces ou até subclínicas. Uma informação fundamental a ser obtida por esta técnica é a análise dos diferentes parâmetros de função diastólica. A ecocardiografia é atualmente o exame que melhor atinge este objetivo, mas é importante ressaltar o fato de que nenhum parâmetro isolado da análise da função ventricular basta. Isto é, há necessidade de se aferir todos os índices que revelam a condição desta fase do ciclo cardíaco para caracterizá-lo como normal ou alterado. Já condições nas quais o exame inicial pode não ter sido de excelência, a complementação do estudo com técnicas tridimensionais podem auxiliar de modo relevante, em particular quando se procede à quantificação de volumes ventriculares. Já a modalidade transesofágica fica reservada para casos em que é necessária a avaliação mais pormenorizada das valvas mitral e aórtica e, principalmente, quando se busca identificar a presença ou ausência de trombos atriais.<sup>5</sup>

A ressonância magnética por sua vez, pode complementar a ecocardiografia em casos selecionados. O exame é

considerado o padrão ouro para a determinação dos volumes e da função contrátil do ventrículo esquerdo e, exatamente por esta razão pode ser empregado para avaliar pacientes cujo quadro não foi totalmente esclarecido pela ecocardiografia.<sup>4,5</sup> Por outro lado, é possível que a principal contribuição da ressonância se dê na pesquisa de fibrose miocárdica. Com o uso do meio de contraste específico, gadolínio, um metal paramagnético, esse exame tem grande sensibilidade na pesquisa e na determinação de fibrose miocárdica um parâmetro de valor diagnóstico e prognóstico. Quando há necrose ou fibrose miocárdica, o gadolínio é eliminado mais lentamente das áreas afetadas do que nas regiões normais, de modo que entre 10 a 20 minutos após sua injeção, é possível identificar onde este material encontra-se retido. Esse fenômeno, conhecido como realce tardio, é útil no estabelecimento de diagnósticos diferenciais (Figura 1), pois cardiomiopatias distintas mostram impregnações diferentes mesmo em pacientes com aspectos morfológicos semelhantes no que se refere a espessura miocárdica, volumes ventriculares e contração do coração.<sup>6,7</sup> Essa propriedade pode ser muito útil em pacientes com evolução clínica atípica ou ainda em casos que não respondem do modo adequado ao tratamento habitual e nos quais a definição precisa da etiologia pode permitir a adoção do esquema terapêutico correto e, desta forma, influenciar a evolução destes casos. Uma das situações clínicas em que a avaliação por ressonância se mostra mais útil é na distinção entre cardiomiopatia hipertrofia e coração de atleta, uma situação que muitas vezes representa um desafio clínico.<sup>4,8</sup>

Além do esclarecimento diagnóstico o realce tardio também traz informações prognósticas importantes. Em diversas alterações do miocárdio a presença de áreas extensas de realce tardio indica pior prognóstico, estando associada à maior incidência de morte súbita por arritmia e em outros casos, por insuficiência cardíaca. Exemplos desta aplicação das técnicas de realce são a cardiomiopatia hipertrofica, a sarcoidose e as miocardites.<sup>4,5</sup> Em adição a esta propriedade única de estratificação de risco, em algumas condições, como nos casos de suspeita de inflamação miocárdica, inclusive, a ressonância tem maior poder

de esclarecimento diagnóstico e o comportamento evolutivo do padrão de realce tardio muito informa sobre a expectativa quanto à evolução desta população.<sup>4</sup>

Já a tomografia computadorizada e as técnicas de medicina nuclear podem ser consideradas quando sintomas de insuficiência cardíaca surgem em pacientes nos quais não se pode excluir que a causa seja a presença de doença obstrutiva das artérias coronárias. Em pacientes de perfil de risco alto ou moderado alto para a presença de doença coronária, exames de avaliação da perfusão cardíaca, tais como a cintilografia do miocárdio podem demonstrar a presença de áreas extensas de isquemia, tendo portanto impacto no tratamento, que pode até incluir procedimentos de revascularização miocárdica. Já a tomografia pode ser considerada como a forma principal de investigação quando o perfil do paciente é de risco intermediário ou intermediário-baixo. A tomografia pode, em casos especiais ser empregada para a análise da função ventricular contrátil e para a caracterização miocárdica por meio do realce tardio. Contudo, estas aplicações ficam reservadas para os casos em que há contraindicações ao uso da ressonância, uma vez que a tomografia exige maior exposição à radiação ionizante e utiliza dupla injeção do meio de contraste iodado para tipificar o realce tardio, além de apresentar menor resolução de contraste do que a ressonância magnética.<sup>4,5,8-10</sup>

A Tabela 2 resume as principais indicações dos exames diagnósticos por imagem em pacientes com insuficiência cardíaca em pacientes com insuficiência cardíaca ou com suspeita de cardiomiopatias.

