

# AVALIAÇÃO PÓS-REVASCULARIZAÇÃO CIRÚRGICA E PERCUTÂNEA POR ANGIOTOMOGRAFIA CORONARIANA

## EVALUATION AFTER BYPASS GRAFTING AND CORONARY STENT BY CORONARY ANGIOTOMOGRAPHY

### RESUMO

Roberto Caldeira Cury<sup>1</sup>  
Carlos Gonçalves de  
Paula Júnior<sup>2</sup>  
Maysa Pina Bernardes<sup>2</sup>

1. Diagnóstico das Américas (DASA) e Hospital Samaritano, Departamento de Cardiologia de São Paulo, SP, Brasil.  
2. Diagnóstico das Américas (DASA), Departamento de Cardiologia de São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência:  
Delboni Auriemo - Unidade 23 de maio  
- Departamento de Cardiologia de São Paulo Diagnóstico das Américas/DASA  
Rua Doutor Diogo de Faria, 1379, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil.  
CEP: 04037-005. rccury@me.com

A angiotomografia de coronárias emergiu recentemente como ferramenta para avaliação não invasiva da anatomia coronariana, para estratificação de risco cardiovascular e para acompanhamento dos pacientes portadores de *stent* e enxerto cirúrgico, fornecendo dados diagnósticos com boa acurácia. O método apresenta boa resolução temporal e espacial, o que tem contribuído para seu avanço na prática clínica. Permite visualização direta do *stent*, quantificação de reestenose intra-*stent*, além de informar sobre a patência dos enxertos cirúrgicos, entre outros propósitos. Este artigo revisa as aplicações e possíveis contribuições deste método em pacientes submetidos à revascularização miocárdica.

**Descritores:** Angiotomografia de coronárias; Enxerto cirúrgico; Stent coronariano.

### ABSTRACT

*The coronary computed tomography angiography has recently emerged as a tool for the non-invasive evaluation of coronary anatomy, stratification of cardiovascular risk and for following up patients with coronary stent and bypass grafting, providing diagnostic data with accurate diagnostic performance. This method has a good temporal and spatial resolution, which has allowed advance in clinical practice. It enables direct visualization of stent, quantification of in-stent restenosis, besides the assessment of graft patency, among others purposes. This article reviews the applications and the potential contributions of this technique in patients submitted to myocardial revascularization.*

**Descriptors:** Coronary tomography angiography; Bypass graft; Coronary stent

### INTRODUÇÃO

A doença arterial coronariana (DAC) é uma das principais causas de morte no mundo e o tratamento com revascularização percutânea com implante de *stents* ou cirúrgica por meio de enxertos vasculares são as opções de escolha. A angiocoronariografia invasiva (CATE) é o método padrão-ouro para avaliar a patência dos *stents* e enxertos coronarianos, porém é um método de alto custo e que expõe os pacientes a alguns riscos inerentes ao procedimento tais como: sangramentos, infarto agudo do miocárdio, acidentes vasculares cerebrais e arritmias, com mortalidade relacionadas ao procedimento estimadas em até 2%.<sup>1</sup>

A tomografia cardíaca por múltiplos detectores (TCMD) pode ser realizada utilizando duas modalidades. A primeira consiste na análise quantitativa da calcificação coronariana pelo escore de cálcio (EC) em pacientes assintomáticos, sem a administração de contraste, demonstrando de forma independente, forte correlação com risco de futuros eventos cardiovasculares, adicionalmente aos fatores de risco tradicionais e presença de isquemia miocárdica.<sup>2,3</sup> A angiotomografia computadorizada (angio-TC) das artérias

coronárias é a modalidade que permite a avaliação da luz coronariana de maneira não invasiva, após a administração de contraste iodado, idealmente em equipamentos entre 64 a 320 colunas de detectores. As imagens apresentam boa resolução temporal e espacial, permitindo a visualização luminal detalhada das artérias coronárias de forma não invasiva e segura, com excelente acurácia diagnóstica, quando comparada ao CATE (padrão-ouro).<sup>4,5</sup>

Vários estudos fornecem informações prognósticas importantes da TCMD em pacientes sintomáticos com suspeita de DAC crônica, incluindo a avaliação da dor torácica aguda nas unidades de emergência.<sup>6-8</sup> Com base no exposto, este artigo busca rever as aplicações e potenciais contribuições da TCMD em pacientes submetidos à revascularização miocárdica (RM) cirúrgica e percutânea.

### MÉTODOS

Para a realização desse estudo, utilizou-se o método de revisão sistemática através de pesquisa bibliográfica das produções científicas mais relevantes sobre angiotomografia de coronárias na avaliação de pacientes submetidos a

revascularização do miocárdio (implante de stents e enxertos cirúrgicos). Para assegurar a confiabilidade dos dados obtidos, realizou-se uma cuidadosa análise crítica dos resultados desses trabalhos. Foram selecionados 47 artigos científicos em bases de dados reconhecidas pela comunidade científica, tais como Scielo, Clinical Key, Lilacs, Pubmed, BVS e Capes.

