Tomografia computadorizada cardíaca: o que nós devemos saber

Cardiac computed tomography: what we should know

Bruno Hochhegger[1], Isadora Cristina Olesiak Cordenonsi[2]

RESUMO

Em consequência do avanço tecnológico, há um interesse clínico crescente no uso de tomografia computadorizada multislice (TCMD) para angiografia coronariana não invasiva. De fato, a acurácia da TCMD para detectar ou excluir estenose arterial coronariana tem sido alta em muitos estudos publicados. A angiografia coronariana pela TCMD é tecnicamente mais desafiadora do que outras aplicações devido à natureza de seu objeto de estudo: o contínuo movimento cardíaco. O desenvolvimento rápido da técnica nesta área requer constante adaptação dos protocolos de aquisição. Tais desafios, contudo, não são de forma alguma intransponíveis para usuários com conhecimento de técnica tomográfica geral. A intenção desta publicação é fornecer ao cardiologista envolvido com angiografia coronariana por TC um manual "passo a passo" dos novos avanços desse método de imagem. Incluem-se as considerações sobre a seleção adequada do paciente, a medicação do paciente, proteção radiológica, anatomia, visualização de imagens e técnicas de análise.

UNITERMOS: Angiografia, Coronárias, Tomografia Computadorizada.

ABSTRACT

As a result of technological advancement there is a growing clinical interest in the use of multislice computed tomography (MSCT) for noninvasive coronary angiography. Indeed, the accuracy of MDCT to detect or exclude coronary artery stenosis has been high in many published studies. Coronary angiography by MSCT is technically more challenging than other applications due to the nature of its object of study: the continuous cardiac motion. The rapid development of the technique in this area requires constant adaptation of acquisition protocols. Such challenges, however, are by no means insurmountable for users with knowledge of general tomographic technique. The intent of this article is to provide the interested cardiologist with a "step-by-step" manual of the new advances of this imaging method. Included are considerations about proper selection of patients, patient's medication, radiation protection, anatomy, image viewing and analysis techniques.

KEYWORDS: *Angiography, Coronary, Computed Tomography.*

INTRODUÇÃO

A aplicabilidade clínica da tomografia computadorizada (TC) na imagem cardíaca foi limitada até pouco tempo atrás devido à sua baixa resolução espacial e temporal. Só recentemente a tecnologia da TC alcançou o nível exigido para a imagem de um órgão em constante movimento e a resolução espacial capaz de avaliar adequadamente vasos tão pequenos como as artérias coronárias (figuras 1 e 2).

A doença arterial coronariana (DAC) apresenta-se como um importante problema socioepidemiológico, sendo a principal causa de morte em países desenvolvidos (1). A angiografia coronariana convencional é o exame invasivo-padrão para o diagnóstico de DAC. Contudo, a angiografia coronariana por tomografia computadorizada multidetectores (TCMD), especialmente após a introdução do sistema TCMD de 64 canais, emergiu como uma técnica útil para, de forma não invasiva, excluir DAC (2-5). Uma série de artigos demonstra sua utilidade a fim de avaliar a parede da artéria coronária a estimar a quantidade de placa aterosclerótica (figura 3) (6-8). No entanto, a angiografia coronariana não invasiva por TCMD ainda tem algumas

[1] Pós-doutorado em Radiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Médico radiologista da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre.
[2] Acadêmica de Medicina. Monitora da disciplina de Diagnóstico por Imagem na Universidade Federal de Santa Maria.