## PERICARDIOPATIAS E TUMORES

A despeito dos excelentes resultados da ecocardiografia na avaliação de pacientes com suspeita clínica de doenças pericárdicas ou de tumores cardíacos, estas situações clínicas correspondem a indicações classe I tanto para ressonância como para tomografia.<sup>4</sup> A tomografia tem melhor desempenho no diagnóstico de pericardites crônicas, com calcificações, enquanto que a ressonância tem melhor desempenho para estimar a natureza de derrames pericárdicos, processos inflamatórios bem como para revelar a localização e auxiliar na determinação do tipo histológico de tumores que afetem o coração ou o pericárdio.

Tabela 2. Principais usos práticos dos exames diagnósticos em pacientes com disfunção ventricular e suspeita de cardiomiopatias.<sup>4,6,7,9,12</sup>

Tipo de Exame	Uso mais habitual
Ecocardiograma	Avaliação inicial da função diastólica, sistólica e da morfologia cardíaca
Ressonância magnética	Dúvidas à avaliação ecocardiográfica
	Ecocardiogramas conflitantes
	Avaliação do ventrículo direito
	Identificação da etiologia (técnica do realce tardio)
Medicina nuclear	Avaliação da função ventricular em casos selecionados
Tomografia	Pesquisa de doença coronária como causa da disfunção contrátil do ventrículo esquerdo

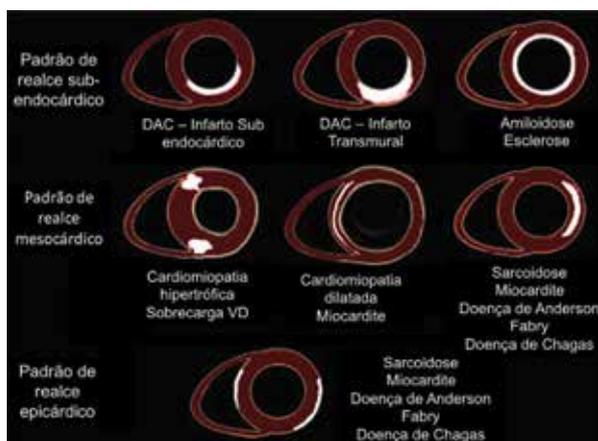


Figura 1. Os diferentes padrões de realce tardio podem ser úteis na realização do diagnóstico diferencial entre cardiomiopatias. Neste esquema as zonas brancas representam as regiões nas quais mais encontram-se padrões de realce na região subendocárdica, mesocárdica e transmural e quais os diagnósticos mais comumente associados a este tipo de imagem.

## VALVOPATIAS

Nos portadores de anormalidades de valvopatias, a avaliação inicial composta de exame clínico, eletrocardiograma e radiografia do tórax tem como complementação preferencial a ecocardiografia. Este exame fornece os dados relativos à presença e a gravidade das alterações anatômicas e funcionais tanto nos casos de estenose, quando também faculta a quantificação dos gradientes transvalvares, como quando existe insuficiência esta técnica possibilita a determinação do volume regurgitante. Outras informações importantes adveem da análise dos volumes ventriculares e da função sistólica e diastólica de ambos os ventrículos, assim como da volumetria atrial esquerda. Estes parâmetros são fundamentais no acompanhamento destes pacientes e podem ser os elementos que indicarão, em muitos casos, a necessidade de intervenção cirúrgica ou percutânea.<sup>11</sup>

Nos últimos anos vem ganhando importância de estimar o aumento do átrio esquerdo preferencialmente pela obtenção da volumetria atrial e não pela medida de diâmetros daquelas cavidades. Este é um índice mais fidedigno da repercussão do defeito mitral e pode ser obtido pela ecocardiografia transtorácica. Por outro lado, caso existam incertezas após a realização deste exame as informações também podem ser obtidas, ou confirmadas, pelo ecocardiograma transesofágico, cujas principais indicações nas valvopatias incluem o esclarecimento de ecocardiogramas transtorácicos de qualidade subótima, o aperfeiçoamento da medida do átrio esquerdo, a pesquisa de trombos intra-atriais, além da avaliação de endocardites e fístulas aorto-cavitárias que podem surgir como complicações desta entidade.<sup>11</sup>