Adicionalmente, a busca de bibliografias para esses estudos se deu em livros de autores que discursam sobre o assunto. Os descritores utilizados nas bases de dados para esse estudo são: “angiogramia de coronárias”, “enxerto cirúrgico”, “angioplastia” e “stent coronariano”. Para tal, algumas tarefas foram executadas, tais como: a exploração de fontes bibliográficas, a leitura do material pesquisado e a análise do material encontrado para o desenvolvimento desta revisão.

## ASPECTOS TÉCNICOS

A quantificação do EC não é realizada em pacientes portadores de stents e enxertos vasculares, uma vez que o método não acrescenta informações prognósticas já que se encontram no grupo de alto risco cardiovascular.<sup>9</sup> A técnica de execução de angio-TC coronariana em pacientes revascularizados exige alguns cuidados especiais em relação ao controle mais rigoroso da frequência cardíaca (FC) e à apneia. O controle da FC reduz o tempo de aquisição da imagem, o que culmina com a diminuição significativa da dose de radiação, bem como reduz artefatos de movimento, sendo, portanto, fundamental para adequada análise. A presença de pequenos movimentos nas coronárias pode, por exemplo, exacerbar os artefatos causados pelo metal do stent e dificultar a avaliação luminal.<sup>10</sup>

O preparo para o exame inclui a administração rotineira de drogas cronotrópicas negativas, sendo os betabloqueadores a primeira escolha e em caso de contra indicação, opta-se por bloqueadores de canal cálcio (diltiazem) para o controle de FC (idealmente abaixo de 65 batimentos por minuto) antes da aquisição das imagens.<sup>11</sup> A ivabradina pode ser uma opção farmacológica complementar para controle da FC em pacientes em ritmo sinusal.<sup>12,13</sup> Utiliza-se também de forma rotineira nitrato sublingual para vasodilatação e melhor visualização dos vasos nativos, em especial dos segmentos não revascularizados e dos leitos nativos distais às anastomoses cirúrgicas.<sup>14</sup>

Em relação à apneia, é necessário mantê-la durante todo o período de registro das imagens, que é mais longo do que o habitual, variando até 15 segundos, a depender do tipo de equipamento disponível. O uso de cateter nasal de oxigênio, durante o intervalo necessário para a apneia, pode ser benéfico em alguns pacientes.<sup>9</sup> Recomenda-se a utilização do meio de contraste não iônico com alta concentração de iodo ( $\geq 350$  mg/mL), em volume geralmente de 60 a 100 mL, infundido com alto fluxo (4 a 6 mL/s) em acesso venoso calibroso e, de preferência, seguido pela infusão rápida de solução salina, na tentativa de se obter um alto grau de opacificação arterial com o menor volume de contraste possível.<sup>15</sup>

Vale ressaltar que em pacientes submetidos à RM cirúrgica, a janela de aquisição deve ser ampliada, incluindo todo o tórax, desde a linha supraclavicular, para visualizar a origem das artérias torácicas internas.

## AVALIAÇÃO DE ENXERTOS CIRÚRGICOS

A recorrência dos sintomas após RM cirúrgica pode ser causada pela progressão da doença nas artérias coronárias nativas ou nos enxertos venosos ou, menos frequentemente, nos enxertos arteriais.<sup>16</sup>

Liao et al.<sup>17</sup> desenvolveram um modelo prognóstico pelo CATE em pacientes revascularizados e evidenciaram que a integridade da revascularização é um importante preditor de eventos cardíacos futuros. Posteriormente, Mushtaq et al.<sup>18</sup> também constataram que o número de territórios arteriais com lesões desprotegidas de enxerto patente é determinante de todas as causas de mortalidade.

A recorrência de angina incide nos pacientes revascularizados em até 8% ao ano, e tem forte correlação com a patência dos enxertos cirúrgicos.<sup>19</sup> Deve-se considerar especial atenção nos pacientes operados com alto potencial para oclusão de enxerto (diabéticos, reoperados, aterosclerose extensa, discrasias sanguíneas, entre outros). Além da angina, outros sintomas podem estar relacionados à oclusão dos enxertos, dentre eles destacam-se síncope, dispneia e fadiga. Estima-se que do total de enxertos, cerca de 25%, encontram-se ocluídos após cinco anos de cirurgia.<sup>20</sup>

