

Competência Técnica em Ressonância e Tomografia Cardiovascular

Technical Competence in Cardiovascular Magnetic Resonance and Computed Tomography

Juliano Lara Fernandes, Afonso Akio Shiozaki, Clerio Francisco de Azevedo Filho, Carlos Eduardo Rochitte, Ibraim Marciarelli Francisco Pinto, Marly Maria Uellendahl Lopes, Paulo Roberto Schwartzman*

RESUMO

A ressonância magnética cardiovascular e a tomografia computadorizada têm avançado como técnicas bastante práticas e úteis na cardiologia clínica. Devido à rápida aceitação na comunidade cardiológica e ao uso generalizado, o treinamento de cardiologistas e radiologistas, nessa subespecialidade, não tem sido homogêneo até o momento. Isso, em parte, explica as diferenças observadas nas diversas origens encontradas entre os médicos que executam esses exames. Com o objetivo de orientar centros formadores, assim como fontes pagadoras, contratantes e cardiologistas gerais que solicitam os exames, este artigo prevê um conjunto de requisitos mínimos que devem ser atingidos por todos os médicos que buscam educar-se no tema, e para aqueles que já o realizam. A competência clínica, listada aqui, não engloba a totalidade daquilo que hoje se atinge com esses métodos, mas deve ser exigida de todos os envolvidos, agora ou no futuro, com ressonância magnética e tomografia computadorizada cardiovascular.

Descritores: Ressonância Magnética Cardiovascular, Tomografia Computadorizada Cardiovascular, Educação em Cardiologia, Diretrizes.

SUMMARY

Cardiovascular magnetic resonance and computed tomography have evolved as very practical and useful techniques applied in clinical cardiology. Due to their rapid acceptance in the cardiology community and widespread use, training of both cardiologists and radiologists on this subspecialty has not been homogeneous so far. This in part explains significant differences observed in the diverse background found in today's practicing physicians who execute these exams. In order to guide training facilities as well as both payers, contractors and general cardiologists ordering the exam, this document provides a minimum standard that should be accomplished by all physicians who pursue education in the field and for those who already practice in it. The clinical competences listed in this statement are by no means thorough but should be required by all those involved in cardiovascular magnetic resonance and computed tomography as the customary requirements for current and future practitioners.

Descriptors: Cardiovascular Magnetic Resonance; Cardiovascular Computed Tomography; Cardiology Education; Guidelines.

Introdução

O rápido desenvolvimento do diagnóstico por imagem, na área de cardiologia com a ressonância magnética cardiovascular (RMC) e tomografia computadorizada cardiovascular (TCC)¹⁻³, trouxe a necessidade de estabelecer critérios objetivos que definam a capacitação técnica para realização desses exames⁴⁻⁷. A existência de profissionais de diversas disciplinas distintas, a natureza complexa

de anatomia e fisiologia envolvida, a peculiaridade das técnicas de aquisição de imagens e a velocidade de evolução dessas tecnologias exigem, por parte dos tomadores de serviços assim como da população usuária, uma definição quanto aos critérios de competência técnica dos médicos responsáveis por sua realização^{8,9}.

Recentemente, foram criadas diretrizes norte-americanas para normatizar a utilização clínica da RMC e da TCC⁴. O presente documento tem

Instituição

Faculdade de Ciências Médicas – Unicamp
Rua Josefina Sarmiento, 348 – Cambui
CEP. 13025-260 - Campinas - SP

Correspondência

Juliano de Lara Fernandes
Rua Antonio Lapa nº 1032
13025-092 – Campinas-SP
Telefones: (19) 3579-2903 – Fax (19) 3252-3903
jlaraf@fcm.unicamp.br

Recebido em: 21/07/2009 - Aceito em: 27/07/2009

* Médicos do Grupo de Estudo em Ressonância e Tomografia Cardiovascular (GERT) – Campinas-SP

objetivo semelhante às aquelas diretrizes clínicas, no sentido de estabelecer normas para avaliar a capacitação dos profissionais que já atuam na área, ou aqueles que, futuramente, virão procurar treinamento e capacitação técnica.

O texto a seguir propõe critérios mínimos de educação, treinamento, experiência e habilidades específicas necessárias para correta aquisição e interpretação de imagens cardiovasculares por RMC e TCC. Contempla os critérios da Resolução 1763/05 do Conselho Federal de Medicina (CFM), da *Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR)*, *Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT)* e *American College of Cardiology (ACC)*^{6,7,10}.

Deve-se entender que este documento não visa à formação de uma área de atuação específica ou regulamentação por parte da SBC, mas deve servir como orientação para futuros profissionais e também serviços contratantes que desejem prestar serviços em RM e CT cardiovascular.

Por que considerar o treinamento específico na área?