Outros exames têm uso mais restrito nestes pacientes. Casos especiais podem ter a volumetria ventricular obtida pelas técnicas de medicina nuclear. A ressonância, por sua vez pode auxiliar nos casos em que ainda há dúvidas relativas à função ventricular, faculta a estimativa do volume regurgitante, a planimetria direta da área valvar e pode também ser útil na quantificação do volume atrial, mas tem, nos últimos anos, mostrado uma aplicação única no sentido de auxiliar na indicação de intervenção cirúrgica ou percutânea de portadores de insuficiência mitral ou aórtica que, por vezes, podem representar um desafio na prática diária. Essa contribuição advém da aplicação das técnicas de realce tardio que pode mostrar a existência de pequenas áreas de fibrose ventricular, conseqüente ao dano secundário à sobrecarga de volume típica destas entidades. Alguns trabalhos demonstraram que quando há indicação de fibrose por ressonância os pacientes se beneficiam da troca valvar cirúrgica que teria impacto positivo na sobrevida destes casos. Este mesmo tipo de achado pode ser útil diante de estenose aórtica oligossintomática.<sup>4,12</sup>

A tomografia computadorizada, por sua vez, pode ser empregada para duas finalidades. A primeira é a exclusão de doença coronária significativa em pacientes com doenças alvares nos quais não se deseja realizar a cinecoronariografia. O elevado poder preditivo negativo deste exame dá essa possibilidade, com a lembrança de que a confiabilidade do resultado depende da qualidade de imagem que pode ser comprometida, em alguns equipamentos, pela presença de arritmias, em especial da fibrilação atrial, que pode comprometer alguns destes pacientes.<sup>4</sup> Por outro lado, a grande aplicação deste exame para pacientes com valvopatias, se dá nos

portadores de estenose aórtica. A elevada resolução espacial da tomografia faz com que ela seja um exame fundamental para a seleção e o planejamento terapêutico de casos que podem ser tratados por via percutânea. Esse exame tem-se mostrado fundamental, em associação com a ecocardiografia, para a quantificação precisa das dimensões do anel valvar aórtico, da raiz da aorta, para a avaliação da aorta torácica e, de modo muito especial, para a análise pormenorizada e escolha criteriosa da via de acesso. A tomografia oferece a visualização de todas as potenciais vias de acesso ao coração, fazendo com que o procedimento seja mais seguro, leve menos tempo e atinja os melhores resultados possíveis. A boa prática clínica atualmente exige que a tomografia seja feita antes da escolha final por esse tipo de procedimento, a fim de se garantir os melhores resultados.<sup>4,13</sup>

A Tabela 3 resume as principais indicações de cada exame em pacientes com valvopatias.

## DOENÇA ARTERIAL CORONÁRIA

Devido à sua elevada prevalência e importância como causa de morte em todo o mundo, é fundamental que não se negligencie a exploração diagnóstica em pacientes sob risco ou com suspeita clínica de apresentar doença coronária. Por outro lado, o uso indiscriminado de métodos de imagem pode levar a custos injustificados e pode até mesmo criar incertezas clínicas. Devido a isso, é essencial que se escolha a forma correta de investigação na dependência das características do paciente e da fase evolutiva em que se suspeita que a doença se encontre.

## ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO EM PACIENTES ASSINTOMÁTICOS

Uma vez que medidas de mudança de estilo de vida e o tratamento clínico atual podem ser efetivos em diminuir ou retardar a ocorrência de desfechos adversos, há interesse

Tabela 3. Principais usos práticos dos exames diagnósticos em pacientes com valvopatias.<sup>4,11-13</sup>

Tipo de Exame	Uso mais habitual
Ecocardiograma	Identificação do defeito valvar e graduação do defeito
	Avaliação inicial da função diastólica e sistólica
Ressonância magnética	Dúvidas à avaliação ecocardiográfica (em especial da função ventricular)
	Ecocardiogramas conflitantes
Medicina nuclear	Pesquisa de lesão miocárdica (técnica do realce tardio) em pacientes com estenose aórtica
	Pesquisa de lesão miocárdica (técnica do realce tardio) em pacientes com insuficiência aórtica e insuficiência mitral
Tomografia	Avaliação da função ventricular em casos selecionados
	Seleção de pacientes e planejamento do tratamento para tratamento percutâneo de valvopatias (estenose aórtica)