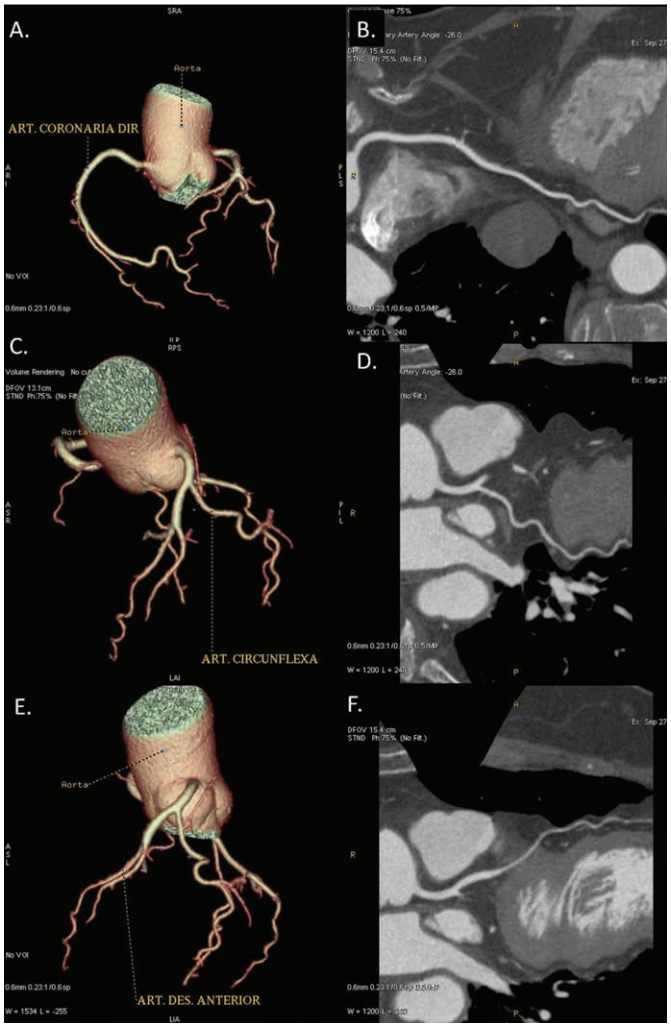


FIGURA 1 – Anatomia coronariana. A e B, artéria coronariana direita em 3D (A) reconstrução multiplanar (B). C e D, e artéria coronariana circunflexa em 3D (C) e reconstrução multiplanar (D). E e F, artéria coronária descendente anterior em 3D (E) e reconstrução multiplanar (F).

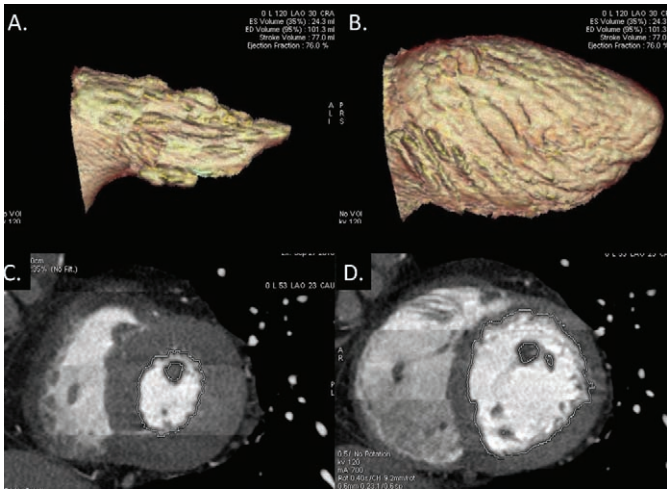


FIGURA 2 – Em A e B, identifica-se o volume cardíaco na sístole (A) e diástole (B). Em C e D, identifica-se a avaliação do volume através do eixo curto cardíaco.