As doenças cardiovasculares são as principais causas de mortalidade e morbidade em nosso país e no mundo ocidental^{11,12}. Com o avanço da tecnologia da RMC e da TCC, a incorporação desses métodos na rotina clínica e no fluxograma diagnóstico das patologias cardiovasculares já vem ocorrendo¹³⁻¹⁵. Entretanto, é sabido que a imensa maioria dos programas de cardiologia ou radiologia não abrange, em seus currículos, o ensino formal dessas novas técnicas de RMC e TCC¹⁶. Assim, os programas atuais, normalmente contemplam a especialização, em áreas voltadas à imagem em geral ou no conhecimento da fisiopatologia, diagnóstico e tratamento cardiovascular, raramente integrando ambas as disciplinas¹⁷. Daí, se estabelece a necessidade do treinamento para indivíduos com conhecimento em alguma dessas áreas, para que realizem a complementação educacional formal, obtendo, assim, uma formação ampla e multidisciplinar.

Aspectos técnicos e conhecimentos fisiopatológicos

Abaixo, segue relação com alguns aspectos técnicos considerados fundamentais para o entendimento da aplicação e realização dos exames de RMC e TCC. A competência técnica para a realização de exames de RMC envolve o conhecimento amplo de seqüências específicas de aquisição de imagem, que são características do exame cardiovascular¹⁸. Na área de TCC, também, alguns aspectos são distintos a esse exame, sobretudo aos modos de aquisição sincronizados ao eletrocardiograma^{19, 20} para redução ao máximo da radiação oferecida ao paciente²¹.

Assim, estabelece-se como conhecimento mínimo das seqüências e técnicas utilizadas na RMC/TCC:

1. RMC

- a) Conhecimento dos planos específicos de aquisição de imagens em RMC.
- b) Cine com aquisição de espaço K, segmentado com gradiente eco e em estado de equilíbrio (SSFP) para avaliação de anatomia e função.
- c) Spin eco, fast spin eco, Half Fourier spin eco, com seqüências em sangue escuro para avaliação de anatomia.
- d) Contraste de fase com cálculos quantitativos de fluxo sanguíneo, shunts, fração regurgitante avaliar e análise de gradientes.
- e) Técnicas de perfusão de primeira passagem para avaliação de isquemia miocárdica.
- f) Técnicas de recuperação de inversão com realce tardio para avaliação de cicatrizes miocárdicas, infarto e viabilidade.
- g) Angiografia com aquisição em 3D do espaço K, com contraste para avaliação de grandes vasos. Excluem-se desta avaliação, a avaliação de vasos periféricos e do pescoço.
- h) Métodos e técnicas de gating (sincronização) ao ECG ou pulso periférico.
- i) Pós-processamento em estação de trabalho independente de imagens em 2D e 3D, além da utilização de softwares para análises volumétricas, massa e fração de ejeção.
- j) Familiaridade com aspectos de segurança e da

exposição à radiofrequência/campos magnéticos utilizados em RMC, além de aspectos da física da ressonância.

2. TCC

- a) Princípios e técnicas tomográficas de aquisição, com e sem contraste, em aparelhos de TCMD ou EBTC.
- b) Utilização de técnicas de *gating* cardíaco com ECG, com técnicas de modulação de dose de radiação.
- c) Análise e quantificação de escores de cálcio.
- d) Análise e interpretação de angiografias, incluindo coronárias nativas, coronárias anômalas, enxertos vasculares, aorta e vasos pulmonares. Excluem-se dessa avaliação, a avaliação de vasos periféricos e do pescoço.
- e) Técnicas de análise da função cardíaca e massa ventricular
- f) Pós-processamento em *workstation* independente de imagens em 2D e 3D, além de utilização de *softwares* para análises volumétricas, massa e fração de ejeção.
- g) Familiaridade com aspectos de segurança física e exposição à radiação das técnicas de TCC.
- h) Conhecimento básico da anatomia e patologia mediastinal, circulação pulmonar e lesões parenquimatosas pulmonares.
Além do conhecimento específico na obtenção de imagens cardiovasculares, o profissional deve apresentar, também, conhecimento mínimo na área de anatomia e fisiologia cardiovascular, além de utilização de medicamentos utilizados nos exames de estresse, em casos de emergência, e dos principais exames e procedimentos envolvidos na área^{22, 23}.
- a) Conhecimento da anatomia cardiovascular, incluindo sobretudo diferenças de morfologia de átrios e ventrículos direito/esquerdo, estrutura das valvas cardíacas, distribuição de segmentação cardíaca, anatomia coronária, anatomia de grandes vasos e enxertos cirúrgicos.
- b) Fisiologia cardiovascular, sobretudo da atividade elétrica do sistema de condução cardíaca, modelos de sobrecarga de pressão e hipertrofia miocárdica, isquemia e infarto miocárdico e remodelamento ventricular. Além disso, também deve