Faz-se necessário novo estudo da anatomia coronariana e dos enxertos em pacientes operados em algumas situações, tais como na avaliação pré-cirúrgica ou quando há resultados de testes inconclusivos em pacientes sintomáticos (investigação de equivalente isquêmico). O CATE é o método padrão-ouro para seguimento pós-cirúrgico dos enxertos vasculares utilizados para tratamento da DAC. No entanto, uma das dificuldades técnicas do CATE é a localização do trajeto dos enxertos, o que demanda maior volume de contraste, maior exposição à radiação e maior tempo de duração do exame.<sup>21,22</sup> A TCMD pode ser útil, reduzindo a necessidade de CATE em pacientes selecionados, principalmente naqueles com risco aumentado para complicações relacionadas à angiografia invasiva,<sup>22</sup> pois sua acurácia permite definir se há ou não perda dos resultados da cirurgia nesses casos.<sup>23</sup> A angio-TC não pode ser considerada como método substituto ao CATE, mas sim como complementar nos pacientes sintomáticos operados, auxiliando no planejamento subsequente de intervenção coronariana percutânea (ICP) e direcionando a abordagem invasiva ao informar o sítio anatômico do enxerto, economizando consideravelmente o tempo do procedimento, carga de contraste e dose de radiação.<sup>21,22</sup>

Há dois aspectos importantes na avaliação de pacientes submetidos à RM cirúrgica: o estudo dos enxertos e o estudo do leito nativo.<sup>3</sup> A avaliação da patência dos enxertos vasculares vem sendo feita com boa acurácia pela angio-TC de coronárias desde a introdução dos aparelhos de múltiplos detectores,<sup>24</sup> até mesmo em pacientes com arritmias durante a aquisição do exame.<sup>25</sup>

A angio-TC de coronárias avalia bem os enxertos venosos, devido a sua menor mobilidade, menor grau de calcificação e maior calibre (Figura 1). Quanto aos enxertos de artéria torácica interna (artéria mamária), mantém-se uma boa acurácia diagnóstica apesar da presença de cliques metálicos e de seu menor diâmetro, que podem gerar artefatos de imagem e dificultar a avaliação luminal.<sup>26</sup> (Figura 2)

No estudo conduzido por Malagutti et al.<sup>27</sup> com um total de 109 enxertos (182 segmentos), 123 leitos distais à

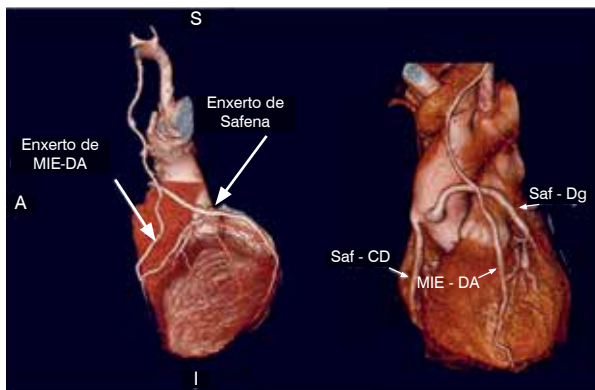


Figura 1. Reconstrução de Angiotomografia 3D de pacientes submetidos a revascularização cirúrgica do miocárdio. Observe-se trajeto de enxerto de artéria mamária interna esquerda com anastomose em artéria descendente anterior e enxertos vasculares de veia safena com anastomose nas artérias circunflexa, ramo diagonal e coronária direita.

Siglas: MIE - artéria mamária interna esquerda; Saf - enxerto de veia safena; DA - artéria descendente anterior; CD - artéria coronária direita; Dg - ramo diagonal.



Figura 2. Reconstrução bidimensional do trajeto de enxerto de artéria mamária interna esquerda com anastomose em artéria descendente anterior. Observe-se clipe metálico em enxerto.

Siglas: MIE - artéria mamária interna esquerda; DA - artéria descendente anterior. Fonte: arquivo pessoal.

anastomose cirúrgica, e 116 artérias nativas (288 segmentos coronarianos) demonstrou valores de sensibilidade e especificidade, respectivamente, de 99% e 96% para detecção de doença de enxerto significativa. Enquanto que para as lesões significativas distais, os valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo foram, respectivamente, de 89%, 93% e 50%. Já nas artérias desprotegidas de enxerto, a sensibilidade e especificidade para redução luminal significativa foram de 97% e 86%. Os vasos nativos apresentam mais frequentemente segmentos com intensa calcificação o que pode acarretar em superestimação das lesões.

Weustink et al.,<sup>21</sup> com um total de 152 enxertos e 142 leitos distais à anastomose cirúrgica, demonstrou sensibilidade de 100% em análise por segmento para a detecção de doença de enxerto obstrutiva significativa e sensibilidade

de 95% para a detecção de lesões significativas em leito distal à anastomose do enxerto, não sendo documentados casos falsos positivos.

No mesmo sentido, utilizando TCMD de 320 canais, De Graaf et al.<sup>28</sup> constataram sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo para a avaliação de lesão de enxerto de 96%, 92%, 83% e 98%, respectivamente. A acurácia diagnóstica para oclusão do enxerto, do vaso-alvo e dos vasos sem enxertos foi de 96%, 92% e 100%, respectivamente.