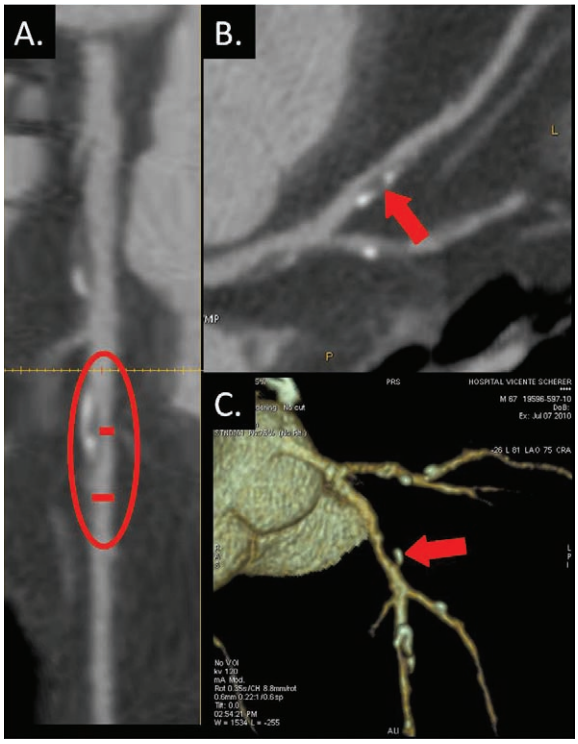


FIGURA 3 – Em A, identificam-se placas parcialmente calcificadas com estenose estimada em 60%. Em B, identifica-se o componente relacionado com a placa mole. Em C, uma reconstrução em 3D demonstra o componente de cálcio da placa.

limitações, tais como a dose de radiação e a necessidade de injeção de contraste intravenoso.

REVISÃO DE LITERATURA

Seleção de pacientes

A primeira grande tentativa de delinear indicações clínicas apropriadas para tomografia computadorizada cardíaca foi recentemente publicada pela American College of Cardiology Foundation, juntamente com sociedades especialistas e subespecialistas (tabela 1) (4-6).

O rastreamento de pacientes assintomáticos para DAC oculta continua a ser um importante desafio, e o papel da angiografia por TC em fornecer valor adicional aos fatores de risco tradicionais continua a ser determinado. O escore de risco de Framingham auxilia na identificação de grupos de risco baixo, alto e intermediário para futuros eventos cardíacos. Uma pessoa com uma probabilidade de eventos cardíacos de menos de 10% em 10 anos é considerada com sendo de baixo risco, enquanto uma pessoa com uma probabilidade de eventos cardíacos de mais de 20% em um período de 10 anos é considerada como sendo de alto risco. Pessoas de grupo de risco intermediário têm taxas de eventos cardiovasculares entre aquelas dos grupos de alto e baixo risco. O paciente assintomático de baixo risco tem menos chance

TABELA 1 – Indicações apropriadas de angiografia coronariana por TC.

Detecção de doença arterial coronariana
Avaliação de dor torácica em pacientes sintomáticos
Probabilidade pré-teste intermediária de doença arterial coronariana (DAC)
ECG não interpretável ou incapaz de ser realizado
Avaliação de estruturas intracardíacas em pacientes sintomáticos
Avaliação de suspeita de anomalias coronarianas
Dor torácica aguda em pacientes sintomáticos
Probabilidade pré-teste intermediária de DAC
Ausência de alterações no ECG e enzimas negativas
Detecção de DAC com exames anteriores
Avaliação de dor torácica aguda
Teste de estresse inequívoco ou interpretável (eco de perfusão, exercício ou estresse)
Estrutura e função
Morfologia
Avaliação de doença cardíaca congênita complexa, incluindo anomalias da circulação coronariana, grandes vasos, câmaras cardíacas e válvulas. Avaliação de artérias coronárias em pacientes com novo início de Insuficiência cardíaca para detectar etiologia
Avaliação de estruturas intra e extracardíacas
Mapeamento arterial coronariano não invasivo, incluindo artéria mamária interna antes de repetir cirurgia de revascularização cardíaca.