- conhecer a fisiologia da circulação coronária, incluindo fluxo coronário, além da segmentação territorial e função ventricular global e regional.
- c) Fisiopatologia das principais doenças cardiovasculares no adulto, incluindo o conhecimento dos processos de aterosclerose (formação, evolução e instabilização de placas coronárias).
- d) Anatomia e fisiopatologia das doenças congênitas e adquiridas no paciente pediátrico.
- e) Espectro das principais intervenções cirúrgicas e percutâneas realizadas no paciente adulto e pediátrico. Ênfase no conhecimento de enxertos vasculares coronários e stents.
- f) Métodos diagnósticos complementares em cardiologia e suas indicações, vantagens e desvantagens em relação à RMC/TCC: ecocardiograma, cintilografia e cateterismo invasivo.
- g) Interpretação de eletrocardiograma para diagnóstico de artefatos, arritmias, isquemia e/ou outras complicações manifestadas durante o exame de RMC/TCC.
- h) Utilização de medicamentos como adenosina, dipiridamol e dobutamina, além de preparo para atendimento de emergência em exames de provocação de isquemia com estresse farmacológico. Utilização de medicamentos como beta-bloqueadores e bloqueadores de canal de cálcio para controle da frequência cardíaca em exames de angio-TC coronária.
- i) Familiaridade com o uso de contrastes iodados e com o gadolínio, com conhecimento das principais complicações e preparo para atendimento de reações adversas e emergências.
- j) Entendimento básico de estatística, sobretudo no reconhecimento de sensibilidade, especificidade, acurácia diagnóstica e relação custo-benefício de exames diagnósticos em geral. Conhecimento dos princípios do Teorema de Bayes, além de métodos de estratificação de risco da doença arterial coronária.

Certificação em RMC/TCC

Entende-se que, para que o conhecimento mínimo acima exposto seja obtido, o profissional deve passar pelos seguintes critérios de treinamento/formação:

- a) Estar formado há pelo menos 3 anos, em Faculdade de Medicina reconhecida pelo MEC, e encontrar-se regularmente inscrito no CRM de seu local de trabalho. Comprovar ter concluído residência médica credenciada pelo CNRM, em Cardiologia ou Radiologia ou possuir o Título de Especialista válido em uma dessas áreas.
- b) Treinamento formal em programa especializado, com o mínimo de 1 ano de duração e carga horária mínima de 2.880 horas (compreendendo RMC e TCC), conforme resolução 1763/05 do CFM, que englobe os requisitos expostos acima de aspectos técnicos/fisiopatológicos da RMC/TCC.
- c) Interpretação supervisionada de um mínimo de 300 exames de RMC, incluindo tanto exames cardíacos quanto vasculares de grandes vasos. Destes, pelo menos 150 exames deverão ter sido avaliados, inicialmente, pelo profissional.
- d) Interpretação supervisionada de um mínimo de 200 exames de TCC, incluindo um mínimo de 100 exames de angio-TC coronária. Da totalidade de exames, pelo menos 150 exames deverão ter sido avaliados inicialmente pelo profissional.

No caso de médicos formados até dois anos da publicação desta diretriz de formação, as recomendações mínimas seriam:

- a) Estar formado há pelo menos 3 anos, em Faculdade de Medicina reconhecida pelo MEC e encontrar-se regularmente inscrito no CRM de seu local de trabalho. Comprovar ter concluído residência médica credenciada pelo CNRM em Cardiologia ou Radiologia ou possuir o Título de Especialista válido em uma destas áreas.
- b) Comprovação de atuação na área, incluindo ao menos uma das abaixo:
 - Documentação comprovada de interpretação de ao menos 200 exames de RMC e interpretação de ao menos 150 exames de TCC, sendo um mínimo de 100 deles de angio-TC.
 - Pesquisa em RMC/TCC comprovada por protocolos de estudo, em andamento, ou publicação de trabalho em revista indexada pelo Index Medicus – Medline como primeiro autor e documentação comprovada de interpretação

de ao menos 100 exames de RMC e 100 exames de TCC.

- Atividade docente em RMC/TCC com pelo menos dois profissionais sob sua tutela.
- c) Avaliação da atuação/documentação do profissional por membros da SBC, com reconhecimento científico e destaque na área de RMC/TCC, com possibilidade de realização de prova teórica-prática à critério destes membros.