em avaliar pacientes assintomáticos de forma a identificar casos de risco mais elevado e que poderiam se beneficiar do tratamento instituído. O ultrassom de artérias carótida pode ser utilizado para esse fim, uma vez que já se demonstrou que quanto maior a espessura médio-intimal das artérias carótidas, maior a chance de acontecerem eventos cardíacos adversos. Quando há aumento da espessura parietal que coloque o paciente acima do percentil 75, após ajuste para sexo, etnia e idade ou se a parede do vaso medir mais do que 1,0 mm, o exame é considerado anormal e pode ser utilizado para re-estratificar o risco do paciente avaliado. O impacto prognóstico é ainda maior se ao invés de valorizarmos apenas a medida da parede da artéria, buscarmos a presença de placas obstrutivas de qualquer grau. Este achado caracteriza a presença de aterosclerose arterial o que os permite caracterizar como sendo de alto risco. A facilidade de uso associado ao fato do exame não usar radiação e dar informações úteis fazem com que esta seja uma opção para a estratificação de risco em pacientes assintomáticos, que se encontrem na faixa de risco intermediário conforme os escores utilizados para este fim, tais como o escore de Framingham e o escore de risco global.<sup>14-16</sup>

Outro método diagnóstico que permite a revisão do grupo de risco a que o paciente pertence é a medida do escore de cálcio coronário. Esta técnica já é conhecida e aplicada há mais de 20 anos e compreende a aquisição de imagens por tomografia, sem contraste, do coração, com o objetivo de identificar a presença de pontos de calcificação no trajeto das artérias coronárias. Trata-se de modalidade diagnóstica que emprega doses diminutas de radiação ionizante, e que conta com extensa literatura que documenta o seu poder de levar à reclassificação dos pacientes, tendo portanto, influência no manejo clínico dos pacientes.<sup>4</sup> O escore de cálcio, quando comparado a outros fatores de risco para doença coronária mostrou ser preditor independente de eventos e o parâmetro capaz de melhor discriminar os casos de maior risco que poderiam assim ser abordados de forma mais intensa.<sup>17</sup> Quando comparado à pesquisa de aterosclerose nas artérias carótidas, o escore de cálcio coronário mostrou-se um preditor mais forte de eventos adversos cardíacos, enquanto que a avaliação da aterosclerose carotídea teve correlação mais próxima com a incidência de acidentes cerebrovasculares.

## DIAGNÓSTICO

A grande variedade de exames diagnósticos, o avanço tecnológico e a excelência dos resultados apresentados em congressos são elementos que podem dificultar a escolha do exame diagnóstico mais adequado frente a suspeita clínica de doença arterial coronária. Esta pode, por outro lado, basear-se nas características do paciente, da forma de apresentação clínica e da estratificação de risco anterior à realização dos exames. Isso se deve ao fato de que testes funcionais, tais como a cintilografia, a avaliação da perfusão por ressonância e a ecocardiografia de estresse, tem como principal característica o poder preditivo positivo e, desta forma, terão melhor desempenho em pacientes de risco moderado-alto ou alto. Já a avaliação anatômica, mais habitualmente representada pela tomografia, mostra elevado poder preditivo negativo, sendo, portanto mais útil em casos de risco intermediário - baixo/ baixo.<sup>18,19</sup>

Pacientes com risco intermediário alto/alto são os casos nos quais há grande probabilidade de existir aterosclerose coronária que leve à presença de obstruções que tenham impacto sobre o fluxo de sangue. A dúvida clínica nestes casos não costuma ser se há ou não aterosclerose, mas sim se há, ou não estenoses hemodinamicamente significativas e, portanto, provas diagnósticas que avaliem este aspecto têm maior relevância clínica. A cintilografia do miocárdio tem como pontos fortes o fato de poder ser associada a esforço físico, seja com esteiras ou com bicicleta ergométrica, que podem fornecer informações adicionais à avaliação de perfusão por imagem. O exame nuclear também apresenta como ponto forte o fato de se ter grande experiência com sua aplicação, uma vez que vem sendo utilizado na prática há mais de cinquenta anos. As desvantagens deste exame incluem o fato de utilizar radiação ionizante e poder ser limitado quando há bloqueio de ramo esquerdo ou em alguns casos de lesão de tronco da coronária esquerda e quando há lesão coronária significativa na porção proximal da artéria descendente anterior, circunflexa e coronária direita. A ecocardiografia também pode ser realizada sob estresse físico ou pode ser utilizado o estímulo farmacológico, com o uso de fármacos inotrópicos e cronotrópicos positivos (dobutamina) ou vasodilatadores (adenosina ou dipiridamol). As principais vantagens do exame residem no fato de não utilizar radiação ionizante e ser de fácil execução, sendo totalmente não invasivo. Suas desvantagens incluem o fato de que os resultados podem variar conforme a janela acústica, quando há bloqueio de ramo esquerdo e de ter sua acurácia algo reduzida em pacientes multiarteriais. A ressonância magnética avalia a perfusão miocárdica apenas sob estresse farmacológico e não pode ser realizada em pacientes com disfunção renal, ou que apresentem marca-passo ou outros dispositivos de estimulação cardíaca artificial não compatíveis com os equipamentos de ressonância. Também são contraindicações ao exame existirem clips metálicos cerebrais. Como pontos fortes, destacam-se o fato de ser eficaz em pacientes com bloqueio de ramo esquerdo, não utilizar radiação ionizante e de não apresentar limitações para janelas acústicas. Testes de perfusão miocárdica também podem ser feitos por tomografia, com o uso de fármacos vasodilatadores como o Dipiridamol e a Adenosina. Contudo, este exame tem como desvantagem o fato de necessitar de dupla exposição à radiação e duas injeções do meio de contraste iodado.<sup>2,4,18</sup>