## AValiação de STENTS

Atualmente, cerca de 90% de todas as ICP corresponde ao implante de *stents*.<sup>29</sup> As principais complicações podem ser a trombose e reestenose intra-*stent* (RIS), causas potenciais de isquemia que demandam investigações adicionais com implicações clínicas e financeiras. Os *stents* coronários farmacológicos avançaram em fornecer resultados significativamente superiores em comparação aos convencionais, elevando a durabilidade tardia em taxas > 70% (redução da reestenose coronária e necessidade de nova revascularização da lesão-alvo).<sup>30</sup> Porém, a reestenose ainda ocorre em torno de 10% dos pacientes submetidos ao implante de *stent* farmacológico, enquanto o índice de trombose é cerca de 0,8%.<sup>31</sup> A fratura do *stent* pode ser um importante contribuinte para o desenvolvimento de RIS, sendo que os fatores preditores mais importantes são próteses com Sirolimus, sobreposição de *stents* e tortuosidade excessiva.<sup>32</sup> A incidência de lacunas na malha do *stent* com possível fratura ou falha de sobreposição é de 16,9%, representando 28% da população total de RIS.<sup>33</sup>

O implante das endopróteses metálicas promove reação cicatricial. O excesso desse processo de endotelização culminará em redução da luz arterial. A reestenose pode ocorrer nas bordas proximal e distal, 10mm de suas extremidades (segmentar) e no segmento com implante prévio (intra-*stent*).<sup>34</sup> O diagnóstico pela tomografia é baseado na visualização direta da luz do vaso. A presença de hipodensificação da imagem determina a presença de proliferação neointimal, que quando significativa ( $\geq 50\%$  em relação ao tamanho do vaso previamente tratado) caracteriza reestenose.<sup>23</sup> Ehara et al. descreveu uma avaliação semi-quantitativa da reestenose intra-*stent* através da quantificação em graus de estenose pela Angio-TC e comparação com angiografia coronariana invasiva: Grau 1 - nenhuma ou ligeira proliferação neointimal. Grau 2 - proliferação neointimal leve, mas sem reestenose significativa (<50% de estreitamento). Grau 3 - proliferação neointimal moderada com reestenose significativa (estreitamento  $\geq 50\%$ ). Grau 4 - proliferação neointimal com estenose severa ou oclusão total (estreitamento ou oclusão  $\geq 75\%$ ) (Figura 3).<sup>35</sup>

Em relação aos métodos diagnósticos não invasivos disponíveis, a angio-TC de coronárias é o único com a capacidade de localizar anatomicamente a DAC e de diferenciar se a redução luminal coronariana significativa se encontra na região do *stent* ou em outro segmento do leito nativo nos pacientes angioplastados.<sup>36</sup> Desta forma, a RIS tem sido amplamente avaliada por angio-TC de 64 canais.<sup>37</sup> A TCMD permite o estudo de *stents* coronarianos com boa acurácia, estimada em 91% em equipamentos de 64 detectores<sup>38</sup> especialmente

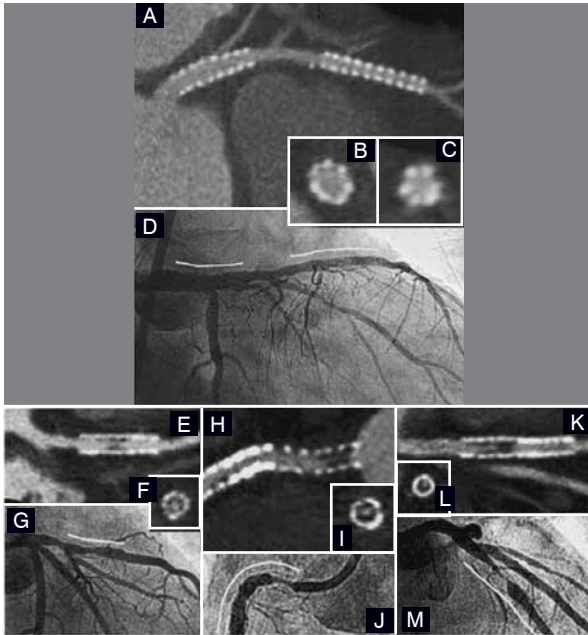


Figura 3. Classificação reestenose intra-*stent* pela Angio-TC e comparação com angiografia coronariana invasiva. As linhas brancas nas figuras mostram os locais dos *stents* *Cypher*. A a D são grau 1 (nenhuma ou ligiera proliferação neointimal). (A) Dois *stents* colocados no tronco da coronária esquerda (TCE) (3,5 x 18 mm) e na artéria descendente anterior esquerda (ADA) proximal (3,5 x 23 mm). (B) Uma secção transversal do *stent* colocado no TCE. (C) Uma secção transversal de um *stent* colocado na ADA. (D) Angiografia coronariana invasiva da artéria coronária esquerda. E a G são de grau 2 (proliferação neointimal leve, mas sem reestenose significativa [ $<50\%$  de estreitamento]). (E) Um *stent* (3,5 x 23 mm) colocado na ADA proximal. (F) Uma secção transversal. (G) Uma angiografia coronariana invasiva. H a J são de grau 3 (proliferação neointimal moderada com restenose significativa [estreitamento  $\geq 50\%$ ]). (H) *Stent* (3,5 x 23 mm) colocado na artéria coronária direita proximal (ACD). (I) Uma secção transversal. (J) Angiografia invasiva da ACD. K a M são grau 4 (proliferação neointimal com estenose severa ou oclusão total [estreitamento ou oclusão  $\geq 75\%$ ]). (K) *Stent* (3 x 28) colocado na ADA proximal. (L) Uma secção transversal. (M) Angiografia invasiva da ADA.