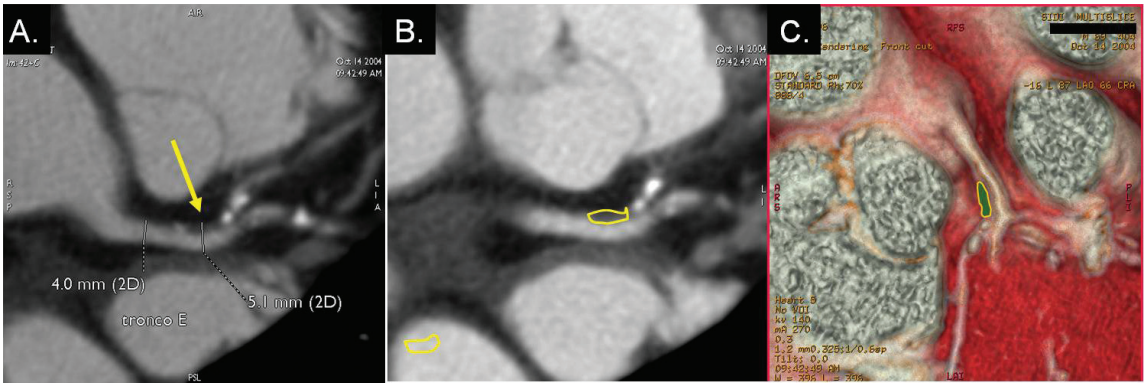


FIGURA 4 – Em A, avaliação da artéria coronária principal esquerda, identifica-se a remodelação positiva (medida na figura), com placas parcialmente calcificadas. Em B, volume de placa mole para avaliação das densidades. Esse dado pode ajudar a avaliar o tratamento e controle da mesma estenose. Em C, reconstrução 3D do caso.

de obter mais benefícios por meio de um exame cardíaco adicional. Além disso, pacientes de baixo risco são mais propensos a ter resultados de exames falso-positivos devido a uma probabilidade pré-teste da doença baixa. O grupo de risco intermediário assintomático (que representa 40% da população geral) é o mais propenso a se beneficiar de estratificação de risco adicional (9), e a angiografia pela TCMD pode contribuir para isso. Contudo, o relativamente elevado equivalente de dose efetiva de radiação e o uso do material de contraste tornam impraticável a TCMD como forma de rastreio geral. Pode haver um pequeno grupo de pacientes assintomáticos com uma pontuação excessivamente elevada de risco de Framingham que poderia se beneficiar de uma avaliação não invasiva da quantidade e morfologia de placa coronária, embora mais pesquisas sejam necessárias para determinar o papel preciso da TCMD na avaliação de pacientes assintomáticos (figura 4).

Os pacientes com DAC geralmente apresentam-se com dor torácica atípica (10,11). Pacientes identificados como tendo risco baixo ou intermediário, no escore de Framingham, que apresentam dor torácica atípica poderiam beneficiar-se de uma avaliação não invasiva com um alto valor preditivo negativo. Angiografia por TCMD pode ajudar a rapidamente e não invasivamente diagnosticar ou afastar DAC nesta população. Uma angiografia por TC normal e uma contagem de cálcio negativa na TC poderiam afastar cateterização cardíaca invasiva em uma porcentagem significativa de pacientes (12,13).

As síndromes coronarianas têm sido estratificadas em risco alto, intermediário e baixo. Angiografia por TC não é recomendada para pacientes que se apresentam à emergência com síndrome coronariana aguda e características de alto risco. Esses pacientes beneficiam-se de uma estratégia invasiva com cateterização cardíaca imediata e revas-

cularização (14). O risco baixo a intermediário precisa de estratificação adicional, geralmente necessitando de admissão desses pacientes ao hospital para a exclusão ou confirmação de um diagnóstico. O uso de angiografia por TC a fim de ajudar a discriminar entre os grupos intermediário e baixo risco é uma grande promessa. Um teste com um alto valor preditivo negativo teoricamente poderia permitir a triagem dos pacientes que se apresentam à emergência com dor torácica. Esse teste poderia ajudar a evitar admissões desnecessárias e custosas para pacientes que possuem sintomas que não têm etiologia cardíaca. Por outro lado, tem sido documentado que 4% a 8% dos pacientes que são liberados da emergência apresentam eventos cardíacos (15,16). Avaliações clínicas de pacientes sem alto risco com os parâmetros clínicos tradicionais mostram falta de sensibilidade. Angiografia por TC pode desempenhar um papel na detecção de doença coronariana obstrutiva em pacientes que podem ser inadvertidamente liberados da emergência. A alta resolução espacial e temporal da TCMD permite que este exame revele tanto causas cardíacas quanto não cardíacas de dor torácica e possibilita exclusão de diagnósticos alternativos de doenças potencialmente fatais, tais como embolia pulmonar e dissecção aórtica (17). O uso de angiografia por TC como exame de primeira linha para a avaliação de dor torácica na emergência está atualmente sendo explorado. A tão chamada "regra triplo fora" para avaliar dissecção aórtica, embolia pulmonar e síndrome coronariana aguda com um único exame é uma grande promessa, e esperamos que o TCMD torne-se o exame de escolha para avaliar dor torácica aguda (figura 6).