A despeito das vantagens e desvantagens citadas anteriormente, o desempenho de todos os métodos de avaliação não-invasiva de isquemia miocárdica é semelhante e a escolha pode variar conforme a disponibilidade, a experiência da equipe que realiza os exames e as características dos exames já mencionadas.<sup>18</sup> Pacientes mais jovens e, em especial, do sexo feminino, podem se beneficiar de exames que não utilizam radiação enquanto que pacientes mais velhos e que são capazes de realizar exercício físico eficaz, podem ser dirigidos para outros testes.<sup>18</sup> Pacientes que necessitarão exames de repetição podem também se beneficiar de testes que não empregam radiação, assim como questões relativas ao custo. Contudo, mais do que o valor cobrado pelo exame, é importante valorizar a relação custo benefício que por vezes pode indicar que a melhor opção é a que dá informações relevantes, com menor grau de incerteza.<sup>18</sup>

Devido a este fato, a ressonância pode ser considerada a escolha mais favorável, em especial nos pacientes que não podem realizar exercícios, ou que não conseguem atingir a frequência cardíaca máxima preconizada, o que é um aspecto fundamental para se obter um bom resultado dos exames que avaliam a perfusão a partir da realização de esforço físico, seja em esteira, seja em bicicleta ergométrica.<sup>2,4,18</sup> Qualquer que seja o exame escolhido, porém, é importante lembrar que eles devem quantificar o porcentual de miocárdio isquêmico pois esse é um dado fundamental para indicar se o tratamento deve ser clínico ou se há necessidade de se realizar procedimentos de revascularização.

Nos pacientes de risco pré-teste intermediário-baixo, a dúvida clínica que existe é se há, ou não aterosclerose coronária. Em tais situações, o mais importante é que analise a anatomia das artérias coronárias, buscando encontrar, em suas paredes, placas que revelem a presença de ateromas naqueles vasos. A tomografia computadorizada é o exame mais indicado neste tipo de condição, por seu elevado poder preditivo negativo, isto é, pela elevada precisão do exame em excluir a existência de aterosclerose significativa. Há de se notar que a grande diferença entre a quantificação do escore de cálcio e a angiogrametria é que o primeiro tem como uso exclusivo a estratificação de risco em assintomáticos e o exame angiográfico é utilizado primariamente para diagnosticar a presença ou ausência de doença arterial coronária. A tomografia de artérias coronárias, portanto, tem como base de indicação as condições nas quais o principal objetivo é excluir a presença de obstruções anatômicas naqueles vasos.<sup>4,20,21</sup>

Uma vez que a tomografia computadorizada mostra com precisão não apenas as artérias coronárias, mas também as demais estruturas ao seu redor, esse exame é uma excelente opção para o diagnóstico de origem anômala de artérias coronárias, em especial em crianças a partir do primeiro ano de vida. Com este tipo de exame pode-se avaliar se o posicionamento anormal destes vasos leva a angulações excessivas ou se sofre compressões significativas que possam levar à redução significativa da luz arterial.<sup>4,22</sup> Essas informações são fundamentais para se decidir sobre a necessidade de tratamento cirúrgico ou invasivo e podem ser obtidas pela tomografia.

A tomografia também pode ser utilizada para determinar se pacientes que apresentam sintomas de insuficiência cardíaca de início súbito ou nos que apresentam bloqueio de ramo esquerdo ao eletrocardiograma, que não existisse anteriormente, podem ter como causa a presença de doença coronária. A avaliação não invasiva pode permitir que se defina que o motivo das alterações encontradas é a presença de ateromas coronárias significativas.<sup>4,21</sup>