Siglas: TCE - tronco da coronária esquerda; ADA - artéria descendente anterior; ACD artéria coronária direita. Fonte: Adaptado de Ehara M *et al.* Diagnostic Accuracy of Coronary In-Stent Restenosis Using 64-Slice Computed Tomography: Comparison with Invasive Coronary Angiography. Journal of the American College of Cardiology. Volume 49, Issue 9, 2007,951-9.

em portadores de próteses metálicas proximais e diâmetros  $\geq 3$  mm, sendo que em equipamentos mais modernos com até 320 detectores, observa-se menor número de artefatos de imagem e menor dose de radiação.<sup>39</sup>

Cademartiri *et al.*<sup>40</sup> relataram que 20 dos 178 (11,2%) *stents* avaliados pela TCMD apresentavam reestenose significativa. Desses, 19 foram detectados corretamente após confirmação com CATE. Sendo assim, observaram sensibilidade de 95% e especificidade de 93% para a detecção de RIS pela angio-TC com valor preditivo negativo de 99%.

Hecht *et al.*<sup>33</sup> observaram forte associação de lacunas da malha do *stent* com RIS sugerindo que, em pacientes com *stents* farmacológicos, pode não ser falha da ação da droga em prevenir endotelização, mas sim falta de exposição do segmento arterial ao composto de elucidação da medicação em um dado local. A incapacidade da angiografia de cateter para detectar *gap* na malha dos *stents*; a natureza altamente invasiva de ultrassonografia

intracoronariana para auxiliar no implante de *stents* sobrepostos e seu potencial de confusão por placa calcificada, sugerem que TCMD como procedimento frequente possa ser utilizada.

Recentemente, Yoshimura *et al.*<sup>41</sup> propuseram modelo quantitativo com algoritmo específico utilizando a densidade tomográfica (unidade Hounsfield) do lúmen arterial proximal e distal ao segmento do *stent* e correlacionando com o diâmetro do mesmo, com melhora na acurácia diagnóstica de RIS quando comparada à análise visual direta (de 76% para 91%), além de aumento da sensibilidade de 78% para 82% e; da especificidade de 75% para 93%.

## LIMITAÇÕES

Os artefatos que dificultam a avaliação do *stent* são, em parte, devido à limitação da passagem de feixes de energia, o que produz áreas de baixa atenuação simulando lesões obstrutivas. Outro tipo de artefato comum é o *blooming* que consiste no aumento das dimensões de estruturas calcificadas ou metálicas, devido à alta densidade desses materiais, o que pode acarretar em ampliação e em sobreposição da imagem dessas estruturas sobre o lúmen do vaso, dificultando a análise luminal.<sup>30</sup> O uso de filtros de reconstrução específicos para *stent*, assim como a análise luminal em várias fases do ciclo cardíaco têm auxiliado a sobrepor essas limitações.<sup>31</sup> Novos protocolos de análise quantitativa do lúmen do *stent* têm sido desenvolvidos e aprimorados para melhorar a acurácia do método.

No caso de RM cirúrgica, especificamente no enxerto de artéria torácica interna, pode haver limitação da análise de seu trajeto e da anastomose distal em virtude da presença de cliques metálicos e de seu menor calibre, sem prejuízo na acurácia diagnóstica, com a sensibilidade e especificidade próximas de 100%.<sup>26</sup>

Outros fatores que podem influenciar negativamente a qualidade do exame são o índice de massa corporal alto do paciente, a FC elevada, a apneia inadequada durante a aquisição das imagens, a presença de arritmias, a presença de *stents* ( $< 3$ mm) e de artérias de fino calibre ( $< 1,5$  mm).<sup>42</sup> Algumas técnicas podem corrigir parcialmente esses artefatos tais como o uso de algoritmos de reconstrução específicos para *stents* e múltiplas reconstruções em várias fases do ciclo cardíaco para encontrar a melhor imagem com menor quantidade de artefatos, além do uso de *stents* de maior diâmetro.<sup>31</sup>

É importante ressaltar que o controle da FC, apnéia adequada, otimização da tensão no tubo de raio X (KV) para maior penetração, além de maior velocidade de infusão de contraste são fatores importantes que podem garantir imagens de boa qualidade.<sup>23</sup>