Usualmente, angiografia por TC é considerada mais apropriada em pacientes sintomáticos, especialmente se sintomas, gênero e idade sugerem um risco baixo a intermediário de estenose arterial coronariana significativa (figura 4). A utilidade de rastreamento de indivíduos assintomáticos para aterosclerose coronariana oculta com angiografia coronariana por TC está sob investigação, mas geralmente não é considerada recomendável devido às preocupações em relação à radiação e ao benefício obscuro (17).

APLICAÇÕES CLÍNICAS

A despeito de serem incomuns, as anomalias coronarianas podem ser uma causa significativa de dor torácica, isquemia miocárdica e morte cardíaca súbita (18-20) es-

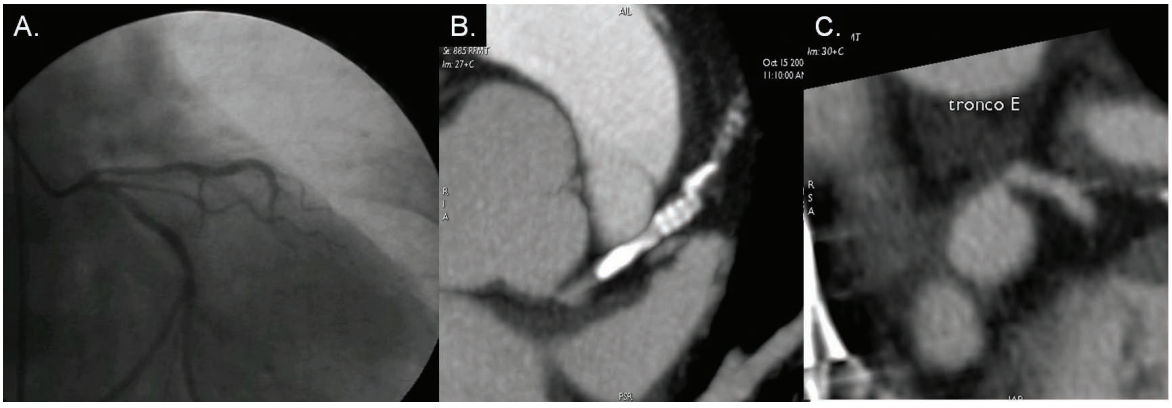


FIGURA 5 – Paciente com múltiplos stents prévios, dor torácica e cateterização cardíaca normal (A). Evidência na TC de estenose do óstio coronário esquerdo carente de cateterização.

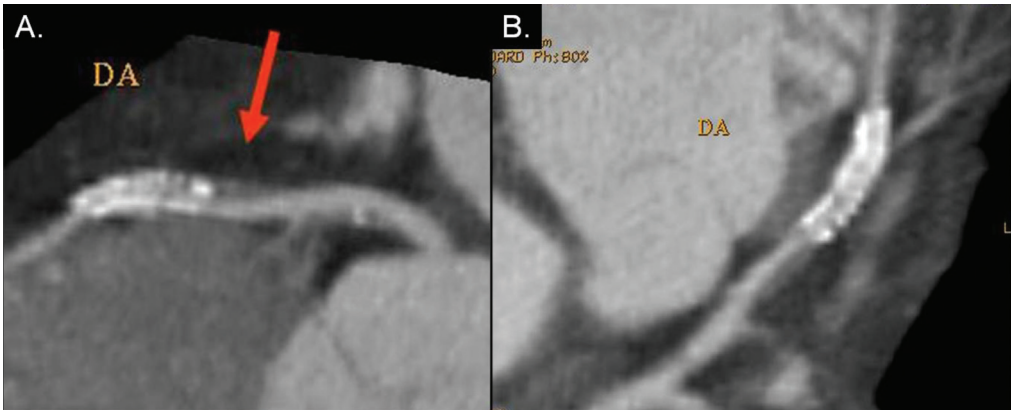


FIGURA 6 – Angiografia por TC mostrando implante de stent em artéria coronária descendente anterior (A). Observa-se hiperplasia de íntima anterior ao stent (B).