O elevado poder preditivo negativo do exame faz com que ele seja uma opção útil para avaliar se existe doença coronária significativa em pacientes que apresentem resultados conflitantes de outras avaliações não invasivas. Por exemplo, caso o paciente tenha apresentado alterações ao eletrocardiograma obtido durante o esforço, mas não apresente alterações isquêmicas à cintilografia. Como a tomografia permite identificar os casos nos quais há lesão de tronco da coronária esquerda ou obstruções significativas em múltiplos vasos, e diferenciar estes pacientes daqueles que não apresentam lesões significativas nos vasos coronários,

ela pode dispensar a necessidade do estudo invasivo nestas situações que não são raras na prática clínica.<sup>4,20,21</sup>

Outra condição clínica na qual a tomografia é indicada, é na avaliação de pacientes com dor torácica que se apresentam na sala de emergência e nos quais o diagnóstico de síndrome coronária aguda não pode ser estabelecido, mas ao mesmo tempo, não pode ser definitivamente excluído. Isto é uma condição importante, pois caso estes pacientes sejam dispensados antes de se estabelecer o diagnóstico correto, eles apresentam mortalidade muito elevada e isso pode acontecer em até 8% dos casos. Nestas condições, o uso da tomografia pode reduzir custo e tempo de internação, sem que aconteça qualquer prejuízo para os pacientes e esta indicação vem apresentando relevância clínica crescente.<sup>23,24</sup>

Finalmente, a tomografia vem ganhando espaço como opção de análise não-invasiva inicial em pacientes com dor torácica e risco pré-teste intermediário, em especial no grupo que se apresenta entre 30 e 70% de acordo com a classificação de Diamond-Forrester. Neste grupo, a tomografia pode revelar quais são os casos nos quais podem existir obstruções significativas nas artérias coronárias, ao mesmo tempo em que permite excluir com segurança os casos nos quais não há estenoses significativas. Trabalhos randomizados multicêntricos foram concordes em apontar que, nestas circunstâncias, o uso da tomografia permite que se adote a conduta correta mais precocemente, que se identifique quais casos efetivamente necessitam de estudo invasivo e que poderiam se beneficiar de estudo invasivo, ao mesmo tempo em que eles facultam dispensar com segurança a realização de exames não invasivos nos casos em que não há sinais de lesões obstrutivas significativas. O uso da tomografia implicou na redução de custos, da necessidade de exames invasivos, sem implicar em maior quantidade de eventos cardiovasculares adversos.<sup>21,25-27</sup>

Desta forma, há fortes evidências de que o uso da tomografia de artérias coronárias nos pacientes de risco intermediário pode ter impacto positivo no manejo de pacientes com angina crônica. Por outro lado, quando há estenoses significativas, não se pode esquecer que a indicação de revascularização percutânea ou cirúrgica ainda deve ter como base a existência de isquemia miocárdica extensa, conforme discutimos na seção anterior.

O uso da tomografia para avaliar pacientes já submetidos a procedimentos de revascularização pode ser considerado, mas deve-se lembrar que o desempenho do exame varia conforme as características técnicas do aparelho utilizado, da experiência do grupo médico e do tipo de procedimento. Habitualmente os resultados conseguidos para a avaliação de pacientes submetidos à revascularização cirúrgica é considerado muito satisfatório, mas a qualidade das imagens em pacientes submetidos ao implante de stents mostra maior variabilidade. A discussão pormenorizada destes itens foge ao escopo deste artigo e pode ser encontrado em outras publicações.<sup>4,28-30</sup>

A Tabela 4 mostra as principais indicações da tomografia de artérias coronárias.

## AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE PÓS-INFARTO

A despeito de alguma controvérsia surgida nos últimos anos, a pesquisa de viabilidade em pacientes com doença arterial coronária e disfunção contrátil do ventrículo esquerdo,

Tabela 4. Principais usos práticos da tomografia em pacientes com suspeita de doença arterial coronária.<sup>21,22</sup>

Indicações
Pesquisa e avaliação de origem anômala de artérias coronárias
Diagnóstico de doença coronária significativa como causa de insuficiência cardíaca de recente começo ou no surgimento de bloqueio de ramo esquerdo
Avaliação de pacientes com resultados conflitantes de outros exames não invasivos
Avaliação de pacientes com dor torácica e risco intermediário na sala de emergência, sem o diagnóstico definitivo de síndrome coronária aguda
Método de avaliação inicial de dor torácica, em pacientes ambulatoriais ou de consultório, com risco pré--teste intermediário (Diamond-Forrester 30 - 70%)