## PERSPECTIVAS FUTURAS

Uma aplicação promissora da angio-TC em contínuo desenvolvimento é a avaliação de tomografia computadorizada de perfusão miocárdica sob estresse farmacológico (TCPM), que vem demonstrando resultados comparáveis à cintilografia miocárdica (SPECT) método da medicina nuclear para detecção de isquemia miocárdica, adicionando informações funcionais às lesões coronarianas, especialmente em casos de estenoses intermediárias.<sup>43</sup> A TCPM também foi apontada como possível estratégia para melhorar a acurácia da angio-TC em pacientes com *stents*.<sup>44</sup>

O estudo multicêntrico internacional CORE320, com 381 pacientes de 16 diferentes centros, incluindo o Brasil, avaliou a acurácia diagnóstica da análise combinada da TCM em comparação com o CATE combinada com SPECT e apresentou resultados promissores, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para angio-TC  $\geq 50\%$  de estenose associada a defeito perfusional, foram respectivamente de 80%, 74%, 65% e 86% quando comparado à angiografia  $\geq 50\%$  de estenose combinada à SPECT como método de avaliação de perfusão. A área sob a curva ROC para os primeiros desfechos (angiografia  $\geq 50\%$  de estenose combinada à medicina nuclear) foi de 0,87 (intervalos de confiança de 95%: 0.84 -0.91).<sup>45</sup>

Outro estudo avaliou a viabilidade da perfusão miocárdica sob estresse com dipiridamol pela angio-TC em comparação com a angio-TC isolada, em pacientes submetidos a implante de *stents* utilizando a angiografia invasiva como referência para estenoses coronarianas ( $\geq 50\%$ ) com melhora da performance diagnóstica com significância estatística. Observou-se que nos territórios com *stents* com avaliação luminal limitada ou inadequada houve aumento da sensibilidade de 83% para 87%; da especificidade de 72% para 94%; e acurácia de 77% para 91% ( $p = 0,03$ ), utilizando-se a TCM.<sup>44</sup>

Outro método de grande potencial para aumentar a acurácia diagnóstica da angio-TC é a avaliação da reserva de fluxo fracionada (RFF) nas artérias coronárias. Utiliza-se a teoria da dinâmica dos fluidos para obter o significado funcional da obstrução coronária de maneira não invasiva

e sem necessidade de outra aquisição ou uso adicional de contraste, além do utilizado para a aquisição de um exame de angio-TC de coronárias habitual.<sup>46</sup> Um estudo multicêntrico comparou o RFF pela angio-TC e o obtido invasivamente pelo CATE (padrão-ouro) demonstrando boa correlação diagnóstica. O ponto de corte para RFF pela angio-TC foi  $\leq 0,8$  para definição de lesão coronariana com estenose associada à isquemia.<sup>47</sup>

Estudos vêm demonstrando o benefício da associação de informações anatômico-funcionais em um único método diagnóstico não-invasivo, para a detecção de lesões coronarianas, bem como o grau de estenose e repercussão hemodinâmica, permitindo melhor acurácia diagnóstica e conseqüentemente, otimizando a terapêutica na prática clínica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o avanço tecnológico e aumento da disponibilidade da TMCD, cada vez mais, os pacientes submetidos à revascularização (cirúrgica ou percutânea) podem ter seu seguimento pela tomografia, com excelente acurácia e de maneira não invasiva, tanto para a avaliação da patência dos enxertos cirúrgicos e detecção de reestenose intra-*stent*.