Referências

1. Kantor B, Nagel E, Schoenhagen P, Barkhausen J, Gerber TC. Coronary computed tomography and magnetic resonance imaging. *Curr Probl Cardiol.* 2009;34(4):145-217.
2. Bluemke DA, Achenbach S, Budoff M, Gerber TC, Gersh B, Hillis LD, et al. Noninvasive coronary artery imaging: magnetic resonance angiography and multidetector computed tomography angiography: a scientific statement from the american heart association committee on cardiovascular imaging and intervention of the council on cardiovascular radiology and intervention, and the councils on clinical cardiology and cardiovascular disease in the young. *Circulation.* 2008;118(5):586-606.
3. Rochitte CE, Pinto IM, Fernandes JL, Filho CF, Jatene A, Carvalho AC, et al. Cardiovascular magnetic resonance and computed tomography imaging guidelines of the Brazilian Society of Cardiology. *Arq Bras Cardiol.* 2006;87(3):e60-100.
4. Kramer CM, Budoff MJ, Fayad ZA, Ferrari VA, Goldman C, Lesser JR, et al. ACCF/AHA 2007 clinical competence statement on vascular imaging with computed tomography and magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training: developed in collaboration with the Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society for Vascular Medicine and Biology. *Circulation.* 2007;116(11):1318-35.
5. Kim RJ, de Roos A, Fleck E, Higgins CB, Pohost GM, Prince M, et al. Guidelines for training in Cardiovascular Magnetic Resonance (CMR). *J Cardiovasc Magn Reson.* 2007;9(1):3-4.
6. Pohost GM, Kim RJ, Kramer CM, Manning WJ. Task Force 12: training in advanced cardiovascular imaging (cardiovascular magnetic resonance [CMR]): endorsed by

- the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):910-4.
7. Budoff MJ, Achenbach S, Fayad Z, Berman DS, Poon M, Taylor AJ, et al. Task Force 12: training in advanced cardiovascular imaging (computed tomography): endorsed by the American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention, and Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):915-20.
 8. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Carr JC, Gerstad NA, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(7):1475-97.
 9. Hendel RC, Budoff MJ, Cardella JF, Chambers CE, Dent JM, Fitzgerald DM, et al. ACC/AHA/ACR/ASE/ASNC/HRS/NASCI/RSNA/SAIP/SCAI/SCCT/SCMR/SIR 2008 Key Data Elements and Definitions for Cardiac Imaging: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Data Standards (Writing Committee to Develop Clinical Data Standards for Cardiac Imaging). *Circulation*. 2009;119(1):154-86.
 10. Conselho Federal de Medicina. Resolução CFM N.1763/05 - celebra o convênio de reconhecimento de especialidades médicas, alterada pela Resolução 1785/06. [Acesso em 2009 jul.01]. Disponível em : http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/cfm/2005/1763_2005.htm
 11. Polanczyk CA, Ribeiro JP. Coronary artery disease in Brazil: contemporary management and future perspectives. *Heart*. 2009;95(11):870-6.
 12. Polanczyk CA. Cardiovascular risk factors in Brazil: the next 50 years!. *Arq Bras Cardiol*. 2005;84(3):199-201.
 13. Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, Carr JJ, Goldin JG, Greenland P, et al. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation*. 2006;114(16):1761-91.
 14. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD, et al. IV Brazilian Guideline for Dyslipidemia and Atherosclerosis prevention: Department of Atherosclerosis of Brazilian Society of Cardiology. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88(Suppl 1):2-19.
 15. Naghavi M, Falk E, Hecht HS, Shah PK. The First SHAPE (Screening for Heart Attack Prevention and Education) Guideline. *Crit Pathw Cardiol*. 2006;5(4):187-90.
 16. Atalay MK. Establishing a cardiac MRI program: problems, pitfalls, expectations. *J Am Coll Radiol*. 2005;2(9):740-8.
 17. Fuster V, van der Zee S, Elmariah S, Bonow RO. Academic careers in cardiovascular medicine. *Circulation*. 2009;119(5):754-60.
 18. Fieno DS. Cardiac magnetic resonance: physics, pulse sequences, and clinical applications. *Rev Cardiovasc Med*. 2008;9(3):174-86.
 19. Abbara S, Arbab-Zadeh A, Callister TQ, Desai MY, Mamuya W, Thomson L, et al. SCCT guidelines for performance of coronary computed tomographic angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2009;3(3):190-204.
 20. Raff GL, Abidov A, Achenbach S, Berman DS, Boxt LM, Budoff MJ, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary computed tomographic angiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2009;3(2):122-36.
 21. Raff GL, Chinnaiyan KM, Share DA, Goraya TY, Kazerooni EA, Moscucci M, et al. Radiation dose from cardiac computed tomography before and after implementation of radiation dose-reduction techniques. *JAMA*. 2009;301(22):2340-8.
 22. Diamond LM. Cardiopulmonary resuscitation and acute cardiovascular life support--a protocol review of the updated guidelines. *Crit Care Clin*. 2007;23(4):873-80, vii.
 23. ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. 2005 American Heart Association guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2005;112(24 Suppl):IV 1-203.