pecialmente em jovens atletas (30). A utilidade da TCMD para avaliar tais anomalias tem sido relatada (21, 22).

A angiografia por TCMD tem provado ser útil para obtenção de imagem não invasiva das artérias coronárias e para o diagnóstico de DAC. Muitos artigos relataram sensibilidade e especificidade de 86% a 99% e 92% a 98%, respectivamente, para a detecção de estenose arterial coronariana significativa hemodinamicamente (23-33). Na maioria significativa, um valor preditivo negativo muito alto (alcançando de 92% a 100%) foi consistentemente demonstrado, enfatizando a utilidade da atual angiografia por TCMD para realmente afastar estenose arterial coronariana em pacientes com suspeita clínica. TCMD 64 canais tem significativamente especificidade maior e valor preditivo positivo maior comparado com TCMD 16 canais (34).

A avaliação não invasiva da permeabilidade de stent da artéria coronária e a identificação de reestenose como aplicações da angiografia coronária por TC têm sido consistentemente investigadas (35,36) (figuras 5 e 6). A permeabilidade do stent pode ser indiretamente inferida por demonstrar a presença de contraste intravenoso nos segmentos coronarianos distais ao implante do stent, embora a presença de enchimento retrógrado através de vasos colaterais na presença de oclusão dentro do stent tem sido discutida como uma potencial armadilha diagnóstica. De maneira recíproca, a ausência de material de contraste nas porções distais do vaso claramente reflete severa reestenose ou oclusão no stent (36). A representação de hiperplasia da íntima no stent continua a ser um desafio para angiografia coronariana por TC, pois a resolução temporal e espacial da TCMD é ainda limitada. Feixes de endurecimento e artefatos causados pelo suporte metálico do stent prejudicam significativamente a visualização da luz da artéria coronária e dificultam o diagnóstico por esse método (37).

A caracterização e a quantificação da placa coronária aterosclerótica podem ser úteis para melhorar a estratificação do risco individualizado (Figura 2). Mesmo sendo invasivo e caro, o padrão de referência para este propósito permanece ultrassom intravascular (IVUS) (38). A angiografia coronariana por TC com contraste tem mostrado o seu potencial para visualizar a parede da artéria coronária e delinear placas ateroscleróticas calcificadas e não calcificadas (7, 8, 39). A caracterização da placa também é uma meta. As placas com um teor lipídico elevado têm demonstrado ser mais vulneráveis e propensas à ruptura, enquanto que placas calcificadas têm maior tendência a serem mais estáveis. A atenuação da TC, baseado em valores de caracterização da placa aterosclerótica, tem se mostrado factível e correlaciona-se razoavelmente bem com IVUS (7-39).

COMENTÁRIOS FINAIS

Por conseguinte, ratifica-se a emergência da angiografia coronariana por TCMD como um método sensível e específico na identificação da DAC em pacientes com determinadas características clínicas, além da avaliação de estrutura e função cardíaca. Dessa forma, o diagnóstico pode ser realizado de maneira não invasiva, além de levar a uma estratificação de risco adicional aos critérios clínicos, concedendo maior precisão nessa classificação. O método ainda poderá auxiliar na decisão dos pacientes mais indicados para admissão hospitalar, além de permitir o diagnóstico diferencial da síndrome coronariana aguda com outras patologias potencialmente fatais. Porém, as indicações de uso desse método de imagem apresentadas devem ser respeitadas, já que este ainda possui limitações, tais como a dose de radiação e o uso de contraste intravenoso.