## CONFLITOS DE INTERESSE

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

## REFERÊNCIAS

- Hamon M, Lepage O, Malagutti P, Riddell JW, Morello R, Agostini D, et al. Diagnostic performance of 16- and 64-section spiral CT for coronary artery bypass graft assessment: meta-analysis. *Radiology*. 2008;247(3):679-86.
- Detrano R, Guerci AD, Carr JJ, Bild DE, Burke G, Folsom AR, et al. Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups. *N Engl J Med*. 2008;358(13):1336-45.
- Sara L, Szarf G, Tachibana A, Shiozaki AA, Villa AV, de Oliveira AC, et al. II Diretriz de Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia e do Colégio Brasileiro de Radiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103(6 suppl. 3):1-86.
- Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Arbab-Zadeh A, Niinuma H, Gottlieb I, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N Engl J Med*. 2008;359(22):2324-36.
- Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, Gitter M, Sutherland J, Halamert E, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(21):1724-32.
- Chow BJ, Small G, Yam Y, Chen L, Achenbach S, Al-Mallah M, et al. Incremental prognostic value of cardiac computed tomography in coronary artery disease using CONFIRM: Coronary computed tomography angiography evaluation for clinical outcomes: an International Multicenter registry. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4(5):463-72.
- Litt HI, Gatsonis C, Snyder B, Singh H, Miller CD, Entikin DW, et al. CT angiography for safe discharge of patients with possible acute coronary syndromes. *N Engl J Med*. 2012; 366(15):1393-403.
- Hulten E, Pickett C, Bittencourt MS, Villines TC, Petrillo S, Di Carli MF, et al. Outcomes after coronary computed tomography angiography in the emergency department: a systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(8):880-92.
- Pinto IMF, Szarf G. Avaliação de enxertos cirúrgicos. In: Fernandes JL, Rochitte CE, Nomura CH, et al. Ressonância e tomografia Cardiovascular. Barueri, SP: Manole, 2013, cap.11:350-57.
- Schuijff JD, Pundziute G, Jukema JW et al. Evaluation of patients with previous coronary stent implantation with 64-section CT. *Radiology*. 2007;245(2):416-23.
- Mahabadi AA, Achenbach S, Burgstahler C, Dill T, Fischbach R, Knez A, et al. Safety, efficacy, and indications of beta-adrenergic receptor blockade to reduce heart rate prior to coronary CT angiography. *Radiology*. 2010;257(3):614-23.
- Bax JJ, Achenbach S, Cademartiri F, Garot J, Tenders M, Zamorano JL, et al. A randomized double blind trial on the efficacy and safety of a single intravenous bolus of ivabradine versus placebo for heart rate control during coronary CT angiography. *Eur Heart J*. 2010;31(Suppl 1):151.
- Rochitte CE, Azevedo GS, Shiozaki AA, Azevedo CF, Kalil Filho R. Diltiazem as an alternative to beta-blocker in coronary artery computed tomography angiography. *Arq. Bras. Cardiol*. 2012; 99(2): 706-713.
- Decramer I, Vanhoenacker PK, Sarno G, Van Hoe L, Bladt O, Wijns W, et al. Effects of sublingual nitroglycerin on coronary lumen diameter and number of visualized septal branches on 64-MDCT angiography. *AJR Am J Roentgenol*. 2008;190(1):219-25.
- American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents, Mark DB, Berman DS, Budoff MJ, Carr JJ, Gerber TC, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SAIP/SCAI/SCCT 2010 expert consensus document on coronary computed tomographic angiography: a report of the American College of

- Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *Circulation*. 2010;121(22): 2509-43.
16. Alderman EL, Kip KE, Whitlow PL, Bashore T, Fortin D, Bourassa MG, et al. Native coronary disease progression exceeds failed revascularization as cause of angina after five years in the Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI). *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(4):766-74.
  17. Liao L, Kong DF, Shaw LK, Sketch MH Jr, Milano CA, Lee KL, et al. A new anatomic score for prognosis after cardiac catheterization in patients with previous bypass surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(9):1684-92.
  18. Mushtaq S, Andreini D, Pontone G, Bertella E, Bartorelli AL, Conte E, et al. Prognostic value of coronary CTA in coronary bypass. A long-term follow-up study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(6):580-9.
  19. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Ewy GA, Fonger J, Gardner TJ, et al. ACC/AHA guidelines for coronary artery bypass graft surgery. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to revise the 1991 guidelines for coronary artery bypass graft surgery). *American College of Cardiology/American Heart Association. J Am Coll Cardiol*. 1999;34(4):1262-347.
  20. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol*. 1996;28(3):616-26.
  21. Weustink AC, Nieman K, Pugliese F, Mollet NR, Meijboom WB, van Mieghem C, et al. Diagnostic accuracy of computed tomography angiography in patients after bypass grafting. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2009;2(7):816-24.
  22. Maluenda G, Goldstein MA, Lemesle, Weissman G, Weigold G, Landsman MJ, G et al. Perioperative outcomes in reoperative cardiac surgery guided by cardiac multidetector computed tomographic angiography. *Am Heart J*. 2010;159(2):301-06.
  23. Zapparoli M, Magalhães TA. Avaliação de *stents* coronarianos. In: Fernandes JL, Rochhitte CE, Nomura CH, et al. *Ressonância e tomografia Cardiovascular*. Barueri, SP: Manole, 2013, cap.12: 358-62.
  24. Mannacio VA, Imbriaco M, Iesu S, et al. 64-slice multidetector computed tomographic evaluation of arterial conduit patency after off-pump coronary artery bypass grafting. *Tex Heart Inst J*. 2009;36(5):409-15.
  25. Meyer TS, Martinoff S, Hadamitzky M, Will A, Kastrati A, Schomig A, Hausleiter J. Improved noninvasive assessment of coronary artery bypass grafts with 64-slice computed tomographic angiography in an unselected patient population. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(9):946-50.
  26. Romagnoli A, Patei A, Mancini A, Arganini C, Vanni S, Sperandio M, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice CT in evaluating coronary artery bypass grafts and of the native coronary arteries. *Radiol Med*. 2010;115(8):1167-78.
  27. Malagutti P, Nieman K, Meijboom WB, van Mieghem CA, Pugliese F, Cademartiri F, et al. Use of 64-slice CT in symptomatic patients after coronary bypass surgery: evaluation of grafts and coronary arteries. *Eur Heart J*. 2007;28(15):1879-85.
  28. De Graaf FR, van Velzen JE, Witkowska AJ, et al. Diagnostic performance of 320-slice multidetector computed tomography coronary angiography in patients after coronary artery bypass grafting. *Eur Radiol*. 2011;21(11):2285-96.
  29. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al. Heart disease and stroke statistics 2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;125(1):e2-e220.
  30. Palmerini T, Biondi-Zoccai G, Della Riva D, Mariani A, Sabaté M, Valgimigli M, et al. Clinical outcomes with drug-eluting and bare-metal stents in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: evidence from a comprehensive network meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(6):496-504.
  31. Jones CM, Chin Ky, Hamady M, Yang GZ, Darzi A, Athanasiou T. Coronary stent assessment with 64-slice multislice computed tomography: a literature review. *Semin Ultrasound CT MR*. 2008;29(3):214-22.
  32. Lee MS, Jurewitz D, Aragon J, Forrester J, Makkar RR, Kar S. Stent fracture associated with drug-eluting stents: clinical characteristics and implications. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007;69(3):387-94.
  33. Hecht HS, Polena S, Jelmin V, Jimenez M, Bhatti T, Parikh M, et al. Stent gap by 64-detector computed tomographic angiography: relationship to in-stent restenosis, fracture, and overlap failure. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(21):1949-59.
  34. Mattos LA, Lemos Neto PA, Rassi A Jr, Marin-Neto JA, Sousa AGMR, Devito FS, et al. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia – Intervenção Coronária Percutânea e Métodos Adjuntos Diagnósticos em Cardiologia Intervencionista (II Edição – 2008). *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(6 supl.1):1-58.
  35. Rochitte CE. A avaliação do stent coronariano pela tomografia computadorizada cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(5):560-1.
  36. Hecht HS, Zaric M, Jelmin V, Lubarsky L, Prakash M, Roubin G. Usefulness of 64-detector computed tomographic angiography for diagnosing in-stent restenosis in native coronary arteries. *Am J Cardiol*. 2008;101(6):820-4.
  37. Andreini D, Pontone G, Mushtaq S, Pepi M, Bartorelli AL. Multidetector computed tomography coronary angiography for the assessment of coronary in-stent restenosis. *Am J Cardiol*. 2010;105(5):645-55.
  38. Yue J, Chen J, Dou W, Hu Y, Li Q, Zhou F, et al. Comparative analysis between 64- and 320-slice spiral computed tomography in the display of coronary artery stents and diagnosis of in-stent restenosis. *Exp Ther Med*. 2015;10(5):1871-6.
  39. Cademartiri F, Schuijf JD, Pugliese F, Mollet NR, Jukema JW, Maffei E, et al. Usefulness of 64-slice multislice computed tomography coronary angiography to assess in-stent restenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(22):2204-10.
  40. Yoshimura M, Nao T, Miura T, Okada M, Nakashima Y, Fujimura T, et al. New quantitative method to diagnose coronary in-stent restenosis by 64-multislice computed tomography. *J Cardiol*. 2015;65(1):57-62.
  41. Yan RT, Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Niinuma H, Clouse ME, et al. Predictors of inaccurate coronary arterial stenosis assessment by CT angiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6(9):963-72.
  42. Cury RC, Magalhães TA, Borges AC, Shiozaki AA, Lemos PA, Júnior JS, et al. Dipyridamole stress and rest myocardial perfusion by 64-detector row computed tomography in patients with suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 2010;106(3):310-5.
  43. Magalhães TA, Cury RC, Pereira AC, Moreira Vde M, Lemos PA, Kallil-Filho R, et al. Additional value of dipyridamole stress myocardial perfusion by 64-row computed tomography in patients with coronary stents. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2011;5(6):449-58.
  44. Rochitte CE, George RT, Chen MY, Arbab-Zadeh A, Dewey M, Miller JM, et al. Computed tomography angiography and perfusion to assess coronary artery stenosis causing perfusion defects by single photon emission computed tomography: the CORE320 study. *Eur Heart J*. 2014;35(17):1120-30.
  45. Koo BK, Erglis A, Doh JH, Daniels DV, Jegere S, Kim HS, et al. Diagnosis of ischemia-causing coronary stenoses by noninvasive fractional flow reserve computed from coronary computed tomographic angiograms. Results from the prospective multicenter DISCOVER-FLOW (Diagnosis of Ischemia-Causing Stenoses Obtained Via Noninvasive Fractional Flow Reserve) study. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(19):1989-97.
  46. Min JK, Leipsic J, Pencina MJ, Berman DS, Koo BK, van Mieghem C, et al. Diagnostic accuracy of fractional flow reserve from anatomic CT angiography. *JAMA*. 2012;308(12):1237-45.
  47. Ehara M, Kawai M, Surrmely JF, Matsubara T, Terashima M, Tsuchikane E, et al. Diagnostic accuracy of coronary in-stent restenosis using 64-slice computed tomography: comparison with invasive coronary angiography. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(9):951-9.