continua sendo um item importante da prática diagnóstica. Isso é verdade, em especial para que não se deixe de tratar da maneira adequada pacientes com sintomas de insuficiência cardíaca que poderiam se beneficiar de procedimentos de revascularização, que efetivamente reduzem a mortalidade nestes casos.<sup>31</sup> A ecocardiografia, a medicina nuclear tanto por meio das técnicas de cintilografia como com o uso da tomografia por emissão de pósitrons e a ressonância com o emprego das técnicas de realce tardio tem sido utilizadas para essa finalidade. Na falta de trabalhos comparativos entre os três exames, a escolha recai muito sobre as características técnicas dos equipamentos disponíveis, na experiência do grupo médico que realiza os exames e na disponibilidade do exame nos locais acessíveis para o paciente. Por outro lado, alguns trabalhos tem apontado a ressonância magnética

como o exame com maior potencial de aplicação clínica e pode ser considerada para este fim, em especial pela consistência dos resultados, o não uso de radiação ionizante e pela efetividade dos resultados, tanto na fase precoce após episódios de síndrome coronária aguda, como em pacientes com disfunção ventricular e isquemia miocárdica crônica.<sup>4,19,31</sup>

## CONCLUSÃO

Métodos diagnósticos por imagens são aliados importantes na prática clínica, tanto para confirmar o diagnóstico suspeitado clinicamente, como para auxiliar na estratificação de risco e no planejamento do tratamento. Faltam artigos, porém, que avaliem a contribuição de cada um deles, levando em conta os cenários clínicos onde cada um deles pode contribuir de modo mais relevante. Esta revisão procurou considerar as vantagens e os pontos negativos das diferentes opções de diagnóstico por imagem e, desta forma, auxiliar na escolha e no melhor uso de cada um deles pelos clínicos que solicitam exames. Naturalmente, o avanço da tecnologia pode, em breve, trazer mudanças ao cenário aqui apresentado, mas parece perene o conceito de que devemos empregar em cada situação clínica o exame que pode ter melhor resultado ao se considerar a eficácia e o custo, sem esquecer de sempre levar em conta os aspectos da segurança do paciente.

## CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não possuir conflitos de interesse na realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Zhang YF, Zeng XL, Zhao EF, Lu HW. Diagnostic Value of Fetal Echocardiography for Congenital Heart Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94:e1759.
- von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Schulz-Menger J. Role of cardiovascular magnetic resonance in the guidelines of the European Society of Cardiology. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2016;18:6.
- Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, de Haan F, Deanfield JE, Galie N, et al. Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology, Association for European Paediatric Cardiology and Guidelines ESCCfP. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J*. 2010;31:2915-57.
- Sara L, Szarf G, Tachibana A, Shiozaki AA, Villa AV, de Oliveira AC, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia and Colegio Brasileiro de Radiologia. [II Guidelines on Cardiovascular Magnetic Resonance and Computed Tomography of the Brazilian Society of Cardiology and the Brazilian College of Radiology]. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103:1-86.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JG, Coats AJ, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2016;37:2129-200.
- Mahrholdt H, Wagner A, Judd RM, Sechtem U and Kim RJ. Delayed enhancement cardiovascular magnetic resonance assessment of non-ischaemic cardiomyopathies. *Eur Heart J*. 2005;26:1461-74.
- Olivas-Chacon CI, Mullins C, Stewart K, Akle N, Calleros JE Ramos-Duran LR. Magnetic Resonance Imaging of Non-ischemic Cardiomyopathies: A Pictorial Essay. *J Clin Imaging Sci*. 2015;5:37.
- Maron BJ, Ommen SR, Semsarian C, Spirito P, Olivetto I, Maron MS. Hypertrophic cardiomyopathy: present and future, with translation into contemporary cardiovascular medicine. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64:83-99.
- Shiozaki AA, Senra T, Arteaga E, Martinelli Filho M, Pita CG, Avila LF, et al. Myocardial fibrosis detected by cardiac CT predicts ventricular fibrillation/ventricular tachycardia events in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2013;7:173-81.
- Chan RH, Maron BJ, Olivetto I, Pencina MJ, Assenza GE, Haas T, et al. Prognostic value of quantitative contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance for the evaluation of sudden death risk in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2014;130:484-95.
- Tarasoutchi F, Montera MW, Grinberg M, Pineiro DJ, Sanchez CR, Bacelar AC, et al. [Brazilian Guidelines for Valve Disease - SBC 2011 / I Guideline Inter-American Valve Disease - 2011 SIAC]. *Arq Bras Cardiol*. 2011;97:1-67.
- Van De Heyning CM, Magne J, Pierard LA, Bruyere PJ, Davin L, De Maeyer C, et al. Late gadolinium enhancement CMR in primary mitral regurgitation. *Eur J Clin Invest*. 2014;44:840-7.
- Cocchia R, D'Andrea A, Conte M, Cavallaro M, Riegler L, Citro R, et al. Patient selection for transcatheter aortic valve replacement: A combined clinical and multimodality imaging approach. *World J Cardiol*. 2017;9:212-229.