REFERÊNCIAS

1. Wayne Rosamond, Katherine Flegal,Karen Furie, Alan Go, Kurt Greenlund, Nancy Haase *et al*. AHA Statistical Update: Heart Disease and Stroke Statistics-2008 Update; Circulation. 2008; 117: 25-146.
2. Achenbach S, Giesler T, Ropers D. Detection of coronary artery stenoses by contrast-enhanced, retrospectively electrocardiographically-gated, multislice spiral computed tomography. Circulation 2001; 103.(21): 2535-2538.
3. Hoffmann MH, Shi H., Schmitz BL. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. JAMA 2005; 293. (20): 2471-2478.
4. Nieman K, Oudkerk M, Rensing BJ, *et al*. Coronary angiography with multi-slice computed tomography. Lancet 2001; 357. (9256): 599-603.
5. Schoepf UJ, Zwerner PL, Savino G, *et al*. Coronary CT angiography. Radiology 2007; 244. (1): 48-63.
6. Viles-Gonzalez JF, Poon M, Sanz J, *et al*. In vivo 16-slice, multidetector-row computed tomography for the assessment of experimental atherosclerosis: comparison with magnetic resonance imaging and histopathology. Circulation 2004;110. (11): 1467-1472.
7. Schroeder S, Kopp AF, Baumbach A, *et al*. Noninvasive detection and evaluation of atherosclerotic coronary plaques with multislice computed tomography. J Am Coll Cardiol 2001; 37. (5): 1430-1435.
8. Becker CR, Nikolaou K, Muders M, *et al*. Ex vivo coronary atherosclerotic plaque characterization with multi-detector-row CT. Eur Radiol 2003;13. (9): 2094-2098.
9. Jacobson TA, Griffiths GG, Varas C, Gause D, Sung JC, Ballantyne CM. Impact of evidence-based "clinical judgment" on the number of American adults requiring lipid-lowering therapy based on updated NHANES III data. Arch Intern Med 2000;160:1361-1369.
10. Spalding L, Reay E, Kelly C. Cause and outcome of atypical chest pain in patients admitted to hospital. J R Soc Med 2003;96:122-125.
11. Kroenke K, Mangelsdorff AD. Common symptoms in ambulatory care: incidence, evaluation, therapy, and outcome. Am J Med 1989;86:262-266.
12. Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, Gitter M, Sutherland J, Halamert *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.
13. Mowatt G, Cook JA, Hillis GS, Walker S, Fraser C, Jia X, *et al*. 64-Slice computed tomography angiography in the diagnosis and assessment of coronary artery disease: systematic review and meta-analysis Heart 2008;94(11):1386-93.
14. Braunwald E, Antman EM, Beasley JW, *et al*. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction: summary article-a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee

on the Management of Patients With Unstable Angina). J Am Coll Cardiol 2002;40:1366-1374.
15. Collinson PO, Premachandram S, Hashemi K. Prospective audit of incidence of prognostically important myocardial damage in patients discharged from emergency department. BMJ 2000;320:1702-1705.
16. Kennedy RL. Commentary: time for improved diagnosis and management of patients presenting with acute chest pain. BMJ 2000;320:1704-1705.
17. Russo V, Gostoli V, Lovato L, *et al*. Clinical value of multidetector CT coronary angiography as a preoperative screening test before non-coronary cardiac surgery. Heart 2007; 93 (12): 1591-1598.
18. Chaitman BR, Lesperance J, Saltiel J, *et al*. Clinical, angiographic, and hemodynamic findings in patients with anomalous origin of the coronary arteries. Circulation 1976; 53. (1): 122-131.
19. Maron BJ, Epstein SE, Roberts WC. Causes of sudden death in competitive athletes. J Am Coll Cardiol 1986; 7. (1): 204-214.
20. Taylor AJ, Rogan KM, Virmani R. Sudden cardiac death associated with isolated congenital coronary artery anomalies. J Am Coll Cardiol 1992; 20. (3): 640-647.
21. Gerber TC, Kuzo RS, Safford RE. Computed tomographic imaging of anomalous coronary arteries. Circulation 2002; 106. (15): 445-556.
22. Nieman K, Roos-Hesselink JW, de Feyter PJ. Coronary anomaly imaging by multislice computed tomography in corrected tetralogy of Fallot. Heart 2003; 89. (6): 664.
23. Brodoefel H, Burgstahler C, Tsiflikas I, et al. Dual-source CT: effect of heart rate, heart rate variability, and calcification on image quality and diagnostic accuracy. Radiology 2008; 247. (2): 346-355.
24. Ehara M, Surmely JF, Kawai M, *et al*. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting angiographically significant coronary artery stenosis in an unselected consecutive patient population: comparison with conventional invasive angiography. Circ J 2006; 70. (5): 564-571.
25. Fine JJ, Hopkins CB, Ruff N, *et al*. Comparison of accuracy of 64-slice cardiovascular computed tomography with coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. Am J Cardiol 2006; 97. (2): 173-174.
26. Johnson TR, Nikolaou K, Busch S, *et al*. Diagnostic accuracy of dual-source computed tomography in the diagnosis of coronary artery disease. Invest Radiol 2007; 42. (10): 684-691.
27. Leschka S, Alkadhi H, Plass A, *et al*. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. Eur Heart J 2005; 26. (15): 1482-1487.
28. Mollet NR, Cademartiri F, van Mieghem CA, *et al*. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. Circulation 2005; 112. (15): 2318-2323.
29. Oncel D, Oncel G, Tastan A, *et al*. Detection of significant coronary artery stenosis with 64-section MDCT angiography. Eur J Radiol 2007; 62. (3): 394-405.
30. Raff G.L., Gallagher M.J., ONeill W.W., *et al*: Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. J Am Coll Cardiol 2005; 46. (3): 552-557.
31. Ropers D, Rixe J, Anders K, *et al*. Usefulness of multidetector row spiral computed tomography with 64- × 0.6-mm collimation and 330-ms rotation for the noninvasive detection of significant coronary artery stenoses. Am J Cardiol 2006; 97. (3): 343-348.
32. Ropers U, Ropers D, Pflederer T, *et al*. Influence of heart rate on the diagnostic accuracy of dual-source computed tomography coronary angiography. J Am Coll Cardiol 2007; 50. (25): 2393-2398.
33. Weustink AC, Meijboom WB, Mollet NR, *et al*: Reliable high-speed coronary computed tomography in symptomatic patients. J Am Coll Cardiol 2007;50. (8): 786-794.
34. Hamon M, Morello R, Riddell JW. Coronary arteries: diagnostic performance of 16- versus 64-section spiral CT compared with invasive coronary angiography-meta-analysis. Radiology 2007; 245(3): 720-731.
35. Funabashi N, Komiyama N, Komuro I. Patency of coronary artery lumen surrounded by metallic stent evaluated by three dimensional volume rendering images using ECG gated multislice computed tomography. Heart 2003; 89. (4): 388.
36. Pump H, Mohlenkamp S, Sehnert CA, *et al*. Coronary arterial stent patency: assessment with electron-beam CT. Radiology 2000; 214. (2): 447-452.
37. Maintz D, Seifarth H, Raupach R, *et al*. 64-slice multidetector coronary CT angiography: in vitro evaluation of 68 different stents. Eur Radiol 2006; 16. (4): 818-826.
38. Nissen SE, Yock P: Intravascular ultrasound: novel pathophysiological insights and current clinical applications. Circulation 2001;103. (4): 604-616.
39. Kopp AF, Schroeder S, Baumbach A, *et al*. Non-invasive characterisation of coronary lesion morphology and composition by multislice CT: first results in comparison with intracoronary ultrasound. Eur Radiol 2001; 11. (9): 1607-1611.

✉ Endereço para correspondência
Bruno Hochhegger
Rua 24 de Outubro, 925
90.510-000 – Porto Alegre, RS – Brasil
☎ (51) 3213-7164
💻 brunohochhegger@gmail.com

Recebido: 18/3/2013 – Aprovado: 8/4/2013