14. Corti R, Fuster V, Fayad ZA, Worthley SG, Helft G, Chaplin WF, et al. Effects of aggressive versus conventional lipid-lowering therapy by simvastatin on human atherosclerotic lesions: a prospective, randomized, double-blind trial with high-resolution magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:106-12.
15. Sillesen H, Muntendam P, Adourian A, Entekin R, Garcia M, Falk E et al. Carotid plaque burden as a measure of subclinical atherosclerosis: comparison with other tests for subclinical arterial disease in the High Risk Plaque BioImage study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2012;5:681-9.
16. Darabian S, Hormuz M, Latif MA, Pahlevan S, Budoff MJ. The role of carotid intimal thickness testing and risk prediction in the development of coronary atherosclerosis. *Curr Atheroscler Rep*. 2013;15:306.
17. Yeboah J, McClelland RL, Polonsky TS, Burke GL, Sibley CT, O'Leary D, Carr JJ, et al. Comparison of novel risk markers for improvement in cardiovascular risk assessment in intermediate-risk individuals. *JAMA*. 2012;308:788-95.
18. Collaborative THEaTA. The Relative Cost-effectiveness of Five Non-invasive Cardiac Imaging Technologies for Diagnosing Coronary Artery Disease in Ontario. Toronto Health Economics and Technology Assessment Collaborative Report. 2010.
19. Campbell F, Thokala P, Uttley LC, Sutton A, Sutton AJ, Al-Mohammad A, Thomas SM. Systematic review and modelling of the cost-effectiveness of cardiac magnetic resonance imaging compared with current existing testing pathways in ischaemic cardiomyopathy. *Health Technol Assess*. 2014;18:1-120.
20. Genders TS, Steyerberg EW, Alkadhi H, Leschka S, Desbiolles L, and Consortium CAD, et al. A clinical prediction rule for the diagnosis of coronary artery disease: validation, updating, and extension. *Eur Heart J*. 2011;32:1316-30.
21. ANS Gdt. Rol de procedimentos e eventos em saúde. Diretrizes de utilização para cobertura de procedimentos na saúde suplementar. 2016
22. Grani C, Buechel RR, Kaufmann PA, Kwong RY. Multimodality Imaging in Individuals With Anomalous Coronary Arteries. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10:471-481.
23. Goldstein JA, Chinnaiyan KM, Abidov A, Achenbach S, Berman DS, Hayes SW, et al. and Investigators C-S. The CT-STAT (Coronary Computed Tomographic Angiography for Systematic Triage of Acute Chest Pain Patients to Treatment) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:1414-22.
24. Truong QA, Hayden D, Woodard PK, Kirby R, Chou ET, Nagurney JT, et al. Sex differences in the effectiveness of early coronary computed tomographic angiography compared with standard emergency department evaluation for acute chest pain: the rule-out myocardial infarction with Computer-Assisted Tomography (ROMICAT)-II Trial. *Circulation*. 2013;127:2494-502.
25. Neglia D, Chiappino D, Magnoni M. [The SCOT-HEART study]. *G Ital Cardiol (Rome)*. 2015;16:601-7.
26. Fordyce CB, Newby DE, Douglas PS. Diagnostic Strategies for the Evaluation of Chest Pain: Clinical Implications From SCOT-HEART and PROMISE. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67:843-52.
27. Williams MC, Hunter A, Shah AS, Assi V, Lewis S, et al., Newby DE and Investigators S-H. Use of Coronary Computed Tomographic Angiography to Guide Management of Patients With Coronary Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67:1759-68.
28. Cui X, Li T, Li X, Zhou W. High-definition computed tomography for coronary artery stents imaging: Initial evaluation of the optimal reconstruction algorithm. *Eur J Radiol*. 2015;84:834-9.
29. Gabriel J, Klimach S, Lang P, Hildick-Smith D. Should computed tomography angiography supersede invasive coronary angiography for the evaluation of graft patency following coronary artery bypass graft surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015;21:231-9.
30. Machida H, Tanaka I, Fukui R, Shen Y, Ishikawa T, Tate E, et al. Current and Novel Imaging Techniques in Coronary CT. *Radiographics*. 2015;35:991-1010.
31. Gerber BL, Rousseau MF, Ahn SA, le Polain de Waroux JB, Poulleur AC, Philips T, et al. Prognostic value of myocardial viability by delayed-enhanced magnetic resonance in patients with coronary artery disease and low ejection fraction: impact of revascularization therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59:825-35.